



4. Auflage

*Eugen-Georg Woschni*

**Kleines Lexikon  
der Mikroelektronik**

---

REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK 207

Herausgegeben von

G. Brack, H. Fuchs, G. Paulin, R. Piegert, G. Schwarze und E.-G. Woschni

---

# Kleines Lexikon der Mikroelektronik

Eugen-Georg Woschni

4., stark bearbeitete Auflage



VEB VERLAG TECHNIK BERLIN

Woschni, Eugen-Georg:  
Kleines Lexikon der Mikroelektronik / Eugen-Georg  
Woschni. — 4., stark bearb. Aufl. — Berlin : Verl.  
Technik, 1988. — 72 S. : 76 Bilder, 10 Taf. —  
(Reihe Automatisierungstechnik ; 207)  
ISBN 3-341-00434-3  
NE: GT

ISSN 0484-3436 REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK (Berlin, DDR)

ISBN 3-341-00434-3

Federführender Herausgeber: *Georg Brack*  
Begutachtender Herausgeber: *Gunter Schwarze*  
4., stark bearbeitete Auflage  
© VEB Verlag Technik, Berlin, 1988  
Lizenz 201 · 370/14/88  
LSV 3043 · VT 3/5722-4  
Printed in the German Democratic Republic  
Gesamtherstellung: Druckerei August Bebel Gotha  
Lektor: *Jürgen Reichenbach*  
Einbandgestaltung: *Kurt Beckert*



Eingetragene Schutzmarke des Warenzeichenverbandes  
Regelungstechnik e. V., Berlin

Bestellnummer: 553 346 8  
00480

# Vorwort

Wohl kaum ein Gebiet der Technik hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten so stürmisch entwickelt wie die Mikroelektronik. Eine schnelle Generationsfolge bei Bauelementen und dadurch auch bei Geräten und Anlagen ist die Folge. Das Einsatzgebiet der neuen Technik erweitert sich ständig und reicht heute in fast alle Gebiete der Volkswirtschaft. Bedingt durch den schnell steigenden Integrationsgrad verlagern sich zunehmend die früher ganzen Baugruppen oder Geräten übertragenen Aufgaben in das Bauelement. Das typischste Beispiel hierfür ist der Einchipmikrorechner. Diese rasante Entwicklung ist durchaus noch nicht abgeschlossen. Neue Verfahren und Technologien mit um Größenordnungen höherer Leistungsfähigkeit sind in der Entwicklung.

Gerade wegen der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten liegt ein dringendes Bedürfnis nach einer kurzgefaßten Zusammenstellung der wichtigsten Begriffe als Nachschlagewerk vor. Dies beweist die Tatsache, daß die bisherigen drei Auflagen innerhalb kurzer Zeit erschienen und die dritte Auflage wiederum bereits vergriffen ist.

Mit der Bearbeitung der vierten Auflage wurden bei Erweiterung des Umfangs rund 200 der wichtigsten neuen Begriffe einschließlich entsprechender Verweise aufgenommen, neue Bilder eingefügt und Korrekturen bzw. Präzisierungen zur Berücksichtigung der trotz der relativ kurzen Zeit seit der letzten Auflage eingetretenen Weiterentwicklung vorgenommen.

Die Umfangsbegrenzung stellte besondere Anforderungen an die Auswahl der Begriffe; zu berücksichtigen waren dabei die Aspekte des zahlenmäßig sehr großen Kreises der Anwender. Neben dem Grundanliegen, einen Überblick über das Gesamtgebiet zu geben, wurden neue Entwicklungen und Trends beachtet sowie noch mehr Synonyme mit entsprechenden Verweisen angegeben. Dabei sind auch die Grundbegriffe der Technologie unumgänglich einzubeziehen, da nur bei ihrer Kenntnis die vom Anwender vorzunehmende Auswahl von Schaltkreisen bzw. Schaltkreisfamilien möglich ist. Daher wurden auch die wichtigsten Schaltkreisfamilien mit ihren Vor- und Nachteilen besprochen.

Unter Beachtung dieser Gesichtspunkte wurden Begriffe von zentraler Bedeutung ausführlicher behandelt und oft mit Skizzen erläutert. Viele weitere Begriffe wurden durch einen Pfeil ↑ als Verweistichwort gekennzeichnet. Für weitergehende Erläuterungen ist ein entsprechendes Literaturverzeichnis angegeben.

Gerade auf dem Gebiet der Mikroelektronik entstammen sehr viele Begriffe dem englischen Sprachgebiet. Dies betrifft etwa ein Drittel der rund 900 Stichwörter dieses Bandes. Sie wurden, soweit es sich um Abkürzungen handelt, anschließend im englischen Volltext und dann in deutscher Übersetzung, ggf. mit Erläuterungen, aufgenommen.

Das kurzgefaßte Nachschlagewerk sollte nicht nur für die vielen Ingenieure in der Praxis von Nutzen sein, die sich mit der Anwendung der Mikroelektronik beschäftigen, sondern wegen des Überblicks über verwandte Gebiete auch für diejenigen, die an speziellen Entwicklungen arbeiten. Studenten aller technischen Disziplinen sollen ebenfalls angesprochen werden sowie alle Leser, die an diesem modernen Gebiet allgemein interessiert sind.

Gerade bei der Behandlung eines derartig in Entwicklung befindlichen Gebietes mit z. T. noch keinen einheitlichen Begriffsbildungen ist der Verfasser für Hinweise zur Verbesserung sehr dankbar. Ferner gebührt mein Dank meinem Kollegen Prof. *Brack* sowie dem Verlag, insbesondere Herrn Dipl.-Ing. *Reichenbach*, für die gute Zusammenarbeit.

Dresden

*E.-G. Woschni*

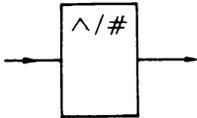
### **Hinweise für die Benutzung**

1. Das Lexikon ist nach Stichwörtern alphabetisch geordnet.
2. Ein Pfeil ↑ vor einem Wort weist darauf hin, daß es sich um ein Stichwort des Lexikons handelt.
3. Englische Fachausdrücke sind – soweit allgemein üblich – mit ihren Abkürzungen aufgenommen.

## Abtasttheorem †Sampling-Theorem

**Adapter.** Anpassungseinheit, oft Steckverbinder, um unterschiedliche Baugruppen oder Geräte zu koppeln bzw. anzuschließen; (z. B. Zwischensockel; Zwischenstecker mit Anschlußelektronik für †Sensoren).

**ADC** (analogue digital converter). Analog-Digital-Umsetzer; ADU. Schaltung zur Umwandlung eines analogen in ein digitales Signal. Heute als †integrierter Schaltkreis von 8 bis 16 Bit Verarbeitungsbreite angeboten oder in Hybridtechnik realisiert bzw. als Funktionsgruppe in einem Einchip-Signalprozessor enthalten. Symbol s. Bild.



ADU †ADC

**Ätzen.** Chemische Abtragung von Schichten durch Naßätzung oder Plasmaätzen. Angewendet zur Herstellung gedruckter †Leiterplatten und in der Halbleitertechnologie als Politur- oder Strukturätzen.

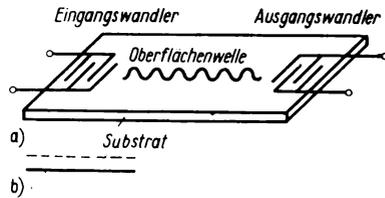
**AIM** (avalanche induced migration). Lawineninduzierte Wanderung. Technologie der Mikroelektronik, speziell geeignet zur Herstellung bipolarer †PROM, wobei npn-Transistoren als Speicherzellen benutzt werden. Bei der Programmierung wird deren Basis-Emitter-Übergang durch Stromimpulse kurzgeschlossen.

**Aktivierungsenergie.** Die zur Überführung eines Ladungsträgers in einen Zustand größerer Energie erforderliche Anregungsenergie.

**akustische Oberflächenwelle.** Druckwelle, die auf der Oberfläche eines †Kristalls entlangläuft. Das Prinzip wird angewendet bei †akustischen Oberflächenwellenbauelementen.

**akustisches Oberflächenwellenbauelement.** Auch AOW- oder SAW-Bauelement genannt. Mit mikroelektronischen Bauelementen kompatibles Bauelement, bei dem sich auf einem Kristall eine akustische

Oberflächenwelle ausbreitet. Zur Wandlung von elektrischer in akustische Energie am Eingang und zur Rückwandlung am Ausgang wird meist der piezoelektrische Effekt ausgenutzt (Bild a). Es entstehen akustische Oberflächenwellenleitungen (Symbol s. Bild b), die als Verzögerungsleitungen, akustische Oberflächenwellenfilter, Richtkoppler, Pulsformer oder in Verbindung mit Verstärkern als Oszillatoren eingesetzt werden.



**Akustoelektronik.** Realisierung elektronischer Funktionen durch Ausnutzung der Umwandlungseffekte elektrischer und akustischer Vorgänge. Ergibt als integrierte akustoelektronische Festkörperschaltkreise mit den anderen mikroelektronischen Bauelementen kompatible †akustische Oberflächenwellenbauelemente.

**Akzeptor.** Fremdatom im Festkörper. Bildet eine Störstelle, die Elektronen aufnehmen, d. h. Löcher abgeben kann.

**Alterung †Ausfall**

**ALU** (arithmetic logic unit). Arithmetisch-logische Einheit; Rechenwerk. Zentraler Teil eines †Mikrorechners zur Durchführung von arithmetischen und logischen Operationen einschließlich Verschiebeoperationen.

**amorphe Halbleiter.** Auch Glashalbleiter genannt. Entweder amorphes Silizium oder Mehrkomponenten-Chalkogenidgläser (Ovonic-Gläser). Einsatz als amorphes Silizium in der gesamten Halbleitertechnik zur Isolation oder bei †Solarbatterien, der Ovonic-Gläser auch für Schalter ohne oder mit Gedächtnis, sog. Ovonic; geeignet auch zur flächenhaften Informationsspeicherung (Xerografie; †Kanalelektronenvervielfacher).

**amorphes Silizium.** Nichtkristallines Silizium. †Amorphe Halbleiter.

**AMOSFET** (anodized MOSFET). ↑MOSFET mit anodisch oxydierter Isolationschicht, z. B. aus Aluminium.

**Anregungsenergie** ↑Aktivierungsenergie

**Anwenderschaltkreis.** Im Gegensatz zum ↑Standardschaltkreis Schaltkreis mit fester Verdrahtung nach Kundenwunsch für spezielle Anwendungszwecke. Nur für größere Stückzahlen ökonomisch. Eingesetzt vor allem bei Massenerzeugnissen, wie Taschenrechnern und Digitaluhren, z. T. realisiert auf der Basis vorgefertigter Zellen, ↑Master-Slice. Auch Kundenwunschsaltkreis genannt.

**AOW-Bauelement** ↑akustisches Oberflächenwellenbauelement

**APSA** (advanced polysilicon self-aligned). Technologie zur Herstellung von ↑Feldeffekttransistoren mit selbstjustierendem Polysiliziumgate.

**Arbeitspunkt.** Durch Gleichspannungen bzw. Gleichströme festgelegter Betriebszustand eines elektronischen Bauelements, ↑Kennlinie.

**AROM** (alterable ROM). Synonym für ↑EAROM.

**ARP-Betrieb** (avalanche resonance pumped). Lawinen-Resonanz-Pump-Betrieb. ↑Lawinenlaufzeitdiode.

**ASCR** (asymmetrical silicon controlled rectifier). Asymmetrisch sperrender ↑Thyristor. Wichtiges Bauelement der ↑Leistungselektronik.

**ASLT** (advanced solid state technology). Hochentwickelte Halbleitertechnologie für ↑integrierte Schaltkreise.

**ATMOS** (adjustable threshold ↑MOS). Feldeffekttransistor mit einstellbarer Isolierschicht. Wird als Speicherzelle für ↑EAROM eingesetzt.

**ATT-Diode** (avalanche transit-time-diode). Siliziumdiode mit ↑Lawinen- und Laufzeiteffekt nach der Mesatechnologie. ↑Mesa-transistor.

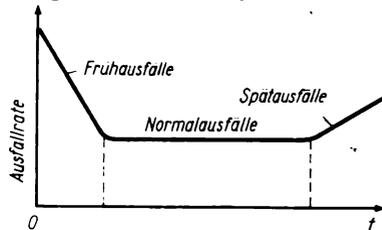
**AU** (arithmetic unit). Synonym für ↑ALU.

**AÜR.** Automatischer Überdeckungsrepeater. Hochpräzise Belichtungs-Anlage zur Herstellung von ↑Masken.

**Aufdampfungsverfahren** ↑CVD

**Ausbeute.** Verhältnis der Halbleiterplättchen (↑Chips) ohne Fehlstelle zur Gesamtzahl auf einer Halbleiterscheibe. Hängt ab vom Durchmesser der Scheibe, von der Chipfläche und der Fehlstellendichte und bestimmt die Kosten bei integrierten ↑Schaltkreisen.

**Ausfall** (eines Systems oder Bauelements). Bedeutet vollen oder teilweisen Verlust der normalen Funktion. Steht damit in engem Zusammenhang zur ↑Zuverlässigkeit. Bei ↑Redundanz muß ein Ausfall nicht unbedingt zum Verlust der Arbeitsfähigkeit des Gesamtsystems führen. Je nach dem Verlauf der Ausfallrate unterscheidet man Frühausfälle, Spätausfälle und Normalausfälle (s. Bild), ferner Alterungs- und Verschleißausfälle.



**Ausheilen.** Wiederherstellung der Kristallgitterstruktur nach Verfahrensschritten, die zu einer Zerstörung der Gitterstruktur von ↑Einkristallen führen. Neuerdings werden auch Laserverfahren eingesetzt. ↑LASOS.

**Avalanchediode** ↑Lawinendiode

**Avalancheeffekt** ↑Lawinenbildung

**Avalanchetransistor** ↑Lawinentransistor

**Backwarddiode** ↑Rückwärtsdiode

**Bändermodell.** Ortsdarstellung für die erlaubten und verbotenen Energiebereiche (Bänder) für Ladungsträger bei ↑Festkörpern. Das oberste Band ist das Leitungsband, darunter liegt – durch eine verbotene Zone getrennt – das Valenzband.

**BARITT-Diode** (barrier injection transit-time-diode). Sperrschicht-Injektions-Laufzeitdiode mit gegenüber der üblichen ↑Lawinenlaufzeitdiode geringerem Rauschen.

Wird eingesetzt zur Entdämpfung, d. h. Schwingungserzeugung und Verstärkung bei hohen Frequenzen (Größenordnung GHz).

**Basis.** Elektrode des  $\uparrow$ Bipolartransistors.

**Basis-Emitter-Spannung.** Äußere Spannung zwischen Basis und Emitter bei  $\uparrow$ Bipolartransistoren.

**Basisschaltung**  $\uparrow$ Grundsaltungen

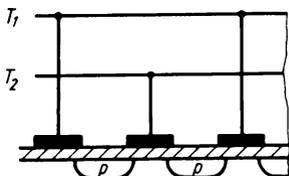
**Bauelement.** Kleinste Einheit eines Gerätes. Man unterscheidet diskrete Bauelemente, wie Diode, Widerstand oder Transistor, und integrierte Bauelemente, ferner je nach den Übertragungseigenschaften lineare und nichtlineare Bauelemente. Weitere Unterscheidung je nach Verwendungszweck bzw. physikalischem Effekt.

**Bauelementetechnologien.** Typische Gruppen von Techniken zur Herstellung elektronischer Bauelemente. Die wichtigsten Technologien für Halbleiterbauelemente sind mit ihren typischen Parametern in der Tafel a zu  $\uparrow$ Mikroelektronik zusammengestellt [6].

**Baud.** Einheit der Datenrate.  $\uparrow$ Bit je Sekunde.

**Baugruppe.** Einheit, bestehend aus mehreren  $\uparrow$ Bauelementen und/oder Bausteinen.

**BBD-Technik** (bucket brigade device). Eimerkettenschaltung nach dem Ladungstransportprinzip ( $\uparrow$ CCD) zur Realisierung von Ladungsverschiebeschaltungen unter Verwendung der  $\uparrow$ MIS- oder  $\uparrow$ Bipolar-technik. Nach dem Bild wird die Löcherladung durch zyklisches Anlegen negativer Spannungen an  $T_1$ ,  $T_2$  von p-Insel verschoben. Anwendung u. a. in Bildsensoren (BBD-Zeilen oder -Matrizen).



**BCCD** (bulk or buried channel charge coupled device). Schaltung nach dem Ladungsverschiebungsprinzip ( $\uparrow$ CCD). Die

Ladung wird in einem begrabenen Kanal unterhalb der Siliziumoberfläche transportiert.

**BCL** (base coupled logic). Basisgekoppelte Bipolartransistorlogik.

**BCMOS** (buried channel MOS). MOS-Schaltung mit begrabenem Kanal.  $\uparrow$ BCCD.

**BDP** (base diffusion process). Diffusionstechnologie für bipolare  $\uparrow$ integrierte Schaltkreise. Voraussetzung für die Einführung war die Realisierung der Technologie zur Herstellung dünner epitaktischer Schichten von etwa  $2 \mu\text{m}$  Dicke.

**Beam-lead-Technik.** Multichiphybridtechnologie mit Verbindungen über selbsttragende Streifenleiter, ergibt Schaltkreise mit hoher  $\uparrow$ Ausbeute und  $\uparrow$ Zuverlässigkeit sowie hoher Arbeitsgeschwindigkeit bei relativ niedrigen Kosten. Angewendet in der  $\uparrow$ Hybridtechnik und bei Mikrowellentransistoren.

**BEAMOS** (beam addressed MOS). Einfache, zunächst unstrukturierte MOS-Chips werden mit Elektronenstrahlen strukturiert, so daß Speicher für die Aufnahme und Wiedergabe von Informationen entstehen. Damit handelt es sich um eine Weiterentwicklung des Prinzips der Elektronenstrahlsspeicherröhren.

**begrabene Schicht.** Standardverfahren der  $\uparrow$ Bipolartechnik zur Verminderung des Kollektorwiderstands durch eine hochdotierte  $n^+$ -Schicht unter den  $n$ -Inseln.  $\uparrow$ SBC-Technologie.

**Belastbarkeit.** Höchstzahl gleichartiger Schaltkreise, die am Ausgang gespeist ( $\uparrow$ fan out) bzw. am Eingang angeschlossen werden können ( $\uparrow$ fan in).

**BEST** (base-emitter self-aligned technology). Spezielle bipolare Halbleitertechnologie, bei der durch den Einsatz von Polysilizium die Größe des Emitters und damit die parasitären Kapazitäten verringert werden. Führt zur Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit.

**Bestückungsautomat.** Automat zur Bestückung von  $\uparrow$ Leiterplatten mit meist in gurgelter Form vorliegenden vorgeprägten Bauelementen bzw. Schaltkreisen.  $\uparrow$ SMA,

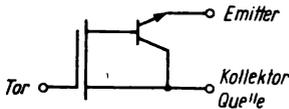
↑SMD, ↑Face-up-Montage, ↑Face-down-Montage.

**BFL** (buffered FET logic). Gepufferte FET-Logik, angewendet z. B. bei ↑integrierten Schaltkreisen aus GaAs mit FET vom Verarmungstyp.

**BICAP** (binary capacitor). Kondensator in MOS-Technologie mit zweiwertig spannungssteuerbarer Kapazität.

**BIFET** (bipolar junction FET). Bipolare und Feldeffektmischtechnik, d. h. Bipolartransistoren und FET auf einem Chip.

**BIGFET** (bipolar insulated gate FET). Integration eines FET (↑IGFET) und eines ↑Bipolartransistors in einer Struktur, wobei die Senkenzone des FET gleichzeitig als Basis des Bipolartransistors wirkt. Wie das Ersatzschaltbild zeigt, besitzt das Bauelement am Eingang die Eigenschaften eines FET (sehr hoher Eingangswiderstand) und am Ausgang die eines ↑Bipolartransistors als Emitterfolger (großer Ausgangsstrom). ↑Grundschaltungen.



**Bildröhre** ↑Farbbildröhre

**BIMOS** (bipolar metal oxid semiconductor). Auch mit MOS-BI bezeichnete Mischtechnik, bei der die integrierte Schaltung aus MOS- und ↑Bipolartransistoren besteht. ↑BIFET.

**Binistor**. Auch Transistortetrode genanntes Bauelement. ↑Thyristor mit 4 Schichten, d. h. 2 Steuerelektroden, mit denen der Durchlaß- und Sperrbereich gesteuert werden kann.

**Bipolartechnik**. Technik zur Realisierung bipolarer Halbleiterbauelemente (↑Bipolartransistoren), heute meist bipolare Schaltkreise, in ↑Epitaxieplanartechnik. Zur spannungsmäßigen Trennung der einzelnen Bauelemente eines Schaltkreises werden ↑isolierte Inseln entweder durch vorgespannte ↑pn-Übergänge oder dielektrische Schichten nach folgendem Verfahren realisiert: Bilden einer Epitaxieschicht (↑Epitaxie) auf der Halbleiter-

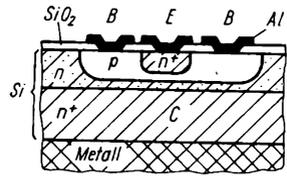
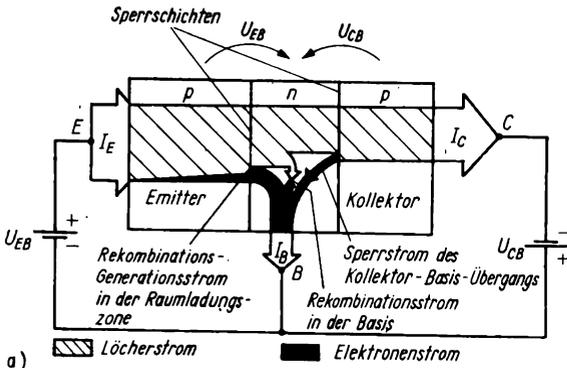
scheibe mit nachfolgender Schaffung isolierter Inseln, in denen anschließend Störstellen durch ↑Diffusion erzeugt werden. Abschließend erfolgt die Metallisierung. Zur Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit werden Schottky-Barrieren benutzt (↑Schottky-TTL). ↑Bipolartransistor.

**Bipolartransistor**. Halbleiteranordnung, bestehend aus 2 dicht beieinanderliegenden, durch die relativ dünne Basis als Zwischenschicht getrennten ↑pn-Übergängen. Am Stromfluß sind sowohl Elektronen als auch Löcher beteiligt („bipolar“). Die Funktion des Bipolartransistors beruht nach Bild a auf der Injektion von Ladungsträgern am Emitter und deren Weiterleitung als Feldstrom in das gegenüberliegende Halbleitergebiet zum Kollektor. Im normalen Betriebszustand – z. B. als Verstärker – werden die Emitter-Basis-Diodenstrecke in Durchlaßrichtung, die Basis-Kollektor-Diodenstrecke in Sperrrichtung betrieben. Beim Schalterbetrieb werden Sättigungsbereich (Einzustand; beide ↑pn-Übergänge in Durchlaßrichtung) und Sperrbereich (Aus-Zustand; beide ↑pn-Übergänge in Sperrichtung) eingestellt.

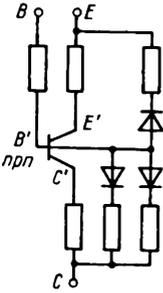
Als diskretes Bauelement wird der Bipolartransistor realisiert in einer n-leitenden Schicht auf dem n<sup>+</sup>-Chip mit darunterliegendem Kollektor C, wobei für die Basis B eine p-dotierte, für den Emitter E eine n<sup>+</sup>-dotierte Grube verwendet werden (Bild b; npn-Typ). Bild c zeigt die vereinfachte Ersatzschaltung für den npn-Typ.

Das Aufbauprinzip eines integrierten bipolaren npn-Transistors zeigt Bild d: Es entspricht Bild b, zusätzlich muß jedoch der Transistor auf dem Chip isoliert werden, wozu ein in Sperrichtung betriebener pn-Übergang zwischen Kollektorbereich und ↑Substrat dient (Sperrschichtisolation). Ferner muß der Kollektoranschluß zur Oberfläche des Kristalls geführt werden. Dies geschieht über die ↑begrabene n<sup>+</sup>-Schicht und eine n<sup>+</sup>-Kollektoranschlußdotierung. Im Bild e ist das zugehörige Ersatzschaltbild angegeben.

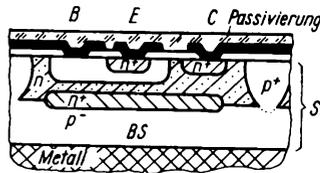
Man unterscheidet 3 ↑Grundschaltungen: die Emitter-, die Basis- und die Kollektorschaltung. Zur Berechnung des Verhaltens im Kleinsignalbereich verwendet man Vierpoldarstellungen:



a)

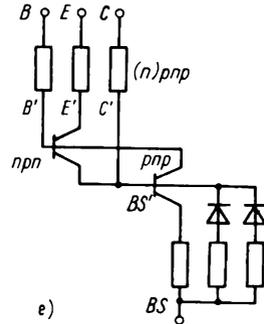


c)

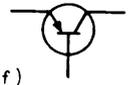


d)

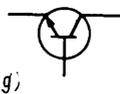
b)



e)



f)



g)

a) **h-Parameter (hybrid)**

$$U_1 = h_{11} I_1 + h_{12} U_2$$

$$I_2 = h_{21} I_1 + h_{22} U_2$$

$h_{11}$  Eingangskurzschlußwiderstand

$h_{12}$  Leerlaufspannungsübersetzung rückwärts

$h_{21}$  Kurzschlußstromübersetzung vorwärts

$h_{22}$  negativer Ausgangsleitwert bei Leerlauf

b) **y-Parameter**

$$I_1 = y_{11} U_1 + y_{12} U_2$$

$$I_2 = y_{21} U_1 + y_{22} U_2$$

$y_{11}$  Eingangskurzschlußleitwert

$y_{12}$  negativer Übertragungsleitwert rückwärts

$y_{21}$  Übertragungsleitwert vorwärts

$y_{22}$  negativer Ausgangskurzschlußleitwert

c) **z-Parameter**

$$U_1 = z_{11} I_1 + z_{12} I_2$$

$$U_2 = z_{21} I_1 + z_{22} I_2$$

$z_{11}$  Eingangslaufwiderstand

$z_{12}$  negativer Übertragungswiderstand rückwärts

$z_{21}$  Übertragungswiderstand vorwärts

$z_{22}$  negativer Ausgangslaufwiderstand.

Die Bilder f und g zeigen die Schaltzeichen für den npn- und pnp-Typ.

**Biswitch.** Synonym für  $\uparrow$ Triac.

**Bit** (binary digit). Binäre Informationseinheit. Der Zusatz k bedeutet 1000 Bit; zur Kennzeichnung der Zahl der Speicherzellen ( $\uparrow$ Speicherkapazität) wird der Zusatz K =  $2^{10} = 1024$  verwendet. Dagegen wird die Kurzform M sowohl für  $10^6$  als auch für  $2^{20} = 1024$  K benutzt. Zur Beschreibung der Datenrate ergibt sich die bezogene Einheit Bit/s.  $\uparrow$ Byte.

**Bitslice-Element.** Integrierbarer N-Bit-Teil eines  $\uparrow$ Mikroprozessors; N = 1; 2 oder 4 Bit. Durch Zusammenschalten wird die gewünschte Wortlänge des Mikroprozessors erhalten.

**BJT** (bipolar junction transistor). Bipola-

rer Sperrschicht-Transistor. †Bipolartransistor.

**Black-stripe-Farbbildröhre.** †In-line-Farbbildröhre mit schwarzen Trennstrichen zwischen den Farbstrichen zur Erhöhung der Bildschärfe. †Farbbildröhre.

**Blasenspeicher** †Magnetblasenspeicher

**BMOS-FET** (back gate MOSFET). MOS-FET-Struktur mit Rückwärtsanschluß des Gates. Damit läßt sich das Gate in logischen Schaltungen als Eingangselement verwenden. †CMOS.

**BOMOS** (buried oxide MOS). MOS-Technologie, bei der die Oxidisolierschicht begrabene ist; †begrabene Schicht.

**Bonden.** Schweißverfahren zum Kontaktieren von noch nicht gekapselten Halbleiterbauelementen (Dioden; Transistoren; †Chips sowie Schaltkreise in †Hybridschaltungen). Beim Drahtbonden verwendet man entweder das Thermokompressionsverfahren mit hohem Druck und Temperaturen um 300 °C oder heute meist das Ultraschallbonden, mit dem Vorteil, daß verschiedene Metallverbindungen (z. B. Al) hergestellt werden können. Beim Flächenbonden erfolgt die Verbindung eines Schichtmusters, das auf dem Halbleiterchip angebracht ist, durch Lötten oder Kleben. †Face-down-Montage.

**BORAM** (block-oriented RAM). Blockorientiertes †RAM, realisiert meist nach dem Ladungsverschiebungsprinzip. †CCD.

**Bottom-up-design.** Entwurfsmethode, bei der zunächst einzelne Teilfunktionen realisiert werden und diese dann schrittweise zur Gesamtfunktion zusammengesetzt werden. †CAD.

**Bubblespeicher** †Magnetblasenspeicher

**Bumb.** Lötlückel. †Face-down-Montage.

**Byte.** Datenformat. Bezeichnet ein durch die Wortbreite von 8 Bit festgelegtes Vielfaches der Einheit †Bit. 8 Bit = 1 Byte.

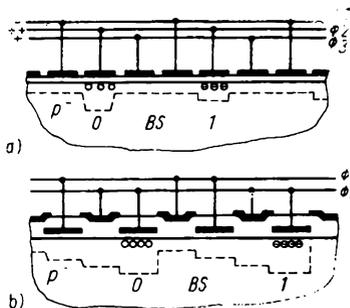
**CAD** (computer aided design). Rechnergestützter Entwurf. Der Schaltkreisentwurf ist ohne Einsatz der Rechentechnik insbesondere bei hochintegrierten Schaltkrei-

sen nicht mehr möglich. Hierfür sind Großrechner bzw. Spezialrechner mit der Möglichkeit eines aktiven Dialogs über Displays erforderlich: Mit der weiteren Erhöhung des †Integrationsgrads gewinnen die Verfahren immer größere Bedeutung. Der Entwurf reicht bis zum Zeichnen der Vorlagen für die †Masken (†Layout).

**CARAM** (content adressable RAM). †RAM, das nach dem Inhalt adressiert werden kann.

**CATT-Triode** (controlled avalanche transit time). Spezieller Mikrowellentransistor mit Avalanchezone in Basisnähe; Kombination von Transistor und †Lawinendiode.

**CCD** (charge-coupled devices). Nach dem Bild werden Zeilen von MIS-Substrat-Kapazitäten über Zwei- (b) oder Dreiphasensysteme (a) so gesteuert, daß in einer durchgehenden Verarmungsraumladungzone Elektronenpakete je Takt um eine Position nach rechts rücken (†Ladungsverschiebeelement). Die Transferfrequenzen liegen bei einigen Kilo- bis Megahertz, die Speicherzeit bei einigen Millisekunden.



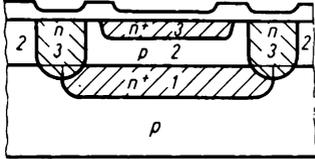
CCD-Elemente werden eingesetzt zur Realisierung von Speichern, für Filter und Verzögerungsleitungen sowie für optoelektronische Sensoren (CCD-Zeilen oder -Matrizen).

**C-CMOS.** Synonym für †Isoplanar-†CMOS, **CCTL** (collector-coupled transistor logic). Kollektorgekoppelte Transistorlogik.

**C-Diode.** Synonym für †Varaktor.

**CDI-Technik** (collector diffusion insulation). Verfahren zur Herstellung integrier-

ter Schaltkreise in  $\uparrow$ Bipolartechnik. In eine p-Schicht wird eine  $\uparrow$ begrabene  $n^+$ -Schicht (1 im Bild) eindiffundiert und darauf eine p-Schicht 2 nach dem  $\uparrow$ Epitaxieverfahren erzeugt, in die wiederum n- bzw.  $n^+$ -Inseln 3 eindiffundiert werden. Das Verfahren spart einen Prozeßschritt ein und führt damit zu erhöhter  $\uparrow$ Ausbeute.



**CEM** (channel elektron multiplier).  $\uparrow$ Kanalelektronenvervielfacher.

**CFT** (charge flow transistor). Feuchtesensor; Transistor, dessen Parameter feuchtigkeitsabhängig sind.

**Chalkogenidglas**. Glasartiges, amorphes Halbleitermaterial (Defektelektronenleiter). Ovonic-Glas; amorphe Halbleiter.

**Channelmontage**. Auf Keramik- (Channel-) Plättchen vormontierter nackter Halbleiterchip, der anschließend in Hybridschaltungen eingesetzt wird.

**CHEMFET** (chemical FET). Mittels Austausches der Metallschicht am Gate eines  $\uparrow$ Feldeffekttransistors durch eine chemische Membran erhält man spezielle chemische Sensoren, z. B. zur Ionenkonzentrationsmessung.

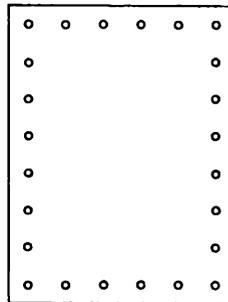
**CHIL** (current hogging injection logic). Stromverteilungsinjektionslogik. Kombination von  $\uparrow$ CHL und  $\uparrow$ I<sup>2</sup>L-Technik.

**Chip**. Plättchen, meist aus einkristallinem Silizium von einigen Quadratmillimetern Fläche, auf das mit den Verfahren der Halbleitertechnik Strukturen zur Realisierung integrierter Schaltkreise aufgebracht werden, d. h. integrierte Schaltung ohne Gehäuse und Anschlüsse, wie sie nach Teilung des  $\uparrow$ Wafers entsteht. Die Anzahl der Bauelemente bzw. Gatter je Chip bestimmt den  $\uparrow$ Integrationsgrad. Nach Kontaktieren und  $\uparrow$ Verkappen bzw. Weiterverarbeitung nackter Chips bei der  $\uparrow$ Hybridtechnik (z. B.  $\uparrow$ Chipeinbettung) entsteht der fertige Schaltkreis.

**Chipbonden**. Befestigung der  $\uparrow$ Chips auf Gehäuseboden oder auf Trägerstreifen durch Kleben, Anlegieren oder Anlöten.  $\uparrow$ Bonden.

**Chipbauelement**. Miniaturbauelement mit leitfähigen, flächigen Anschlußkontakten anstelle der Anschlußdrähte.  $\uparrow$ SMA. Auch SMC (surface mounted components) oder SMD (surface mounted devices) genannt.

**Chip-Carrier-Gehäuse**. Auch PIN-GRID-Gehäuse genannt, insbesondere wenn mehrere Stiftreihen, d. h. eine gitterförmige Struktur der Stifte, vorliegen. Das Gehäuse mit Stiften (s. Bild) spart gegenüber  $\uparrow$ DIL-Gehäusen Platz und ist für die automatische Bestückung besser geeignet.



**Chipeinbettung**. Bei der  $\uparrow$ Hybridtechnik angewendetes Verfahren. Die nackten  $\uparrow$ Chips werden in Löcher des Trägersubstrats eingesetzt, anschließend werden die Verbindungen in  $\uparrow$ Schichttechnik hergestellt. Das Verfahren ergibt hohe  $\uparrow$ Zuverlässigkeit bei relativ geringen Kosten.

**Chiptestung**. Üblicherweise wird die Testung der  $\uparrow$ Chips noch vor der Zerlegung mit Testautomaten mit Vielfachsondentastern direkt auf der Halbleiterscheibe durchgeführt, wobei die nicht funktionsfähigen Chips gekennzeichnet (inken) werden.

**CHL** (current hogging logic). Stromverteilungslogik.

**Choppverstärker**. Zerhackerstabilisierter Verstärker. Zur Verminderung von Drift und niederfrequenten Störsignalen (Funkelrauschen) wird zur Gleichspannungsverstärkung die Gleichspannung zerhackt, d. h. in eine modulierte Wechselspannung

umgesetzt, in Wechselspannungsverstärkern verstärkt und dann durch Gleichrichtung wieder in Gleichspannungen umgewandelt.

**CID** (charge image device). Festkörper-Bildaufnahmeordnung nach dem  $\uparrow$ CCD-Prinzip, wobei beim Auftreffen von Licht Ladungen entstehen. Engl.: auch charge injection device.

**CIGFET** (complementary insulated gate FET). Integrierte Schaltung mit komplementären  $\uparrow$ MOS-Strukturen.  $\uparrow$ CMOS.

**CIL** (current injection logic). Extrem schnelle Logik unter Verwendung von Josephson-Brücken.  $\uparrow$ Josephson-Effekt.

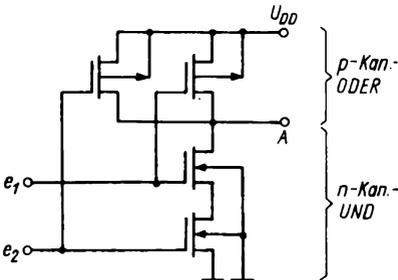
**C<sup>2</sup>L** (closed CMOS logic). Spezielle  $\uparrow$ CMOS-Technologie (Silizium-Gate-MOS), eingesetzt zur Realisierung von Speichern und Mikroprozessoren.

**C<sup>3</sup>L** (complementary constant current logic). Injektionslogik mit Schottky-Bezirken in jedem  $\uparrow$ Gatter, sog. komplementäre Konstantstromlogik.

**CMIS** (complementary MIS). Synonym für  $\uparrow$ CMOS.

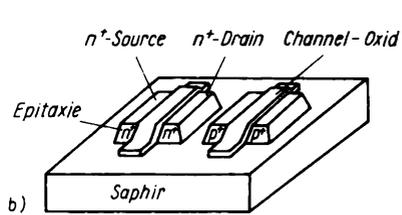
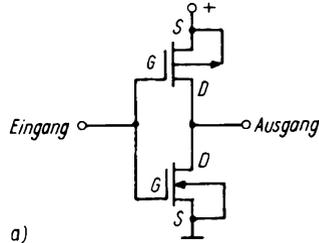
**CML** (current mode logic). Logische Schaltung mit hoher Schaltgeschwindigkeit und geringem Überspringen. Diese Eigenschaften werden erreicht durch Betrieb der Transistoren im linearen, ungesättigten Bereich.  $\uparrow$ ECL.

**CMOS** (complementary MOS). CMOS-Schaltungen bestehen aus der Zusammenschaltung komplementärer MOSFET. Das Bild zeigt als Beispiel eine  $\uparrow$ NAND-Schaltung.



**C<sup>2</sup>MOS** (clocked complementary MOS). Getaktete  $\uparrow$ CMOS-Schaltung.

**CMOS-Feldeffekttransistor**. Verwendung jeweils paarweise komplementärer  $\uparrow$ Feldeffekttransistoren (p-Kanal-MISFET und n-Kanal-MISFET). Wie das Schaltbild zeigt, leitet bei positiver Spannung an



den Gates der n-, bei negativer der p-Kanal-FET. Bild b zeigt die Realisierung in  $\uparrow$ SOS-Technik. CMOS-FET benötigen sehr geringe Leistung (Größenordnung  $\mu$ W), weisen geringe Störempfindlichkeit und hohe Temperaturstabilität auf. Eine Verringerung des Raumbedarfs wird dadurch erreicht, daß der p-Bereich des Gates des einen Transistors in das n-leitende Gebiet des anderen Transistors hineinreicht. Angewendet werden CMOS-Schaltungen überall dort, wo es auf einen geringen Leistungsbedarf ankommt (z. B. Uhrenschaltkreise, Herzschrittmacher); jedoch zunehmend auch in allen anderen Bereichen.

**CMOS-Gate-Array**. Schaltkreisfamilie mit der derzeit größten Steigerungsrate wegen des geringen Energiebedarfs.  $\uparrow$ CMOS;  $\uparrow$ Gate-Array.

**CMOS SOS  $\uparrow$ CMOS/ $\uparrow$ SOS**.  $\uparrow$ CMOS mit  $\uparrow$ SOS-Technik (vgl. Bild b von  $\uparrow$ CMOS-Feldeffekttransistor).

**CMOS-Technologie**. Halbleitertechnologie mit schneller Entwicklung des Einsatzge-

biets unter Verwendung von  $\uparrow$ CMOS-Feld-effekttransistoren. Man schätzt, daß 1990 etwa 70 % aller  $\uparrow$ IC in dieser Technologie gefertigt werden.

**COB** (card on board). Karten-Leiterplatten-technik zur weiteren Verminderung des Raumbedarfs.

**COD** (conductor-oxide diffusion). Technologie zur Realisierung von Speicherkondensatoren für dynamische  $\uparrow$ RAM und  $\uparrow$ CCD.

**Co-fire**. Gleichzeitiges Einbrennen mehrerer Schichten auf einem  $\uparrow$ Substrat. Gegenüber dem Einbrennen nacheinander wird teures Schutzgas (meist Stickstoff) mit extrem hohen Anforderungen an die Reinheit eingespart, so daß große ökonomische Vorteile entstehen.

**Computer aided design**  $\uparrow$ CAD

**Controller**. Steuerbaustein, oft als  $\uparrow$ integrierte Schaltung realisiert.

**Control Unit**. Steuerwerk eines  $\uparrow$ Mikroprozessors.

**COSMOS** (complementary symmetrical MOS). Synonym für  $\uparrow$ CMOS.

**CPU** (central processing unit). Steuerwerk (control unit) und Rechenwerk ( $\uparrow$ ALU), oft zusammen mit dem Arbeitsspeicher auf einem  $\uparrow$ Chip als  $\uparrow$ Mikroprozessor.

**C<sup>2</sup>R** (charge control ring). Ringförmige Struktur zur Realisierung von  $\uparrow$ Leistungs-transistoren.

**C<sup>2</sup>RAM** (charge coupled RAM).  $\uparrow$ RAM unter Verwendung des Prinzips der  $\uparrow$ Ladungsverschiebung.  $\uparrow$ CCD.

**C<sup>3</sup>RAM** (continuously charge coupled RAM).  $\uparrow$ CCD- $\uparrow$ RAM; aus Eintransistorspeicherelementen aufgebauter CCD-Halbleiterspeicher.

**CRT** (cathode ray tube). Katodenstrahlröhre. Elektronenstrahlröhre.  $\uparrow$ Elektronenröhre.

**CRU** (communication register unit). Programmierbare serielle Ein-/Ausgabeschnittstelle, insbesondere der Gerätefamilie 990 von Texas Instruments.  $\uparrow$ SIO.

**CSDL** (current switching diode logic). Stromschaltende Diodenlogik.

**CSGT**. CMOS Silicon-Gate-Technologie.  $\uparrow$ CMOS;  $\uparrow$ SGT.

**CSJFET** (charge junction  $\uparrow$ FET).  $\uparrow$ Feld-effekttransistor mit Ladungsspeichersperrschicht.

**CSL** (controlled saturation logic). Gesteuerte Sättigungslogik.  $\uparrow$ Logikschaltkreis.

**CTC** (counter-timer circuit). Zeitgeber-schaltkreis, verwendet zur Steuerung der Funktionen von Zusammenschaltungen von  $\uparrow$ Schaltkreisen, z. B. bei  $\uparrow$ Mikrorechnern.

**CTD** (charge transfer device). Oberbegriff für alle  $\uparrow$ Ladungsverschiebeelemente einschließlich  $\uparrow$ CCD.

**CTL** (complementary transistor logic). Komplementäre Transistorlogik.  $\uparrow$ CMOS-Logik.

**CVD** (chemical vapor deposition process). Chemische Dampfphasenabscheidung. Verfahren zur  $\uparrow$ Epitaxie unter Ausnutzung der chemischen Abscheidung im Vakuum. In der LSI- und VLSI-Halbleitertechnik wird das Verfahren vor allem zur Erzeugung von Isolatorschichten verwendet.

**CZ-Silizium**. Si-Einkristall nach dem  $\uparrow$ Czochralski-Ziehverfahren: Ziehen eines Si-Einkristalls aus der flüssigen Schmelze. Weltproduktion heute rund 1000 t/a. Dagegen werden nur etwa 100 bis 200 t/a nach dem  $\uparrow$ Floating-Zone-Verfahren erzeugt.

**Czochralski-Ziehverfahren**. Wird ein  $\uparrow$ Impfkristall in eine Schmelze getaucht und langsam gedreht aus der Schmelze gezogen (s. Bild), so entsteht ein einkristalliner Stab (gezogener Einkristall). Die Orientierung des Kristallgitters wird vom  $\uparrow$ Impfkristall bestimmt. Das Verfahren wird für  $\uparrow$ CZ-Silizium,  $\uparrow$ Germanium und  $\uparrow$ Galliumarsenid angewendet.  $\uparrow$ Kristallzucht.

**3-D-VLSI-Schaltkreis**. Zur Erhöhung des  $\uparrow$ Integrationsgrads über  $10^6$  Funktionen je Chip befinden sich Mehrebenenschaltkreisstrukturen als Vorstufe für eine echte 3-

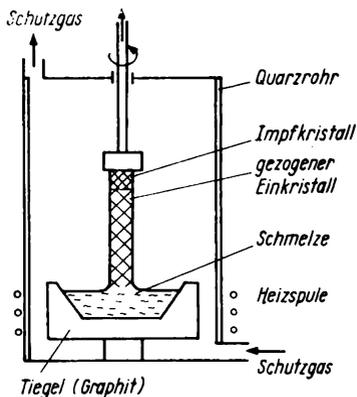
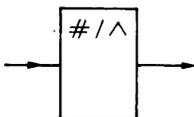


Bild zu Czochralski-Ziehverfahren

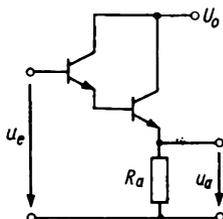
D-Struktur in der Entwicklung, deren Produktion Ende der 80er Jahre erwartet wird. Dabei wird eine Stapelstruktur aus 2dimensionalen  $\uparrow$ Schaltkreisen mit durch Isolierschichten getrennten Ebenen verwendet. Probleme der Wärmeableitung und der Verdrahtungstechnik (wahrscheinlich mit  $\uparrow$ Laser) sind noch zu lösen.

**DAC** (digital analogue converter). Digital-Analog-Umsetzer, liefert eine analoge Ausgangsgröße. Das Bild zeigt das Symbol für Blockschaltbilder.



**DAP-Transistor** (diffusion alloy power transistor). Diffusionslegierter  $\uparrow$ Leistungs-transistor.

**Darlington-Schaltung.** In einer Struktur werden 2  $\uparrow$ Bipolartransistoren mit Verbindung des Emitters des 1. und der Basis des 2. Transistors realisiert. In der im Bild dargestellten Darlington-Schaltung

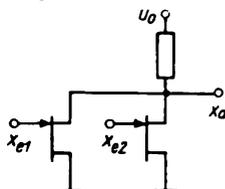


entspricht die Stromverstärkung dem Produkt der Werte der beiden Stufen. Wichtige Schaltung auch für  $\uparrow$ Leistungs-transistoren.

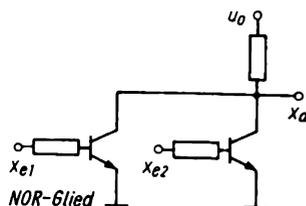
**Darlistor.** Synonym für Darlington-Transistor.  $\uparrow$ Darlington-Schaltung.

**DCCD** (digital charge coupled devices).  $\uparrow$ CCD-Bauelemente, die speziell für die Digitaltechnik ausgelegt sind.

**DCFL** (direct coupled FET logic). Direktgekoppelte FET-Logik. Entspricht der  $\uparrow$ DCTL, jedoch werden anstelle der Bipolartransistoren Feldeffekttransistoren vom Anreicherungstyp verwendet. Das Bild zeigt ein NOR-Glied mit  $\uparrow$ GaAs-MESFET.



**DCTL.** Direktgekoppelte Transistorlogik. Schaltkreisfamilie mit ausgangsseitig parallelgeschalteten Transistoren bei Realisierung der logischen Verknüpfung über gemeinsamen Kollektorwiderstand (s. Bild). Vorteil: einfacher Aufbau. Nachteil: relativ kleiner logischer Hub und damit geringe Störsicherheit. In abgewandelter Form angewendet auch bei MIS-Schaltkreisen.



**DCT<sup>3</sup>L.** Synonym für  $\uparrow$ DCTTL.

**DCTTL** (direct coupled TTL). Direktgekoppelte Transistor-Transistor-Logik. Aufbau bipolarer Schaltkreise durch Kombination von  $\uparrow$ TTL- und  $\uparrow$ DCIL-Technik. Auch DCT<sup>3</sup>L genannt.

**DDC** (dual dielectric charge storage).  $\uparrow$ Feldeffekttransistor mit dielektrischer

**Doppelschicht.** Wird als elektrisch änderbarer Speicher verwendet. ↑E<sub>AROM</sub>.

**DDTL** (diode-diode-transistor logic). Schaltkreistechnik mit Dioden-Dioden-Transistor-Logik.

**Defektelektronenleitung.** Löcherleitung. ↑Leitfähigkeitstyp.

**Depletion-Struktur.** Verarmungsstruktur bei ↑MOSFET. ↑E/D MOSFET.

**DIAC** (diode alternating current switch). Auch Triggerdiode oder Thyristordiode genannt. Zwei gegenparallel geschaltete Halbleiterdioden, die bei Überschreiten eines kritischen Spannungswerts ihren Innenwiderstand sprunghaft stark verkleinern. Werden eingesetzt in Zündschaltungen für ↑Thyristoren und ↑Triacs.

**Dickschichtpaste.** Leitfähige Paste für die ↑Dickschichttechnik zur Herstellung von Leitungen bzw. Widerständen oder isolierende Paste für Kondensatoren, Leitungskreuzungen oder Schutzschichten.

**Dickschichttechnik.** Auch Dickfilmtechnik genannt. Mit einer Schichtdicke von etwa 30 μm werden mit ↑Dickschichtpaste auf ↑Substraten aus Aluminiumoxid, Berylliumoxid, Steatit oder Titanat Dickschichtwiderstände, -induktivitäten, -kondensatoren und -verbindungen realisiert, aus denen nach Einbau aktiver Elemente ↑Hybridschaltkreise (Dickschichtschaltungen) entstehen. Anwendungsgebiete sind passive R- und RC-Schaltungen, NF- und HF-Verstärker, auch für größere Leistungen. ↑Schichttechnik.

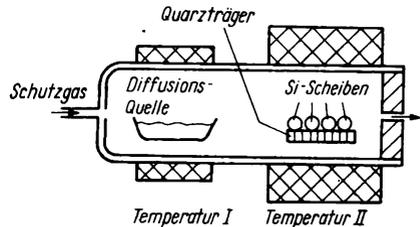
**Dielektrische Diode.** Diode, die aus hochohmigem Halbleitermaterial besteht. ↑Einträgerinjektionsdiode; ↑Doppelinjektionsdiode.

**dielektrische Isolation.** Bei der Bipolar-großintegration verwendetes Verfahren zur Isolation durch ein Dielektrikum anstelle der sonst verwendeten ↑pn-Isolation mit dem Vorteil, daß keine Vorspannung zur Erzeugung der Isolation erforderlich ist.

**Differenzverstärker** ↑integrierter Operationsverstärker

**diffundierter Widerstand.** Als Widerstand wirkender ↑pn-Übergang, hergestellt durch ↑Diffusion in ↑Bipolartechnik. Beim diffundierten Normalwiderstand werden Widerstandswerte von einigen Ohm bis zehn Kiloohm erreicht, beim verdeckten diffundierten Widerstand durch Verringerung des Querschnitts der p-leitenden Bahn infolge Eindiffusion einer zusätzlichen n-Schicht einige hundert Kiloohm.

**Diffusion.** Wichtiger technologischer Prozeß der Halbleitertechnik, um entweder großflächige oder durch ↑Masken begrenzte selektiv dotierte Gebiete herzustellen. Bei hohen Temperaturen werden in Diffusionsöfen (s. Bild) von der Kristalloberfläche her Fremdatome in das Kristallinnere gebracht. An die verwendeten Materialien und Gase werden sehr hohe Forderungen bezüglich des Reinheitsgrads gestellt.



**DIFMOS** (dual injection floating gate ↑MOS). Halbleitertechnologie, angewendet zur Herstellung von ↑E<sub>AROM</sub> z. B. für ↑Einchiprechner.

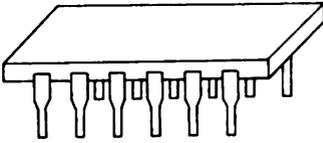
**Digital-Analog-Umsetzer** ↑DAC

**Digitalisiergerät.** Einrichtung zur Umwandlung der Entwurfszeichnung, z. B. für ↑gedruckte Schaltungen, in eine digitale Beschreibung. Die zu erfassenden Löt-Augen und Leiterzüge werden mit einem Meßkopf erfaßt und digital verschlüsselt.

**DIIC** (dielectrically insulated ↑IC). Integrierte Schaltung mit ↑dielektrischer Isolation.

**DIL-Gehäuse** (dual-in-line). Gehäuse zur Verkappung integrierter Schaltkreise mit 2 dem Rastermaß von Leiterplatten angepaßten Reihen von Anschlüssen (s. Bild).

Erweiterung auf 2 Doppelreihen an jeder Seite beim  $\uparrow$ Quil-Gehäuse.  $\uparrow$ SIL-Gehäuse.



**DIMOS** (double implanted MOS). MOS-FET, der mit doppelter  $\uparrow$ Ionenimplantation hergestellt wird. Ergibt Bauelemente mit hoher Durchbruchspannung.

**Diode**  $\uparrow$ Halbleiterdiode;  $\uparrow$ pn-Übergang

**Diodenstrecke.** Übergang zwischen Emittor und Basis oder zwischen Basis und Kollektor eines  $\uparrow$ Bipolartransistors.  $\uparrow$ pn-Übergang.

**DIP** (dual-in-line package).  $\uparrow$ DIL-Gehäuse.

**Display.** Bildschirm, entweder realisiert in konventioneller Weise durch Elektronenstrahlröhre ( $\uparrow$ Elektronenröhre) oder heute zunehmend für die Datenverarbeitung bei geringen Anforderungen hinsichtlich der Auflösung durch matrixartige Anordnungen von  $\uparrow$ LED bzw.  $\uparrow$ Flüssigkristallanzeigen abgelöst. Wegen mit größerer Zeilen- und Spaltenzahl der Matrix schnell zunehmenden Aufwands bei der Ansteuerung der Matrix ist eine generelle Ablösung der Bildröhre, speziell für das Fernsehen, noch nicht in Sicht.

**DMOS.** Synonym für  $\uparrow$ DIMOS.

**D-MOS** (double-diffused MOS). Verfahren zur Realisierung von Kurzkanalstrukturen mittels  $\uparrow$ Fotolithographie durch steuerbare Doppeldiffusion von  $\uparrow$ Donatoren und  $\uparrow$ Akzeptoren.

**Domänenspeicher**  $\uparrow$ Magnetblasenspeicher

**Donator.** Störstelle (Fremdatom) im Festkörper, die Elektronen abgeben kann.

**DOPOS** (doped polysilicon diffusion). Diffusionsverfahren mit polykristallinem  $\uparrow$ Silizium.

**Doppelbasisdiode.** Auch Fadentransistor genannt. Die Leitfähigkeit eines  $\uparrow$ pn-Übergangs wird durch Injektion von Minoritätsträgern beeinflusst. Ergibt  $\uparrow$ Kennlinien mit negativem differentiellem Widerstand.

**Doppeldiffusionstechnik.** Verfahren der  $\uparrow$ Halbleiterblocktechnik. Durch aufeinanderfolgende Doppel- $\uparrow$ Diffusion werden  $\uparrow$ Bipolarschaltungen hergestellt.

**Doppelinjektionsdiode.**  $\uparrow$ Dielektrische Diode, bei der die Kontakte an das hochohmige Halbleitergebiet so gewählt werden, daß an der Katode eine Elektronenanreicherungsschicht, an der Anode eine Löcheranreicherungsschicht entsteht;  $\uparrow$ PIN-Diode. Wegen der  $\uparrow$ fallenden Kennlinie zur Schwingungserzeugung oder als Schalter eingesetzt.  $\uparrow$ Einträgerinjektionsdiode.

**Dotierung.** Gesteuertes Einbauen von Fremdatomen als Störstellen in einen Halbleiterkristall durch  $\uparrow$ Diffusion,  $\uparrow$ Epitaxie,  $\uparrow$ Ionenimplantation,  $\uparrow$ Elektronenstrahl- und  $\uparrow$ Neutronendotierung mit dem Ziel der Realisierung von  $\uparrow$ pn-Übergängen oder  $\uparrow$ begrabenen Schichten.

**Drahtbonden**  $\uparrow$ Bonden

**Drain.** Senke beim  $\uparrow$ Feldeffekttransistor.

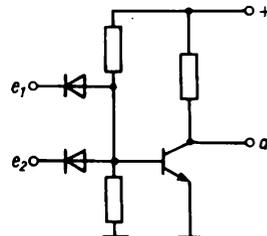
**d-RAM**  $\uparrow$ dynamischer Speicher

**DRAM.** Synonym für  $\uparrow$ d-RAM.

**Drifttransistor.**  $\uparrow$ Bipolartransistor, bei dem der Strom durch die Basisschicht vom elektrischen Feld angetrieben wird. Führt zu höheren Grenzfrequenzen als beim üblichen Diffusionstransistor.

**DSA-MOS** (diffusion self-aligned MOS). Technologie zur Herstellung kurzer Kanalbreiten bei  $\uparrow$ MOS-Strukturen.

**DTL.** Dioden-Transistor-Logik mit Dioden zur Verknüpfung und Transistoren zur Verstärkung (Bild zeigt ein NAND-Gatter). Bessere Parameter werden bei der  $\uparrow$ TTL erreicht.



**DTLZ.** Synonym für  $\uparrow$ DZTL.

**Dual-in-line-Gehäuse** †DIL-Gehäuse

**Dünnschichtschaltung.** Nach der †Dünnschichttechnik hergestellte integrierte Schaltung, bei der mit einer Schichtdicke von etwa  $1\ \mu\text{m}$  Dünnschichtwiderstände, -kondensatoren, -spulen, -dioden und -transistoren verwendet werden, ggf. als †Hybridschaltkreis mit weiteren montierten Bauelementen.

**Dünnschichttechnik.** Schichttechnik zur Herstellung von Dünnschichtschaltungen unter Verwendung von Aufdampftechnik oder †Ionenstrahlzerstäubung. Als Träger (†Substrat) werden Glas, Keramik (oft  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) und Saphir mit hohen Forderungen an Reinheit und Oberflächengüte verwendet. Besondere Bedeutung für die †Hybridtechnik.

**Dünnschichttransistor.** †FET, der in †Dünnschichttechnik hergestellt wurde.

**Dummy.** Funktionslose Leiterbahn als Hilfsbahn zur Befestigung von Bauelementen, z. B. bei der †SMA-Technologie.

**Durchbruch.** Lawinenartiges Ansteigen des Sperrstroms bei †pn-Übergängen infolge relativ hoher Sperrspannungen als entweder reversible elektrische Durchbrüche (Zener-Durchbruch, †Z-Diode; †Lawinenbildung; †Tunneleffekt) oder thermische Durchbrüche (irreversibel, d. h. Zerstörung des Bauelements).

**durchkontaktiertes Loch.** Loch in einer Mehrlagenleiterplatte, das durch Anlagerung von (in der Regel) Kupfer leitend ist und damit die einzelnen Lagen miteinander verbindet.

**Durchlaßbereich.** Kennlinienbereich eines sperrfähigen Bauelements, in dem der Widerstand relativ klein ist (Durchlaßwiderstand). Es fließt ein relativ großer Durchlaßstrom.

**Durchlaßstrom** †Durchlaßbereich

**Durchlaßwiderstand** †Durchlaßbereich

**DYCMOS** (dynamic complementary MOS). Dynamische †CMOS-Technik hoher Packungsdichte.

**dynamischer Speicher.** Auch d-RAM genannter Speicher, der je Speicherzelle

einen Kondensator enthält. Der Speicherinhalt muß periodisch aufgefrischt werden (†Refresh), da sich die Kondensatoren allmählich entladen. †RAM.

**Dynistor.** pn-Diode, bei der infolge †Lawinenbildung ein negativer differentieller Widerstand entsteht.

**DZTL.** Diodengekoppelte Z-Dioden-Transistor-Logik. Schaltkreisfamilie wie †DTL, aber mit †Z-Dioden mit dem Effekt einer Erhöhung des Störabstands. Nachteilig sind relativ hoher Aufwand sowie kleinere Schaltgeschwindigkeit. Wegen des Vorteils der Sicherheit auch gegenüber höheren Störspannungen wird DZTL für Maschinensteuerungen eingesetzt.

**EAROM** (electrically alterable ROM). Mit Spannungen programmierbares und löschesbares †ROM, wobei eine Bit-für-Bit-Programmierung vorgenommen wird. EAROM haben heute noch die Nachteile einer begrenzten Zahl von Schreiboperationen ( $10^6$  bis  $10^9$ ) sowie um eine Größenordnung längere Schreib- als Lesezeiten. Es bahnt sich eine Verwendung als Hintergrundspeicher für †RAM an, wobei der Inhalt des RAM mit geringer Geschwindigkeit in das EAROM übertragen bzw. zurückübertragen wird. Da der Inhalt des EAROM auch bei abgeschalteter Speisespannung erhalten bleibt, entsteht nach außen ein nichtflüchtiges RAM. †Halbleiterspeicher.

**EBAM** (electron beam addressed memory). Speicher, der durch Elektronenstrahl adressiert werden kann.

**EBL** (electron-beam-lithography). Elektronenstrahlolithographie. †Elektronenstrahlableich; †Kurzkanaltechnik.

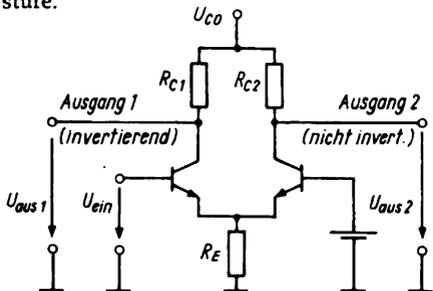
**EBT** (emitter ballast transistor). Integrierte HiFi-Schaltung für NF-Verstärker mit hoher Ausgangsleistung.

**ECCSL** (emitter coupled current steered logic). Synonym für †ECL.

**ECDC** (electro-chemical diffused collector). Verfahren zur Herstellung von †Transistoren, bei denen der †Kollektor elektrochemisch eindiffundiert wird.

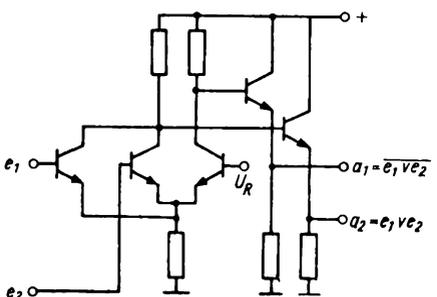
**ECIL** (emitter-coupled injection logic). Emittiergekoppelte Injektionslogik. ↑Injektion.

**ECL** (emitter-coupled logic). Emittiergekoppelte Logik, bei der die Transistoren im linearen Arbeitsbereich betrieben werden. Dadurch werden kurze Umschaltzeiten erreicht. Die wichtigsten Gruppen sind die ↑ECTL, ↑EECL und ↑EFL. Das Bild zeigt die Grundschialtung einer ECL-Schaltstufe.



**E<sup>2</sup>CL**. Synonym für ↑EECL.

**ECTL** (emitter-coupled transistor logic). Schaltkreisfamilie mit hoher Arbeitsgeschwindigkeit. Man erreicht dies dadurch, daß die Widerstände (vgl. Schaltbild für ↑Gatter) so dimensioniert werden, daß die Transistoren nie in die Sättigung ausgeregt werden. Dies muß jedoch mit einer geringeren Störsicherheit erkauft werden. ↑EECL; ↑EFL; ↑ECL.



**E/D-MOSFET** (enhancement/depletion MOSFET). MOSFET mit Anreicherungs- und Verarmungsstrukturen. Aus technologischen Gründen sind besonders p-Kanal-Anreicherungs- und n-Kanal-Verarmungstypen vorteilhaft zu realisieren.

**EECL** (emitter emitter coupled logic), auch E<sup>2</sup>CL genannt. Verbesserte ↑ECL mit Emittierfolgern am Eingang. Schnelle bipolare hochintegrationsfähige Schaltkreisfamilie.

**EEPROM** (electrically erasable ↑PROM). Im Gegensatz zum ↑EPROM elektrisch auch löscher ↑PROM.

**EEROM** (electrically erasable ROM). Elektrisch programmierbares und löscheres ↑ROM. Wegen der erforderlichen speziellen Programmierereinrichtungen werden diese Speicher wahrscheinlich keine sehr große Bedeutung erlangen, zumal die gleiche Funktion mit Vorteilen durch ↑EAROM übernommen werden kann. ↑Halbleiterspeicher.

**E<sup>2</sup>FAMOS** (electrical erasable FAMOS). Elektrisch löscheres ↑FAMOS-Speicher.

**EFL** (emitter follower logic). Ähnlich der ↑EECL, jedoch mit ↑Multiemittertransistor am Eingang.

**Eigenleitung**. Leitung im Halbleiter bei angenähert gleicher Anzahl von Elektronen und Defektelektronen, im Gegensatz zur Störstellenleitung. Halbleiter mit überwiegender Eigenleitung nennt man Intrinsic Halbleiter.

**Eimerkettenschaltung** ↑BBD-Technik

**Einchiprechner**. Realisierung eines kompletten ↑Mikrorechners mit ↑ALU, Arbeitsspeicher, Eingabe- und Ausgabeeinheiten auf einem ↑Chip. Durch die Entwicklung von Einchiprechnern werden breite Anwendungsgebiete einschließlich des Konsumgüterbereichs erschlossen.

**Eingabe/Ausgabe-Schaltkreis**. Peripherieschaltkreis eines ↑Mikrorechners. ↑SIO. ↑PIO.

**Eingangswert**. Kehrwert des ↑Eingangswiderstands. Beim ↑Bipolartransistor gilt mit den y-Parametern und dem Abschlußwert  $y_1$

$$y_e = y_{11} + \frac{y_{12}y_{21}}{y_1 - y_{22}}$$

**Eingangswiderstand**. Komplexer Widerstand an den Eingangsklemmen. Beim

↑Bipolartransistor gilt mit den  $h$ -Parametern und dem Abschlußleitwert  $y_1$

$$z_e = h_{11} + \frac{h_{12}h_{21}}{y_1 - h_{22}}$$

**Einkristall.** Kristalliner Festkörper mit ungestörtem Kristallgitter. Für die Mikroelektronik werden durch ↑Kristallzüchtung Einkristalle mit möglichst geringen Störungen durch Fremdatome hergestellt und als Ausgangsmaterial für Halbleiterbauelemente verwendet.

**Einträgerinjektionsdiode.** ↑Dielektrische Diode, bei der durch entsprechende Wahl der Kontaktmetalle nur jeweils ein Kontakt eine Trägerinjektion in das hochohmige Halbleitergebiet bewirkt. Vorteil: Herstellung in ↑Dünnschichttechnik, geringe Temperaturabhängigkeit und niedriges Rauschen. Nachteil: höhere Schleusenspannungen.

**EJFET** (enhancement-mode junction ↑FET). Sperrschicht-↑Feldeffekttransistor vom Verarmungstyp. ↑E·D-MOSFET.

**Elektrode.** Leiter, der die Zuleitung, Ableitung oder Beeinflussung eines elektrischen Stromes übernimmt. Bei Halbleiterbauelementen werden Elektroden durch entsprechende Metallisierung realisiert und bei ↑Halbleiterdioden Anode und Katode, beim ↑Bipolartransistor Emitter, Basis und Kollektor und beim ↑Feldeffekttransistor Source, Drain und Gate genannt.

**Elektrolumineszenz.** Nach Einwirkung eines großen elektrischen Feldes an eine Schichtstruktur von Leuchtstoffen auftretende Strahlung im meist optischen Sichtbereich. ↑LED.

**Elektrolytkondensator.** Kondensator (Schaltbild), dessen Dielektrikum aus einer dünnen Oxidschicht besteht. Als Katode dient eine mit einem Elektrolyten getränkte Papierschicht, als Anode entweder Aluminium (aufgerauht zum Erzielen möglichst großer Kapazitäten) oder bei Miniaturkondensatoren Sinterantal. Bei falscher Polung Zerstörung.



**Elektronenemission.** Austritt von Elektronen aus Festkörpern, wenn die Emissionsenergie größer ist als die mindestens erforderliche Austrittsenergie. Man unterscheidet zwischen Glühemission (thermische Energie), Fotoeffekt (Strahlungsenergie), Sekundäremission (kinetische Energie), Gasentladung oder Emission infolge Potentialbarriere an der Festkörperoberfläche (↑Tunneleffekt; Feldemission).

**Elektronenleitung.** Im Gegensatz zur Löcherleitung ein Ladungsträgertransport durch freie Elektronen, d. h. im Halbleiter  $n$ -Leitung oder auch Überschufleitung genannt.

**Elektronenröhre.** Gasdichtes, hochevakuiertes Gefäß mit mehreren ↑Elektroden. Eine Katode mit Glühemission sendet Elektronen aus, die von einer positiv vorgespannten Anode angezogen und abgeleitet sowie durch ein oder mehrere Gitter gesteuert werden. Bei der Elektronenstrahlröhre erfolgt nach einer Bündelung des Elektronenstrahls eine Ablenkung durch ein elektrisches oder magnetisches Feld. Heute z. T. durch Halbleiter verdrängt, bis auf die Anwendungsgebiete zur Erzeugung hoher Frequenzen mit großer Leistung sowie als Bildröhre, auch für Displays.

**Elektronenstrahlgleich.** Die Energie eines Elektronenstrahls wird zur Verdampfung eines definierten Teiles von Schichten genutzt. Sehr effektives Verfahren mit kurzer Bearbeitungszeit zum Abgleichen, z. B. von Dick- oder Dünnschichtwiderständen. Heute zunehmend durch ↑Laserstrahlgleich ergänzt.

**Elektronenstrahl-dotierung.** Verfahren der Halbleitertechnik, bei dem durch einen Elektronenstrahl eine mit einer Schicht des Störstellenmaterials versehene Halbleiterscheibe partiell so stark erhitzt wird, daß eine ↑Dotierung eintritt. Das Verfahren hat den Vorteil, daß die Struktur durch die Steuerung des Elektronenstrahls erzeugt wird und daher keine ↑Masken erforderlich sind.

**Elektronenstrahl-lithografie** ↑Kurzkanal-technik

**Elektronenstrahlröhre** ↑Elektronenröhre

Genera-tion	Bezeichnung	Schaltung ; Realisierung	Packungsdichte cm <sup>3</sup>	Funktionselemente/ Chip
1.	Röhrentechnik	diskrete Verdrahtung ; Chassis	10 <sup>-2</sup> ... 10 <sup>-2</sup>	-
2.	diskrete Transistortechnik	Leiterplatte	10 <sup>-2</sup> ... 10 <sup>0</sup>	-
3.	Kleinintegration	Leiterplatte ; Schaltkreis	10 <sup>0</sup> ... 10 <sup>4</sup>	10 <sup>1</sup> ... 10 <sup>2</sup>
4.	Mittelintegration Hochintegration Höchstintegration	} Schaltkreis	10 <sup>1</sup> ... 10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup> ... 10 <sup>3</sup>
			10 <sup>3</sup> ... 10 <sup>6</sup>	10 <sup>3</sup> ... 10 <sup>4</sup>
			10 <sup>6</sup> ... 10 <sup>9</sup>	10 <sup>4</sup> ... 10 <sup>6</sup>
5.	Funktionalelektronik	funktionsorientierte Realisierung	(>10 <sup>9</sup> )	(>10 <sup>6</sup> )

Generation	Bau-elemente	Kenn-zeichen	Packungs-dichte/ Bau-elemente je mm <sup>2</sup>
1. 1910-1950	Elektronen-röhre	diskrete Bauelemente ; Verdrahtung	10 <sup>-6</sup> ... 10 <sup>-4</sup>
2. 1950-1960	Transistor	diskrete Bauelemente auf Leiterplatte ; gedruckte Schaltung	10 <sup>-4</sup> ... 10 <sup>-2</sup>
3. 1960-1965	SSI MSI	Halbleiter-blocktechnik ; Schichttechnik ; Hybridtechnik	10 <sup>-2</sup> ... 10 <sup>2</sup>
4. seit 1965	LSI VLSI Gruppen-integration	Halbleiter-blocktechnik	10 <sup>2</sup> ... 10 <sup>5</sup>

**Elektronik.** Gebiet der Elektrotechnik und Physik, bei dem die Bewegung und Steuerung von geladenen Teilchen in Festkörpern, Gasen bzw. im Vakuum zur Realisierung von Funktionen in Geräten und Anlagen genutzt wird. Mit der Entwicklung der Elektronenröhren als 1. Generation entstanden, hat die Elektronik nach Durchlaufen weiterer Entwicklungsetappen (s. Tafel) heute als ↑Mikroelektronik Eingang u. a. in die Konsumgüterelektronik, Rechentech-nik, Nachrichtentechnik, Automatisierungstechnik und Medizin gefunden.

**Emittierelektrode** ↑Emitterzone; ↑Bipolar-transistor

**Emitterfolger** ↑Grundsaltungen

**Emitterzone.** Beim ↑Bipolartransistor Zone zwischen der Emittierelektrode und dem ↑pn-Übergang.

**ENFET** (enhancement-mode MESFET), ↑MESFET vom Anreicherungstyp. ↑E/D-MOSFET.

**Enhancement-Struktur.** Anreicherungsstruktur bei MOSFET. ↑E/D-MOSFET.

**EPIC-Technik** (epitactic integrated circuit). Verfahren zur Herstellung integrierter Bi-polarschaltkreise nach dem Epitaxieverfahren, bei dem durch ↑Epitaxie, ↑Ätzen und ↑Diffusion isolierte n-Inseln erzeugt werden.

**Epitaxie.** Materialauftragsverfahren zur Erzeugung einer wenige Mikrometer dicken einkristallinen Halbleiterschicht durch Kristallwachstum aus der gasförmigen oder flüssigen Phase auf einem einkristallinen Substrat entweder aus gleichem (Homoepitaxie) oder verschiedenem Material (Heteroepitaxie, z. B. Silizium auf Saphir). Man verwendet entweder die direkten (physikalischen) oder indirekten (chemischen) Epitaxieverfahren. Die Kristall-orientierung wird durch das Substrat bestimmt. Durch Zugabe von Fremdatomen können ↑Dotierungen erzeugt werden. Für sehr dünne Schichten wird die Zerstäubung im Ultrahochvakuum verwendet (↑Molekularstrahlepitaxie). ↑CVD.

**Epitaxieplanartechnik.** Eine auf der  $\uparrow$ Epitaxie beruhende Planartechnik zur Realisierung aktiver Bauelemente, verwendet vorwiegend zur Herstellung von  $\uparrow$ Bipolartransistoren.  $\uparrow$ Epitaxieplanartransistor.

**Epitaxieplanartransistor.** Durch Kristallwachstum ( $\uparrow$ Epitaxie) einer schwach dotierten Halbleiterschicht auf einem stark dotierten Halbleiterplättchen gleichen Leitungstyps hergestellter  $\uparrow$ Bipolartransistor. In die epitaktisch aufgebraachte Schicht (Kollektor) werden wie beim  $\uparrow$ Planartransistor nacheinander Basis- und Emitterzone eindiffundiert. Er weist bei geringer Restspannung eine hohe Sperrspannungsfestigkeit auf und besitzt daher für integrierte bipolare Schaltkreise große Bedeutung.

**EPROM (erasable PROM).** Elektrisch programmierbares  $\uparrow$ ROM, dessen Speicherinhalt durch eine Bestrahlung mit UV-Licht (etwa 30') komplett gelöscht werden kann. Die Informationsspeicherung erfolgt elektrisch durch Laden schwimmender Gateelektroden (floating gate),  $\uparrow$ FAMOS. EPROM sollten aus Sicherheitsgründen vor Tageslichteinfall geschützt werden.  $\uparrow$ Halbleiterfestwertspeicher.

**E<sup>2</sup>PROM.** Synonym für  $\uparrow$ EEPROM.

**Epsilon.** Werkstoff ( $\text{BaTiO}_3$ ) mit sehr hoher Dielektrizitätskonstante (bis 10 000). Verwendung für Kondensatoren großer Kapazität. Nacheilig sind der relativ große Verlustwinkel sowie Temperaturkoeffizient.

**EROM (erasable ROM).** Löschbarer  $\uparrow$ ROM; löschbarer Festwertspeicher.

**Ersatzschaltbild.** Darstellung einer relativ komplizierten Schaltung mit oft nichtlinearem Verhalten durch Zusammenschaltungen konzentrierter Elemente, wie Widerstände, Kondensatoren, Induktivitäten und Spannungs- bzw. Stromquellen. Gilt bei nichtlinearen Bauelementen, wie Dioden und Transistoren, nur in begrenzten Strom- und Spannungsbereichen um den Arbeitspunkt herum.  $\uparrow$ Kenmlinie.

**ESFI (epitaxial silicon films on isolators).** Epitaxieverfahren zur Realisierung z. B. von CMOS-Bauelementen, wobei einkristal-

line Siliziumschichten auf einem Spinellsubstrat abgeschieden werden.

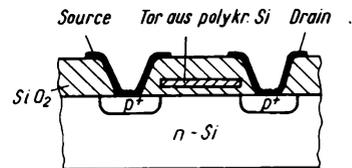
**ETL (emitter-follower transistor logic).** Transistorlogik mit Emitterfolgern.

**Face-down-Montage.** „Frontseite nach unten“. Auch „Verkehrseitenbefestigung“ genannt. Verfahren der  $\uparrow$ Hybridtechnik zur Befestigung und Kontaktierung von ungekapselten Halbleiterbauelementen, wobei das Bauelement als Flipchip mit buckligen Erhöhungen (bumps) zur Kontaktierung mit dem Substrat durch Löten oder Schweißen vorliegt ( $\uparrow$ Bonden). Ergibt günstigere Verbindungstechnologie als bei der  $\uparrow$ Face-up-Montage.

**Face-up-Montage.** „Frontseite nach oben“.  $\uparrow$ Face-down-Montage.

**Fadentransistor  $\uparrow$ Doppelbasisdiode**

**FAMOS (floating gate avalanche injection MOS).** MISFET-Speicherelement mit einem in einer isolierenden  $\text{SiO}_2$ -Schicht eingebetteten Gate (s. Bild), wobei der Ladungstransport zum floatenden (potentialmäßig schwimmenden) Gate infolge  $\uparrow$ Lawinenbildung erfolgt. Mit energiereicher Strahlung (UV-Licht) kann wieder eine Entladung durchgeführt werden, d. h. der Speicherzustand 0 wiederhergestellt werden. Struktur zur Realisierung von  $\uparrow$ EPROM.



**fan-in.** Eingangsauffächerung; Eingangslastfaktor. Gibt die maximale Zahl von gleichartigen Eingangslasten an, d. h. Maß für die am Eingang anschließbaren Schaltkreise der gleichen Schaltkreisfamilie.

**fan-out.** Ausgangsauffächerung; Ausgangslastfaktor. Maß für die am Ausgang maximal anschließbaren Eingänge anderer Bausteine der gleichen Schaltkreisfamilie.

**Farbbildröhre.** Üblich ist für jede Farbkomponente ein eigenes Elektronenstrahlensystem, wobei entweder eine Dreiecksan-

ordnung mit einer Lochmaske oder heute meist wegen der besseren Konvergenz eine lineare Anordnung (in line) mit Schlitzmaske verwendet wird. †Black-stripe-Farbbildröhre.

**faseroptischer Sensor.** Meßgrößenaufnehmer unter Nutzung von Lichtleitfasern, z. B. zur Messung von Wegen über die Dämpfungsänderung der Lichtübertragung zwischen 2 Lichtleitern bei gegenseitiger Verschiebung. In Zukunft Prinzip auch unter Nutzung der †integrierten Optik realisierbar.

**FCT (field controlled thyristor).** Feldgesteuerter †Thyristor.

**FED (field effect diode).** Feldeffektdiode, †Z-Diode.

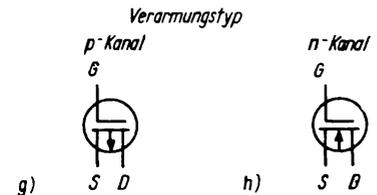
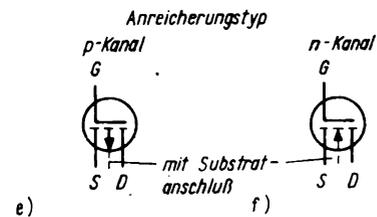
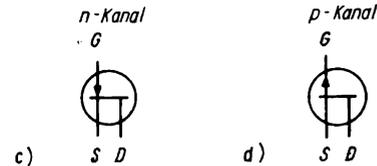
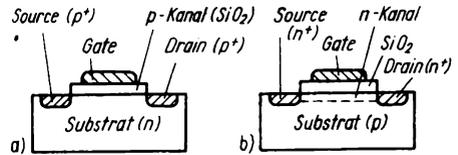
**FEFET (ferroelectric FET).** †FET mit Isolierschicht aus ferroelektrischem Material am Gate. Hierdurch bleibt auch nach Abschalten der Steuerspannung auf der Gateelektrode eine Ladung erhalten, so daß der Leitfähigkeitszustand des Kanals gespeichert wird.

**Feldeffektdiode.** Synonym für †Z-Diode.

**Feldeffekttransistor.** Abkürzung FET. Im Gegensatz zum †Bipolartransistor wird beim FET der Ladungsträgertransport nur durch eine Ladungsträgerart (Majoritätsträger) besorgt (sog. Unipolartransistor). Eine isolierte Steuerelektrode (Tor, Gate) steuert den Widerstand zwischen 2 Elektroden: der Quelle (Source) und der Senke (Drain). Das Bild zeigt den prinzipiellen Aufbau eines †MISFET – wegen der Verwendung eines Oxids als Isolator ( $\text{SiO}_2$  oder gelegentlich  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) auch †MOSFET genannt – in den zwei Kanalarten: a) Anreicherungstyp, p-Kanal; b) Verarmungstyp, n-Kanal. Bei der †CMOS-Technik werden komplementäre Paare beider Typen verwendet. Weitere Realisierungen †MES-FET und †IGFET sowie †HEXFET.

FET haben einen sehr hohen Eingangswiderstand (bis  $10^{16} \Omega$ ) und eignen sich daher auch als Ladungsverstärker für piezoelektrische Sensoren. Wegen des sehr hohen Widerstands neigt die Gateelektrode zur elektrostatischen Aufladung (führt zur Zerstörung des Transistors,

daher in leitfähigem Schaumstoff transportieren). Schaltzeichen s. Bilder c bis h.



**Feldeffektvaristor.** †pn-Übergang mit gegenüber dem n-Gebiet wesentlich stärkerer Dotierung des p-Gebiets. Oberhalb eines bestimmten Spannungswerts, bleibt der Strom konstant, d. h. Einsatz als Stromstabilisator.

**Feldplatte.** Der Widerstand eines Halbleiterstreifens aus Indiumantimonid mit eingeschlossenen dünnen Nadeln aus Nickelantimonid nimmt mit der Stärke des Magnetfelds zu. Unter Nutzung dieses Prinzips aufgebaute Feldplatten werden zur Messung von Magnetfeldern bzw. mit verschiebbarem Magneten als Sensoren verwendet.

**Festkörper.** Stoff im festen Aggregatzustand. †Halbleiter.

**Festkörperbildsensor.** Matrixartige Anordnung von optoelektronischen Lichtempfän-

gern ( $\uparrow$ Fotowiderstand;  $\uparrow$ Fotodiode;  $\uparrow$ Fototransistor) mit Ladungsspeicherung in Kondensatoren,  $\uparrow$ CCD- oder  $\uparrow$ CID-Elementen. Die Abtastung erfolgt entweder durch xy-Ansteuerung oder durch Ladungsver-schiebung bei den  $\uparrow$ CCD-,  $\uparrow$ CID- oder  $\uparrow$ BBD-Elementen. Sie werden zur Bildaufnahme z. B. bei Bilderkennungssystemen eingesetzt.

**Festkörperdisplay.** Festkörperstruktur mit Elektrolumineszenzdiolen. Relativ komplizierte Ansteuerlektronik erforderlich, daher genereller Ersatz der Bildröhre durch FKD heute noch nicht in Sicht.

**Festkörperelektronik.** Oberbegriff zu Halbleiterelektronik.  $\uparrow$ Halbleiter.

**Festkörperschaltkreistechnik.** Synonym für  $\uparrow$ Halbleiterblocktechnik.

**Festwertspeicher**  $\uparrow$ ROM; Nur-Lese-Speicher. Realisierung durch  $\uparrow$ Halbleiterfestwertspeicher oder fotografische Speicher.

**FET**  $\uparrow$ Feldeffekttransistor

**Fieldistor.** Diode mit  $\uparrow$ pn-Übergang, an deren Oberfläche sich isoliert eine Steuerelektrode (Gate) befindet. Durch die Spannung am Gate kann der Steuerstrom geändert werden.

**FIFO** (first in – first out). Silospeicher, bei dem die zuerst eingeschriebene Information als erste wieder ausgelesen wird.  $\uparrow$ LIFO.

**Filmtechnik**  $\uparrow$ Schichttechnik

**Flächenbonden**  $\uparrow$ Bonden

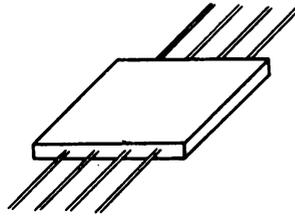
**Flächendiode.** Diode mit flächenförmigem  $\uparrow$ pn-Übergang, eingesetzt als Gleichrichter und Demodulator.

**Flächentransistor.** Transistor mit flächenförmigen  $\uparrow$ pn-Übergängen. Gilt heute für alle  $\uparrow$ Bipolartransistoren.

**Flachgehäuse.** Synonym für  $\uparrow$ Flat-pack-Gehäuse.

**Flat-pack-Gehäuse.** Flachgehäuse aus Keramik oder Kunststoff mit 10 bis 64 Anschlüssen, die seitlich herausgeführt werden (s. Bild), heute sehr ökonomisch realisiert im Kunststoffspritzverfahren. Als Nachteil ist der geringere Temperaturbe-

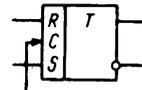
reich von Kunststoff- (0 bis 70 °C) im Vergleich zu Metall- oder Keramikgehäusen (–55 bis 120 °C) zu nennen.



**fliegende Verdrahtung**  $\uparrow$ Standardchiptechnik

**Flipchip**  $\uparrow$ Face-down-Montage

**Flipflop.** Bistabiler Multivibrator. Als statische Speicherzelle in  $\uparrow$ RAM-Speichern verwendet. Schaltsymbol s. Bild, Schaltung s.  $\uparrow$ RAM.



**floating Gate.** Potentialmäßig schwimmende Gateelektrode, angewendet z. B. beim  $\uparrow$ EPRAM.

**Floating-Zone-Silizium.** Siliziumeinkristall, hergestellt nach dem  $\uparrow$ Zonenschmelz- oder Floating-Zone-Verfahren. Bei diesem Verfahren, das gegenwärtig etwa 20 % des Gesamtbedarfs an Einkristallsilizium deckt, wird ein polykristalliner Siliziumstab mittels Hochfrequenzerwärmung zonengeschmolzen, wobei aus einem Keim ein Einkristall wächst.

**Floating-Zone-Verfahren.** Synonym für  $\uparrow$ Zonenschmelzverfahren.

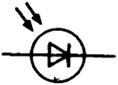
**flüchtiger Speicher** (volatile memory). Speicher, bei dem die gespeicherte Information beim Abschalten der Versorgungsspannung verlorengeht. Dagegen:  $\uparrow$ EA-ROM;  $\uparrow$ Magnetblasenspeicher.

**Flüssigkristall.** Beim Anlegen einer Steuerungsspannung wird die Molekularstruktur verändert. Dadurch geht der lichtdurchlässige Zustand wegen der Lichtstreuung beim Anlegen der Spannung in einen lichtundurchlässigen Zustand über. Eingesetzt bei  $\uparrow$ Flüssigkristallanzeigen LCD.

**Flüssigkristallanzeige.** Anzeige unter Verwendung von Flüssigkristallen, z. B. Methoxybenzylidenbutylanilin, bei denen die Lichtdurchlässigkeit von der an den Elektroden angelegten Spannung abhängt. Betriebsspannung etwa 10 V, unter Ausnutzung des Feldeffekts bis herunter zu 2 V; Ströme einige Mikroampere. Da die Lichtdurchlässigkeit gesteuert wird, ist der Kontrast unabhängig von der Umgebungshelligkeit. ↑Siebensegmentanzeige.

**Flüssigphasenepitaxie** ↑LPE-Verfahren

**Fotodiode.** pn-Diode, bei der durch Licht einstrahlung Ladungsträger (Elektronen und Löcher) in der Sperrschicht erzeugt werden. Sie werden in Sperrichtung betrieben. Wegen der Abhängigkeit der Breite des Sperrgebiets von der Beleuchtung ändert sich auch die Kapazität (Fotokapazitätsdiode). ↑Fototransistor. Schaltzeichen s. Bild.



**Fotolack** ↑Fotolithographie

**Fotolithographie.** Verfahren der Halbleitertechnik, bei dem vor der selektiven ↑Diffusion das Halbleiterplättchen mit einem Fotolack bedeckt wird. Durch Belichtung unter Verwendung einer ↑Maske fällt UV-Licht auf die Stellen, die im anschließenden Ätzprozeß wegen der Polymerisation durch das UV-Licht stehenbleiben. An den nichtbelichteten Stellen findet dann eine ↑Dotierung durch ↑Diffusion statt.

**Fotomaske** ↑Maske

**Fotorepeater.** Anlage zur Herstellung von Fotomasken. Besteht aus einer Step-and-Repeat-Kamera zur Verkleinerung der Fotovorlage für die ↑Masken.

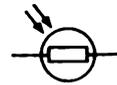
**Fotoschablone.** Auch Fotomaske genannt; ↑Maske.

**Fotothyristor.** Halbleiterbauelement mit pnpn-Struktur, bei dem bei Bestrahlung durch ein Fenster Ladungsträger erzeugt werden, die eine Zündung wie beim ↑Thyristor zur Folge haben.

**Fototransistor.** ↑Bipolartransistor, bei dem der Strom durch den Kollektor-Basis-Übergang bei Bestrahlung vergrößert wird (innerer Fotoeffekt). Durch Betrieb in Emitterschaltung (↑Grundsaltungen) wird die Empfindlichkeit erhöht. Der Fototransistor kann auch als ↑Fotodiode mit nachgeschaltetem Verstärker aufgefaßt werden und weist eine um 2 Größenordnungen höhere Empfindlichkeit auf. 2 Pfeile links oben am Schaltbild weisen jeweils auf das entsprechende fotoelektrische Bauelement hin.



**Fotowiderstand.** Auch Fotoleiter genannt. Halbleiterbauelement, bei dem sich der Widerstand durch Lichteinfall verringert (innerer Fotoeffekt). Verschiedene Materialien (CdS, CdSe; PbS; InSb) haben unterschiedliche Grenzfrequenzen, d. h. Empfindlichkeitsbereiche. Fotowiderstände haben Zeitkonstanten von einigen Millisekunden. Schaltsymbole s. Bild.



**FPGA** (field programmable gate-array). Vom Anwender frei programmierbare Gatteranordnung. ↑Gate-Array.

**FPLA** (field programmable logic array). Elektrisch programmierbares logisches Feld. Durch den Anwender mit elektrischen Methoden programmierbare Logikmatrix.

**FROM** (factory programmable ROM). ↑PROM, das beim Hersteller durch Masken programmiert wird.

**Funktionalelektronik.** Ausnutzung innerer Effekte in ↑Festkörpern (Volumeneffekte) zur Realisierung elektronischer Gesamtfunktionen in einem Bauelement.

**Funktionselemente der Mikroelektronik.** Mit den Techniken der Mikroelektronik lassen sich nach der Tafel neben den Verbindungselementen Widerstände, Kondensatoren, Dioden, ↑Bipolar- und MIS-Tran-

sistoren sowie Spulen mit kleinen Induktivitätswerten realisieren [6].

Technik	Dickfilm	Dünnsfilm	Halbleiter
Herstellungsverfahren	Siebdruck mit Pasten	Masken- oder Ätzverfahren (Aufdampfen oder Katodenzerstäubung)	Epitaxieplanar-technik
Basismaterial; Substrat	Keramik; Glas	Keramik; Glas	Silizium
Realisierbare Funktionselemente	Leitungen; Widerstände; Kondensatoren	Leitungen; Widerstände; Kondensatoren; bedingt Induktivitäten	Leitungen; Widerstände; Kondensatoren; Dioden; Bipolar- u. MIS-Transistoren
Typische Abmessungen	10 cm <sup>2</sup>	1 cm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>
Breite der Leitungen	100...500 μm	10 ... 100 μm	1 ... 10 μm
Schichtdicke	10...30 μm	10 <sup>-2</sup> ...10 <sup>-1</sup> μm	0,1...10 μm
Integrationsgrad	10	100	bis 10 <sup>6</sup>

**Fuse link.** Durchbrennbarer Kontakt, insbesondere Voraussetzung zur Realisierung von  $\uparrow$ PLA.

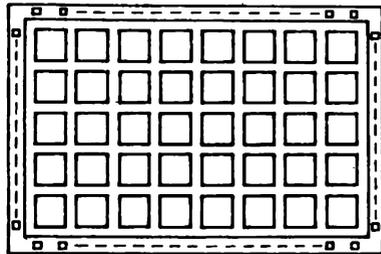
**FZ-Silizium** (floating zone silicon). Siliziumeinkristall, der nach dem  $\uparrow$ Zonen-schmelzverfahren hergestellt wird. Weltproduktion etwa 100 bis 200 t/a gegenüber über 1000 t/a beim  $\uparrow$ CZ-Silizium.

**GaAs-MESFET.** Der  $\uparrow$ Galliumarsenid-FET ist dem Si-FET vor allem bezüglich der Grenzfrequenz überlegen und wird zunehmend in der Hochgeschwindigkeitstechnik eingesetzt; vgl. auch  $\uparrow$ Gatterverzögerungszeit.

**Galliumarsenid GaAs.** III-V-Verbindung. Grundmaterial für  $\uparrow$ Gunn-Dioden,  $\uparrow$ GaAs-MESFET und optoelektronische Bauelemente (Injektionslaser, Lumineszenzdioden), für letztere auch als Phosphid. In der Perspektive bedeutsam für schnelle integrierte Schaltkreise.  $\uparrow$ LEC-Verfahren.

**Gate.** 1. Elektrode beim  $\uparrow$ Feldeffekttransistor; 2. Gatter

**Gate-Array.** G.-A. bestehen aus einer matrixförmigen Anordnung von Transistorpaaren (Gattern) auf einem  $\uparrow$ Chip, die bis auf die letzte Metallisierungsebene vorgefertigt werden und den sog. Master bilden (s. Bild). Die Verbindung der  $\uparrow$ Gatter und damit die Festlegung der Funktion des Schaltkreises erfolgt entsprechend dem Wunsch des Anwenders mit einer  $\uparrow$ Maske im letzten Verarbeitungsschritt. Typische Eigenschaften: feste Chipgröße, Zellenanzahl, Anschlußanzahl, Zellengröße und Verdrahtungskanäle. Vorteil: kurze Entwicklungszeit; Nachteil: geringere Ausnutzung der Chipfläche.  $\uparrow$ Standardzellen.

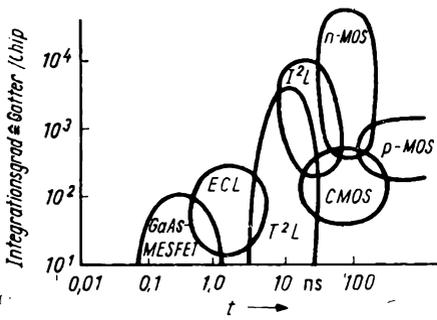


**GATT** (gate assisted turn-off thyristor).  $\uparrow$ Thyristor, dessen Abschaltspannung durch eine Vorspannung des Gates in gewissen Grenzen geändert werden kann. Abschaltunterstützter  $\uparrow$ Thyristor.

**Gatter.** Logisches Verknüpfungselement, realisiert mit verschiedenen  $\uparrow$ Schaltkreisfamilien.

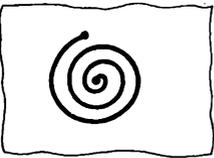
**Gatterverlustleistung.** Für die Realisierung einer Gatterfunktion erforderliche Leistung. Kenngröße zur Beurteilung des Leistungsbedarfs von  $\uparrow$ integrierten Schaltkreisen.  $\uparrow$ Geschwindigkeits-Leistungs-Produkt.

**Gatterverzögerungszeit.** Zeit zur Realisierung einer Gatterfunktion. Sie setzt sich aus der Schaltzeit und der Signallaufzeit zusammen. Das Bild zeigt typische Werte mit den erreichbaren  $\uparrow$ Integrationsgraden für verschiedene Halbleitertechnologien [6].  $\uparrow$ Mikroelektronik.

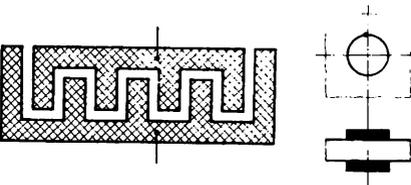


GCS (gate controlled switch). Vierschichtdiode, ↑Thyristor.

**gedruckte Induktivität.** Ein spiralförmiger Leiterzug (s. Bild) wird nach der Technologie der ↑gedruckten Schaltungen hergestellt, für Leiterzugbreiten  $< 0,5$  mm im Fotodruck. Wegen der Platzbeschränkung sind nur relativ kleine Induktivitäten  $< 100 \mu\text{H}$  realisierbar.



**gedruckter Kondensator.** Durch kammartige Strukturen bei Einebenenleiterplatten bzw. durch gegenüberliegende Elektroden bei Zweiebenenleiterplatten (s. Bild) lassen sich Kondensatoren bis zu einigen zehn Picofarad nach der Technologie ↑gedruckter Schaltungen realisieren.



**gedruckte Schaltung.** Nach den Verfahren der Schichttechnik hergestellte Leiterplatten mit gedruckten Leiterbahnen. Heute meist beide Seiten benutzt mit Durchkontaktierungen (Zweiebenenschaltungen) bzw. übereinandergeschichtet (Mehrlagen-

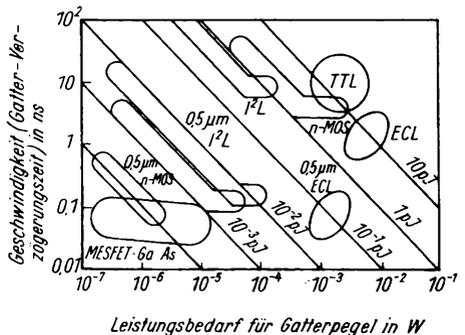
schaltungen). In miniaturisierter Form werden sie als Dickschicht- oder Dünnschichtschaltungen in der ↑Hybridtechnik verwendet. ↑TCM.

**Gegenkopplung.** Zur Stabilisierung von Verstärkern verwendetes Prinzip, bei dem ein Teil der Ausgangsspannung gegenphasig der Eingangsspannung aufsummiert wird. Hierdurch wird der ↑Verstärkungsfaktor weitgehend unabhängig von den Parametern der Transistoren und der Schaltung sowie von Schwankungen der Versorgungsspannungen. Ferner wird der Übertragungsbereich erweitert. ↑Operationsverstärker. ↑Mitkopplung.

**Gehäuse.** Anordnung zur Aufnahme von Bauelementen, Baugruppen, Geräten und Anlagen. Genormte Typenreihen (Gefäßsysteme). Für Einzelbauelemente Miniplast- bzw. TO-Rundgehäuse, für integrierte Schaltkreise ↑Dual-in-line-, ↑Flatpack-, MO-Gehäuse (Modul) und ↑Chip-Carrier- bzw. PIN-GRID-Gehäuse.

**Germanium.** Ge. Chemisches Element (Ordnungszahl 32) mit Halbleitereigenschaften. Kristallgitter vom Diamanttyp. Züchtung von ↑Einkristallen erfolgt nach dem ↑Czochralski-Verfahren. Wegen der im Vergleich zu ↑Silizium einfacheren Gewinnung und Verarbeitung früher fast ausschließlich in der Elektronik verwendet. Heute wegen der höheren Beweglichkeit der Ladungsträger für Sonderzwecke, z. B. bei Höchsthäufigkeitsbauelementen, eingesetzt.

**Geschwindigkeits-Leistungs-Produkt.** Kenngröße zur Beurteilung ↑integrierter Schalt-



kreise bzw. von Halbleitertechnologien, wobei als Kennwerte die  $\uparrow$ Gatterverzögerungszeit  $t_v$  sowie die Gatterverlustleistung  $P_v$  benutzt werden. Charakteristische Werte sind im Bild zusammengestellt [9].

**GGG** Gadolinium-Gallium-Granat. Werkstoff für  $\uparrow$ Magnetblasenspeicher.

**Gitterbaufehler**  $\uparrow$ Kristallbaufehler

**Glashalbleiter**  $\uparrow$ amorphe Halbleiter;  $\uparrow$ Chalkogenidglas

**Golddrahtdiode.** Durch Anschließen eines Golddrahts an ein n-Germaniumplättchen entstehender  $\uparrow$ pn-Übergang. Die Golddrahtdiode besitzt ein besonders großes Verhältnis von Durchlaß- zu Sperrwiderstand und wird als Gleichrichter und Demodulator eingesetzt.

**Großintegration.** LSI;  $\uparrow$ Integration.

**Grundsaltungen.** Entsprechend den 3 Grundsaltungen der Röhrentechnik (Kathoden-, Gitter- und Anodenbasisverstärker) unterscheidet man bei  $\uparrow$ Bipolartransistoren die im Bild dargestellten Schaltungsvarianten, benannt nach der jeweils auf Nullpotential liegenden Elektrode: a) den am häufigsten angewendeten Emitterverstärker mit hohen Werten für die Spannungsverstärkung (20 bis 100), Eingangswiderständen von einigen Kiloohm und relativ großen Ausgangswiderständen; b) den Basisverstärker ( $\cong$  dem Gitterbasisverstärker bei Elektronenröhren) mit kleinem Eingangswiderstand ( $\approx 100 \Omega$ ), hoher Spannungsverstärkung bei hohem Ausgangswiderstand und hoher Grenzfrequenz; c) den Kollektorverstärker, auch Emitterfolger genannt ( $\cong$  dem Kathodenbasisverstärker bei Elektronenröhren) mit einer hohen Stromverstärkung (20 bis 100) bei einer Spannungsverstärkung von knapp unter 1 und hohen Eingangswiderständen ( $10^3$  bis  $10^5 \Omega$ ). Entsprechende Grundsaltungen bei  $\uparrow$ Feldeffekttransistoren sind ebenfalls im Bild dargestellt; d) Sourceverstärker; e) Gateverstärker; f) Drainverstärker.

**GSI** (giant oder grand scale integration). Höchst- oder Großintegration. Synonym für  $\uparrow V^2$ LSI.  $\uparrow$ Integrationsgrad.

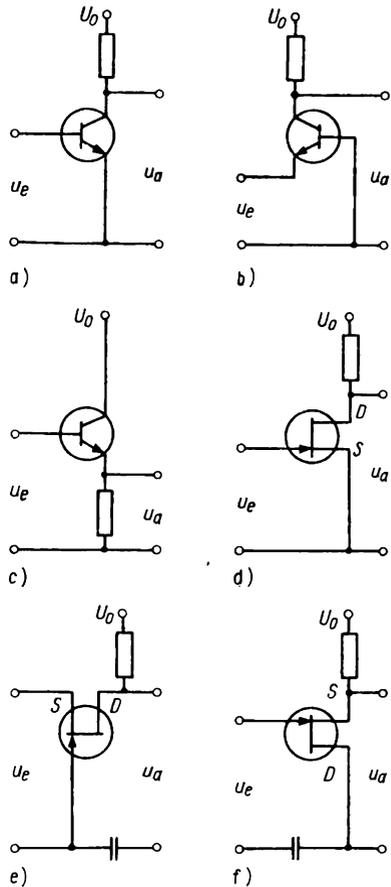


Bild zu Grundsaltungen

**GTO-Thyristor** (gate turn-off silicon controlled rectifier).  $\uparrow$ Thyristor, der durch einen negativen Impuls an der Steuerelektrode abgeschaltet werden kann. Wichtiges Bauelement der  $\uparrow$ Leistungselektronik.

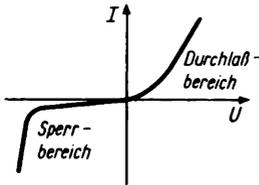
**Gunn-Diode.** Galliumarseniddiode, bei der infolge des Gunn-Effekts ein negativer differentieller Widerstand entsteht, der zur Verstärkung bzw. Erzeugung von Mikrowellen ausgenutzt wird.

**HAL** (hard array logic). Vom Anwender nach Kundenwunsch programmierbare Logikanordnung. Kundenwunschschaaltkreis.  $\uparrow$ Gate-Array.

**Halbleiter.** Stellung zwischen Leiter und Nichtleiter. Die Materialien  $\uparrow$ Silizium,  $\uparrow$ Germanium sowie III-V-Verbindungen (z. B.  $\uparrow$ Galliumarsenid), für amorphe Halbleiter auch  $\uparrow$ Chalkogenidgläser, werden zur Herstellung von Halbleiterbauelementen (z. B.  $\uparrow$ Bipolartransistoren,  $\uparrow$ Feldeffekttransistoren,  $\uparrow$ Thyristoren,  $\uparrow$ Halbleiterdioden, optoelektronischen und akustoelektronischen Bauelementen) eingesetzt.

**Halbleiterblocktechnik.** Realisierung eines integrierten Schaltkreises in einem Halbleitereinkristall durch Anwendung der  $\uparrow$ Bipolartechnik oder der  $\uparrow$ MIS-Technik bzw. von Kombinationen beider.

**Halbleiterdiode.** Halbleiterbauelement mit Durchlaß- und Sperrbereich; beim Überschreiten der Durchbruchspannung steigt der Strom im Sperrbereich schnell an (Bild a). Meist wird der  $\uparrow$ pn-Übergang verwendet (pn-Diode; PIN-Gleichrichterdiode) bzw. dessen Empfindlichkeit gegenüber Licht ( $\uparrow$ Fotodiode). Weitere wichtige Typen sind die  $\uparrow$ Lawinendiode,  $\uparrow$ Magnetodiode,  $\uparrow$ Schottky-Diode,  $\uparrow$ Tunnelediode,  $\uparrow$ Varaktor,  $\uparrow$ Z-Diode, Lumineszenzdiode ( $\uparrow$ LED) und  $\uparrow$ Gunn-Diode, Schaltsymbol s. Bild b.



a)



b)

**Halbleiterelektronik.** Herstellung und Anwendung von Halbleiterbauelementen.

**Halbleiterfestwertspeicher ( $\uparrow$ ROM).** Vorwiegend in  $\uparrow$ MIS-Technik aufgebauter

matrixorganisierter Festwertspeicher. Der Schaltkreis besteht aus x- und y-Dekoder, Speichermatrix, Ausgangs- und Treiberschaltung. Bedingt vom Anwender programmierbar sind die  $\uparrow$ PROM. Beim  $\uparrow$ EPROM und  $\uparrow$ EAROM ist eine Löschung des Speicherinhalts durch UV-Licht und das Programmieren durch erhöhte Spannungswerte möglich. Bei den  $\uparrow$ PLA können Speicher- oder Verknüpfungsfunktionen realisiert werden, die entweder vom Hersteller durch Masken beim  $\uparrow$ MPLA oder vom Anwender mit erhöhten Spannungswerten beim  $\uparrow$ FPLA programmiert werden.

**Halbleiterfotodiode.** Halbleiterbauelement mit einem  $\uparrow$ pn-Übergang, in dem bei Lichtbestrahlung eine Urspannung auftritt. Verwendung als Fotodetektor oder Solarzelle.

**Halbleiterlaser.** Unter Ausnutzung der Aussendung von Lichtquanten beim Übergang von Elektronen vom unteren Rand des Leitungsbandes zum oberen Rand des Valenzbandes wird in III-V-Halbleiterdioden (GaAs; GaSb; InAs) eine Strahlung ausgesendet, die durch einen abgestimmten Resonator mit Spiegelflächen synchronisiert wird (kohärente Strahlung). Da hohe Stromdichten erforderlich sind, werden Laserdioden meist im Impulsbetrieb als optoelektronische Bauelemente eingesetzt. Schaltsymbol s. Bild.

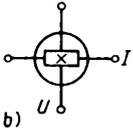
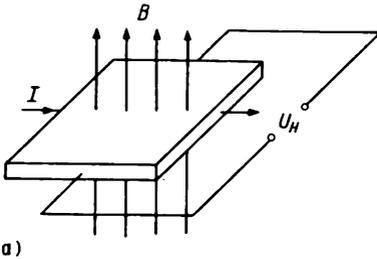


**Halbleiterspeicher.** Nach den Verfahren der  $\uparrow$ Bipolar- oder  $\uparrow$ MIS-Technik hergestellte Speicherbauelemente. Als statische  $\uparrow$ RAM-Speicher werden  $\uparrow$ Flipflopstufen, als dynamische RAM u. a.  $\uparrow$ CCD- oder  $\uparrow$ BBD-Elemente verwendet.  $\uparrow$ RAM;  $\uparrow$ ROM;  $\uparrow$ Halbleiterfestwertspeicher.

**Halbleitertechnologien**  $\uparrow$ Bauelementetechnologien

**Halbleiterwafer.** Aus einem Halbleitereinkristall mit 2,5 bis 12,5 cm Durchmesser getrennte Scheibe, auf der in  $\uparrow$ Halbleiterblocktechnik bis zu 1000 integrierte Schaltkreise ( $\uparrow$ Chips) realisiert werden. Die  $\uparrow$ Ausbeute hängt entscheidend von der Fehlstellendichte ab.

**Hall-Element.** Infolge der Lorentz-Kraft ändert sich die Stromstärke in einem Halbleiter (InSb) in Abhängigkeit von einem Magnetfeld quer zur Richtung des Stromes (s. Bild). Sie werden angewendet zur Messung von Magnetfeldern, als kontaktlose Geber (z. B. für Tastaturen), als sog. Hall-Köpfe zur Abtastung sehr langsam bewegter magnetischer Datenträger (z. B. für Magnetetiketten), zur Multiplikation sowie als Gyrator oder Zirkulator. Heute z. T. verdrängt durch ↑Magnetodiode, ↑Feldplatte oder ↑Wiegand-Draht-Sensoren.



**Hardware.** Bauelemente- und Gerätetechnik. Wörtliche Übersetzung: „harte Ware“ mit Bezugnahme auf das Material für Bauelemente und Geräte, im Gegensatz zur ↑Software. Fallende Bauelementepreise und erhöhter ↑Integrationsgrad führen zu einem relativen Abfall der Kosten für die Hardware.

**Heißleiter** ↑Thermistor

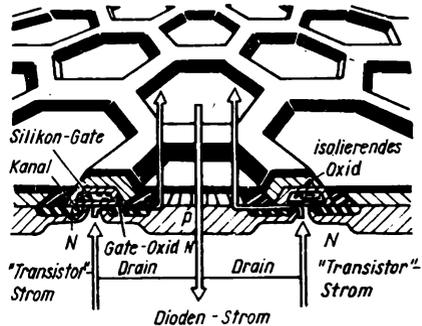
**HEMT** (high electron mobility transistor). Hochgeschwindigkeitstransistor mit einer Arbeitsgeschwindigkeit, die mit der von Josephson-Übergängen vergleichbar ist (10 ps). ↑Josephson-Effekt. Dabei liegt die Verlustleistung je Gatter um etwa 2 Größenordnungen unter der von Siliziumbauelementen und um 1 Größenordnung niedriger als bei GaAs-Bauelementen. Die maximale Arbeitsgeschwindigkeit wird bei 77 K erreicht (Temperatur von flüssi-

gem Stickstoff). Man erhofft sich dadurch, im langsamen Betrieb bei Raumtemperaturen leichte Prüfmöglichkeiten und durch anschließende Abkühlung im Normalbetrieb die sehr schnelle Arbeitsweise realisieren zu können.

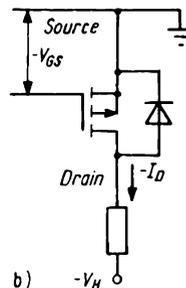
**Heterodiode.** Diode mit ↑pn-Übergang zwischen zwei verschiedenen Halbleitermaterialien. Besonders geeignet als schnelle Schaltdiode, ferner eingesetzt für Solarzellen und ↑Fotodioden (relativ guter Wirkungsgrad der Energiewandlung).

**Heterojunktion.** ↑pn-Übergang zwischen Halbleitergebieten verschiedener Kristallstruktur.

**HEXFET** (hexagonal FET). ↑Feldeffekttransistor mit vielen Zellen hexagonaler Struktur (Bild a), die parallelgeschaltet sind. Ergibt eine Kombination von ↑Bipolartransistoren und ↑MISFET (Ersatzschaltung s. Bild b), infolge der Parallelschaltung mit großer Leistungsfähigkeit bei kurzen Schaltzeiten und sehr niedrigen Durchlaufwiderständen. Neue Genera-



a)



b)

tion von Stellgliedern mit Eingangskarakteristiken von Feldeffekttransistoren. Gegenüber den bipolaren Leistungstransistoren ergeben sich daher Vorzüge bezüglich der Ansteuerung (direkt durch CMOS- oder TTL-Schaltkreise).

HEXFET werden zur Gleichrichtung, Frequenzumrichtung und Steuerung großer Leistungen bis zu einigen hundert Kilohertz eingesetzt.

**HIC** (hybrid integrated circuit). Abkürzung für Schaltkreis in Hybridtechnik.

**Hi-C-Zelle** (high-capacity). Dynamischer Speicher mit vergrößerter Speicherkapazität, verwendet zur VLSI.

**HiNiL** (high noise immunity logic). Rauscharme und sehr störsichere bipolare Logikschaltung.

**HLT<sup>2</sup>L** ↑HLTTL

**HLTTL** (high level TTL). Durch höhere Pegel störsichere TTL.

**HMOS** (high performance MOS). Hochleistungs-↑MOS-Technologie, realisiert u. a. durch Verkleinerung der Abmessungen. ↑Kurzkanaltechnik.

**h-Parameter**. Kenngrößen bei der Vierpolardarstellung von Bipolartransistoren.

**HS-CMOS** (high speed CMOS). Hochgeschwindigkeitslogik in CMOS. ↑HMOS.

**HSIC** (high speed integrated circuit). Hochgeschwindigkeitsschaltkreis für Taktfrequenzen >10 MHz.

**HTL** (high threshold logic). Logik mit hoher Schwellwertspannung.

**HT-MOS** (high threshold MOS). ↑MOS-Technologie mit hoher Schaltschwelle zur Verringerung der Störeffektivität.

**HTTL** (high speed TTL). Hochgeschwindigkeits-↑TTL.

**HVT** (high voltage threshold). Hohe Schwellwertspannungen, z. B. von -4 bis -6 V bei MOS-Schaltungen zur Verringerung der Störeffektivität.

**Hybridschaltkreis** ↑Hybridtechnik

**Hybridtechnik**. Verfahren zur Realisierung von Hybridschaltkreisen aus einzelnen Halbleiterschaltkreisen unter Verwendung

der Dickschicht- oder Dünnschichttechnik zur Realisierung der Verbindungen, Kapazitäten oder Widerstände. Man unterscheidet 2 Arten: die Schicht hybridtechnik, bei der aktive Bauelemente auf einem in Schichttechnik hergestellten Verbindungsplättchen angebracht werden, und die Multichip hybridtechnik, bei der mehrere Chips auf einem in Schichttechnik hergestellten Leitungssystem zusammengeschaltet werden (↑Face-down-Montage; ↑Flipchip). Das 1. Verfahren führt zur wirtschaftlichen Fertigung auch kleinerer Stückzahlen, das 2. zur Großintegration.

**IBT** (ion implanted base transistor). ↑Bipolartransistor, dessen Basis mit Ionenimplantation realisiert ist.

**IC** (integrated circuit). Integrierter Schaltkreis; ↑integrierte Schaltung.

**IDT** (interdigital transducer). Oberflächenwellenbauelement nach piezoelektrischem Prinzip.

**IFL** (integrated fuse logic). Integrierte Schmelzpfadlogik. Logische Schaltung, die vom Anwender durch Wegbrennen von Schmelzpfaden programmiert werden kann.

**IGFET** (insulated gate FET). Feldeffekttransistor mit isoliertem Gate. Die Isolation wird durch eine Schicht von SiO<sub>2</sub> gebildet. ↑Feldeffekttransistor.

**IGMOS** (insulated gate MOS). ↑MOS-Struktur mit isoliertem Gate.

**Ignitron**. Gasentladungsröhre mit Eigenschaften ähnlich dem Thyristor. Heute durch diesen verdrängt.

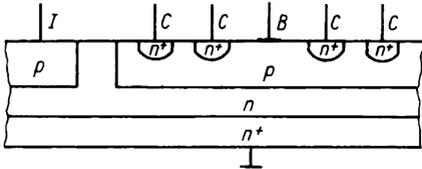
**IGT** (insulated gate transistor). Transistor mit isoliertem Gate. ↑Feldeffekttransistor.

**IIMOS** (ion implanted MOS). Bezeichnung für eine Technologie, bei der die Ionenimplantation zur Realisierung von MOS-Transistoren eingesetzt wird.

**IIL** Synonym für ↑I<sup>2</sup>L.

**I<sup>2</sup>L** (integrated injection logic). Integrierte Injektionslogik, auch MTL (engl. merged transistor logic) genannt. Schaltkreisfami-

lie mit hoher Packungsdichte ( $10^4$  Gatter/Chip) und kleinen Schaltzeiten (10 ns). Die Einzelemente enthalten  $\uparrow$ Lateraltransistoren, die Ladungsträger in eine  $\uparrow$ bipolare Struktur injizieren (im Bild am Beispiel eines Gatters aus der Kombination eines pnp-Lateraltransistors mit einem Mehrfachkollektor-Planartransistor dargestellt). Bedeutsame Varianten: SFL (engl. substrate fed logic) mit hoher Packungsdichte;  $SI^2L$  (Schottky- $I^2L$ ) mit besonders kurzen Schaltzeiten;  $\uparrow I^3L$  für besonders kleine Strukturen; SSL (self-aligned super-integration logic) als Logik für die bipolare Großintegration der Zukunft.  $I^2L$  wird heute vor allem bei Schaltkreisen für Mikroprozessoren verwendet [14].



$I^3L$  (isoplanar  $I^2L$ ). Oxidisierte  $I^2L$ -Technik (Weiterentwicklung von  $I^2L$ ).

$\bullet$  **IMPATT-Diode** (impact ionisation by avalanche and transit-time). Synonym für  $\uparrow$ Lawinenlaufzeitdiode.

**Impfkristall.** Kleiner Halbleiterekristall, der als Kristallisationskern bei der Züchtung von Einkristallen verwendet wird.  $\uparrow$ Czochralski-Ziehverfahren.

**Implantation.** Verfahren zur  $\uparrow$ Dotierung, bei dem ionisierte Dotierungsatome, die aus einer Ionenquelle stammen, in einen Festkörper geschossen werden. Dabei lassen sich durch entsprechende Spannungen zwischen 100 und 500 kV Eindringtiefen von  $1 \mu\text{m}$  und darunter erreichen und damit eine Dotierung sehr dünner Schichten realisieren, wie sie für die VLSI-Technik Voraussetzung sind. Der Vorteil gegenüber anderen Dotierungsverfahren liegt in der mit Strahlstrom und Zeit guten Steuerbarkeit der Profile bei Beschränkung auf dünne Zonen  $< 1 \mu\text{m}$ .

**Injektion.** Übergang von Elektronen aus dem n-Gebiet in das p-Gebiet bzw. von Löchern in umgekehrter Richtung bei ge-

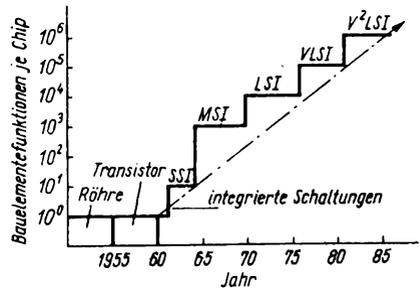
sperstem  $\uparrow$ pn-Übergang, so daß sie jeweils zu Minoritätsladungsträgern werden. Durch Rekombination kann Strahlung abgegeben werden ( $\uparrow$ LED).

**Inken.** Von engl. ink, Tinte. Kennzeichnung der nicht funktionsfähigen Chips auf der Halbleiterscheibe durch Farbtupfer bei der  $\uparrow$ Chiptestung.

**In-line-Farbbildröhre.** Gegenüber der Lochmaskenröhre verbesserte Farbbildröhre mit 3 nebeneinanderliegenden (in-line) Katenoden für die Grundfarben. Massenhafter Einsatz in Farbfernsehgeräten und für Farbdisplays.  $\uparrow$ Black-stripe-Farbbildröhre.

**InP** Indiumphosphid; Halbleiterwerkstoff, u. a. eingesetzt für  $\uparrow$ Solarbatterien und Mikrowellenbauelemente.

**Integrationsgrad.** Maß für die Zahl der Bauelemente bzw. Funktionen, die auf einem Chip realisiert sind. Stürmische Entwicklung von SSI (small scale integration) mit 10 bis 100 über MSI (medium scale integration) mit 100 bis 1000 zu LSI (large scale integration) mit 1000 bis 10000 und VLSI (very large scale integration) mit 10000 bis 100000 und schließlich zu  $V^2LSI$  mit über 100000 Bauelementefunktionen je  $\uparrow$ Chip. Methode zur Erhöhung des Integrationsgrads:  $\uparrow$ scaling down. IG hängt ab von der Chipfläche, der Fläche je Zelle und der Fläche für die Kontakte und Verbindungen. Bei Vergrößerung der Chipfläche sinkt die Ausbeute wegen der Kristallbaufehler. Im Bild ist die Entwicklung des IG dargestellt. Höchste Integrationsgrade werden vor allem für  $\uparrow$ Halbleiterspeicher benötigt. Man rechnet hier mit Integrationsgraden von  $10^8$  für die Mitte der 90er Jahre.



**integrierte binäre Schaltungen.** Man unterscheidet ↑Speicher und kombinatorische Schaltungen, insbesondere Rechenschaltungen; ↑integrierte Schaltung.

**integrierte Mikrowellenschaltung.** Meist in ↑Hybridtechnik hergestellter Schaltkreis für Mikrowellen. Als Substrat dient üblicherweise Keramik ( $Al_2O_3$  bis in den 10-GHz-Bereich). Die verwendeten Bauelemente werden nach der ↑Schichttechnik hergestellt. Für sehr hohe Frequenzen  $>30$  GHz werden mit ↑Epitaxieverfahren realisierte monolithische Mikrowellenschaltkreise eingesetzt.

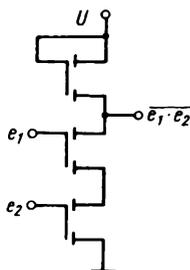
**integrierte Optik.** Verwendung optoelektronischer Bauelemente (↑Laserdioden, ↑Fotodioden) in Verbindung mit optischen Bauelementen (↑Lichtleiter, Prismenkoppler, optische Filter) zur Herstellung von Festkörperschaltkreisen; oft auch mit akustoelektronischen oder akustooptischen Effekten, z. B. unter Benutzung von akustischen Oberflächenwellenfiltern.

**integrierter Bipolarschaltkreis.** Nach Verfahren der Bipolartechnik hergestellter Schaltkreis unter Verwendung ↑integrierter Bipolartransistoren, ↑integrierter Widerstände und ↑integrierter Sperrschichtkondensatoren. Hohe ↑Integrationsgrade erreicht man u. a. mit der  $I^2L$ -Technik.

**integrierter Bipolartransistor.** Wichtigstes Bauelement der Bipolartechnik, mit ↑Lateraltransistoren realisiert.

**integrierter Kondensator.** Dünnschichtkondensator; ↑integrierter Sperrschichtkondensator.

**integrierter MIS-Schaltkreis.** Auch integrierter MOS-Schaltkreis genannt. Sie enthalten in Streifenstruktur realisierte MISFET, integrierte Sperrschichtkondensatoren und entsprechend beschaltete MISFET als Widerstände. Sie benötigen wesentlich geringere Anzahl von Bearbeitungsschritten als bei der Bipolartechnik, dagegen haben sie als Nachteil größere Schaltzeiten. Wegen der hohen Eingangswiderstände der Feldeffekttransistoren ergeben sich relativ einfache Schaltungsstrukturen, wie im Bild für ein NAND-Gatter gezeigt.



**integrierter MOS-Schaltkreis** ↑integrierter MIS-Schaltkreis

**integrierter Operationsverstärker.** Gleichspannungsverstärker mit Differenzeingang, hoher Differenzverstärkung bei großer Bandbreite und guter Linearität. Bild a Schaltbild; Bild b Ersatzschaltung. Ferner weisen sie eine sehr geringe Gleichtaktverstärkung, einen hohen Eingangs- und kleinen Ausgangswiderstand sowie möglichst kleine Drift und Offsetspannung auf. Bild c zeigt den prinzipiellen Aufbau. Typische Daten und Anwendungen vgl. [12]. ↑Operationsverstärker.

**integrierter Sperrschichtkondensator.** Verwendung der Sperrschichtkapazität der ↑pn-Übergänge von ↑Bipolartransistoren bzw. der Kapazität zwischen den Tor und Substrat bei MISFET zur Realisierung von Kapazitäten für integrierte Schaltungen.

**integrierter Widerstand.** Widerstand der Mikroelektronik, realisiert entweder als ↑diffundierter Widerstand, Dünnschichtwiderstand oder als integrierter Sperrschichtwiderstand.

**integrierter Schaltkreis** ↑integrierte Schaltung

**integrierte Schaltung.** Meist nach einheitlicher mikroelektronischer Technologie hergestellter Schaltkreis. Dabei werden folgende Prozessschritte nacheinander durchgeführt: 1. Herstellen des Substrats auf der Halbleiterscheibe; 2. Herstellen der einzelnen Schaltkreise auf dem Grundmaterial durch Schichttechnologie und Metallisierung der Leiterpfade; 3. Prüfen der Schaltkreise durch ↑Chiptesting mit Kennzeichnung der funktionstüchtigen Schaltkreise (↑Inken); 4. Vereinzeln der Schalt-

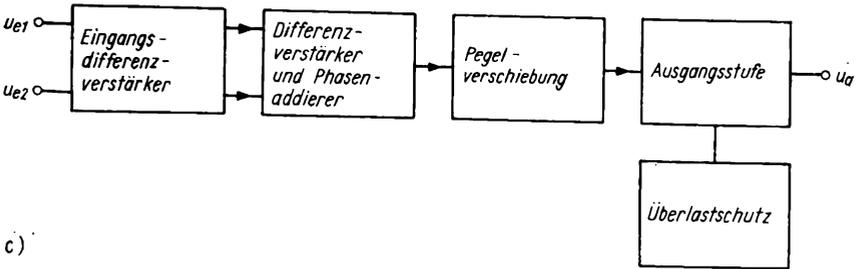
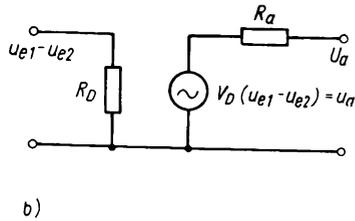
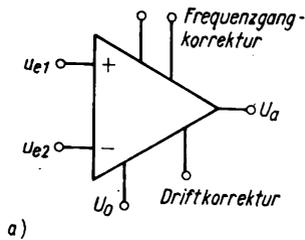


Bild zu integrierter Operationsverstärker

kreise in Chips; 5. Kontaktieren und Verpacken der Chips. Je nach Struktur und Herstellungsverfahren entstehen entweder  $\uparrow$ Bipolar- oder MIS-Schaltkreise. IS, die aus einem einzigen Halbleiterblock entstehen, werden monolithisch genannt.

Man unterscheidet integrierte analoge und digitale Schaltungen. Der bedeutsamste Analogschaltkreis ist der  $\uparrow$ integrierte Operationsverstärker. Für die Konsumelektronik stehen Empfängerschaltkreise (z. B. A 244 D), NF-Verstärkerschaltkreise (z. B. A 211 D) sowie Schaltkreise für Fernsehempfänger zur Verfügung. Reglerschaltkreise, Komparatoren, Phasenregelschaltungen und Filter (z. B. akustische Oberflächenwellenfilter) sind weitere Analogschaltkreise.

Bei den Digitalschaltkreisen haben die hochintegrierten  $\uparrow$ Mikroprozessoren, Halbleiterspeicher, programmierbaren logischen Felder sowie die Eingabe- und Ausgabeschaltkreise besonders große Bedeutung. Mittlere Integrationsgrade weisen Multiplexer, Kodeumsetzer, Zähler-schaltungen, Register und Arithmetikschaltungen auf.

### Intrinsic-Halbleiter $\uparrow$ Eigenleitung

**Inversion.** Umkehr eines Leitfähigkeitstyps eines Halbleiters durch Spannungen.

**Inverter.** Grundelemente der statischen  $\uparrow$ Logikschaltkreise. Ergibt jeweils das andere binäre Signal (0; 1) am Ausgang bzw. einen Vorzeichenwechsel bei analogen Signalen.

**Ionenimplantation.** Verfahren zur  $\uparrow$ Dotierung von Halbleiterkristallen mit Ionenstrahlen. Der Vorteil gegenüber der selektiven Diffusion besteht im Fortfall der  $\uparrow$ Masken und in der Steuerbarkeit des Ionenstroms und damit der Eindringtiefe.

**ionensensitiver Feldeffekttransistor.** Meßgrößenaufnehmer auf Halbleiterbasis zur Messung chemischer Größen durch Beeinflussung der Parameter von  $\uparrow$ Feldeffekttransistoren durch Gase.  $\uparrow$ CHEMFET.

**Ionenstrahlzerstäubung.** Auch Sputtern genannt. In der  $\uparrow$ Dünnschichttechnik verwendetes Verfahren, bei dem mittels Ionenstrahls aus dem Target Atome herausgeschlagen werden, die sich -, durch eine Maske gesteuert - auf dem Substrat als dünner Film niederschlagen.

**IOS (input/output system).** Eingabe-Ausgabe-Schaltkreis.

**IRE** (infra-red emitting diode). Infrarotlicht emittierende Diode. ↑LED.

**IS**. Integrierter Schaltkreis; ↑integrierte Schaltung.

**ISFET** (ion sensitive FET). Feldeffekttransistor, der als Sensor für Ionenkonzentrationsmessungen eingesetzt wird. Erreicht wird dies durch chemisch-aktive Gatestruktur. ↑CHEMFET.

**ISL** (integrated Schottky logic). Integrierte Schottky-Logik.

**Isolationstechniken**. Zur Isolation der einzelnen Elemente einer integrierten Schaltung werden verschiedene Techniken verwendet: die Widerstands-Isolation, z. B. bei der ↑TRIMASK-Technik; die dielektrische Isolation durch Trennfugen, z. B. bei der ↑SOS-Technik, oder durch Feststoffisolatoren, z. B.  $\text{SiO}_2$  oder Keramik bei der ↑ISOPLANAR-Technik oder dem ↑LOCOS-Verfahren, sowie die Isolation durch in Sperrichtung vorgespinnene ↑pn-Übergänge.

**isolierte Insel**. Realisierung isolierter Halbleitergebiete durch gezieltes Einbringen von Störstellen in der Bipolartechnik (meist n-Inseln mit ↑begrabener Schicht). Anwendung zur Isolation bei integrierten Schaltungen.

**ISOPLANAR-Technik**. Verfahren der ↑Bipolartechnik, bei dem isolierte Inseln durch Ätzung von Gräben und Ausfüllen mit  $\text{SiO}_2$  bzw. Glas oder Keramik hergestellt werden, bevor Emitter- und Basisstrecke durch ↑Diffusion aufgebracht werden. Das Verfahren wird in abgewandelter Form auch bei CMOS-Schaltkreisen angewendet. ↑Isolationstechniken.

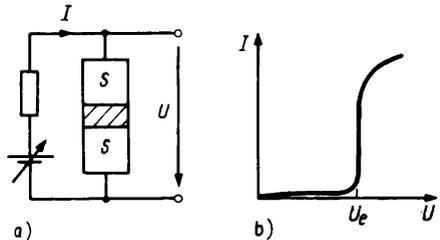
**ITR** (integrated thyristor rectifier). Integrierter Thyristor-Gleichrichter. ↑Thyristor mit integrierter Ansteuerung.

**JCCD** (junction CCD). Sperrschicht-↑CCD-Struktur.

**JI** (junction insulation). ↑Sperrschichtisolation.

**JFET** (junction FET). Sperrschicht-↑Feldeffekttransistor.

**Josephson-Effekt**. Besteht zwischen 2 gleichen Supraleitern (S) eine schwach supraleitende Verbindung (im Bild a schraffiert), so erhält man in Abhängigkeit vom Strom  $I$  die im Bild b dargestellte Spannungs-kennlinie. Liegt die Spannung wenig über  $U_e$ , so entsteht ein Wechselstrom, dessen Frequenz der Spannung proportional ist. Der Effekt wird angewendet zur Messung magnetischer Felder (↑SQUID), als Spannungsstandard, in der Höchsthochfrequenztechnik bei parametrischen Verstärkern und bei digitalen Schaltelementen. Bei letzteren erreicht man bei Abmessungen von Mikrometern und darunter sehr kurze Schaltzeiten (ps) und Packungsdichten bis  $10^6/\text{cm}^2$ . Bei Einsatz in der Technik könnte sich damit eine wesentliche Erhöhung von Packungsdichte und ↑Integrationsgrad bei entscheidender Verkleinerung der Schaltzeiten ergeben. Dem steht als Nachteil der Betrieb bei Tieftemperaturen entgegen. Aus diesem Grund wird eine andere Realisierung sehr kurzer Schaltzeiten z. B. mit ↑GaAs-Schaltkreisen angestrebt. ↑HEMT.



**Josephson-Technik** ↑Josephson-Effekt

**Kanal**. Schmalere leitender Bereich in einem Halbleiter, z. B. ↑Feldeffekttransistor.

**Kanalelektronenvervielfacher**. Bei einem halbleitenden Kanal aus ↑Chalkogenidglas wirkt die innere Fläche für UV-Licht und weiche Röntgenstrahlung als Fotokathode. Durch Beschleunigung der Elektronen längs der Kanalachse werden Sekundärelektronen ausgelöst. Angewendet bei der ↑Mikrokanalplatte.

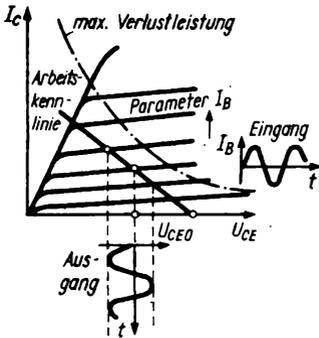
**Kapselung**. Verschließen von Schaltkreisen durch Vergießen oder Lackieren bzw. hermetisch in ↑Gehäusen z. B. durch Löten oder Schweißen.

**Katode.** Anschlußelektrode bei Elektrodenröhren oder Dioden.

**Kellerspeicher.** ↑Halbleiterspeicher, bei dem jeweils die zuletzt gespeicherte Information gelesen bzw. eine weitere Information gespeichert werden kann, solange dies die Speichertiefe zuläßt.

**Kenngrößen** ↑Kennlinie

**Kennlinie.** Darstellung in den meisten Fällen der Strom-Spannungs-Charakteristik bei jeweils festgehaltenen weiteren Parametern (Kennlinienfeld; s. Bild) mit der maximalen Verlustleistung (Hyperbel). Dient zur grafischen Ermittlung der Ausgangsgröße mit der Methode der Arbeitskennlinien bei insbesondere nichtlinearen Zusammenhängen, die sich mathematisch oft nicht geschlossen lösen lassen. Aus dem Kennlinienfeld können die Kenngrößen grafisch ermittelt werden.



**Klebmontage.** Montage von Bauelementen, insbesondere ↑Chips, unter Einsatz von nichtleitenden oder leitenden Epoxidharzklebern.

**KMOS-Struktur.** Planare Kurzkanalstruktur. ↑Kurzkanaltechnik.

**Kollektor.** Anschluß eines ↑Bipolartransistors.

**Kollektorverstärker** ↑Grundsaltungen

**Komplementärtransistoren.** Ein Transistorpaar mit unterschiedlichem ↑Leitfähigkeitstyp, bei ↑Bipolartransistoren npn- und pnp-Typen, bei ↑Feldeffekttransistoren p-Kanal- und n-Kanal-Typen (↑CMOS). Sie ermöglichen günstigere Schaltungen, z. B. bei Verstärkern in Gegentaktbetrieb.

**Kondensatorspeicher** ↑dynamischer Speicher

**Konvektionsstrom.** Strom infolge bewegter Ladungen, im Gegensatz zum Verschiebungsstrom im Dielektrikum.

**Kopierlack.** Fotolack; ↑Fotolithografie.

**Korrelatorschaltkreis.** Schaltkreis zur Realisierung der Polaritätskorrelationsfunktion. Er besteht aus Äquivalenz-, Summier- und Verzögerungsglied sowie einem Schieberegister als Speicher.

**Kostengesetz der Mikroelektronik.** Die Gesamtkosten einer ↑integrierten Schaltung  $K_g$  berechnen sich mit den Kosten für die Produktionsvorbereitung einschließlich der Umrüstung einer Produktionsstraße  $K_v$ , den Kosten der laufenden Produktion  $K_p$  und der Stückzahl  $S$  zu

$$K_g = K_v/S + K_p.$$

Danach gibt es einen optimalen ↑Integrationsgrad, der 1975 bei etwa 10 000 Bauelementefunktionen/Chip lag [16] und der mit der Zeit ansteigt.

**Kristall.** Festkörper oder Flüssigkeit (↑Flüssigkristall) mit periodischer Anordnung von Atomen oder Atomgruppen im 3dimensionalen Raum. Für die Halbleitertechnik wichtig sind Diamantgitterstruktur (↑Germanium; ↑Silizium) sowie Zinkblendestruktur (↑Galliumarsenid). ↑Einkristalle mit möglichst geringen ↑Kristallbaufehlern werden mit den Verfahren der ↑Kristallzüchtung hergestellt.

**Kristallbaufehler.** Auch Gitterfehler genannt. Abweichungen im regelmäßigen Aufbau der ↑Kristalle infolge Versetzungen, Leerstellen, Fremdatomen und Stapelfehlern. Kristallbaufehler machen die entsprechenden ↑Chips unbrauchbar und bestimmen daher maßgeblich Ausbeute und optimale Chipfläche. Werden gewollt erzeugt bei der ↑Dotierung von Halbleitern.

**Kristallzüchtung.** Verfahren zur Herstellung von ↑Einkristallen mit möglichst wenigen ↑Kristallbaufehlern, für die Halbleitertechnik hauptsächlich aus ↑Silizium, ↑Germanium und ↑Galliumarsenid. In der Halbleitertechnik werden das ↑Zonen-

schmelzverfahren sowie das  $\uparrow$ Czochralski-Ziehverfahren benutzt.

**Kryotron.** Tieftemperaturschaltelement, bei dem 2 Supraleiter mit unterschiedlicher Sprungtemperatur verbunden werden. Von einem bestimmten Strom ab wird der eine Leiter über das Magnetfeld des steuernden Leiters vom supraleitenden in den normalleitenden Zustand geschaltet. Bei Ausnutzung des  $\uparrow$ Josephson-Effekts ergeben sich bei Josephson-Elementen sehr kurze Schaltzeiten.

**Kundenwunschschaltkreis**  $\uparrow$ Anwenderschaltkreis

**Kurzkanaltechnik.** Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Erhöhung des  $\uparrow$ Integrationsgrads durch Verringerung der Kanallängen von 5 bis  $10\ \mu\text{m}$  auf 0,5 bis  $1\ \mu\text{m}$  wird bei der Kurzkanaltechnik erreicht. Dies gelingt durch Einsatz der  $\uparrow$ V MOS-Technik sowie der Elektronenstrahl- und  $\uparrow$ Röntgenlithographie.

**Kurzschlußausgangsleitwert.** Komplexer Leitwert an den Ausgangsklemmen bei kurzgeschlossen Eingangsklemmen beim  $\uparrow$ Bipolartransistor.

**Kurzschlußeingangsleitwert.** Komplexer Leitwert an den Eingangsklemmen bei kurzgeschlossen Ausgangsklemmen beim  $\uparrow$ Bipolartransistor.

**Kurzschlußstromverstärkung.** Verhältnis der Ausgangsstromänderung zur Eingangsstromänderung bei kurzgeschlossenem Eingang beim  $\uparrow$ Bipolartransistor.

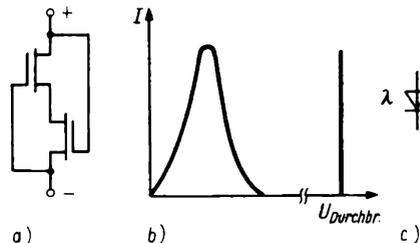
**Ladungsgekoppeltes Baelement**  $\uparrow$ Ladungsverschiebeelement

**Ladungstransfertechnik.** Synonym für  $\uparrow$ CCD.

**Ladungsverschiebeelement.** Gruppe von Baelementen, bei denen an der Oberfläche eines Halbleiters gespeicherte Ladungen mittels Feldelektroden verschoben werden; meist in  $\uparrow$ MIS-Technik realisiert. Verschiedene Typen:  $\uparrow$ CCD-Element;  $\uparrow$ BBD-Element;  $\uparrow$ SCT-Element.

**Lambdadiode.** Baelement aus 2 komplementären Feldeffekttransistoren mit  $\Lambda$ -

förmiger Kennlinie. Bild a Ersatzschaltung; Bild b Kennlinie; Bild c Schaltbild. Wird angewendet zur Spannungsüberwachung oder zur Konstanthaltung der Schwingamplitude von Oszillatoren.



**LARAM** (line adressable RAM).  $\uparrow$ CCD-Speicherelement mit linienförmiger Adressierung, d. h. pseudowahlfreiem Zugriff.

**LASCR** (light-activated silicon controlled rectifier). Lichtaktivierter steuerbarer Siliziumgleichrichter.  $\uparrow$ Fotothyristor.

**Laser** (light amplification by stimulated emission of radiation). Verstärker für Licht und Generator für kohärente Strahlung im Lichtbereich. Man unterscheidet Festkörper-, Flüssigkeits- und Gaslaser mit optischen Pumpen,  $\uparrow$ Halbleiterlaser ( $\uparrow$ Laserdioden) mit Trägerinjektion bzw. Elektronenstrahlanregung. Die erzeugte Frequenz (Einmodenlaser) bzw. die erzeugten Frequenzen (Mehrmodenlaser) werden durch die Abmessungen eines optischen Resonators bestimmt.

**Laserdiode.** Halbleiterdiode, die kohärentes Licht ausstrahlt. Als Werkstoffe werden  $\uparrow$ Galliumarsenid (Realisierung  $\uparrow$ LPE-Verfahren), neuerdings auch PbS, PbSe, PbTe und SnTe sowie deren Legierungen verwendet.  $\uparrow$ Halbleiterlaser.

**Laserstrahlgleich.** Abgleichen von Dick- bzw. Dünnschichtwiderständen u. a. durch gesteuertes Verdampfen der Schicht mittels Laserstrahls mit hoher Impulsleistung (kW).  $\uparrow$ Elektronenstrahlgleich.

**Laserstrip.** Verwendung eines  $\text{CO}_2$ -Lasers zum schonenden Entfernen von Isolationsüberzügen.

**Lasertrimmen**  $\uparrow$ Laserstrahlgleich

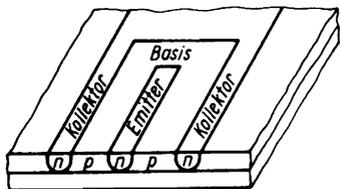
**LASOS** (laser annealed silicon on sap-

phire). Verfahren zum Ausheilen von SOS-Strukturen durch Laserstrahlung.

**Lastfaktor.** Maß für die Belastbarkeit von Eingang ( $\uparrow$ fan-in) bzw. Ausgang ( $\uparrow$ fan-out) eines Schaltkreises durch ein Vielfaches der Einheitslast bzw. Zahl der anschließbaren Ein- oder Ausgänge anderer Schaltkreise der gleichen Schaltkreisfamilie.

**Latch.** Unidirektionaler Pufferspeicher, z. B. als universeller E/A-Baustein.

**Lateraltransistor.** Laterales Halbleiterbauelement, eingesetzt in  $I^2L$ -Schaltkreisen. Werden in Streifenform oder ringförmig durch  $\uparrow$ Diffusion,  $\uparrow$ Elektronenstrahl- oder Ionenstrahl-dotierung realisiert (s. Bild).  $\uparrow$ TRIMASK-Technik. Als Vorteil gegenüber  $\uparrow$ Planartransistoren sind weniger Prozessschritte erforderlich; als Nachteil ergeben sich schlechtere Parameter, wie Grenzfrequenzen von nur einigen Megahertz und Stromverstärkungen von nur 1 bis 25.



**LATV (logic array test vehicle).** Testeinrichtung für Logikschaltungen bzw. für logische Felder.

**Laufzeitdiode**  $\uparrow$ Lawinenlaufzeitdiode

**Lawinenbildung.** Vervielfachung von Ladungsträgern in Halbleitern oder Gasen durch Stoßionisation. Ausgenutzt bei Sperrschicht- $\uparrow$ pn-Übergängen, wobei die vorhandenen freien Ladungsträger durch ein elektrisches Feld im pn-Übergang beschleunigt werden. Bei einer bestimmten kritischen Spannung werden weitere freie Ladungsträger durch Stoßionisation erzeugt usw. (Lawinenvervielfachung). Ausgenutzt bei  $\uparrow$ Lawinendiode und  $\uparrow$ Lawinentransistoren.

**Lawinendiode.** Auch Avalanchediode genannt. Diode, die infolge  $\uparrow$ Lawinenbildung eine negative Kennlinie besitzt. Einsatz bei Mikrowellenverstärkern und Oszillatoren.  $\uparrow$ Lawinenlaufzeitdiode.

**Lawinenlaufzeitdiode.** Auch IMPATT-Diode genannt. Erzeugung eines negativen differentiellen Widerstands durch Laufzeitverzögerung und  $\uparrow$ Lawinenbildung in einem eigenleitenden Laufzeitgebiet. Zur Verstärkung und Schwingungserzeugung in Verbindung mit Hohlraumresonatoren eingesetzt, wobei sehr hohe Frequenzen von einigen Gigahertz erreichbar sind. Beim sog.  $\uparrow$ ARP- bzw.  $\uparrow$ TRAPATT-Betrieb ergeben sich Wirkungsgrade bis zu 60 % bei jedoch wesentlich geringeren Frequenzen. Die Bauelemente werden auch zur Impulsformung eingesetzt.

**Lawinentransistor.**  $\uparrow$ Bipolartransistor, bei dem eine  $\uparrow$ Lawinenbildung am  $\uparrow$ pn-Übergang zwischen Basis und Kollektor auftritt. Damit lassen sich negative differentielle Widerstände erzeugen ( $\uparrow$ Lawinenlaufzeitdiode). Wird u. a. eingesetzt zur Erzeugung von Impulsen mit sehr steilen Anstiegsflanken.

**Layout.** Allgemein: Anordnung von Schaltelementen zu einer gegebenen Schaltung, z. B. auf einer Leiterplatte. Bei der Halbleitertechnologie: Lage der Leiterbahnen sowie der Fenster für die verschieden dotierten Halbleitergebiete. Das Layout stellt die Grundlage dar zur Herstellung der  $\uparrow$ Masken für die Realisierung der entsprechenden technologischen Schritte, wie Ätzprozesse,  $\uparrow$ Diffusion usw., zur Herstellung integrierter Schaltungen.  $\uparrow$ CAD.

**LCD (liquid crystal display).**  $\uparrow$ Flüssigkristallanzeige.

**LCDTL (load compensated DTL).**  $\uparrow$ DTL mit Lastkompensation.

**LDR (light dependend resistor).**  $\uparrow$ Fotowiderstand.

**LEC-Verfahren (Liquid-encapsulated-Czo-chralski-Verfahren).** Meist benutztes Verfahren zur Züchtung von GaAs-Einkristallen im Hochdruck-Czochralski-Prozess mit Flüssigkeitskapselung der Schmelze.

**Leckwiderstand.** Widerstand einer  $\uparrow$ Halbleiterdiode in Sperrichtung.

**LED (light emitting diode).** Lichtemittierende Diode, auch Lumineszenzdiode genannt. In Durchlaßrichtung betriebene pn-Diode, die Licht aussendet (s. Schaltbild);

nach ↑Epitaxieverfahren realisiert: GaAs je nach Epitaxieschicht und Dotierung für infrarotes, rotes oder orangefarbiges Licht, GaP für rotes, gelbes oder grünes Licht.



**LEDA (↑LED-array).** Leuchtdioden-(↑LED-)Matrix, eingesetzt z. B. als elektrofotografischer Drucker.

**Leerlaufausgangsleitwert.** Komplexer Leitwert am Ausgang eines ↑Bipolartransistors bei leerlaufendem Eingang.

**Leerlaufeingangsleitwert.** Komplexer Leitwert am Eingang eines ↑Bipolartransistors bei leerlaufendem Ausgang.

**Leerlaufverstärkung.** Spannungsverstärkung bei unbelastetem Ausgang.

**Legierungstransistor.** ↑Bipolartransistor, bei dem auf beiden Seiten eines n-leitenden Germaniumhalbleiters Indium einlegiert wird (p-Bereich). Einsatz im Niederfrequenzbereich.

**Leistungselektronik.** Einsatz der Halbleitertechnik zum Schalten und Stellen, zur Gleichrichtung, Wechselrichtung und Umrichtung großer Leistungen. ↑Leistungs-transistor. ↑Thyristor. Neueste Realisierungsmöglichkeiten s. ↑HEXFET. ↑GTO.

**Leistungs transistor.** Meist ↑Bipolartransistoren, oft in ↑Darlington-Schaltung, mit großflächigem ↑pn-Übergang und Maßnahmen zur guten Wärmeableitung. Mit hochohmigem Eingang werden neuerdings ↑HEXFET eingesetzt. Verwendet in der ↑Leistungselektronik sowie bei Leistungs- und Endverstärkern.

**Leiterplatte** ↑gedruckte Schaltung

**Leitfähigkeitstyp.** Man unterscheidet p-(Löcher-) und n-(Elektronen-)Leitfähigkeit. ↑Feldeffekttransistor; ↑Komplementärtransistoren; ↑Bipolartransistor.

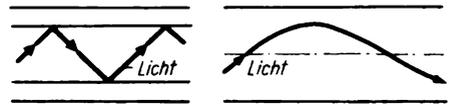
**Leitungsband** ↑Bändermodell

**LEROM (light erasable ↑ROM).** Mit UV-Licht löscharer ↑ROM. ↑EPROM.

**Leuchtdiode** ↑LED

**LIC (linear integrated circuit).** Linear integrierte Schaltung.

**Lichtwellenleiter.** Optischer Wellenleiter für die Lichtleiterübertragung und ↑Optoelektronik. Beim Multimoden-Stufenprofil-leiter (Bild a) mit Kern und Mantel aus Material mit verschiedenem Reflexionsfaktor besteht eine größere Dämpfung (10 dB/km und mehr) als beim Multimoden-Gradientenleiter (1 dB und weniger) mit stetig sich änderndem Brechungsindex (Bild b) bzw. beim noch günstigeren Monomoden-Stufenprofil-leiter. Lichtwellenleiter weisen gegenüber Kupferleitern wesentliche Vorteile auf, wie große Übertragungsbandbreite, Unabhängigkeit gegenüber elektrischen und magnetischen Störfeldern und geringere Materialkosten.



a)

b)

Gegenwärtig Übergang vom Wellenlängenbereich  $0,85 \mu\text{m}$  zu  $1,3 \mu\text{m}$  und in Vorbereitung zu  $1,55 \mu\text{m}$  wegen der Vorteile einer geringeren Dämpfung ( $0,85 \mu\text{m} \approx 3 \text{ dB/km}$ ;  $1,55 \mu\text{m} \approx 0,3 \text{ dB/km}$ ) und damit einer wesentlich größeren Verstärkerfeldlänge. Dabei werden für Weitverbindungen im  $1,55\text{-}\mu\text{m}$ -Bereich Monomodenfasern zum Einsatz kommen (Bitraten  $500 \text{ MBit/s}$  und größer bei erwarteten Verstärkerfeldlängen von etwa  $100 \text{ km}$ ), während für die Kurzstreckenübertragung (Automatisierungstechnik; Meßtechnik; Rechentechnik) die billigere  $0,85\text{-}\mu\text{m}$ -Technik, z. T. unter Verwendung billiger Plastikwellenleiter, ihre Bedeutung behält. Für die Umsetzung der Signale am Ein- und Ausgang werden Bauelemente der ↑Optoelektronik eingesetzt.

**LID (leadless inverted device).** In Epoxidharz gekapseltes Halbleiterbauelement auf keramischem Träger.

**LIFO (last in - first out).** Kellerspeicher, bei dem die zuletzt eingeschriebene Information als erste ausgelesen wird. ↑FIFO.

**Light-emitting-display (LED).** Matrixan-

Schaltkreisfamilie	Leistungsverbrauch/mW	Verzögerungszeit/ns	Max. Frequenz/MHz	Störspannungsabstand/V	Fan-out
Standard-TTL	10	10	50	1	10
Schottky-TTL	20	3	125	1	10
TTL	30	10	50	1.7	
ECL	30 ... 100	2	500		
MIS	0.01 ... 1	100 ... 200		1 ... 3	200 MIS
CMOS	0.01				
PL	0.01	10 ... 100			

(Tafel zu Logikschaltkreis)

ordnung von lichtemittierenden Dioden (†LED). †Display.

**Liquid-crystal-display (LCD).** Matrixartige Anordnung von Flüssigkristallelementen. †Flüssigkristallanzeige; †Display.

**Lithographie.** Elektronenstrahlolithographie; †Röntgenlithographie.

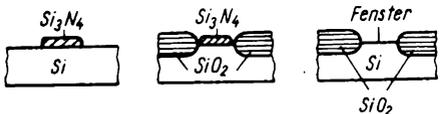
**LLL (low level logic).** Niedrig-Pegel-Logik, realisiert meist durch bipolare †LSI. †Logikpegel.

**LLS (logic layout system).** Programm für die Komponentenplatzierung und für die Trassierung beim Entwurf elektronischer Schaltkreise. †CAD.

**Loch.** Auch Defektelektron oder Fehlstelle genanntes Atom im Festkörper, das Elektronen abgegeben hat und daher wie ein positiver Ladungsträger wirkt. †Leitfähigkeitstyp.

**LOCOS-Verfahren (local oxidation of CMOS).** Verfahren zur Herstellung von †CMOS-Strukturen (oxidisierte CMOS-Struktur).

**LOCOS-Verfahren (local oxidation of silicon).** Beim LOCOS-Verfahren werden Masken für die selektive †Diffusion durch Be-

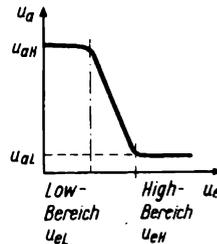


deckung der Fenster mit einer  $\text{SiN}_4$ -Schicht und einem dem Ätzzvorgang folgenden Oxydationsprozess ( $\text{SiO}_2$ ) hergestellt. Nach Entfernen der  $\text{SiN}_4$ -Schicht entsteht das Diffusionsfenster (s. Bild). †Isolationstechniken.

**Löcherleitung †Leitfähigkeitstyp**

**Logikschaltkreis.** Aus logischen Grundelementen (logische Verknüpfung mit Verstärkung bzw. Inversion zur Wiederherstellung des †logischen Pegels) aufgebauter Schaltkreis. Die Tafel gibt einen Überblick über wichtige Kenngrößen logischer Grundschaltungen verschiedener †Schaltkreisfamilien [16].

**logischer Pegel.** Jede sog. Transferkennlinie eines binären Schaltelements hat die im Bild dargestellte Form. Hieraus ergeben sich logische Pegel für den hohen (High = H) und den niedrigen Wert (Low = L). In der Tafel sind die Pegel wichtiger Schaltkreisfamilien zusammengestellt.



**logisches Verknüpfungselement †Gatter**

**LOSOS (local oxidation of SOS).** Das Verfahren ermöglicht besonders kleine Sperrschichtkapazitäten bei hohen Durchbruchspannungen und wird daher auch bei der Großintegration angewendet. †SOS-Technik.

**Low-power-Logik †Schaltkreisfamilie** mit geringer Verlustleistung.

**LPA (low-power array).** Semi-Kundenwunsch-Schaltkreis in Low-power-Ausführung.

Schaltkreisfamilie	$U_L$ V	$U_H$ V
Diskret-pnp	-15 ... -10	-1,0 ... 0
Diskret-npn	0 ... 1,0	10 ... 15
TTL (D 100; E 100)	0 ... 0,5	2,5 ... 5
CMOS	1 ... 2	4 ... 15
I <sup>2</sup> L	≈1	2 ... 5
ECL	≈3	≈4 ... 5
n-Kanal	- 1 ... + 1	5 ... 10
Hochvolt-p-Kanal (U 100)	-20 ... -10	-2 ... 0

(Tafel zu logischer Pegel)

rung, bei dem die Verdrahtung in der letzten Verarbeitungsstufe vor der Verkappung erfolgt.

**LPE-Verfahren** (liquid phase epitaxy). ↑Epitaxieverfahren aus der flüssigen Phase. Heute übliches Verfahren zur Herstellung von Galliumarsenid-Bauelementen. ↑Laserdioden.

**LPL** (↓low-power-logic). Leistungsarme Logikschaltung.

**LPS** (low-power Schottky-TTL). ↑Schottky-TTL mit geringer Verlustleistung. ↑LSTTL.

**LPTTL** (low-power TTL). ↑TTL mit geringer Verlustleistung.

**LSDI** (large scale display integration). Großintegration bei ↑Displays; Technologie zur Realisierung von Halbleiter-Displays.

**LSI** (large scale integration). ↑Integrationsgrad.

**LSL** (low-speed logic). Langsame, jedoch dafür meist störsichere Logikschaltung (Taktfrequenzen <100 kHz).

**LS<sup>2</sup>**. ↑TTL-Logik mit verbesserten Eigenschaften gegenüber ↑LSTTL, u. a. durch Verwendung von ↑Multiemittertransistoren realisiert.

**LST<sup>2</sup>L**. Synonym für ↑LSTTL.

**LSTTL** (low-power Schottky-TTL). Bipolare ↑TTL-Schaltungstechnik mit wesentlich geringerer Verlustleistung.

## Lumineszenzdiode ↑LED

**Lumineszenzdisplay**. Lumineszenzanzeigematrix mit Zellen aus ↑LED in Schichttechnologie hergestellt zur Realisierung von flächigen Punktrasteranzeigen.

**LVMOS** (lateral VMOS). ↑VMOS; ↑Lateraltransistor.

## Madistor ↑Magnetodiode

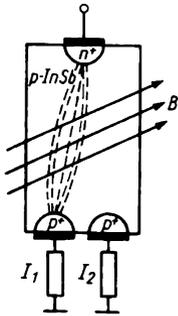
**MADOS** (magnetic domain storage). Magnetdomänenspeicher, ↑Magnetblasenspeicher.

**MAGFET**. Magnetfeldabhängiger FET; geeignet zur Messung von Magnetfeldern bzw. als Sensor.

**Magnetblasenspeicher**. Auch Bubble-, Blasen- oder Domänenspeicher genannt. Schreib-Lese-Speicher (↑RAM), der sich wie alle magnetischen Speicher durch die Erhaltung des Speicherzustands auch bei Spannungsausfall auszeichnet (non-volatile). Zur Informationsspeicherung wird die Magnetisierung von in einer dünnen ferromagnetischen Schicht aus Gadolinium-Gallium-Granat bestehenden Domänen (meist zylindrische Bereiche mit 1 bis 5 μm Durchmesser) benutzt, die magnetisch, aber auch elektrisch oder magnetooptisch verändert werden kann. Man erhält bei Speicherdichten bis zu 10<sup>14</sup> Bit/cm<sup>3</sup> und Zugriffszeiten von 10<sup>-5</sup> bis 10<sup>-3</sup> s relativ große Speicherkapazitäten bis zu einigen Megabit. Der Magnetblasenspeicher wird gegenwärtig wegen der relativ hohen Kosten (etwa um den Faktor 5 bis 10 teurer als Halbleiterspeicher) nur für Spezialanwendungen eingesetzt (z. B. bei der Steuerung von Werkzeugmaschinen).

**Magnetodiode**. Auch Madistor genannt. p<sup>+</sup>nn<sup>+</sup>-Halbleiterdiode, bei der der Strom im Durchlaßbereich durch ein Magnetfeld quer zur Sperrichtung beeinflusst (verringert) werden kann. Bei Anbringen mehrerer p<sup>+</sup>-Gebiete kann durch das Magnetfeld ein Umschalten des Stromes hervorgerufen (s. Bild), d. h. die Magnetodiode kann als mehrstufiger Schalter eingesetzt werden. Wegen der hohen Empfindlichkeit gegenüber Magnetfeldern in der Schichtebene bei gleichzeitig kleinen Abmessungen

( $\approx 1$  mm) verdrängen Magnetodioden zunehmend  $\uparrow$ Hall-Elemente.



**Majoritätsträger.** Diejenige Art von Ladungsträgern im Halbleiter, die gegenüber der anderen Art ( $\uparrow$ Minoritätsträger) in der Überzahl vorhanden ist, d. h. beim  $\uparrow$ Leitfähigkeitstyp n die Elektronen und beim p-Typ die Löcher.

**MAOS** (metal aluminium oxid semiconductor).  $\uparrow$ MOS-Bauelement, das auch als Speicher eingesetzt wird. Den  $\uparrow$ MNOS-Strukturen vergleichbar.

**MAS** (metal aluminium semiconductor).  $\uparrow$ FET mit isoliertem Gate aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .  $\uparrow$ MAOS.

**Maser** (microwave amplification by stimulated emission of radiation). Ein Molekularverstärker, auch Quantenverstärker genannt, der bei geringem Rauschen zur Verstärkung kleiner Leistungen im Mikrowellenbereich geeignet ist. Bei Rückkopplung entsteht ein Mikrowellenoszillator. Das Wirkungsprinzip ist das gleiche wie beim  $\uparrow$ Laser, dort im Bereich der Lichtwellen. Einsatzgebiet als Vorverstärker für die Radioastronomie und für Satellitenempfangsstationen.

**MASFET** (metal alumina silicon FET).  $\uparrow$ MISFET, bei dem als Isolator zwischen Tor und Halbleitermaterial  $\text{Al}_2\text{O}_3$  verwendet wird. Durch Impulse am Tor erfolgt eine Auf- bzw. Entladung von Haftstellen im  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , die wegen der guten Isolation von selbst praktisch nicht abfließen kann (Zeitkonstante  $10^{12}$  h). Eignet sich daher als  $\uparrow$ EPROM.

**Maske.** Schablone, die an durch den Entwurf ( $\uparrow$ Layout) vorgegebenen Stellen lichtdurchlässig (Fotomaske) oder für Diffusionsgase durchlässig ist (Diffusionsmaske, meist Oxidmaske aus  $\text{SiO}_2$ ). Sie wird verwendet beim  $\uparrow$ Siebdruck und zur Strukturierung von  $\uparrow$ Schaltkreisen. Man unterscheidet Wechselmasken und Haftmasken. Letztere werden meist nach dem  $\uparrow$ LOCOS- bzw.  $\uparrow$ PLANOX-Verfahren hergestellt.

**maskenprogrammierbare Schaltung.** Integrierte Schaltung, die in einer der letzten Fertigungsstufen durch eine anwendertypische Verdrahtungs- $\uparrow$ Maske dem jeweiligen Kundenwunsch angepaßt wird;  $\uparrow$ programmierbare Schaltung,  $\uparrow$ Anwenderschaltkreis.

**Master  $\uparrow$ Gate-Array**

**Master-Slice-Technik.** Verfahren zur Großintegration, bei dem auf einem  $\uparrow$ Chip verschiedene bzw. eine Anzahl gleicher Schaltungsgruppen hergestellt werden. Diese werden bei der „festen Verdrahtung ohne vorherige Prüfung“ bzw. bei der „Verdrahtung nach vorheriger Prüfung“ miteinander in höheren Verdrahtungsebenen verbunden, wobei die Ausbeute naturgemäß bei der Verdrahtung nach vorheriger Prüfung höher ist. Vorteilhaft ist die günstige Anpassung an den jeweiligen Verwendungszweck, nachteilig der relativ hohe Aufwand für die für jede Schaltungsgruppe erforderliche  $\uparrow$ Maske.

**MBE** (molecular beam epitaxy)  $\uparrow$ Molekularstrahlepitaxie.

**MBM** (magnetic bubble memory). Abkürzung für  $\uparrow$ Magnetblasenspeicher.

**MBT** (metal base transistor). Metallbasistransistor.  $\uparrow$ Bipolartransistor.

**MCL** (multi-collector logic). Logik mit  $\uparrow$ Multikollektortransistoren.

**MCM** (modular chip mounting). Familie von Bestückungssystemen speziell für  $\uparrow$ Chipbauelemente in  $\uparrow$ SMA-Technologie.

**mechanisches Filter.** Der Mikroelektronik angepaßtes, meist Bandpaßfilter, bei dem mechanische Resonanzerscheinungen mit dem Vorteil sehr hoher Güte ausgenutzt werden. Realisierung entweder unter Nut-

zung des magnetostriktiven Effekts bei den magnetomechanischen Filtern oder unter Nutzung des piezoelektrischen Effekts bei den elektromechanischen Filtern, speziell bei den akustischen Oberflächenwellenfiltern.

**MECL.** Synonym für  $\uparrow$ MECTL. Mehrebenenschaltkreis,  $\uparrow$ 3-D-VLSI-Schaltkreis.

**MECTL** (multi-emitter-coupled transistor logic).  $\uparrow$ TTL mit Einsatz von multiemittergekoppelten Transistoren.

**Mehrdrahtleiterplatte.** Verfahren, auch Multiwireverfahren genannt, bei dem die  $\uparrow$ gedruckte Schaltung zusätzlich durch numerisch gesteuerte Drahtlegemaschinen mit isolierten Drahtleitern verschaltet wird. Hierdurch erreicht man hohe Flexibilität bei geringen Herstellungs- und Entwurfskosten. Für Leiterplatten mit mehr als 4 Anschlußpunkten je Quadratzentimeter oft die ökonomischste Lösung.

**Mehrlagenschaltung**  $\uparrow$ gedruckte Schaltung

**Mehrschichtkeramik.** Verfahren zur Multi-chipverdrahtung. Keramikplatten mit aufgedruckten Leiterzügen und Löchern, die aufeinandergepackt und durchkontaktiert werden, so daß eine 3dimensionale Schaltung entsteht. Bis zu 33 Lagen ergeben einen Funktionsblock, bei dem auf der oberen Lage die Anschlußkontakte, darunter Signalverteilungslagen und – falls notwendig durch Abschirmungslagen getrennt – noch weiter unten die Lagen zur Signalverarbeitung liegen. Die untersten Lagen als fast vollmetallisierte Lagen mit Keramikinseln dienen der Stromversorgung. Heliumfüllung und Wärmeleitstempel in Verbindung mit einer Wasserkühlung sorgen für die Wärmeabführung.  $\uparrow$ TCM.

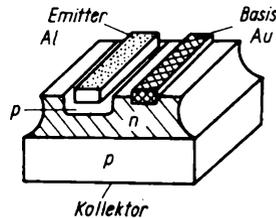
**MEMISTOR** (memory resistor). Auch MEMRISTOR genannt. Widerstand mit Speicherwirkung; der Widerstandswert ist eine Funktion des Strom- bzw. Spannungsintegrals.

**Mesadiode.** pn-Diode, bei der auf einem p-leitenden Halbleiter eine dünne n-leitende Schicht eindiffundiert und anschließend abgeätzt wird, so daß eine sehr kleine Sperrschichtfläche besteht (vgl.

$\uparrow$ Mesatransistor). Daher für sehr hohe Frequenzen geeignet.

**Mesatechnologie.** Technologie zur Herstellung von  $\uparrow$ Mesadioden und  $\uparrow$ Mesatransistoren für die Höchsthochfrequenztechnik.

**Mesatransistor.**  $\uparrow$ Bipolartransistor, bei dem ein p-Halbleiter als Kollektor durch  $\uparrow$ Diffusion eine als Basis wirkende n-Schicht erhält (s. Bild). Durch Legieren eines Alustreifens und eines p-Gebietes entsteht die Emitterzone. Anschließend wird an den 2 Seiten das Halbleitermaterial weggeätzt. Mesatransistoren zeichnen sich durch sehr hohe Grenzfrequenzen aus und werden daher in der Höchsthochfrequenztechnik eingesetzt.



**MESFET** (metal silicon FET). Metall-Silizium-Sperrschicht-FET, bei dem als Sperrschicht Metall-Halbleiter-Schottky-Barrieren verwendet werden.  $\uparrow$ Feldeffekttransistor.

**Metallbasistransistor.** Ähnlich dem  $\uparrow$ Bipolartransistor, jedoch besteht die Basiszone aus einer dünnen Gold- oder Aluminiumschicht. Daher auch als Metallzwischen-schichttransistor bezeichnet. Wegen der hohen Grenzfrequenzen wird er in der Höchsthochfrequenztechnik verwendet.

**Metallisierung.** Herstellung der Anschlüsse und des Leitungssystems in integrierten Schaltkreisen. Nach Entfernen einer Isolierschicht wird eine Metallschicht aufgedampft, die anschließend mit dem Verfahren der Fotolithografie entsprechend den gewünschten Leitungspfaden strukturiert wird.

**Metallpapierkondensator**  $\uparrow$ Papierkondensator

**Metallrundgehäuse**  $\uparrow$ Gehäuse;  $\uparrow$ Rundgehäuse

**Metallorttechnik.** ↑MIS-Technik zur Herstellung integrierter ↑MISFET mit metallischer Torelektrode.

**Metallzwischen-schichttransistor** ↑Metallbasistransistor

**MGT (metal gate technology).** Halbleitertechnologie, bei der für die ↑Gatelektrode Metall, meist Aluminium, verwendet wird. Im Gegensatz zur ↑SGT ergeben sich als Vorteil kostengünstigere Schaltkreise, als Nachteil wegen der nicht selbstjustierenden Gatestruktur größerer Flächenbedarf und damit geringerer ↑Integrationsgrad.

**MIBL (masked ion beam lithography).** Ionenstrahl-Maskenlithographie. ↑Lithographie.

**MIC (microwave integrated circuit)** ↑integrierte Mikrowellenschaltung

**MIIS (metal insulation insulation semiconductor).** Verwendet als nichtflüchtiger Halbleiterspeicher, wobei die Information als elektrische Ladung in einem Leiter zwischen 2 Isolationsschichten gespeichert wird.

**Mikroakustik.** Anwendung der Wechselbeziehungen zwischen elektrischen und akustischen Erscheinungen z. B. für akustische Oberflächenwellenfilter. ↑Akustoelektronik.

**Mikroelektronik.** Einen Überblick über die Entwicklung der Generationen von Bauelementen mit typischen Kennzeichen gibt Tafel a. Mit der Entwicklung integrierter Schaltkreise ab etwa 1960 beginnt die eigentliche Mikroelektronik. Korrespondierend hierzu ist in Tafel b die durch die Mikroelektronik erreichte entscheidende Erhöhung der ↑Zuverlässigkeit ersichtlich [9]. Im Bild sind typische Realisierungstechniken zusammengestellt [6]. Die wichtigsten Verfahren der Mikroelektronik sind ↑Schichttechnik, ↑Bipolartechnik und ↑MIS-Technik. Eine Weiterentwicklung zu noch höheren ↑Integrationsgraden ist durch die Submikrometertechnik gegeben. Weitere funktionsorientierte Realisierungen gestatten die ↑Mikroakustik, ↑Optoelektronik, ↑Molekularelektronik und ↑Funktionalelektronik. Im Bild zu ↑Gat-

terverzögerungszeit sind die Grenzen der Schaltgeschwindigkeit und Leistungen angegeben. Tafel a gibt einen Überblick über mit den einzelnen Technologien erreichbare Kennwerte. Die Mikroelektronik wird, ausgehend von der Elektrotechnik / Elektronik, heute in fast allen Gebieten von Wissenschaft und Technik eingesetzt. ↑Schaltkreisherstellung.

Technologie	Verlustleistung / Gatter mW	Gatterverzögerungszeit ns	Bauelementedichte BE/mm <sup>2</sup>
TTL	10	10	30 ... 100
T <sup>2</sup> L	1 ... 20 · 10 <sup>-3</sup>	5 ... 50	≈500
p MOS	5	30	≈300
n MOS	3 ... 5	10	300 ... 500
V MOS	2 ... 4	5	≈600
C MOS	2 ... 20 · 10 <sup>-3</sup>	2 ... 5	≈650

a)

Bauelement	Ausfallrate λ/10 <sup>6</sup> h
Elektronenröhren	
Verstärkerröhren	1 ... 100
Dioden	0,01 ... 0,1
Transistoren	
Siliziumtransistoren	0,01 ... 0,1
Germaniumtransistoren	0,1 ... 1
Transistor (integriert)	10 <sup>-3</sup>
Festkörperschaltkreise	
SSI, MSI	0,01 ... 0,1
LSI	0,001 ... 0,1
Kohleschichtwiderstände	0,001 ... 0,1
Metallpapierkondensatoren	0,01 ... 0,1
Elektrolytkondensatoren	0,01 ... 1
Relais	1 ... 10
Lötstelle	0,01 ... 0,001
Leiterplatte (1 000 Lötstellen)	0,1 ... 10
Wickelkontakt	0,0001

b)

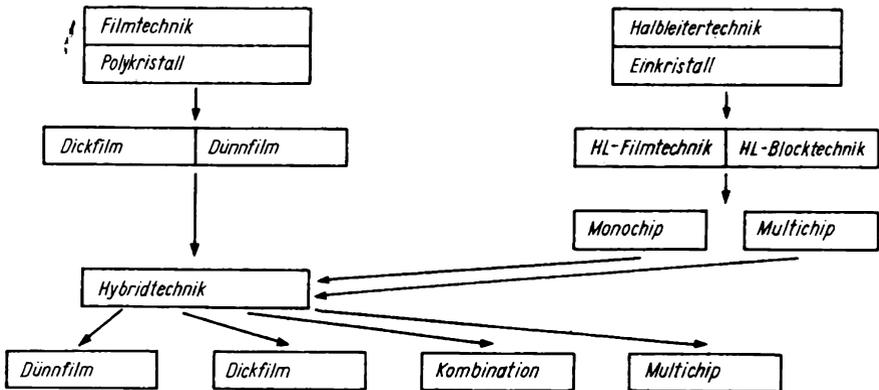
**Mikrokanalplatte.** Matrixartige Zusammenstellung von ↑Kanalelektronenvervielfachern zur Bildaufnahme bei Belichtung mit UV-Licht oder weicher Röntgenstrahlung.

**Mikroprogrammspeicher** ↑Softwaremodul

**Mikroprozessor.** Aus einem oder wenigen Chips bestehende Zentraleinheit eines ↑Mikrorechners mit den Baugruppen Steuereinheit und Rechenwerk (CPU). Die Tafel zeigt wichtige Parameter für einige Typen [11] [14].

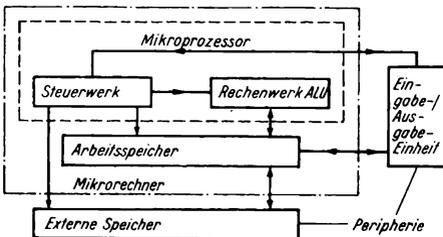
Parameter	Typ					
	Int. 8080	U 880	MC 6800	Int. 8086	Z 8001	MC 68000
Verarbeitungsbreite Bit	8	8	8	16	16	16
Adressierbares Speichervolumen/Byte	64 K	64 K	64 K	1 M	8 M	16 M
µs/Elementaroperation	2 ... 8,5	1,6 ... 9,6	2 ... 12	0,4 ... 10,2	0,75 ... 9	0,5 ... 2,5
Befehlsvorrat	78	158	72	133	110	61
Befehlsvarianten	-	-	-	-	400	1000
Freiprogrammregister	7	2 × 7	2	4	14	16

(Tafel zu Mikroprozessor)



(Bild zu Mikroelektronik)

**Mikrorechner.** Zusammenschaltung von hochintegrierten Schaltkreisen, wie Mikroprozessor, Speicher und Ein-/Ausgabe-Einheiten u. a., zu einem kompletten Rechner (s. Bild). Heute auch bereits auf einem Chip integriert (Einchiprechner).



**Mikrostripleitung** ↑Streifenleitung

**Minoritätsträger.** Diejenige Art von Ladungsträgern im Halbleiter, die gegenüber der anderen (Majoritätsträger) in

der Minderzahl sind, d. h. beim Leitfähigkeitstyp n die Löcher und beim p-Typ die Elektronen.

**MISC.** MIS-Kondensator. Synonym für integrierter Sperrschichtkondensator.

**Mischtechnologie.** Anwendung verschiedener Technologien nebeneinander auf einem Chip.

**MIS-Diode** ↑Varaktor

**MISFET** (metal insulator FET). Eine spezielle Form des IGFET, der nach der MIS-Technik hergestellt wird. Feldefekttransistor.

**MISIM** (MIS isolation metal). MIS-Varaktor.

**MIS-Technik** (metal insulator semiconductor). Auch MOS-Technik genannt. Sämtliche Bauelemente bestehen aus Felde-

effekttransistoren ( $\uparrow$ MISFET),  $\uparrow$ integrierten Sperrschichtkondensatoren,  $\uparrow$ integrierten Widerständen,  $\uparrow$ Varaktoren. Verwendet werden p-Kanal bzw. n-Kanal-Typen mit dem Vorteil der Selbstisolierung, so daß die in der  $\uparrow$ Bipolartechnik notwendigen zusätzlichen Prozeßschritte zur Herstellung  $\uparrow$ isolierter Inseln entfallen können. Daher ergeben sich billigere Schaltkreise, die zudem wegen der größeren Packungsdichte einen höheren  $\uparrow$ Integrationsgrad aufweisen. Als Nachteil besitzen die MIS-Transistoren eine kleinere Stromverstärkung als  $\uparrow$ Bipolartransistoren. Haupteinsatzgebiete sind Speicherstrukturen und  $\uparrow$ Mikroprozessoren.  $\uparrow$ Halbleiterblocktechnik.

**Mitkopplung.** Gleichphasige Rückführung eines Teils der Ausgangsspannung additiv an den Eingang. Prinzip wird angewendet zur Schwingungserzeugung.  $\uparrow$ Gegenkopplung.

**MLCB** (multi layer circuit board). Mehrschichtleiterplatte.  $\uparrow$ Gedruckte Schaltung.

**MLM** (multi layer metallisation). Mehrlagenverdrahtung.  $\uparrow$ Gedruckte Schaltung.

**MMA** (microelectronic modular assembly). Mikroelektronische modulare Baugruppe.

**MMU** (memory management unit). Speicherverwaltungseinheit. Schaltkreis zur Erhöhung des Adressraums bei Mikro- und Minirechnern.

**MNOS-Feldeffekttransistor.** Auch MNOS-FET abgekürzt; engl.: metal nitride oxide silicon FET.  $\uparrow$ MISFET mit einer Siliziumnitrid-Siliziumoxid-Schicht als isolierende Zwischenschicht vor der Metallelektrode. An der Oberfläche der Zwischenschicht können Ladungen gespeichert werden, die über Torimpulse auf- bzw. entladen werden können. Einsatz daher als Speicherelement, z. T. in Kombination mit  $\uparrow$ CCD-Elementen.

**MNOSFET**  $\uparrow$ MNOS-Feldeffekttransistor

**MNOS-LAD.** MNOS-Lawinendiode. Kann als Speicherelement verwendet werden.  $\uparrow$ MNOS-Feldeffekttransistor.

**MNS** (metal nitride semiconductor). Verwendung von  $\text{Si}_3\text{N}_4$  (Siliziumnitrid) zur

Gate-Isolation bei unipolaren Halbleiterstrukturen.

**MO-CVD** (metal-organic chemical vapour deposition). Metallorganisches Aufdampfungsverfahren; angewendet u. a. für die Herstellung von  $\uparrow$ Laserdioden.  $\uparrow$ CVD.

**Modem.** Modulator Demodulator-Baustein, heute meist als  $\uparrow$ integrierter Schaltkreis realisiert.

**Modul.** Synonym für Baustein; auch Programmbaustein.

**MO-Gehäuse**  $\uparrow$ Gehäuse

**Molekularelektronik.** Ausnutzung der Effekte an Bindungselektronen von einzelnen Molekülen bzw. Molekülketten zur Realisierung mikroelektronischer Bauelemente. Heute am Anfang stehende Entwicklung mit dem Ziel einer weiteren wesentlichen Verkleinerung der Abmessungen integrierter Schaltungen.

**Molekularstrahlepitaxie.** Verfahren der physikalischen  $\uparrow$ Epitaxie im Höchstvakuum zur Herstellung sehr dünner Schichten von unter  $1\ \mu\text{m}$ , wie sie besonders für die Höchstintegration notwendig sind.

**MOM-Diode** (metal oxide metal diode). Mischdiode für extrem breite Frequenzbänder.

**Monochiptechnik.** Verfahren zur Erhöhung des  $\uparrow$ Integrationsgrads.  $\uparrow$ Master-Slice-Technik.

**monolithischer Schaltkreis.** Aus einem einzigen Stück Halbleitermaterial hergestellter integrierter Schaltkreis.

**MOPS** (magneto-optic photoconductor sandwich). Informationsspeicher nach dem Prinzip magnetooptischer Schichten.

**MOSAIC** (metal oxide silicon advanced IC).  $\uparrow$ IC aus mehreren  $\uparrow$ MOSFET auf einem  $\uparrow$ Chip.

**MOS-BI.** Synonym für  $\uparrow$ BIMOS.

**MOSFET** (metal oxide silicon FET).  $\uparrow$ Feldeffekttransistor;  $\uparrow$ MISFET.

**MOS-Technik**  $\uparrow$ MIS-Technik

**MPL** (modular pattern lithography). Lithographieverfahren zur Herstellung von

Submikrometerstrukturen. †Molekularstrahlepitaxie.

**MPLA** (mask programmable logic array). †Halbleiterfestwertspeicher.

**MPOS** (metal phosphorsilicate glass oxide semiconductor). †MOSFET, bei dem für die Isolierschicht eine zusätzliche Phosphorstabilisierung verwendet wird.

**MSA-Technik** (multiple wall self-aligned). Elektronenstrahlstrukturierung unter Verwendung selbstjustierender Vielfach-†Masken.

**MSI** (medium scale integration). †Integrationsgrad.

**MSIC** (medium speed integrated circuit). Mittelschnelle integrierte Schaltung (Taktfrequenz bis etwa 1 MHz).

**MST** (monolithic system technology). Verfahren, bei dem mehrere monolithische †integrierte Schaltkreise auf einem keramischen Träger zu einer Baugruppe montiert werden. †Hybridtechnik.

**MTBF** (mean time between failures). Mittlere Zeit zwischen 2 Ausfällen (Zuverlässigkeitskenngröße). †Zuverlässigkeit.

**MTBM** (mean time between maintenance). Mittleres Wartungsintervall. †Zuverlässigkeit.

**MTFF** (mean time to first failure). Mittlere Zeit bis zum 1. Ausfall. †Zuverlässigkeit.

**MTL** (merged transistor logic). Gemischte Transistorlogik. †I<sup>2</sup>L.

**MTOS** (metal tantalum oxide silicon dioxide silicon). Halbleiterbauelement mit Metall-Tantaloxid-Siliziumoxid-Silizium-Struktur; verwendet als nichtflüchtiges Speicherelement.

**MTTF** (mean time to failure). Funktionsdauer bis zum Ausfall (Zuverlässigkeitskenngröße). †Zuverlässigkeit.

**Multichiphybridtechnik** †Beam-lead-Technik

**Multichiptechnik** †Hybridtechnik

**Multichipverdrahtung** †Mehrschichtkeramik

**Multiemittertransistor**. Auch Mehrfachemittertransistor genannt. †Bipolartransistor mit mehreren Emittergebieten, einer gemeinsamen Basis sowie einem gemeinsamen Kollektor, realisiert in †Planartechnik durch †Diffusion mehrerer n-Gebiete als Emitter in das p-Basisgebiet.

**Multikollektortransistor**. Auch Mehrfachkollektortransistor genannt. †Bipolartransistor mit mehreren Kollektoren, einer gemeinsamen Basis sowie einem gemeinsamen Emitter. Es ergeben sich vorteilhafte Schaltungsvereinfachungen bei Verwendung in †TTL-Schaltungen. †Multiemittertransistor.

**Multivibrator**. Kippschaltung, die entweder keinen, 1 oder 2 stabile Zustände aufweist. Der instabile Multivibrator wird als Kippgenerator, Sägezahngenerator oder zur Schwingungserzeugung eingesetzt; der bistabile Multivibrator entspricht dem †Flipflop und wird als statische Speicherzelle verwendet.

**Multiwireverfahren** †Mehrdrahtleiterplatte

**Nack-Chip**. Gehäuseloser †Chip, der direkt, d. h. ohne †Verkappung verarbeitet wird. Spart den teuersten Prozessschritt, nämlich die Verkappung jedes einzelnen Chips zugunsten der Verkappung der zusammenschalteten Einzelchips ein.

**NAND**. Auch Sheffer-Funktion genannt. Negiertes logisches UND. Realisierung durch †Gatter.

**NEGIT** (negative impedance transistor). Transistor mit negativem differentiellem Widerstand.

**Neutronendotierung**. Durch Bestrahlung von Silizium mit Neutronen im Reaktor entsteht aus radioaktivem <sup>31</sup>Si das stabile Phosphorisotop <sup>31</sup>P und damit eine sehr genau einstellbare Phosphorkonzentration (n-Leitung). Das Verfahren ist sehr effektiv und relativ billig und wird besonders für Hochleistungsbauelemente wie †Thyristoren verwendet.

**n-MOS-Technik** †MIS-Technik

**n-Leitung**. Elektronenleitung. †Leitfähigkeitstyp.

**NOR.** Auch Peirce-Funktion genannt. Negiertes logisches ODER. Realisierung durch ↑Gatter.

**NOVRAM** (non-volatile RAM). Nichtflüchtiger Schreib-Lese-Speicher. Kombination von ↑RAM und ↑EPROM auf einem ↑Chip. ↑Halbleiterspeicher.

**npn-Transistor.** ↑Bipolartransistor mit der Zonenfolge npn. Gegenüber dem Komplementärtyp pnp sind sie in integrierter Technik mit weniger Prozessschritten realisierbar und weisen bessere technische Parameter auf.

**NTC-Widerstand.** Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten (z. B. Heißleiter).

**NTD** (neutron-transmutation doping) ↑Neutronendotierung

**NVM** (non-volatile memory). Nichtflüchtiger Speicher, z. B. ↑Magnetblasenspeicher. ↑Halbleiterspeicher.

**n-Zone.** Zone im ↑Halbleiter mit überwiegender n-(Elektronen-)Leitung.

**oberflächengesteuerter Transistor** ↑SCT-Element

**Oberflächenleitfähigkeit** ↑Passivierung

**Oberflächenrekombination** ↑Passivierung

**Oberflächenwelle.** Schallwelle an der Oberfläche von Festkörpern, z. B. piezoelektrischen Kristallen; angewendet bei ↑akustischen Oberflächenwellen-Bauelementen.

**Oberflächenwellen-Bauelement** ↑akustisches Oberflächenwellen-Bauelement

**Oberflächenwellenfilter.** Durch einen elektrisch-mechanischen Wandler werden ↑akustische Oberflächenwellen erzeugt, die sich auf einem Kristall ausbreiten und dann wieder am Ausgang in eine elektrische Spannung umgeformt werden. Durch spezielle Ausbildung der akustischen Leitung können mit den Mitteln der ↑Mikroakustik Filter erzeugt werden, die sich durch sehr gute Filtereigenschaften auszeichnen und zu den mikroelektronischen Schaltkreisen kompatibel sind. Gleichzeitig wird eine galvanische Trennung zwischen Ausgang und Eingang realisiert.

**OEM-Geschäft.** Direktverkauf von Schaltkreisen, Leiterplatten, Funktionseinheiten oder Baugruppen.

**OEM-Schaltkreis** (original equipment management or manufacturing). Gesamtheit aller Schaltkreise, die zu Zwecken der Betriebsführung oder Automatisierung produziert bzw. vertrieben werden, d. h. alle Einsatzgebiete der Mikroelektronik betreffend außerhalb der eigentlichen Rechen-technik, also z. B. auch Einbaurechner.

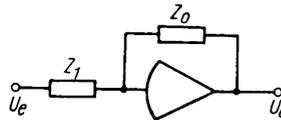
**OIC** (optical integrated circuit). Optoelektronischer Schaltkreis. ↑Optoelektronik.

**OISF** (oxidation-induced stacking faults). Stapelfehler in ↑Einkristallen, die durch Oxydation induziert werden. ↑Kristallbaufehler.

**Operationsverstärker.** Gleichspannungsverstärker mit sehr hoher Verstärkung und möglichst hoher Grenzfrequenz. Durch Beschaltung mit Impedanzen  $Z_0$ ,  $Z_1$  (s. Bild) entsteht unterschiedliches Verhalten (↑Gegenkopplung) entsprechend der Beziehung

$$\frac{U_a}{U_e} = - \frac{Z_0}{Z_1}$$

d. h. mit  $Z_0 = R_0$  und  $Z_1 = R_1$  ein stabiler Gleichspannungsverstärker, mit  $Z_0 = R_0$  und  $Z_1 = j\omega C_1$  ein Differenzierglied sowie mit  $Z_0 = j\omega C_0$  und  $Z_1 = R_1$  ein Integrierglied [5] [12]; ↑integrierter Operationsverstärker.



**OPFET** (optical FET). Optischer ↑Feld-effekttransistor. ↑Optoelektronik.

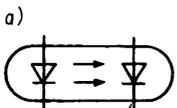
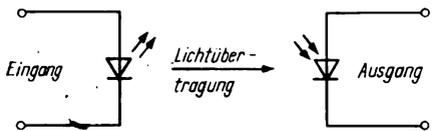
**O-POS-Film** (oxygen doped polysilicon film). Mit Sauerstoff dotierte Polysiliziumschicht; Prozessschritt bei der ↑MIS-Technik.

**optischer Wellenleiter** ↑Lichtwellenleiter

**Optoelektronik.** Gebiet der Elektronik, bei dem Wechselwirkungen zwischen Elektronen und elektromagnetischer Strahlung,

meist Licht, in Verbindung mit der Fortleitung des Lichts ( $\uparrow$ Lichtwellenleiter) technisch genutzt werden. Zur Erzeugung eines modulierten Lichtstrahls dienen Lumineszenzdioden ( $\uparrow$ LED) oder  $\uparrow$ Laser, zur Demodulation  $\uparrow$ Fototransistoren oder  $\uparrow$ Fotodioden sowie  $\uparrow$ Fotowiderstände bzw.  $\uparrow$ Fotothyristoren. Ein typisches Bauelement ist z. B. der  $\uparrow$ Optokoppler.

**Optokoppler.** Zusammenschaltung eines Lichtsenders (Lumineszenzdiode oder  $\uparrow$ Halbleiterlaser), eines  $\uparrow$ Lichtwellenleiters sowie eines Lichtempfängers ( $\uparrow$ Fotodiode,  $\uparrow$ Fototransistor,  $\uparrow$ Fotowiderstand oder  $\uparrow$ Fotothyristor) zur Realisierung elektrisch-optisch-elektrischer Signalübertragung. Bild a Prinzip; Bild b Schaltzeichen. Wegen der Vorteile einer galvanischen Trennung von Ein- und Ausgabe – wenn notwendig, auch mit höherer Spannungs-isolation-, Rückwirkungsfreiheit und hoher Zuverlässigkeit bei kleinen Abmessungen ergibt sich ein steigender Einsatzbereich.



**Ovonic.**  $\uparrow$ amorpher Halbleiter aus  $\uparrow$ Chalkogenidgläsern. Einsetzbar für Schalter oder Informationsspeicher.

**Ovonic-Glas**  $\uparrow$ Chalkogenidglas

**Ovshinsky-Glas**  $\uparrow$ Chalkogenidglas

**OXIL** (oxide insulation logic). Oxid-Isolations-Logik.  $\uparrow$ Bipolare  $\uparrow$ VLSI.

**Packungsdichte.** Anzahl der Bauelemente je Fläche bzw. Volumen.  $\uparrow$ Integrationsgrad.

**FACT** (programmed automatic circuit tester). Automatische programmierbare Prüfeinrichtung für Schaltkreise; mikrorechnergesteuert.

**Papierkondensator.** Wickelkondensator mit 2 durch Spezialpapier getrennten Aluminiumfolien. Für Miniaturausführungen – mit allerdings schlechteren elektrischen Eigenschaften – verwendet man Kunststofffolien als Isolator. Beim  $\uparrow$ Metallpapierkondensator werden die Metallschichten auf Papier aufgedampft. Er hat selbstheilende Eigenschaften, da bei einem elektrischen Durchschlag die Metallisierung an dem sich bildenden Loch verdampft.

**parametrischer Verstärker.** Rauscharmer Höchstfrequenzverstärker, bei dem durch variable Kapazitäten ( $\uparrow$ Varaktor) bzw. Induktivitäten, die mit einer höherfrequenten Pumpfrequenz gesteuert werden, einem Schwingungskreis Energie zugeführt wird. Anwendung für Vorverstärker bei hohen Frequenzen (Satelliten-Richtfunkverbindungen, Radargeräte).

**Passivierung.** Herstellung von Eigenschaften von Oberflächen (Oberflächenleitfähigkeit, Oberflächenrekombination), wie sie für die Funktion eines Halbleiterbauelements erforderlich sind, mit einer Dicke von 10 nm bis 1  $\mu$ m, meist realisiert durch  $\uparrow$ Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ), gelegentlich auch durch  $\uparrow$ Siliziumnitrid ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ).

**Pasten.**  $\uparrow$ Siebdruckfähige Gemische aus Metall-, Metalloxid- oder Spezialglaspulver mit organischen Lösungsmitteln, wobei der Metallanteil für die elektrische Leitfähigkeit, der Glasanteil für die Bindung zum  $\uparrow$ Substrat sorgt. Die organischen Anteile ergeben die für den  $\uparrow$ Siebdruck erforderliche Viskosität. Je nach Einsatzzweck werden Leit-, Widerstands- und Isolierpasten verwendet.

**PBT** (permeable base transistor).  $\uparrow$ MES-FET nach neuartigem Aufbau unter Verwendung von  $\uparrow$ GaAs und Wolfram mit vertikaler Schichtung von Source, Channel und Drain, d. h. mit einem der  $\uparrow$ Elektrodenröhre ähnlichen Aufbau. Bei 0,25  $\mu$ m effektiver Gatelänge wurden bei 18 GHz noch 16 dB Verstärkung erreicht.

**PC** (printed circuit)  $\uparrow$ gedruckte Schaltung

**PCB** (printed circuit board)  $\uparrow$ gedruckte Schaltung

**PCCD** (peristaltic CCD). Kombination von  $\uparrow$ CCD-Elementen mit  $\uparrow$ Fotodioden insbesondere zur Bilderkennung.

**PCD** (plasma coupled device). Plasmagekoppeltes Bauelement.

**p<sup>2</sup>CMOS** (double polysilicon CMOS). Spezielle  $\uparrow$ CMOS-Technologie mit Doppel-Polysilizium, angewendet u. a. bei Mikroprozessoren.

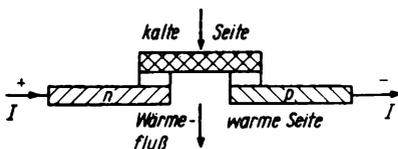
**PCVD** (plasma enhanced CVD). Verbessertes  $\uparrow$ CVD-Verfahren, dessen Anwendungsbereich sich wegen der relativ niedrigen Temperaturen schnell erweitert.

**PDP** (power-delay product). Leistung-Verzögerungszeit-Produkt. Kenngröße für die Leistungsfähigkeit von Bauelementen und Schaltungen.  $\uparrow$ Gatterverzögerungszeit.

**PEBL**. Programmgesteuerte EBL. Programmgesteuerte Elektronenstrahl- $\uparrow$ Lithographie.

**PED-Verfahren** (proton-exited diffusion). Protonengeforderte Diffusion. Verbessertes  $\uparrow$ Ionenimplantationsverfahren.

**Peltier-Effekt**. Werden 2 verschiedene Leiter oder Halbleiter von einem elektrischen Strom durchflossen, so kühlt sich die eine Seite ab, während sich die andere erwärmt, d. h., es entsteht ein Wärmefluß (s. Bild). Der Effekt wird beim  $\uparrow$ Peltier-Element ausgenutzt.



**Peltier-Element**. Auch Frigistor genannt. Halbleiterbauelement unter Ausnutzung des  $\uparrow$ Peltier-Effekts, angewendet als Kühlelement.

**PGA** (pin-grid array). Chipträger mit Stift-rasterfeld.  $\uparrow$ Chip-Carrier-Gehäuse.

**PIA** (peripheral interface adapter). Baustein zur Abwicklung des Ein-/Ausgabe-Verkehrs zwischen Mikroprozessor und Peripherie. Meist als integrierter Schaltkreis realisiert.

**PIC-LED** (picture-LED). Speziell geformtes  $\uparrow$ LED- $\uparrow$ Display zur bildhaften Informationsdarstellung.

**Piezodiode**. Ausnutzung der Druckabhängigkeit des  $\uparrow$ pn-Übergangs bei Halbleiterdioden zur Druckmessung. Eingesetzt als mechanisch-elektrischer Wandler (Drucksensor).  $\uparrow$ Piezotransistor.

**piezoelektrischer Effekt**. Ladungsverschiebung infolge mechanischer Verformung durch Krafteinwirkung auf  $\uparrow$ Einkristall bei Quarz oder Piezokeramik (Bariumtitanat oder Bleititanzirkonat). Der Effekt ist umkehrbar (Elektrostriktion). Angewendet in der  $\uparrow$ Akustoelektronik bei  $\uparrow$ Oberflächenwellenfiltern zur Erzeugung bzw. Wandlung von akustischen Schwingungen sowie als  $\uparrow$ piezoelektrischer Meßgrößen-aufnehmer und Schwingquarz.

**piezoelektrisches Filter**  $\uparrow$ Oberflächenwellenfilter

**piezoresistiver Meßgrößenaufnehmer**. Ausnutzung der Abhängigkeit des Widerstands von der Dehnung bei einkristallinen Halbleiterstrukturen (Si). Werden meist in Brückenschaltung betrieben zur Messung von Dehnungen oder indirekt von Kräften und Drücken.

**Piezotransistor**.  $\uparrow$ Bipolartransistor mit druckabhängigen elektrischen Parametern (Abnahme des Kollektorstroms bei Druckbelastung). Eingesetzt als Druck- bzw. Kraftwandler.

**PIN**. Anschlußstift, z. B. bei  $\uparrow$ Gehäusen.

**PIN-Diode** (p-intrinsic-n-diode). Halbleiterflächendiode mit der Zonenfolge p<sup>+</sup>in<sup>+</sup>, d. h. mit Intrinsic-schicht (Eigenleitung) zwischen p<sup>+</sup>- und n<sup>+</sup>-Gebiet. Sehr hohe Durchbruchspannung, daher zur Gleichrichtung hoher Spannungen geeignet (bis zu einigen Kilovolt).

**PIN-Gehäuse**  $\uparrow$ SMA

**PIN-GRID-Gehäuse**  $\uparrow$ Chip-Carrier-Gehäuse.  $\uparrow$ Gehäuse.

**PIO** (parallel input-output). Parallel arbeitender Ein-/Ausgabe-Schaltkreis, oft programmierbar: Betriebsarten (Byteausgabe, Bitsteuerbetrieb und bytebidirektionaler

Betrieb); Unterbrechungssteuerung; programmierbare Unterbrechungsfreigabe und Unterbrechungsbehandlung.

**PIP** (programmed interconnection process). Programmgesteuerte diskrete Verdrahtung. ↑Mehrdrahtleiterplatte.

**Pixel**. Abk. von „picture element“ = Bildelement, d. h. Bezeichnung für einen Bildpunkt eines aus einem Punktraster bestehenden Bildes.

**PLA** (programmable logic array). Programmierbares logisches Feld. ↑Halbleiterfestwertspeicher. ↑Gate-Array.

**Planartechnik**. Verfahren der ↑Bipolar-technik, bei dem alle Bauelemente und auch Verbindungen in Ebenen (planar) liegen. Sie werden in einem einheitlichen Prozeß durch meist epitaktisches Wachstum (↑Epitaxie) einer im Widerstand stark unterschiedlichen Schicht gleicher kristalliner Struktur auf einem Halbleiter realisiert. Wegen der Möglichkeit eines Schutzes durch Passivierung genügt oft eine gegenüber anderen ↑Gehäusen billige Plastverkapselung.

**Planartransistor**. ↑Bipolartransistor, der in Planartechnik hergestellt wird. Da die verschiedenen dotierten Zonen in Ebenen neben- bzw. übereinander angeordnet sind, entstehen Flächentransistoren mit guten elektrischen Parametern. Weiterentwicklung zum Epitaxieplanartransistor als heute wichtigstes Bauelement bei bipolaren integrierten Schaltkreisen.

**Planjistor** (planar resistor). Planarwiderstand (Metallfilm auf flachem ↑Substrat). ↑Dünnschichttechnik.

**PLANOX-Verfahren** (plane oxide). Erzeugung einer Diffusionshemmschicht durch Oxydation (s. Bild): Zur Herstellung einer Diffusionsmaske wird nach dem Verfahren an den Fenstern eine  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Schicht erzeugt. Durch anschließende Oxydation wird eine  $\text{SiO}_2$ -Schicht gebildet. Nach dem Entfernen der  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Schicht entsteht das Diffusionsfenster. Das Verfahren wird



ferner in der ↑MIS-Technik zur Realisierung von ↑Feldeffekttransistoren angewendet, wobei die PLANOX-Maskentechnologie mehrfach nacheinander benutzt wird.

**PLATMOS** (platinum-diffused MOS). Platin-diffundierte MOS-Struktur; Methode zur Realisierung nichtflüchtiger MOS-Halbleiterspeicher.

**PLCC** (plastic leaded chip-carrier). Chip-träger aus Plast.

**PLE** (programmable logic elements). Anwenderprogrammierbarer Logikbaustein. Programmierbare Logikeinheit. ↑PLA.

**p-Leitung**. Löcherleitung. ↑Leitfähigkeitstyp.

**p-MOS**. p-Kanal-MOS-Technologie (Majoritätsladungsträger sind Löcher); ↑MIS-Technik.

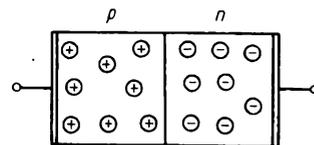
**pn-Diode**. Halbleiterdiode mit ↑pn-Übergang, d. h. alle ↑Halbleiterdioden, ↑Fotodioden, ↑Varaktoren.

**pn-Isolation** ↑Sperrschichtisolation

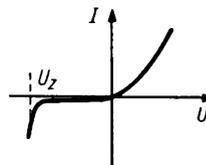
**pnpn-Transistor**. Vierschichttransistor mit der Zonenfolge pnpn. ↑Thyristor.

**pnp-Transistor**. ↑Bipolartransistor mit der Zonenfolge pnp. In integrierter Technik erfordern sie gegenüber npn-Transistoren zusätzliche Prozeßschritte und haben oft schlechtere Parameter.

**pn-Übergang**. Grundlage der gesamten ↑Bipolartechnik. Übergang zwischen p- und n-Halbleiter (Bild a). Der kontaktierte Übergang (↑pn-Diode) besitzt eine stark



a)



b)

nichtlineare Strom-Spannungs-Kennlinie (Bild b) mit einer Sperrichtung (Pluspol der Spannungsquelle am n-Gebiet, Minuspol am p-Gebiet) und einer Durchlafrichtung (Minuspol der Spannungsquelle am n-Gebiet, Pluspol am p-Gebiet). Bei hoher Sperrspannung  $U_z$  tritt ein Durchbruch auf, der bei der  $\uparrow$ Z-Diode ausgenutzt wird. Realisierung durch  $\uparrow$ Diffusion,  $\uparrow$ Epitaxie, Legierungsverfahren oder  $\uparrow$ Ionenimplantation.

**Polysilizium.** Nichtkristallines, amorphes  $\uparrow$ Silizium, im Gegensatz zum kristallinen Silizium;  $\uparrow$ amorphe Halbleiter.

**POSFET** (piezoelectric oxide semiconductor FET). Piezo- $\uparrow$ FET, Feldeffekttransistor mit piezoelektrischen Eigenschaften, eingesetzt als Druckaufnehmer.  $\uparrow$ Piezodiode;  $\uparrow$ piezoelektrischer Effekt.

**POSS** (polyimide on silicon mask substrate). Polyimidmaske, für die  $\uparrow$ Röntgenlithographie als  $\uparrow$ Maske eingesetzt.

**Power-MOS.**  $\uparrow$ MOS-Schaltkreis der  $\uparrow$ Leistungselektronik, heute für Spannungen bis zu 1 000 V und für Ströme bis zu 10 A bei Frequenzen bis zu 1 MHz entwickelt.

**ppm** (parts per million). Teile je Million, d. h.  $10^{-3} \text{‰}$ . Angewendet zur Charakterisierung des Reinheitsgrads von Materialien.

**programmierbare logische Felder**  $\uparrow$ PLA;  $\uparrow$ Halbleiterfestwertspeicher

**programmierbare Schaltung.** Im Gegensatz zur  $\uparrow$ maskenprogrammierbaren Schaltung als Kundenwunschsaltkreis wird hier die Schaltung so aufgebaut, daß sie auch vom Anwender programmiert werden kann. Dies geschieht durch Wegbrennen von Leitungsverbindungen mittels Überspannungen beim Kunden (Festprogrammierung, die nicht mehr rückgängig gemacht werden kann) oder vorteilhafter durch aktivierbare Speichertransistoren an Verbindungspunkten, vgl.  $\uparrow$ PLA;  $\uparrow$ Halbleiterfestwertspeicher. Die günstigere Lösung stellt oft die Programmierung von  $\uparrow$ Mikrorechnern dar.

**Projektionslithographie.** Elektronenstrahl-lithographie;  $\uparrow$ Röntgenlithographie.

**PROM** (programmable read only memory). Programmierbarer  $\uparrow$ ROM; programmierbarer Festwertspeicher. Durch ausbrennbare Leiterbahnen (NiCr; Poly-Si) programmierbare Halbleiterspeicher. Nach dem Ausbrennen ist eine Löschung nicht mehr möglich. Vorteilhaft für die Anwendung ist die Erhaltung der Programmierung bei Spannungsausfall.  $\uparrow$ Halbleiterfestwertspeicher.

**PSA** (polysilicon self-aligned process). Selbstjustierende Polysilizium-Halbleitertechnologie.

**PSN.** Schwach dotierte Si-Schicht zwischen der p- und n-Zone; ergibt hohe Durchbruchspannungen beim  $\uparrow$ pn-Übergang. Angewendet bei Hochvolt-Halbleiterdioden.  $\uparrow$ PIN-Diode.

**PTC-Widerstand** (positive temperature coefficient). Kaltleiter; Widerstand mit positivem Temperaturkoeffizienten (z. B. Temperatursensor).

**PVD** (physical vapor deposition). Physikalische Dampfphasenabscheidung, Verfahren zur Abscheidung dünner Schichten im  $\uparrow$ Vakuum. Besonders zur Metallbeschichtung, z. B. in der  $\uparrow$ Optoelektronik eingesetzt.

**PWB** (printed wiring board). Gedruckte  $\uparrow$ Leiterplatte, insbesondere gedruckte  $\uparrow$ Rückverdrahtung.

**p-Zone.** Zone im Halbleiter mit überwiegender p-(Löcher-)Leitung.

**PZT-Keramik.** Blei-Zirkonat-Titanat-Keramik;  $\uparrow$ piezoelektrischer Effekt.

**QSAMOS** (quadruply self-aligned MOS). Selbstjustierende Kurzkanal- $\uparrow$ MOS-Technologie für  $\uparrow$ VLSI.  $\uparrow$ Self-aligned.

**Quad MOS.** Vierfach-MOS; angewendet zur Realisierung von  $\uparrow$ Halbleiterspeichern.

**Quantenverstärker**  $\uparrow$ Maser

**Quarz.**  $\text{SiO}_2$ -Kristall. Einsatz in der Mikroelektronik als Schwingquarz und bei Quarzfiltern. Hier wird die im Vergleich zu elektrischen Schwingungskreisen sehr hohe Güte ausgenutzt.

**Quil-Gehäuse** (quad-in-line).  $\uparrow$ Gehäuse für integrierte Schaltungen mit 4 Anschlußfrei-

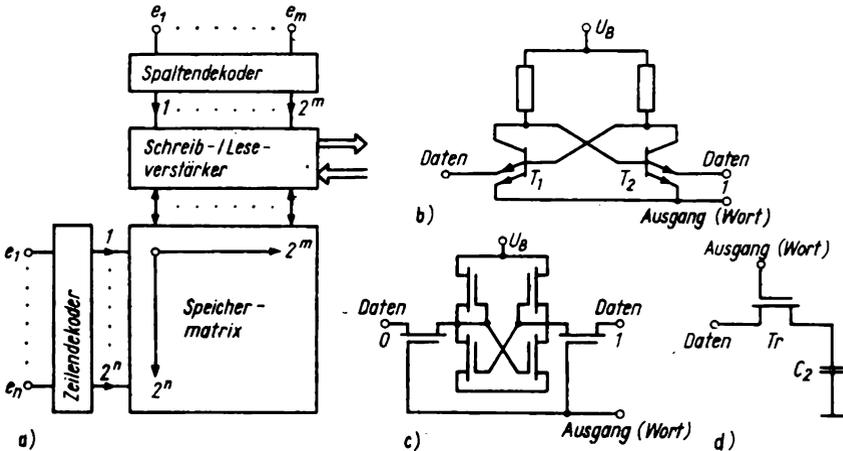
hen, je 2 Anschlußreihen an jeder Seite.  
 †DIL-Gehäuse.

**QuIP** (quad-in-line package). Synonym für †Quil-Gehäuse.

**RALU** (register arithmetic logic unit). Register-Arithmetik-Logik-Schaltkreis für †Mikroprozessoren.

**RAM** (random access memory). Schreib-Lese-Speicher mit wahlfreiem Zugriff. Flüchtiger (volatiler) Speicher, bestehend aus der eigentlichen Speichermatrix, dem Kodierer, der Eingabe- und Ausgabestufe sowie der Logik für die Schreibsteuerung (s. Bild a). Man unterscheidet 3 wesentliche Realisierungsmöglichkeiten (s. Bild): die bipolare Speicherzelle mit †Multiemittertransistoren b) und die statische MOS-Speicherzelle c). Beides sind Flipflop-

anordnungen und damit statische Speicher. Dagegen ist die Eintransistor-MOS-Speicherzelle d) ein †dynamischer Speicher (Informationsspeicherung durch Ladung des Kondensators  $C_1$ ; Schalttransistor  $T_r$  zum Schreiben und Lesen). Wegen der unvermeidlichen Entladung des Kondensators über Leckströme muß der Speicherinhalt in vom Hersteller angegebenen Zeiten (ms) aufgefrischt werden (†refresh). Als Technologien werden für statische RAM die †TTL (20 bis 160 ns Zugriffszeit; 2 mW/Bit Leistung), †ECL (20 ns Zugriffszeit; 10 mW/Bit Leistung) und wie bei dynamischer RAM †I<sup>2</sup>L (<100 ns Zugriffszeit; 0,2 mW/Bit Leistung) bzw. †VMOS und †n-MOS mit Zugriffszeiten um 100 ns bei Leistungen um 10  $\mu$ W/Bit bzw. †CMOS mit Zugriffszeiten um 400 ns bei <1  $\mu$ W/Bit eingesetzt [4].



Arbeitsweise	Technologie	Chipkapazität in KBit	Zugriffszeit in ns	Leistung $\mu$ W/Bit	Zellenfläche in $\mu\text{m}^2$
Statisch	TTL	16	20 ... 60	2 000	200 × 200
	ECL	16	20	10 000	200 × 200
	I <sup>2</sup> L	64	<100	>150	60 × 60
	VMOS	64	200	100	100 × 100
	DMOS	16	60	100	150 × 150
	NMOS	64	<250	100	100 × 80
	CMOS/SOS	4	<400	0,75	200 × 200
Dynamisch	NMOS	256	<300	10	60 × 60
		16	250	2,5	20 × 30
	CMOS/SOS	64	<100	0,1	80 × 60
	VMOS	256	150	10	50 × 60
	I <sup>2</sup> L	64	100	100	100 × 100

**Rastermaß.** Genormter Abstand von Anschlüssen, z. B. an ↑Gehäusen bzw. auf ↑Leiterplatten.

**Rategrowntransistor** (rate Geschwindigkeit; grown gewachsen). ↑Bipolartransistor, bei dem die einzelnen Leitfähigkeitszonen durch Veränderung der Ziehgeschwindigkeit beim Ziehen aus der Schmelze erzeugt werden. ↑Czochralski-Ziehverfahren.

**Rauschzahl.** Kennzahl für das Rauschen aktiver Vierpole, gemessen als Logarithmus des Verhältnisses des Nutz-Stör-Abstands am Eingang zum Verhältnis am Ausgang in dB.

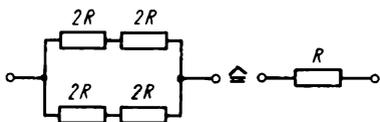
**RCD-Technik.** Schaltungstechnik unter Einsatz von Widerständen, Kondensatoren und Dioden.

**RCT** (reverse conducting thyristor). Rückwärtsleitender ↑Thyristor. ↑Triac.

**RCTL** (resistor capacitor transistor logic). Widerstand-Kondensator-Transistor-Logik; Logikschaltung, bei der gegenüber ↑RTL noch zusätzliche Kondensatoren zur Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit integriert sind.

**RC-Verstärker.** Durch RC-Glieder gekoppelter Wechselspannungsverstärker. ↑Verstärker.

**Redundanz.** In der Mikroelektronik Reserve in einer Schaltungsanordnung, um beim Ausfall einzelner Elemente die Funktion der Gesamtschaltung aufrechtzuerhalten. Im Bild als Beispiel für einen Widerstand dargestellt: Bei Ausfall, d. h. Kurzschluß oder Unterbrechung eines oder z. T. sogar von 2 Widerständen, ändert sich lediglich der Gesamt-widerstand; die Funktion der Schaltung bleibt dabei jedoch prinzipiell erhalten.

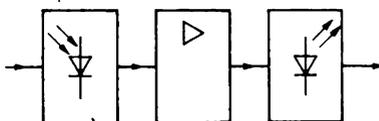


**refresh.** Auffrischung der Ladung zur Erhaltung der Information bei dynamischen ↑RAM; ↑dynamischer Speicher.

**Rekombination.** Ausgleich von unterschiedlichen Ladungen durch Vereinigung z. B. von Elektronen und Löchern bei ↑Halbleitern.

**REOX** (reverse etching of oxide). Verfahren mit Oxidätzung von der Rückseite her. ↑Ätzen.

**Repeater.** a) Anordnung zur Verstärkung und Wiederherstellung der Impulsform für Impulsübertragungssysteme, die in regelmäßigem Abstand in den Übertragungsweg eingeschaltet werden. Das Bild zeigt das Prinzip eines Repeaters für die Lichtwellenleiterübertragung unter Verwendung von Bauelementen der ↑Optoelektronik. b) ↑AÜR.



**REPROM** (reprogrammable ROM). Festwertspeicher, dessen Programmierung wiederholt geändert werden kann. ↑Halbleiterfestwertspeicher.

**Resist.** Synonym für Kopierlack.

**Reststrom.** Strom durch in Sperrichtung betriebene ↑pn-Übergänge, z. B. beim Transistor Kollektorkurzschluß-Reststrom oder Emitterreststrom.

**RIGFET** (resistive insulated gate FET). ↑Feldeffekttransistor mit widerstandsisiertem ↑Gate.

**RMM** (read-mostly memory). Programmierbarer Festwertspeicher, der in der Regel nur im Lesebetrieb arbeitet. ↑REPROM; ↑Halbleiterfestwertspeicher.

**Röntgenlithographie.** Verfahren, bei dem anstelle des Lichtes Röntgenstrahlen verwendet werden. Führt wegen der kürzeren Wellenlängen zu einer besseren Auflösung und ergibt daher kleinere Strukturen. ↑Kurzkanaltechnik.

**ROM** (read only memory). Als Halbleiterspeicher aufgebauter Nur-Lese-Speicher, dessen Speicherinhalt durch Maskenprogrammierung beim Hersteller nach Kundenwunsch festgelegt wird. Typische An-

wendungsfälle sind Mikroprogrammspeicher oder Softwaremodule. ↑Halbleiterfestwertspeicher.

**ROS** (resistor on sapphire). Widerstand auf Saphir, verhindert Durchgriffeffekte bei ↑integrierten Schaltungen.

**ROX** (recessed oxide). Unter der Oberfläche liegendes Oxid. ↑begrabene Schicht.

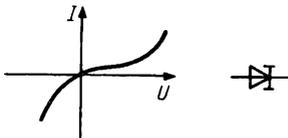
**RPROM**. Synonym für ↑REPROM.

**RTL** (resistor transistor logic). Widerstands-Transistor-Logik; Schaltkreisfamilie mit Widerständen im Verknüpfungsteil und Transistoren zur Verstärkung. Eingesetzt für Gatter und Speicher. ↑RCTL.

**Rücksetzen** ↑Setzen

**Rückverdrahtung**. Verdrahtung an der Rückseite von Einschüben, realisiert entweder als konventionelle Verdrahtung oder als ↑gedruckte Schaltung. ↑PWB.

**Rückwärtsdiode**. Backwarddiode, auch Unitunnel diode genannt. Diode mit zum normalen Diodenbetrieb umgekehrter Betriebsspannung; bei negativer Vorspannung fließt ein größerer Tunnelstrom. Kennlinie und Schaltzeichen s. Bild. Angewendet zur Gleichrichtung sehr kleiner Spannungen.



**Rundgehäuse**. ↑Gehäuse mit 4 bis 10 Anschlüssen in Metall-Glas-Technik mit runder Metallkappe, durch Widerstandsschweißen hermetisch verschlossen.

**RWM** (read/write memory). Schreib-Lese-Speicher. ↑RAM.

**Sättigungsanstiegszeit**. Zeit bis zum Erreichen des vollen Wertes des Kollektorstroms eines ↑Bipolartransistors bei Aussteuerung bis in den Sättigungsbereich.

**SAG** (self aligned gate). Selbstjustierendes ↑Gate. Verfahren der Halbleitertechnologie. ↑SAGMOS.

**SAGMOS** (self aligned gate MOS). Auch SAMOS genannt. ↑MOS-Technologie mit selbstjustierendem ↑Gate.

**SAM** (serial access memory). Schreib-Lese-Speicher mit seriellem Zugriff (Umlaufspeicher). Nachteilig gegenüber ↑RAM ist die große Zugriffszeit. Realisiert werden diese Speicher durch ↑Schieberegister oder ↑Ladungsverschiebeelemente.

**SAMOS** ↑SAGMOS

**Sample-hold-Schaltkreis**. Abtast-Halte-Schaltkreis. Realisierung der Abtastung und Speicherung des jeweils abgetasteten Wertes in einem Schaltkreis.

**Samplingtheorem**. Auch Abtasttheorem genannt. Grundlegender Zusammenhang zwischen Abtastzeit  $t_a$  und zugehöriger Grenzfrequenz  $f_g$  für bandbegrenzte analoge Signale. Danach ist die kleinstmögliche Abtastzeit  $t_a$  durch die Beziehung

$$t_a = \frac{1}{2f_g}$$

gegeben. Bei Erfüllung des Abtasttheorems, d. h. bei auf  $f_g$  bandbegrenzten Signalen (in der Praxis nicht exakt realisierbar), ist eine fehlerfreie Rückgewinnung des Signalverlaufs aus den Abtastpunkten möglich [5].

**SAW** (surface acoustic waves) ↑akustisches Oberflächenwellenbauelement.

**SBC** (standard buried collector). Standard-bipolartechnologie zur Realisierung von Schaltkreisen mit vergrabener Kollektor; ↑begrabene Schicht.

**SBD** (Schottky barrier diode). Synonym für ↑Schottky-Diode.

**SBT** (surface barrier transistor). Oberflächensperrschichttransistor.

**scaling down**. Skalierung; Verkleinerung der Abmessungen beim Schaltkreisentwurf durch feinere Strukturen.

**SCAT** (surface-controlled avalanche transistor). Lawinentransistor mit gesteuerter Durchbruchspannung.

**SCCD** (surface CCD). ↑CCD-Struktur, bei der die Ladungsverschiebung an bzw. unmittelbar unter der Oberfläche erfolgt.

**Schaltdiode.** Einsatz der  $\uparrow$ pn-Diode als schneller Schalter; für sehr kleine Schaltzeiten  $<10^{-9}$  s werden  $\uparrow$ Schottky-Dioden verwendet.

**Schaltkreis.** Anordnung von Bauelementen als integrierter, Hybrid-, magnetischer, akustoelektronischer oder optoelektronischer Schaltkreis entweder für die analoge oder für die digitale Signalverarbeitung.  $\uparrow$ integrierte Schaltung.

**Schaltkreisentwurf.** Verfahren zur Entwicklung eines Schaltkreises bis zum Lageplan bzw.  $\uparrow$ Layout insbesondere für integrierte Schaltkreise. Heute realisiert mit Rechnerunterstützung ( $\uparrow$ CAD).

**Schaltkreisfamilie.** Gruppe von Schaltkreisen mit gleichen charakteristischen Parametern, wie Verzögerungszeit, Pegel, Leistungsverbrauch,  $\uparrow$ fan-in und  $\uparrow$ fan-out sowie Störsicherheit. Je nach besonders gezüchteten Parametern unterscheidet man High-speed-logic, Low-power-logic oder High-noise-immunity-logic [11] [14].  $\uparrow$ TTL;  $\uparrow$ RTL;  $\uparrow$ I<sup>2</sup>L.

**Schaltkreisherstellung.** Man unterscheidet 3 Zyklen (s. Bild): nach dem  $\uparrow$ Schaltungsentwurf die Scheibenherstellung (Zyklus 0), die Scheibenprozesse (Zyklus I), die Montage- und Verkappungsprozesse sowie die Schlußprüfung (Zyklus II).

**Schalttransistor.** Meist  $\uparrow$ Bipolartransistor mit kurzer Schalt- und Verzögerungszeit, kleinem Reststrom und kleiner Restspannung zum Einsatz als elektronischer Schalter (schnelles Durchlaufen der  $\uparrow$ Kennlinie zwischen Kurzschluß- und Leerlaufpunkt).

**Schaltung.** Plan bzw. Anordnung oder Herstellung von Verbindungen zwischen Bauelementen zur Realisierung einer Funktion (digitale Schaltung; analoge Schaltung).  $\uparrow$ Schaltkreisentwurf.

**Scheibenprozeß**  $\uparrow$ Schaltkreisherstellung

**Schichttechnik.** Auch Filmtechnik genannt. Technik zur Herstellung meist passiver Bauelemente, wie Widerstände, Kondensatoren und Verbindungen, durch Aufbringen entweder dünner ( $\uparrow$ Dünnschichttechnik) oder relativ dicker Schichten ( $\uparrow$ Dickschichttechnik) auf einem nichtleitenden  $\uparrow$ Substrat (Glas oder Keramik). Angewen-

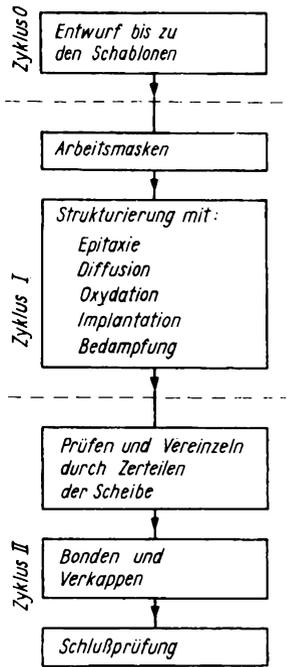


Bild zu Schaltkreisherstellung

det in der  $\uparrow$ Hybridtechnik, ferner beim Dünnschichttransistor in  $\uparrow$ SOS-Technik. Die wesentlichen Verfahrensschritte sind  $\uparrow$ Ätzen,  $\uparrow$ Siebdruck sowie galvanische Abscheidung.

**Schieberegister.** Speicher für serielle Informationsspeicherung;  $\uparrow$ SAM. Realisierung durch in Serie geschaltete Flipflopstufen in  $\uparrow$ I<sup>2</sup>L-Technik oder als dynamische MIS-Schieberegister für relativ kleine Speicherkapazitäten von einigen Kilobit bzw. als  $\uparrow$ CCD-Speicher für relativ große Werte bis zu 64 Kbit.

**Schottky-Diode.** Halbleiterdiode mit  $\uparrow$ Schottky-Übergang mit dem Vorteil einer höheren Grenzfrequenz als bei  $\uparrow$ pn-Übergängen. Dementsprechend haben sie sehr hohe Grenzfrequenzen von über 1 000 GHz bei gegenüber  $\uparrow$ pn-Dioden wesentlich geringerem Rauschen. Schottky-Dioden (z. B. aus  $\uparrow$ Galliumarsenid) werden als Mischer bei hohen Frequenzen und als  $\uparrow$ Varaktoren eingesetzt.

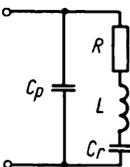
**Schottky-Kollektor-Transistor.** ↑Bipolartransistor, bei dem der Kollektor-Basis-Übergang als ↑Schottky-Diode ausgelegt wird. Hierdurch erreicht man eine Verringerung der Signalverzögerung im Schalterbetrieb.

**Schottky-TTL.** ↑TTL mit ↑Schottky-Dioden zur Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit.

**Schottky-Übergang.** An der Trennfläche von Metall und Halbleiter kommt es bei geeignet gewählter Materialkombination und Technologie zur Ausbildung von Verarmungsrandschichten mit geringerer Ladungsträgerkonzentration als im Halbleiterinneren und damit zu einer Potentialbarriere, die Schottky-Übergang genannt wird. ↑Schottky-Diode; ↑Schottky-Kollektor-Transistor.

**Schwellwert.** Schaltschwelle eines bistabilen Bauelements. ↑VTL; ↑logischer Pegel.

**Schwingquarz.** Eine aus einem Quarzkristall durch Schnitte in bestimmter Lage zu den Kristallachsen herausgeschnittene Platte kann bei Anlegen einer elektrischen Spannung zwischen auf dem Quarz angebrachten Elektroden, d. h. ein elektrisches Feld, zu Längs-, Biege-, Flächen- oder Dickenschwingungen angeregt werden, wobei eine Reihen- und Parallelresonanz auftritt (Ersatzschaltung s. Bild). Schwingquarze zeichnen sich durch sehr hohe Güte (bis  $10^6$ ) bei großer Frequenzkonstanz aus und werden bis 30 MHz in großer Stückzahl z. B. bei Quarzuhren sowie als Ultraschallwandler eingesetzt.



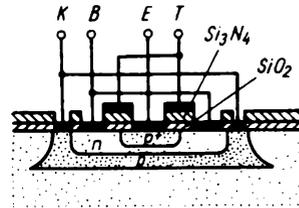
**SCIM** (silicon coating by inverted meniscus). Billige Technologie zur Herstellung dünner Schichten aus Polysilizium.

**SCL-Transistor** (space charge limited transistor). Raumladungsbegrenzter ↑Bipolartransistor, besitzt eine ↑Kennlinie ähnlich einer Röhrentriode.

**SCR** (silicon controlled rectifier). Synonym für ↑Thyristor.

**SCS** (silicon controlled switch). Steuerbarer Siliziumschalter; anoden- und katodenseitig steuerbare ↑Thyristortetrode.

**SCT-Element** (surface controlled transistor). Auch oberflächengesteuerter Transistor genannt. Ein ↑Ladungsverschiebeelement, bei dem die Stromverstärkung eines ↑Bipolartransistors zwischen großen und kleinen Werten durch Ladungsverschiebung gesteuert werden kann (s. Bild). Wird daher als Bauelement in integrierten Ladungsverschiebeschaltungen verwendet. Nachteilig ist die relativ komplizierte Fertigung (2 Elektroden in Epitaxietechnik).



**SDFL** (Schottky diode FET logic). Logik mit FET vom Verarmungstyp und ↑Schottky-Dioden, angewendet z. B. bei integrierten Schaltkreisen aus GaAs.

**SEBL** (scanning electron beam lithography). Raster-↑Elektronenstrahlolithographie.

**SEC** (secondary electron conduction). Sekundärelektronenleitung; Sekundärelektronen entstehen beim Aufprall von (Primär-)Elektronen mit großer Energie, d. h. Geschwindigkeit auf Leiter bzw. Halbleiter.

**selbstjustierende Verfahren** ↑self-aligned

**selektive Diffusion** ↑Diffusion; ↑Fotolithografie; ↑LOCOS-Verfahren; ↑PLANOX-Verfahren

**Selen** Se. Ausgangsmaterial für die Herstellung von Gleichrichtern und ↑Fotodektoren.

**self-aligned.** Selbstjustierend. In der Halbleitertechnologie breit angewendetes Prinzip, bei dem Elektroden bzw. leitende oder halbleitende Gebiete selbstjustierend,

d. h. ohne  $\uparrow$ Masken hergestellt werden. Ergibt kürzere Kanalbreiten und damit größeren  $\uparrow$ Integrationsgrad.  $\uparrow$ PSA;  $\uparrow$ SAG.

**Sensor.** Meßgrößenaufnehmer oder Fühler. Ausdruck wird heute vor allem in der Robotertechnik verwendet;  $\uparrow$ piezoelektrischer Meßgrößenaufnehmer;  $\uparrow$ Fotodetektor.

**Setzen.** Umschalten von  $\uparrow$ Flipflops als Speicher vom 0- in den 1-Zustand, umkehrt Rücksetzen.

**SFL** (substrat fed logic).  $\uparrow$ I<sup>2</sup>L-Logik mit  $\uparrow$ Schottky-Dioden zur Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit.

**SGOS** (silicon gate oxide semiconductor).  $\uparrow$ MIS-Technik mit Siliziumgate, ergibt gegenüber der üblichen Technologie mit aufgedampftem Metall einfachere Herstellungsverfahren.  $\uparrow$ Silicongatetransistor.

**SGT** (silicon gate technology). Siliziumgatetechnologie zur Herstellung von  $\uparrow$ MOS-Schaltkreisen. Gegenüber  $\uparrow$ MGT hat SGT den Vorteil der selbstjustierenden, maskenfreien Herstellung der  $\uparrow$ Gatelektrode und ermöglicht daher kürzere Kanalbreiten und höhere  $\uparrow$ Integrationsgrade.  $\uparrow$ Silicongatetransistor.

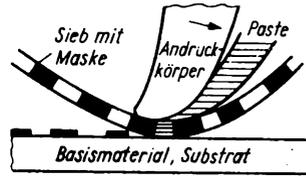
**SGT** (silicon gate transistor)  $\uparrow$ Silicongatetransistor.

**SGT-MOS** (silicon gate technology MOS). Siliziumgatetechnik zur Herstellung von hochintegrierten MOS-Schaltkreisen mit polykristallinem Silizium als Gate.  $\uparrow$ SGT.

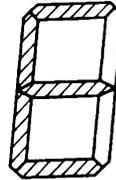
**SHSIC** (super high speed IC). Höchstgeschwindigkeitsschaltkreis für Taktfrequenzen bis in das GHz-Gebiet.

**SID** (silicon imaging device).  $\uparrow$ CCD-Matrix (2dimensional). Zur Bildaufnahme verwendete Halbleiteranordnung.

**Siebdruck.** Verfahren der Drucktechnik zur Herstellung von Leiterplatten und Dickschichtschaltungen. Eine Siebdruckpaste wird durch ein feinmaschiges Sieb mit entsprechender Struktur bzw. durch eine darüberliegende  $\uparrow$ Maske auf das Basismaterial gedrückt (s. Bild). Durch anschließendes Brennen wird die gedruckte Schicht erhärtet. Untere erreichbare Grenze für die Breite der Leiterzüge liegt bei 50  $\mu$ m, üblich 150  $\mu$ m.



**Siebensegmentanzeigeelement.** Eine aus sieben Segmenten bestehende, oft Flüssigkristallanordnung (s. Bild), bei der durch Ansteuerung der Segmente die Ziffern 0 bis 9 sowie einige Alphazeichen (im Bild E schraffiert) dargestellt werden können. Heute wird dieses Bauelement in großer Stückzahl als Standardbauelement zur digitalen Anzeige produziert.



**SIGBIP** (silicon gate MOS-bipolar technology). Mischtechnologie mit  $\uparrow$ bipolaren und Silizium-Gate-MOS-Strukturen.

**SIGFET** (semi-insulated gate FET).  $\uparrow$ Feldeffekttransistor mit halbisoliertem  $\uparrow$ Gate.  $\uparrow$ Feldeffekttransistor.

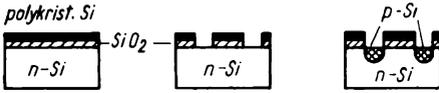
**Signalprozessor.** Speziell für die Verarbeitung analoger Signale geeignete  $\uparrow$ Eichiprechner, die aus einem  $\uparrow$ AD-Wandler am Eingang, einem Mikrorechner mit angepaßtem Befehlssatz (Verschiebe-Operationen zur schnellen Realisierung von Multiplikationen mod 2) und einem  $\uparrow$ DA-Wandler am Ausgang bestehen. Besonders geeignet zur Realisierung von digitalen Filtern.

**SI<sup>2</sup>L.** Schottky I<sup>2</sup>L.  $\uparrow$ Schottky-Diode;  $\uparrow$ I<sup>2</sup>L.

**SIL-Gehäuse** (single-in-line).  $\uparrow$ Gehäuse zur Verkappung  $\uparrow$ integrierter Schaltkreise bzw. anderer Bauelemente mit einer einzigen dem Rastermaß von Leiterplatten angepaßten Reihe von Anschlüssen.  $\uparrow$ DIL-Gehäuse;  $\uparrow$ Quil-Gehäuse.

**Silicongatetechnik.** Auch Siliziumtorteknik genannt. Nach dem Bild wird im

1. Prozessschritt das mit einer  $\text{SiO}_2$ -Schicht überzogene Target mit einer polykristallinen Si-Schicht bedeckt, in die nach Ätzen von Diffusionsfenstern leitende p-Streifen eindiffundiert werden.  $\uparrow$ Diffusion. Nach Metallisierung ist die MIS-Struktur einsatzbereit ( $\uparrow$ Silicongatetransistor). Die Vorteile des Verfahrens bestehen in den wenigen Prozessschritten.  $\uparrow$ MIS-Technik.



**Silicongatetransistor.** Auch Siliziumtortransistor oder SGT-Transistor genannt. Ein nach der  $\uparrow$ Silicongatetechnik hergestellter Transistor, bei dem im Bild zu  $\uparrow$ Silicongatetechnik die 2 p-Gebiete Quelle und Senke, das dazwischenliegende Gebiet aus polykristallinem Si das Tor darstellt. Gegenüber  $\uparrow$ MISFET mit Tor aus Metall erreicht man kürzere Schaltzeiten bei kleineren Speisespannungen.  $\uparrow$ SGT.

**Silizium Si.** Ausgangsmaterial für die Halbleitertechnik. Kommt polykristallin und kristallin in der Natur vor (Gitter vom Diamanttyp). Für die Herstellung von Halbleitern erfolgt nach Gewinnung von Reinstsilizium durch Überführung in Trichlorsilan  $\text{SiHCl}_3$ , das Ziehen eines  $\uparrow$ Einkristalls aus der Schmelze mit den Verfahren der  $\uparrow$ Kristallzüchtung. Si dient als Basismaterial sowohl für diskrete Bauelemente wie auch für integrierte Schaltkreise. Da  $\text{SiO}_2$  sehr gut isoliert und für viele Gase und Flüssigkeiten undurchlässig ist, werden  $\text{SiO}_2$ -Schichten zur Isolation von Halbleitergebieten (z. B. beim  $\uparrow$ EPIC-Verfahren) und als Maske bei der selektiven  $\uparrow$ Diffusion benutzt.

**Siliziumdioxid  $\text{SiO}_2$ .** Insbesondere zur Herstellung von  $\uparrow$ Masken und zur  $\uparrow$ Passivierung in der Halbleitertechnologie verwendetes Material. Herstellung aus Silizium durch thermische Oxydation (Dampfoxydation; Trockenoxydation; Feuchtoxydation), anodische Oxydation oder Ablagerungsoxydation [16].

**Siliziumnitrid  $\text{Si}_3\text{N}_4$ .** Gelegentlich zur Herstellung von  $\uparrow$ Masken und zur  $\uparrow$ Passivierung

eingesetzt (2. Passivierungsschicht über  $\uparrow$ Siliziumdioxid).

**Siliziumtetrode  $\uparrow$ Binistor**

**Siliziumtorteknik  $\uparrow$ Silicongatetechnik**

**Siliziumtortransistor  $\uparrow$ Silicongatetransistor**

**SIMOS (stack-gate injection MOS).**  $\uparrow$ MIS-Struktur mit geschichtetem  $\uparrow$ Gate, realisiert durch  $\uparrow$ Injektion. Eingesetzt in  $\uparrow$ EPROM oder  $\uparrow$ EAROM.

**Single-in-line-Gehäuse  $\uparrow$ SIL-Gehäuse**

**SIO (serial input output).** Ein-/Ausgabe-Schaltkreis mit seriellem Ein- und Ausgang.  $\uparrow$ Mikrorechner.

**SIP (single-in-line package).** Synonym für  $\uparrow$ SIL-Gehäuse.  $\uparrow$ Gehäuse.

**SIPOS (semi-insulating polycrystalline silicon).** Siliziumtechnologie zur Herstellung von Strukturen mit Heterojunction, d. h.  $\uparrow$ pn-Übergängen zwischen Halbleitergebieten verschiedener Kristallstruktur sowie von dünnen polykristallinen Siliziumschichten zur Oberflächenpassivierung.

**SIS-Struktur (semiconductor insulator semiconductor).** Halbleiter-Isolator-Halbleiter-Struktur, angewendet z. B. bei Solarzellen für  $\uparrow$ Solarbatterien.

**SLIC (subscriber-line interface chip).** Universell anpaßbarer Schaltkreis, bei dem die Parameter sich durch den Anwender verändern lassen.

**Slice.** Scheibe.  $\uparrow$ Wafer.

**SLIS (super large scale integration).** Superhöchstintegration. Synonym für  $\uparrow$ V<sup>2</sup>LSI.  $\uparrow$ Integrationsgrad.

**SLP (single layer polysilicon).** Einlagentechnik mit Polysilizium.

**SMA (surface mounted assembly).** Technologie für den Schaltungsaufbau mit Bauelementen mit Anschlußkontakten ( $\uparrow$ Chipbauelemente, z. B. -kondensatoren bzw. -widerstände; PIN- $\uparrow$ Gehäuse für Halbleiter und integrierte Schaltkreise) zur direkten Befestigung auf der  $\uparrow$ Leiterplatte bzw. auf dem Keramiksubstrat. Die Bauelemente werden Gurten entnommen und durch  $\uparrow$ Bestückungsautomaten zunächst aufgeklebt und dann durch Lötens mit der

Leiterplatte verbunden. Damit lassen sich Verkleinerungen der Abmessungen und folglich Erhöhungen des ↑Integrationsgrads erreichen.

**SMC** ↑Chipbauelemente

**SMD** ↑Chipbauelemente

**SMOS** (small MOS, ↑scaled-down MOS; submicrometer channel MOS). Verfahren zur Herstellung von Kurzkanal-MOS-Strukturen ( $\leq 1 \mu\text{m}$ ) realisiert mit Projektionslithografie, Trockenplasmaätzen sowie Doppelimplantation.

**Snap-off-Diode**. Synonym für ↑Step-recovery-Diode.

**SNR** (signal to noise ratio). Signal-Rausch-Abstand. ↑Rauschzahl.

**Software**. Programmpaket, auch mit Systemunterlagen bezeichnet. Wörtliche Übersetzung: „weiche Ware“ mit Bezugnahme auf das Papier als Medium für die Ausarbeitung des Programms. Mit der Weiterentwicklung der Mikroelektronik steigt der Anteil der Software gegenüber der ↑Hardware weiter an, bedingt durch die fallenden Bauelementpreise und den steigenden ↑Integrationsgrad.

**Softwaremodul**. Mikroprogrammspeicher in ↑Hardwarerealisierung meist als ↑ROM, dessen Speicherinhalt das entsprechende Programm darstellt. Die Module werden heute auch für Taschenrechner eingesetzt.

**SOI SOAS-Technologie** (silicon on insulator/silicon on amorphous substrates). Technologie zur Herstellung ↑integrierter Schaltungen mit dem Vorteil der Verwendung amorpher und damit billiger sowie gut isolierender ↑Substrat-Werkstoffe.

**Solarbatterie**. Eine aus meist hintereinandergeschalteten Solarzellen aufgebaute Sonnenbatterie. Als Solarzellen dienen ↑Fotoelemente mit großflächigem ↑pn-Übergang. Der Wirkungsgrad ist bei Elementen mit Heteroübergängen größer und erreicht bei zinkdotierten Gallium-Aluminium-Arsenid-Zellen bis zu 21 %.

**Solid-State-Imager**. Synonym für ↑Festkörperbildsensor.

**SOST** (semiconductor oxide semiconductor transistor), ↑Transistor mit der Struktur Halbleiter-Oxid-Halbleiter.

**SOS-Technik** (silicon on sapphire). Silizium auf Saphir; Technologie zur Verringerung der parasitären Kapazitäten bei hochintegrierten Schaltkreisen. Mit ↑Epitaxieverfahren wird eine sehr dünne Siliziumeinkristallschicht ( $\approx 1 \mu\text{m}$ ) auf einer Saphirscheibe als ↑Substrat abgeschieden. ↑LOSOS.

**SOT-23-Gehäuse**. Miniplastgehäuse mit bandförmigen lötbaren Anschlüssen zur Verwendung in Hybridschaltungen.

**Spacistor**. ↑Bipolartransistor mit hohem Eingangswiderstand.

**Speicher**. Anordnung zur Speicherung von Informationen, wie Daten oder Signale. Gegenüber den analogen Speichern gewinnen digitale Speicher immer größere Bedeutung. Kenngrößen sind Art des Speichierzugriffs und Möglichkeit einer Löschung (↑RAM; ↑ROM; ↑PROM; ↑EAROM), Zugriffszeit und ↑Speicherkapazität. Eingesetzt werden vor allem magnetische und ↑Halbleiterspeicher, für große Informationsmengen als ↑ROM auch optische Speicher, z. T. mit Abtastung durch ↑Laser.

**Speicherkapazität**. Kennzahl für das Fassungsvermögen eines digitalen Speichers in Bit, Byte oder Zeichen, wobei der Vorrat  $K = 2^{10} = 1024$  bedeutet. Zahl in ↑Bit entspricht der Zahl der ↑Speicherzellen.

**Speicherzelle**. Kleinste Einheit eines ↑Speichers für die Speicherung eines Bits. Realisierung u. a. durch ↑Flipflops (statische Speicher), aufladbare Kapazitäten (↑dynamische Speicher) oder als nichtflüchtige Speicher z. B. durch ↑Magnetblasen- oder früher – inzwischen weitgehend durch andere Lösungen verdrängt – Ferritkernspeicher.

**Sperrbereich**. Spannungsbereich bei Halbleiterdiode oder Transistor, in dem der sehr kleine ↑Sperrstrom unterhalb eines oft angegebenen oberen Wertes bleibt. Beim Überschreiten der Sperrspannung entsteht ein Durchbruch mit sehr steilem Anstieg des Stromes (ausgenutzt bei der ↑Z-Diode).

**Sperrschicht.** Bereich in der Nähe eines Übergangs, z. B.  $\uparrow$ pn-Übergangs bei Halbleitern, der bei Vorspannung in Sperrrichtung, von Ladungsträgern entblößt wird und damit einen sehr hohen Widerstand besitzt.

**Sperrschichtisolation.** Isolationsverfahren der  $\uparrow$ Bipolar-technik, bei dem in Sperrrichtung betriebene  $\uparrow$ pn-Übergänge zur Realisierung isolierter Inseln benutzt werden.

**Sperrschichtkapazität.** Kapazität einer  $\uparrow$ Sperrschicht, die von der Raumladung, d. h. dem Störstellenprofil und damit von der Spannung an der Sperrschicht abhängt. Der Effekt wird z. B. bei den  $\uparrow$ Varaktoren ausgenutzt.

**Sperrspannung.** Die bei einem Halbleiterbauelement mit  $\uparrow$ pn-Übergang anliegende Spannung in Sperrrichtung.  $\uparrow$ Sperrbereich.

**Sperrstrom.** Der bei einem Halbleiterbauelement mit  $\uparrow$ pn-Übergang fließende Strom im  $\uparrow$ Sperrbereich.

**Spitzendiode.** Auf ein mit einem p-Gebiet dotiertes n-Ge-Plättchen wird eine aus Molybdän oder Wolfram bestehende Spitze aufgesetzt. Im Gegensatz zu den Flachendioden haben Spitzendioden kleine  $\uparrow$ Sperrschichtkapazitäten und eignen sich daher zur Mischung und Gleichrichtung bei hohen Frequenzen.

**Spitzentransistor.** Durch Spitzenkontakte ähnlich der  $\uparrow$ Spitzendiode realisierter  $\uparrow$ Bipolartransistor. Wie die Spitzendiode für hohe Frequenzen geeignet, jedoch heute durch Mikrowellentransistoren verdrängt.

**SPM (silicon planar multiple diode).** Mehrfachdiode in Silizium- $\uparrow$ Planartechnik.

**Sputtern**  $\uparrow$ Ionenstrahlerstäubung

**SQUID (superconducting quantum interference device).** Quanteninterferometer. Sehr empfindliche Anordnung zur Messung magnetischer Felder unter Benutzung supraleitender Halbleiterverbindungen ( $\uparrow$ Josephson-Effekt). Geeignet auch zur Messung sehr kleiner Ströme.

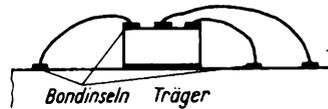
**SRAM.** Statischer Speicher.  $\uparrow$ Halbleiterspeicher.

**SRD** Abkürzung für  $\uparrow$ Step-recovery-Diode

**SSI (small scale integration)**  $\uparrow$ Integrationsgrad

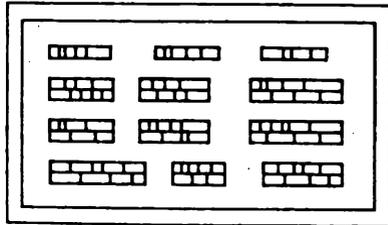
**STA (standard array).** Semi-Kundenwunschsaltkreis mit standardisierter Abmessung. Verdrahtung erfolgt kundenspezifisch in der letzten Verarbeitungsstufe vor der  $\uparrow$ Verkappung.

**Standardchiptechnik.** Bei dieser Form der Multichiptechnik (s. Bild) werden mit der sog. fliegenden Verdrahtung zwischen Bondinseln auf  $\uparrow$ Chip und Träger mit Gold- oder Aluminiumdrähten Verbindungen hergestellt ( $\uparrow$ Bonden). Vorteil: relativ gute Wärmeleitung und geringe Herstellungskosten der Chips; Nachteil: wegen der großen Zahl der Bondstellen geringere Zuverlässigkeit und Ausbeute.



**Standardschaltkreis.** In großer Stückzahl gefertigter Schaltkreis für breite Einsatzgebiete laut Lieferprogramm, heute meist als MSI- oder LSI-Schaltkreise. Gegensatz:  $\uparrow$ Anwenderschaltkreis. Man unterscheidet festverdrahtete, teilverdrahtete oder programmierbare Schaltkreise. Letztere besitzen als  $\uparrow$ Mikroprozessoren ( $\uparrow$ CPU) bzw. Mikrorechner und  $\uparrow$ PLA große Bedeutung mit schnell zunehmender Zahl von Einsatzgebieten.

**Standardzellen.** Vollständig entworfene Schaltungsteile mit verschiedenen Grundfunktionen (s. Bild) werden einer Zellen-



bibliothek entnommen und entsprechend dem Schaltplan des Anwenders verbunden. Ergibt Schaltkreise nach Kundenwunsch. Typische Eigenschaften: variable Chipgröße, Zellenanzahl, Anschlussanzahl,

Zellenbreite und Verdrahtungskanäle. Feste Zellenhöhe. Vorteil: im Vergleich zum  $\uparrow$ Gate-Array bessere Ausnutzung der Chipfläche sowie gegenüber dem normalen Entwurf kürzere Entwicklungszeiten. Nachteil: höhere Kosten, da alle Maskenebenen schaltungsabhängig sind und somit eine Vorfertigung nicht möglich ist, sowie gegenüber  $\uparrow$ Gate-Arrays um den Faktor 2 bis 3 längere Entwicklungszeiten.  $\uparrow$ Anwenderschaltkreis.

**Stapelfehler**  $\uparrow$ Kristallbaufehler

**Steckverbinder.** Kontaktbauelement, das zur mehrpoligen lösbaren elektrischen und oft auch mechanischen Verbindung zwischen Baugruppen oder mit Kabeln dient. Je nach Frequenzbereich unterscheidet man Niederfrequenz-, Hochfrequenz- bzw. Koaxialsteckverbinder, je nach Spannungs- und Strombereich Hochspannungs- oder Schwachstromsteckverbinder. Flachsteckverbinder mit kammartiger Struktur werden zum Stecken von Leiterplatten verwendet. Steckverbinder können einen Schutzgrad sowie eine Verriegelung aufweisen. Kenngrößen insbesondere für koaxiale Steckverbinder sind Wellenwiderstand und Reflexionsfaktor.

**Steilheit.** Röhrenkennwert  $\partial I_a / \partial U_g$  bzw. Kurzschlußübertragungsleitwert bei  $\uparrow$ Bipolartransistoren.

**Step-and-Repeat-Kamera**  $\uparrow$ Fotorepeater

**Step-recovery-Diode.** Speicher- $\uparrow$ Varaktor mit sehr kurzer Speicherzeit. Wird eingesetzt als schnelle Schaltdiode und in Frequenzvervielfachern.

**STL (Schottky-transistor-logic).** Logikschaltung mit kleinem  $\uparrow$ Geschwindigkeit-Leistungs-Produkt durch Einsatz von  $\uparrow$ Schottky-Dioden,  $\uparrow I^2L$ .

**Störstelle.** In jedem Halbleiterkristall auftretende  $\uparrow$ Kristallbaufehler sowie gewollt durch  $\uparrow$ Dotierungen eingebaute Fremdatome ( $\uparrow$ Akzeptor bzw.  $\uparrow$ Donator), letztere zur Erzielung einer p- oder n-Leitfähigkeit. Führt zu einer entsprechend der Störstellenkonzentration ins Gewicht fallenden Störstellenleitung.  $\uparrow$ Störstellenhalbleiter.

**Störstellenhalbleiter.** Auch Extrinsic-Halbleiter genannt. Im Gegensatz zum Halbleiter mit  $\uparrow$ Eigenleitung (Intrinsic-Halbleiter) zusätzlich mit Störstellen dotierter Halbleiter mit p- oder n-Leitfähigkeitstyp. Ist die Störstellenkonzentration  $n > p$ , so entsteht ein n-Halbleiter und umgekehrt.

**Störstellenleitung**  $\uparrow$ Störstelle;  $\uparrow$ Störstellenhalbleiter

**Strahlungsdetektor**  $\uparrow$ Strahlungsempfänger

**Strahlungsemission.** Auf der Rekombination beruhende Emission von elektromagnetischer Strahlung, entweder als spontane Emission auf Grund vorangegangener Anregung oder als induzierte Emission in Umkehrung der Absorption, wie beim  $\uparrow$ Maser und  $\uparrow$ Laser.

**Strahlungsempfänger.** Auch Strahlungsdetektor genannt, ein Meßgrößenaufnehmer für elektromagnetische oder ionisierende Strahlung. Neben den klassischen Verfahren, wie Zählrohr, Ionisationskammer und Szintillationszähler, stellt die Mikroelektronik Halbleiterdetektoren und  $\uparrow$ Fotodetektoren bereit.

**Streifenleitung.** Auch Strip-line genannt. Als Wellenleiter wirkende, in integrierten Mikrowellenschaltungen verwendete Metallleitungen auf isolierten Trägern, herstellt meist in den gleichen Technologien wie die Mikrowellenbauelemente; oberhalb 1 GHz auch als Mikrostripleitungen bezeichnet.

**Streifentransistor**  $\uparrow$ Lateraltransistor

**Strip-line**  $\uparrow$ Streifenleitung

**Stromversorgung.** Geräteteil, der die für den Betrieb der elektrischen Funktionseinheiten erforderlichen Spannungen bereitstellt. Vom Wechselstromnetz ausgehend, ist eine Aufbereitung durch Gleichrichtung, Siebung und Stabilisierung erforderlich.

**Stromverstärkung**  $\uparrow$ Kurzschlußstromverstärkung

**STTL**  $\uparrow$ Schottky-TTL oder Standard-TTL

**Substrat.** Trägermaterial zur Herstellung elektronischer Strukturen mit oft nur wenigen Mikrometern Dicke. In der Halbleiterblocktechnik besteht das Substrat aus

einer dünnen Scheibe aus einem Halbleitereinkristall, meist aus  $\uparrow$ Silizium bzw. Saphir bei der  $\uparrow$ SOS-Technik. Für Hybrid-schaltungen werden in  $\uparrow$ Dickschichttechnik Aluminiumoxid, in  $\uparrow$ Dünnschichttechnik Glas, Keramik oder Saphir mit extrem glatter Oberfläche (Rauhgigkeit unter  $0,01 \mu\text{m}$ ) und für Kondensatoren Bariumtitanat verwendet.

**Supraleiter.** Material mit unterhalb einer kritischen Temperatur verschwindendem Widerstand. Die Supraleitung ist auch durch Magnetfelder beeinflussbar. Ausgenutzt bei Kryospeichern und bei der Josephson-Technik.  $\uparrow$ Josephson-Effekt.

**Systemintegration.** In der Mikroelektronik Realisierung eines gesamten Systems durch einen einheitlichen technologischen Prozeß nach Verfahren der Großintegration.

**Systemunterlagen**  $\uparrow$ Software

**TANDEL** (temperature autostabilizing non-linear dielectric element), auch TGS-Element genannt. Nichtlineare Kapazität mit Triglyzinsulfat, wobei sich die Dielektrizitätskonstante mit der Temperatur so ändert, daß eine Eigenstabilisierung auftritt (Vorteil gegenüber  $\uparrow$ Varaktoren).

**TAZ-Diode** (transient-absorbing Zener diode).  $\uparrow$ Z-Diode mit erhöhter Strombelastbarkeit zur Überspannungsableitung.

**TC** (thermocouple). Abkürzung für  $\uparrow$ Thermoelement.

**TCL** (transistor coupled logic). Transistorgekoppelte Logik.

**TCM** (thermal conduction module).  $\uparrow$ Mehrschichtkeramik mit thermischer Leitungskühlung. Bis zu 33 Schichten von dünnen Keramikplättchen werden übereinander gebracht. Damit ergibt sich die Möglichkeit einer 3dimensionalen Verdrahtung mit dem Effekt einer wesentlichen Reduzierung des Raumbedarfs.

**TDL** (tunnel diode logic). Logikschaltung mit  $\uparrow$ Tunneldioden.

**Technologien**  $\uparrow$ Bauelementetechnologien;  $\uparrow$ Mikroelektronik

**Temperaturkoeffizient.** Relative Änderung einer Kenngröße, bezogen auf eine Temperaturänderung. Besonders wichtig bei Widerständen und Kondensatoren, wobei man versucht, durch Kombination entsprechender Materialkonstanten – heute z. T. mit Laserabgleich – einen gewünschten Wert (oft Null) zu erreichen.

**Tetrajunctionstransistor.** Halbleiter mit vier  $\uparrow$ pn-Übergängen, z. B.  $\uparrow$ Triac oder  $\uparrow$ Thyristor.

**TFET** (thin-film FET). Dünnschicht- $\uparrow$ Feld-effekttransistor.

**TFT** (thin-film technology oder transistor). Abkürzung für  $\uparrow$ Dünnschichttechnik oder  $\uparrow$ Dünnschichttransistor.

**TGS-Element**  $\uparrow$ TANDEL

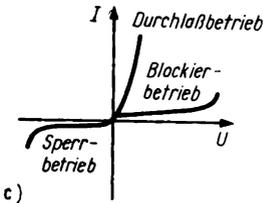
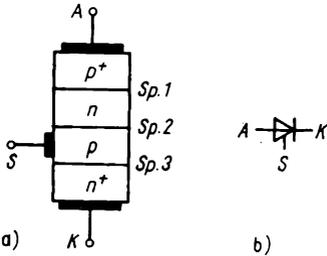
**thermische Instabilität.** Aufheizung und, falls keine geeignete Wärmeabfuhr, z. B. über Kühlflächen, möglich ist, Zerstörung des Bauelements.

**Thermistor.** Temperaturabhängiger Widerstand, insbesondere als Heißleiter mit bei Erwärmung abnehmendem Widerstand. Angewendet z. B. für die Heizung von  $\uparrow$ Elektronenröhren, um zu große Einschaltströme zu vermeiden.

**Thermoelement.** Ausnutzung des Seebeck-Effekts: Zwischen zwei Kontaktstellen (z. B. Lötstellen) von Leitern oder Halbleitern entsteht eine Temperaturspannung, die von der Temperaturdifferenz abhängt. In großem Umfang eingesetzt zur Temperaturmessung.

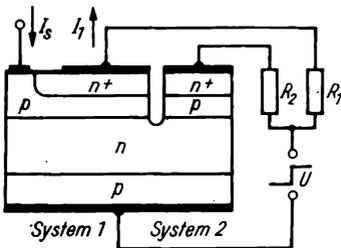
**Thyristor.** Halbleiterschaltgerät, bei dem der Zündvorgang durch einen Zündimpuls am Steueranschluß eingeleitet und damit gesteuert werden kann. Der Grundtyp hat die im Bild a dargestellte Vierschichtstruktur mit Anode, Katode und Steuer-elektrode und das im Bild b dargestellte allgemeine Schaltzeichen. Bild c zeigt die Strom-Spannungs-Kennlinie mit den Zuständen: Sperrbetrieb (Sperrschichten Sp. 1 und Sp. 3 sperren); Blockierbetrieb (Sp. 2 sperrt); Durchlaßbetrieb (alle 3 Sperrschichten leiten). 2 gegengeschalteten Thyristoren entsprechen der beiderseits wirkende  $\uparrow$ Triac bzw.  $\uparrow$ Diac. Während der

normale Thyristor erst wieder abschaltet, wenn der Anodenstrom unter den sog. Haltestrom sinkt (d. h. bei Rückgang der Spannung wie beim Gasentladungsthyratron), gibt es durch einen negativen Impuls an der Steuerelektrode löschbare Thyristoren, den  $\uparrow$ GTO- und den GATT-Th. Sie besitzen ein großes Einsatzgebiet in der  $\uparrow$ Leistungselektronik (Drehzahl- und Frequenzsteuerung; Gleichrichtung und Umrichtung; Schalter) [13].



**Thyristordiode.** Synonym für  $\uparrow$ Diac.

**Timistor.** In einem Halbleiterkristall werden 2 über eine gemeinsame n-Schicht gekoppelte  $\uparrow$ Thyristoren hergestellt, von denen der 1. eine Steuerelektrode aufweist ( $I_s$  im Bild). Der 2. wird nach Zündung des 1. mit einer durch den Strom  $I_1$  des Thyristors steuerbaren Verzögerungszeit über die gemeinsame n-Schicht gezündet.



**Top-down-design.** Entwurfsmethode, bei der von der Gesamtfunktion ausgehend die einzelnen Teilfunktionen entwickelt werden.  $\uparrow$ Bottom-up-design.  $\uparrow$ CAD.

**TO-Rundgehäuse**  $\uparrow$ Gehäuse

**Transistor.** Steuerbares Halbleiterbauelement. 3 Grundtypen sind zu unterscheiden: der  $\uparrow$ Bipolartransistor (npn- und pnp-Typ); der  $\uparrow$ Feldeffekttransistor (FET) und der oberflächengesteuerte Transistor ( $\uparrow$ SCT-Element). Für integrierte Schaltungen sind der integrierte Bipolartransistor und der integrierte MIS-Transistor von besonderer Bedeutung. Eine Unterteilung nach dem Einsatzgebiet ist üblich (NF-; HF-; Mikrowellen-;  $\uparrow$ Fototransistor). Das Verhalten wird durch  $\uparrow$ Kennlinien und Ersatzschaltungen beschrieben.

**Transistortetrode**  $\uparrow$ Binistor

**Transistor-Transistor-Logik**  $\uparrow$ TTL

**Transputer.** Einchiprechner mit Sprachübersetzer.

**TRAPATT-Betrieb** (trapped plasma avalanche triggered transit). Betriebsart der  $\uparrow$ Lawinenlaufzeitdiode, bei der ein hoher Wirkungsgrad ( $\approx 50\%$ ) bei allerdings gegenüber dem Normalbetrieb wesentlich niedrigeren Frequenzen erreicht werden kann.

**Triac** (triode alternating current switch). Vollwegthyristor. Ein Tetrajunktionstransistor, der in Kennlinie und Wirkung der Gegenschaltung zweier Thyristoren entspricht.  $\uparrow$ Thyristor.

**Trichlorsilan.** Ausgangsmaterial für die Herstellung von Reinstsilizium.  $\uparrow$ Silizium.

**Triggerdiode.** Diode, die beim Überschreiten eines kritischen Spannungswerts aus dem Blockier- in den Durchlaufzustand kippt. Realisiert als  $\uparrow$ Diac oder Vierschichtdiode, eingesetzt zur Erzeugung des Zündimpulses für  $\uparrow$ Thyristoren und  $\uparrow$ Triacs.  $\uparrow$ Zündschaltung.

**TRIMASK-Technik.** Einfaches Verfahren mit nur 3  $\uparrow$ Masken zur Herstellung von lateralen  $\uparrow$ Bipolartransistoren und Bipolar-schaltkreisen. Das Verfahren benötigt nur einen wesentlichen Diffusionsvorgang we-

gen der gleichzeitigen Diffusion des Emitter- und Kollektorgebiets. Nachteilig sind die nur mäßigen elektrischen Eigenschaften wie beim  $\uparrow$ Lateralttransistor.

**TRIMOS** (triac MOS). Integration eines  $\uparrow$ Triacs mit einem MOS-Transistor.

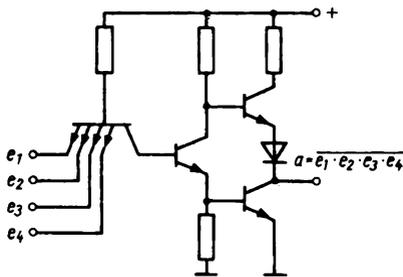
**Tri-State-Logik**  $\uparrow$ TSL

**TRL** (transistor resistor logic). Transistor-Widerstands-Logik.

**TSI** (titanic scale integration). Synonym für  $\uparrow$ V<sup>2</sup>LSI.  $\uparrow$ Integrationsgrad.

**TSL** (tri-state logic). Tri-State-Logik; Schaltung mit Dreizustandsbauelementen (low, high, hochohmig), in  $\uparrow$ TTL-Technik realisiert.

**TTL** (transistor-transistor-logic). Auch T<sup>2</sup>L genannt. Bipolare Logikfamilie mit  $\uparrow$ Multimittlertransistoren am Eingang (s. Bild). Man erreicht Verzögerungszeiten von 10 ns und darunter. Wegen der Gegentaktdimensionierung erhält man niederohmige und mit relativ großen Kapazitäten belastbare Ausgänge bei einem Leistungsverbrauch von etwa 10 mW/Gatter für Normalausführung bzw. um 1 oder 2 Größenordnungen niedriger bei TTL-LS-(Low-power-Schottky-)Ausführung.

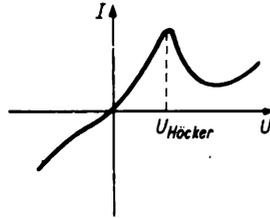


**T<sup>2</sup>L**. Synonym für  $\uparrow$ TTL.

**T<sup>3</sup>L**. Verbesserte  $\uparrow$ TTL, bei der eine zusätzliche Diodenstrecke zur Erhöhung des Störabstands eingesetzt wird.

**Tunnelodiode**. Hochdotierte pn-Diode mit einer Kennlinie (s. Bild), die durch Überlagerung des Stromes infolge  $\uparrow$ Tunnelleffekts und des Stromes einer  $\uparrow$ pn-Diode entsteht. Von einer bestimmten Höckerspannung ab nimmt der Tunnelstrom wieder ab, so daß eine negative Kennlinie

entsteht. Tunnelioden werden wegen ihrer sehr hohen Grenzfrequenzen (GHz) bzw. kurzen Schaltzeiten (ns) in Mikrowellenverstärkern, Mikrowellenoszillatoren und Multivibratoren eingesetzt.



**Tunneleffekt**. Durch die Wellenbeschreibung erklärbarer Überschreitung einer Potentialbarriere, obwohl die Energie der Elektronen nach der klassischen Theorie der Teilchenbewegung nicht ausreicht. Der Effekt wird ausgenutzt beim  $\uparrow$ pn-Übergang der  $\uparrow$ Tunnelodiode sowie bei Supraleitern ( $\uparrow$ Josephson-Effekt). In beiden Fällen ist vor allem die sehr kurze Schaltzeit technisch interessant.

**Übergang**. Grenzfläche zwischen Halbleiter und Metall (Schottky-Kontakt) bzw. zwischen 2 Halbleitern mit verschiedenen elektrischen Eigenschaften.  $\uparrow$ pn-Übergang;  $\uparrow$ Schottky-Übergang.

**Überschußhalbleiter**  $\uparrow$ Störstellenhalbleiter

**UHSIC** (ultra high speed IC). Ultrahochgeschwindigkeitsschaltkreis für Taktfrequenzen um 1 GHz.

**ULA** (uncommitted logic array). Unverdrahtetes Logik-Array. Kundenwunschschaltkreis mit gleichen Zellen, die in der letzten Verarbeitungsstufe vor dem  $\uparrow$ Verkappen kundenspezifisch verdrahtet werden. Ökonomisch günstige Lösung bei kleinen bis mittleren Stückzahlen.

**ULSI** (upper LSI). Synonym für  $\uparrow$ V<sup>2</sup>LSI.  $\uparrow$ Integrationsgrad.

**Ultraschallbonden**  $\uparrow$ Bonden

**UMOS**. Analog zu  $\uparrow$ VMOS werden hier U-förmige Gräben geätzt.

**UNIFET**. Unipolarer  $\uparrow$ Feldeffekttransistor.

**Unipolartransistor**  $\uparrow$ Feldeffekttransistor

**Unitunnelodiode**  $\uparrow$ Rückwärtsdiode

**Vakuum.** Grobvakuum  $>100$  Pa; Feinvakuum 100 bis  $10^{-1}$  Pa; Hochvakuum  $10^{-1}$  bis  $10^{-4}$  Pa; Ultrahochvakuum  $10^{-4}$  bis  $10^{-10}$  Pa. In der Mikroelektronik ist Vakuum vor allem für die Ionenstrahlzerstäubung und Vakuumbedampfung erforderlich. Zur Herstellung des Vakuums dienen ↑Vakuumpumpen.

**Vakuumpumpen.** Je nach Güte des erforderlichen Vakuums werden verwendet: für Grob- und Feinvakuum die Drehschieber- und Rootspumpe; für Hochvakuum die Molekular-, Diffusions- und Ionengetterpumpe (bis etwa  $10^{-7}$  Pa) und die Kryopumpe.

**Vakuumerzeugung** ↑Ionenstrahlzerstäubung

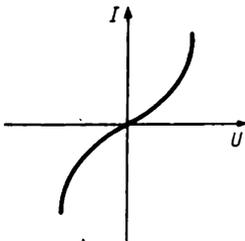
**Valenzband** ↑Bändermodell

**Varaktor.** Halbleiterbauelement, dessen Kapazität von der Spannung abhängt und damit gesteuert werden kann. 3 verschiedene Realisierungsmöglichkeiten: a) ↑pn-Diode, auch Kapazitätsdiode oder Varicap genannt, bei der die in Sperrichtung auftretende und von der Sperrspannung abhängende Dicke der Sperrschicht ausgenutzt wird; b) bei der ↑Schottky-Diode erhält man gegenüber a) im Bereich kleiner Spannungen eine sehr stark nichtlineare Kapazität, jedoch eine höhere Grenzfrequenz bis über 1 000 GHz; c) bei dem MIS-Varaktor wird eine Änderung der Kapazität durch Verarmung ausgenutzt. Varaktoren werden zur Frequenzsteuerung, Frequenzvervielfachung und Mischung sowie in parametrischen Verstärkern ausgenutzt.

**Variac** (variable capacitor). ↑Varaktor.

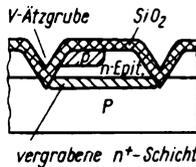
**Varicap** (variable capacity). ↑Varaktor.

**Varistor.** Spannungsabhängiger Widerstand (Bild). Angewendet zur Stabilisie-



rung von Spannung oder Strom sowie in Entzerrern.

**VATE-Technik** (vertical anisotropic etching). Vertikales Ätzen. Verfahren der Halbleitertechnologie, bei dem die Tatsache ausgenutzt wird, daß das Ätzmittel längs der 100-Kristallebene bis zu 30mal schneller als längs der 111-Ebene wirkt. Damit erhält man V-förmige Ätzgruben (Bild), so daß bei genügender Tiefe der Gruben die einzelnen Bereiche gegeneinander isoliert sind. Der Vorteil dieses Verfahrens wie auch der verbesserten ↑VIP-Technik besteht vor allem im geringen Platzbedarf und der Kompatibilität zu anderen Verfahren, wie z. B. der ↑VMOS-Technik.



**VCD** (variable capacitance diode). Kapazitätsdiode. ↑Varaktor.

**VCO** (voltage controlled oscillator). Spannungsgesteuerter Frequenzgenerator. Für die Steuerung der Frequenz werden ↑Varaktoren verwendet.

**VDMOS** (vertical planar double diffused MOS). Vertikale planare ↑D-MOS-Struktur.

**VDR** (voltage-dependent resistor). ↑Varistor.

**verbotene Zone** ↑Bändermodell

**Verdampferquelle.** Behälter mit der zu verdampfenden Substanz mit der Möglichkeit einer Aufheizung auf die zur Verdampfung erforderliche Temperatur zur Anwendung speziell in der ↑Dünnschichttechnik. Je nach dem zur Aufheizung verwendeten Verfahren werden direkt geheizte Verdampfer (durch Heizdrähte im Verdampfungsgut) oder besser indirekt geheizte Verdampfer (durch geheizte Tiegel oder mit induktiver Erwärmung) unterschieden. Neuerdings kommen zunehmend Elektronenstrahlverdampfer zum Einsatz.

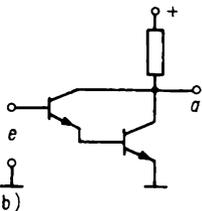
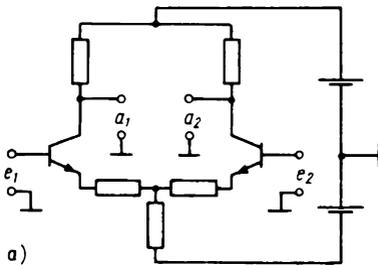
**vergrabene Schicht** ↑ begrabene Schicht

**Verkappung.** Mechanischer und chemischer Schutz von Bauelementen bzw. ↑ Chips mit Anschlußstiften (PIN). Teuerster Fertigungsabschnitt bei ↑ integrierten Schaltungen. ↑ Gehäuse; ↑ Schaltkreisherstellung.

**Verkehrseitenbefestigung** ↑ Face-down-Montage

**Verlustleistung.** Die Verlustleistung  $P_v = U_{\text{gleich}} I_{\text{gleich}}$  wird im Bauelement in Wärme umgesetzt, die u. U. über Kühllemente abgeführt werden muß, um ↑ thermische Instabilität zu vermeiden. Im Kennlinienfeld ist die zulässige Verlustleistung durch eine Hyperbel festgelegt.

**Verstärker.** Man unterscheidet Kleinsignal- und Leistungsverstärker. Schaltungen s. Bild: a) Differenzverstärker; b) Darlington-Schaltung. Verstärker werden gekennzeichnet durch ↑ Verstärkungsfaktor, Bandbreite und Ausgangsleistung bei einem bestimmten Klirrfaktor. ↑ Grundsaltungen; ↑ Operationsverstärker.



**Verstärkungsfaktor.** Spannungsverstärkung  $V_u = \tilde{U}_a / \tilde{U}_e$ ; Stromverstärkung  $V_I = \tilde{I}_a / \tilde{I}_e$ ; Leistungsverstärkung  $V_p = P_a / P_e = V_u V_I$ .

**vertikales Ätzen** ↑ VATE-Technik; ↑ VIP-Technik

**Verzerrungen.** Lineare Verzerrungen werden durch den nichtidealen Frequenzgang (Dämpfungs- und Phasengang) hervorgerufen. Nichtlineare Verzerrungen entstehen infolge der nichtlinearen ↑ Kennlinien der Bauelemente und werden durch den Klirrfaktor beschrieben. Verbesserung durch ↑ Gegenkopplung.

**Verzögerungszeit** ↑ Gatterverzögerungszeit

**VFET (vertical FET).** ↑ Feldeffekttransistor mit vertikaler Struktur.

**VHIC (very high speed ↑ IC).** Integrierte Schaltung mit sehr hoher Taktfrequenz von etwa 100 MHz.

**VHLSI (very high LSI).** Synonym für ↑ V<sup>2</sup>LSI. ↑ Integrationsgrad.

**VHSI (very high speed integration).** Technologie zur Erzielung hoher Schaltgeschwindigkeiten mit dem Ziel der Verkürzung der Verarbeitungszeiten. Wird erreicht durch Verwendung von Transistoren höherer Leistungen und geringerer Verzögerung sowie durch Verkleinerung der parasitären Kapazitäten. Entscheidend vor allem für die Weiterentwicklung der ↑ Mikroprozessoren.

**VHSIC (very high speed IC).** Integrierter Hochgeschwindigkeitsschaltkreis. ↑ VHSL.

**Vielemittertransistor** ↑ Multiemittertransistor

**Vielschichtkondensator.** Hybridbauelement, bestehend aus vielen Schichten keramisolierter Platten mit Kapazitäten von einigen Nano- bis Mikrofarad.

**Vierpolparameter** ↑ Bipolartransistor

**Vierschichtdiode** ↑ Triggerdiode

**VIL (vertical injection logic).** ↑ Bipolar-Technologie für hochintegrierte Schaltkreise mit vertikaler ↑ Injektion. ↑ I<sup>2</sup>L.

**VIP-Technik (V-groove isolation with polysilicon backfill).** Wie die ↑ VATE-Technik, jedoch werden die beim VATE-Verfahren entstehenden Ätzgruben anschließend mit polykristallinem Silizium ausgefüllt und

poliert, so daß eine ebene Oberfläche entsteht. Diese erlaubt eine bessere Leitungsführung und damit Metallisierung.

**VLSI** (very large scale integration). Höchstintegration. ↑Integrationsgrad.

**V<sup>2</sup>LSI** (very very large scale integration). Ultrahöchstintegration mit >10<sup>5</sup> Bauelementenfunktionen je ↑Chip. ↑Integrationsgrad.

**VMOS** (vertical MOS; V-groove MOS). Gateelektroden werden an die Vorderseite einer V-förmigen Nut gelegt, dadurch Ausnutzung der Vertikaldimension. Führt zu einer Verringerung der Abmessungen und der Schaltzeiten. ↑Kurzkanaltechnik.

**Vollwegthyristor**. Synonym für ↑Triac.

**Volumeneffekt** ↑Funktionalelektronik; ↑Gunn-Effekt; ↑Akustoelektronik

**Vorverstärker**. Kleinsignalverstärker. ↑Verstärker.

**VPE** (vapor phase epitaxy). Dampfphasenepitaxie. Verfahren zur Erzeugung einer dünnen Einkristallschicht in der Halbleitertechnologie. ↑Epitaxie.

**VTL** (variable threshold logic). Logik mit veränderlichem Schwellwert.

**VVC** (voltage variable capacitor). ↑Varaktor.

**Wafer**. Halbleiterscheibe mit heute üblich 2 bis 5 Zoll Durchmesser aus einkristallinem ↑Silizium oder ↑Galliumarsenid, auf der Schaltkreise im Scheibenverband mit den Methoden der ↑Bauelementetechnologien strukturiert werden. Nach Zerteilen entstehen ↑Chips, die zu integrierten Schaltkreisen weiterverarbeitet werden. ↑Schaltkreisherstellung.

**Wafer-Scale-Integration**. Integration eines kompletten Systems, z. B. Computers, auf einer Halbleiterscheibe. Vorteil: verringerte Kosten, höhere ↑Zuverlässigkeit sowie Arbeitsgeschwindigkeit (infolge der Interwaferverdrahtung) und Vermeidung der Probleme beim externen Anschluß. Nachteil: technologischer Mehraufwand und verminderte ↑Ausbeute.

**Wickelverbindung** (wire-wrap). Durch Wickeln unter Zugspannung realisierte Verbindung zwischen Kontaktstiften und Anschlußdrähten. Wegen der auftretenden Kaltschweißung sehr feste und elektrisch gut leitende Verbindung mit großer ↑Zuverlässigkeit, vgl. Tafel b zu ↑Mikroelektronik.

**Widerstand**. In der Mikroelektronik entweder diskretes Bauelement bei der ↑Hybridtechnik oder integrierter Widerstand (z. B. ↑diffundierter Widerstand). Beim diskreten Widerstand ist der Widerstandswert entweder aufgedruckt oder durch Farbmarken (s. Tafel) angegeben.

Farbe	1. Marke	2. Marke	3. Marke	4. Marke
Silber			10 <sup>-2</sup>	±10 0%
Gold			10 <sup>-1</sup>	±5 0%
Schwarz		0	10 <sup>0</sup>	-
Braun	1	1	10 <sup>1</sup>	±1 0%
Rot	2	2	10 <sup>2</sup>	±2 0%
Orange	3	3	10 <sup>3</sup>	-
Gelb	4	4	10 <sup>4</sup>	-
Grün	5	5	10 <sup>5</sup>	-
Blau	6	6	10 <sup>6</sup>	-
Violett	7	7	10 <sup>7</sup>	-
Grau	8	8	10 <sup>8</sup>	-
Weiß	9	9	10 <sup>9</sup>	-

(1. Marke größer bzw. näher am Ende)

**Widerstands-Transistor-Logik** ↑RTL

**Widerstandsverstärker** ↑RC-Verstärker

**Wiegand-Draht**. Drähte aus homogenem ferromagnetischen Material (V-Cd-Co) zeigen nach spezieller mechanischer und thermischer Behandlung einen magnetischen Schwellwerteffekt mit 2 stabilen magnetischen Zuständen (Wiegand-Effekt). Durch das Umklappen von einem Zustand in den anderen wird in einer Spule eine Spannung von einigen Volt induziert. Wird als Sensor eingesetzt und hat gegenüber dem ↑Hall-Element den Vorzug, daß keine Hilfsenergie oder zusätzliche Schaltungsmaßnahmen erforderlich sind.

**wire-wrap** ↑Wickelverbindung

**Wirtskristall** ↑Impfkristall

**WSI** ↑Wafer-Scale-Integration

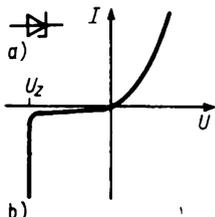
**XRL** (X-ray-lithography). †Röntgenlithografie.

**xy-Ansteuerung**. Ansteuerung für Matrixspeicher bzw. Sensoren, z. B. Festkörpersensoren.

**Y-Parameter**. Kenngrößen bei der Vierpol-darstellung von †Bipolartransistoren.

**ZD †Z-Diode**

**Z-Diode**. Silizium †pn-Diode (Schaltbild a) mit einem scharfen Durchbruch bei der Zener-Spannung (Bild b). Z-Dioden werden in Sperrichtung betrieben und eignen sich wegen des sehr geringen Zener-Widerstands zur Spannungsstabilisierung, Herstellung von Bezugsspannungen und für Rauschquellen in Rauschgeneratoren.



**ZDTL**. Z-Dioden-Transistor-Logik. †Z-Diode.

**Zeittafel** s. Seite 70 und 71.

**Zelle**. Integrierte Schaltung aus einer Reihe von Bauelementen. Auf einem Chip sind viele derartige Zellen realisiert, z. B. bei †Speichern. Man spricht dann auch von einer zellularen Schaltung. †Standardzellen.

**Zellenbibliothek** †Standardzellen

**zellulare Schaltung** †Zelle

**Zener-Diode** †Z-Diode

**Zener-Spannung** †Z-Diode

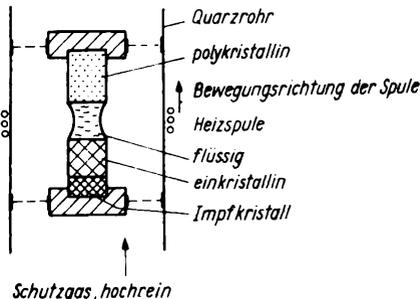
**Ziehverfahren** †Kristallzüchtung

**Zonenglühen** †Zonenreinigung

**Zonenreinigung**. Ausnutzung der verschiedenen Löslichkeit von Fremdstoffen im flüssigen oder festen Halbleitermaterial zur Herstellung von hochreinem Aus-

gangsmaterial mittels †Zonenschmelzverfahren.

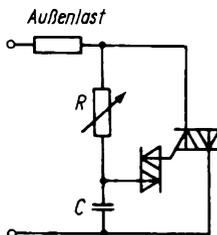
**Zonenschmelzverfahren**. Verfahren zur Herstellung von †Einkristallen der Halbleitertechnik. Der polykristalline Silizium- oder Germaniumstab wird im Tiegel oder tiegelfrei (s. Bild) in einer dünnen Zone geschmolzen, wobei von einem †Impfkristall ausgehend ein †Einkristall entsteht. †Zonenreinigung.



**Z-Parameter**. Widerstandskenngrößen bei der Vierpolbeschreibung von †Bipolartransistoren.

**ZR** (zone refining) †Zonenreinigung

**Zündschaltung**. Für †Thyristoren wird Schaltung mit †Triggerdiode verwendet. Entsprechend den Daten des RC-Gliedes (s. Bild) fließt die Ladung des Kondensators als Zündstrom an die Steuerelektrode des †Triacs oder †Thyristors und löst die Zündung bei dem zugehörigen Steuerwinkel aus.



**Zündung** †Thyristor; †Zündschaltung

**Zuverlässigkeit**. Überlebenswahrscheinlichkeit eines Bauelements, einer Baugruppe oder einer Funktionseinheit, angegeben für eine festgelegte Betriebszeit. Die Zu-

verlässigkeitstheorie liefert Methoden zur Vorhersage vom Ausfallzeitpunkt, der Lebensdauer und -zeit. Die Ausfallrate  $\lambda$  fällt zunächst ab (Frühausfälle), bleibt dann etwa konstant und steigt wegen der Spätausfälle wieder an, sog. „Badewannenkurve“, vgl. Bild bei  $\uparrow$ Ausfall.  $\uparrow$ MTBF.

**Zweistreifentransistor.** Integrierter  $\uparrow$ Bipolartransistor.  $\uparrow$ Lateraltransistor.

**Zyklus 0; I; II**  $\uparrow$ Schaltkreisherstellung

**Zykluszeit.** Mindestzeit zwischen 2 zyklisch sich wiederholenden Abläufen, z. B. Speicherzykluszeit.

# Zeittafel

Generation	Kennzeichen	Jahr (Beginn)	Typische Verdrahtung	Typische Technologie	Packungsdichte, BE cm <sup>2</sup>
1.	Elektronenröhre	1907	Verwendung diskreter Bauelemente in Chassisbauweise mit Leitungsverbindungen	Röhrentechnik; diskrete Verdrahtung	10 <sup>-5</sup> ... 10 <sup>-1</sup>
2.	Transistor	1948	Verbindung diskreter Bauelemente vornehmlich auf Leiterplatten	Halbleitertechnik; gedruckte Leiterplatte	10 <sup>-2</sup> ... 1
3.	Mikroelektronik (Schaltkreise)	SSI: 1960 MSI: 1963 LSI: 1968 VLSI: 1979 V <sup>2</sup> LSI: 1982	2dimensionale Verbindung von Materialbereichen oft in Si-Einkristallen; BE und Verdrahtung nicht trennbar	Dünnschicht- und Dickschichttechnologien; Halbleiterblocktechnik, Hybridtechnik; Optoelektronik	10 <sup>4</sup> ... 10 <sup>7</sup> 10 <sup>2</sup> ... 10 <sup>6</sup> 10 <sup>3</sup> ... 10 <sup>5</sup> 10 <sup>4</sup> ... 10 <sup>7</sup> >10 <sup>7</sup>
4.	Funktionalelektronik	in Entwicklung	system- und geräteorientierte Ausnutzung von Volumeneffekten	Volumeneffekte in Festkörpern	>10 <sup>8</sup> zum Vergleich: Biologie (Genetik) 10 <sup>11</sup>

Integrations- grad BE/Chip bzw. Funk- tionen/Chip :	Ausfallrate $\lambda \cdot 10^6$ h	Verlustleistung je Funktion in W	Einsatzgebiete	Anforderungen an andere Gebiete
-	1 . . . 100	$10^{-4}$ . . . $10^1$	Elektrotechnik/ Elektronik; Nachrichtentechnik; Unterhaltungstechnik	Hochvakuumtechnik
-	0.01 . . . 1	$10^{-1}$	Elektrotechnik/ Elektronik; Rechentchnik; Nachrichtentechnik; Steuerungstechnik; Unterhaltungselektronik; Leistungselektronik	Halbleiterphysik ; hochreine Materialien; Siebdruck
$10^1$ . . . $10^2$	0.01 . . . 0.1	$10^{-1}$ . . . $5 \cdot 10^{-2}$	Elektrotechnik/ Elektronik;	Halbleiterphysik ;
$10^2$ . . . $10^3$	0.01 . . . 0.1	$10^{-1}$ . . . $5 \cdot 10^{-2}$	Elektronik;	Feinstrukturierung ;
$10^3$ . . . $10^4$	0.001 . . . 0.1	$5 \cdot 10^{-2}$ . . . $10^{-3}$	Rechentchnik	(UV-Licht, Röntgen,
$10^4$ . . . $10^5$	0.001 . . . 0.1	$10^{-2}$ . . . $10^{-4}$	Nachrichtentechnik;	Laser)
$>10^5$	0.001 . . . 0.05	$10^{-3}$ . . . $10^{-5}$	Steuerungstechnik; Unterhaltungselektronik; Mikrorechner; Einchiprechner; Speicher; intelligente Sensoren; viele Geräte der Technik (z. B. Maschinenbau, Kfz-Technik, Medizintechnik); Bildverarbeitung	hochreine Spezial- materialien (z. B. GaAs) Mikroakustik
$>10^6$	$<0.01$	$<10^{-3}$	s. oben	s. oben Kryotechnik integrierte Optik

# Literaturverzeichnis

- [1] Brockhaus abc elektronik. 2. Aufl. Leipzig: E. A. Brockhaus 1978
- [2] Lexikon der Mikroelektronik. München: IWT Verlag; Brüssel: Integrated Computer Systems Publishing Inc. 1978
- [3] *Schoppnies, E.*: Abkürzungen von Fachbegriffen der Halbleiterelektronik. msr 30 (1981) H. 1–6
- [4] *Krauß, M.; Kutschbach, E.; Woschni, E.-G.*: Handbuch der Datenerfassung. 2. Aufl. Berlin: VEB Verlag Technik 1985
- [5] *Woschni, E.-G.*: Informationstechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1981; Heidelberg: Dr. A. Hüthig-Verlag 1976
- [6] *Paul, R.*: Mikroelektronik — eine Einführung. Berlin: VEB Verlag Technik 1981; Heidelberg: Dr. A. Hüthig-Verlag 1981
- [7] *Budig, P. K.* (Hrsg.): Technik-Wörterbuch. Elektrotechnik · Elektronik. Deutsch-Englisch. Berlin: VEB Verlag Technik 1982; Heidelberg: Dr. A. Hüthig-Verlag 1982
- [8] *Budig, P. K.* (Hrsg.): Technik-Wörterbuch. Elektrotechnik · Elektronik. Englisch-Deutsch. Berlin: VEB Verlag Technik 1980; Heidelberg: Dr. A. Hüthig-Verlag 1980
- [9] *Woschni, E.-G.*: Die Auswirkungen der Entwicklungen Barkhausens auf die moderne Mikroelektronik. In: Festschrift zur Barkhausen-Ehrung. Berlin, Dresden 1981, S. 71–80
- [10] *Porst, A.*: Bipolare Halbleiter. Heidelberg: Dr. A. Hüthig-Verlag 1979
- [11] *Möschwitzer, A.; Jorke, G.*: Mikroelektronische Schaltkreise. Berlin: VEB Verlag Technik 1979
- [12] *Mennenga, H.*: Operationsverstärker. Berlin: VEB Verlag Technik 1981; Heidelberg: Dr. A. Hüthig-Verlag 1979
- [13] *Kabisch, H.*: Anwendung von Thyristoren. Berlin: VEB Verlag Technik 1974
- [14] *Eckhardt, D.; Konrad, E.; Leupold, W.*: Hochintegrierte digitale Schaltungen und ihre Anwendungen. Berlin: VEB Verlag Technik 1980; Heidelberg: Dr. A. Hüthig-Verlag 1981
- [15] *Köster, R.; Möschwitzer, A.*: Elektronische Schaltungstechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1982; Heidelberg: Dr. A. Hüthig-Verlag 1982
- [16] *Philippow, E.*: Taschenbuch Elektrotechnik, Bd. 3. Berlin: VEB Verlag Technik; München: Hanser-Verlag 1978
- [17] *Bindmann, W.*: Mikroelektronik; Englisch-Deutsch; Deutsch-Englisch. Berlin: VEB Verlag Technik; Heidelberg: Dr. A. Hüthig-Verlag 1984
- [18] *Habiger, E.*: Abkürzungen in der Automatisierungstechnik, Mikrorechentechnik und -elektronik. Berlin: VEB Verlag Technik 1987