Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 49 (1976)

Heft: 1

Artikel: Halbleitertechnik im internationalen Wettbewerb

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-561010

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Halbleitertechnik im internationalen Wettbewerb

In seinem Buch «Der Zukunftsschock» teilt Alwin Toffler die letzten 50 000 Jahre Menschheitsgeschichte in 800 Lebensspannen à 62 Jahre ein und stellt fest, dass der Mensch 650 dieser Abschnitte in Höhlen verbracht hat. Erst in den letzten 70 Spannen konnte er sich über mehrere Spannen hinweg durch Erfindung der Schrift verständlich machen. Ueber den Elektromotor verfügt er erst seit zwei Lebensabschnitten. Führt man Tofflers Gedanken fort, so ist die Halbleitertechnik nicht einmal eine halbe Lebensspanne alt — und doch beginnt diese Technik bereits eine industrielle Revolution auszulösen, deren zukünftige Ausmasse kaum abschätzbar sind. Sowohl auf dem Gebiet der Halbleiter für die Leistungselektronik als auch auf dem der Halbleiterbauelemente für das Gesamtgebiet Informationstechnik war AEG-Telefunken von Anfang an dabei. Für das Gebiet Informationstechnik war es neben den Vorteilen des geringen Energiebedarfs der elektrischen Einzelfunktionen und deren hoher Zuverlässigkeit im besonderen die Miniaturiesierbarkeit auf kleinster Silizumfläche — die das stürmische Vordringen des Halbleiters bestimmten.

Kostensenkung als Folge fortschreitender Integration

Der Ausdruck «stürmische Entwicklung» ist angebracht. Ging es 1958 noch um den Einzeltransistor, so werden heute 10 000 bis 20 000 Bauelemente in einem Grossschaltkreis realisiert. Bei Charge-Coupled-Devices denkt man an 300 000 bis 1 Million Bauelemente pro Schaltkreis und glaubt, solche Superschaltkreise bis in die 80er Jahre verwirklichen zu können.

Aus der Sicht des Halbleiterherstellers bedeutet dieses steile Anwachsen des Integrationsgrades eine enorme Rationalisierungsmöglichkeit. Wurde der Legierungstransistor anfangs noch als Einzelstück gefertigt, so werden bei der Planartechnik auf jeder Siliziumscheibe zwischen 3 000 und 10 000 gute Transistoren hergestellt. Das entspricht bei einer 100 Scheiben umfassenden Fertigungscharge einem gleichzeitigen Ausstoss von 300 000 bis 1 Million Transistoren. Beim MOS-Schaltkreis sind das schon fast zwei Grössenordnungen mehr als bei der Planar-Transistorherstellung. Auf jeder 3-Zoll-Silizium-Scheibe befinden sich etwa 150 Grossschaltkreise, von denen jeder einzelne 15 000 Bauelemente enthält. Auf jeder Silizium-Scheibe sind also rund 2 Millionen Transistorstrukturen bzw. in jeder Produktionscharge etwa 200 Millionen Transistoren enthalten. Diese hohe Stückzahl wird zwar über das Problem der Ausbeute etwas kompensiert, denn wenn in einem Grossschaltkreis nur einer der vielen tausend Transistoren defekt ist — und dafür genügt ein Staubkorn im Fertigungsprozess! — ist der betreffende Grossschaltkreis nicht brauchbar. Aber wenigstens 15 % aller erzeugten Grossschaltkreise sind brauchbar, und so werden pro Fertigungscharge 30 Millionen gute Transistorfunktionen hergestellt. Das waren im Jahre 1958 für einen Halbleiterhersteller noch Jahresproduktionsstückzahlen! Das erstaunliche Ergebnis dieser Rationalisierung ist eine Kostendegression, die der eigentliche Grund für die eingangs erwähnte industrielle Revolution bzw. die sich anbahnenden industriellen Umstrukturierungsprozesse ist. Die Preise pro Transistorfunktion haben sich im Zuge der fortschreitenden Integration und Grossintegration von Mitte der 60er Jahre bis heute um den Faktor 1 000 erniedrigt, und ein weiterer Faktor 10 ist absehbar.

Umstrukturierung der Geräteindustrie

Ein markantes Beispiel für die Uustrukturierung der letzten Jahre ist das Farbfernsehgerät. Von den 88 elektronischen Hauptfunktionen eines solchen Gerätes aus dem Jahr 1967 wurden 35 von passiven Bauelementen, 14 von Röhren und 39 von Transistoren und Dioden erfüllt. Heute ist das Gerät mit 136 elektronischen Hauptfunktionen ausgestattet — ein Spiegel des erhöhten Komforts der Empfänger — und von diesen Hauptfunktionen werden 72 von integrierten Schaltkreisen in Bipolartechnik und bereits 11 von MOS-Grossschaltkreisen erfüllt. Mehr als 60 % aller im Farbfernsehgerät erforderlichen elektronischen Funktionen entfallen bereits auf integrierte Schaltkreise.

Noch dramatischer verlief die Entwicklung beim Tischrechner und beim Taschenrechner, dessen Billigstversion heute bereits für Fr. 17.— im Warenhaus erhältlich ist. Innerhalb der letzten sechs Jahre durchlief der Tischrechner unter dem Vorzeichen fortschreitender Halbleitertechnik 5 technische Generationen:

1. Transistorbestückung
2. Bestückung mit bipolaren Schaltkreisen
3. Bestückung mit 3 bis 5 MOS-Schaltkreisen mittleren Integrationsgrades
4. Rechner bestückt mit einem einzigen MOS-Grossschaltkreis
5. Komfort-Rechner mit Mikroprozessorsystem bestückt

Im Zuge dieser Entwicklung sank die Zahl der notwendigen mechanischen Bauelemente etwa um den Faktor 3 und die Zahl der elektronischen Bauelemente etwa um den Faktor 10. Welche Struktur- und Aufwandprobleme dies für den Tischrechnerhersteller einerseits und den Halbleiterhersteller anderseits bedeutet, ist einleuchtend. Farbfernsehgeräte und Tischrechner sind nur Beispiele für das Vordringen des Halbleiters, von dem kaum ein Gebiet unberührt bleibt. Die Integration und Grossintegration sind nur ein Aspekt moderner Halbleitertechnik: Nicht nur verstärken und schalten kann man mit Halbleiterbauelementen, sondern auch fast jede physikalische Grösse in eine elektrische verwandeln und umgekehrt. Und so entsteht allein aus der Möglichkeit, Licht in elektrische Energie umzuwandeln und umgekehrt auch elektrische Energie in Licht, eine neue Dimension der Halbleitertechnik, die Halbleiter-Optoelektronik.

Wettbewerbsituation auf dem Halbleiter-Weltmarkt

Eine Betrachtung des derzeitigen Halbleiter-Weltmarktes und der Wettbewerbssituation muss von den USA und Japan ausgehen: Sie besitzen zusammen 2/3 des Halbleiter-Weltmarktes. Sehr viel früher als in Europa wurde in den USA die überragende Zukunftsbedeutung moderner elektronischer Bauelemente — und hier insbesondere die Schlüsselfunktion des Halbleiters — erkannt und die Bauelemente- bzw. Halbleiterindustrie über die grossen Militär- und Raumfahrtprogramme gefördert. Bereits 1956 erteilte das US-Verteidigungsministerium Produktionsaufträge für Transistoren bis zu 40 Millionen Dollar an 12 US-Halbleiterhersteller unter der Bedingung, entsprechende Produktionskapazitäten aufzubauen. 1962 erhielt ein grosser Hersteller den Auftrag, 300 000 ICs für das Minuteman-II-Projekt herzustellen, was das Zeitalter der integrierten Schaltkreise auslöste. 1966 betrug der Anteil solcher öffentlicher Entwicklungs- und Produktionsaufträge 53 % des gesamten US-Elektronikmarktes. Wurden im gleichen Jahr in der Bundesrepublik Deutschland 117 Millionen Fr. für Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet elektronischer Bauelemente ausgegeben, so waren es in den USA 1,7 Milliarden Fr., d. h. 15 mal soviel. Und was noch wichtiger ist: Von diesen Gesamtaufwendungen wurden in den USA 59 % oder 1 Milliarde Fr. durch öffentliche Aufträge und Förderprogramme bereitgestellt, in Deutschland hingegen nur 11 % oder 13 Millionen Fr. Weitere Wettbewerbsvorteile erzielten die US-Halbleiterhersteller durch frühzeitiges Verlagern von lohnintensiven Teilfertigungen in Niedriglohnländer, d. h. insbesondere in Fernostländer. So sind heute die grössten Halbleiterhersteller der Welt in den USA beheimatet.

Zweitgrösster Halbleiterproduzent ist Japan. Hier war es nicht nur das anfangs niedrige Lohnniveau, sondern auch eine Vielzahl staatlicher Förderungs- und Steuerungsmassnahmen, die die Halbleiterindustrie begünstigten. Wichtige Forschungs- und Entwicklungsprojekte wurden zu nationalen Projekten erklärt und massiv unterstützt.

Fortsetzung folgt

Fachreferat von Dir. Dipl.-Ing. Klaus Bomhardt, Leiter der Entwicklung im Fachbereich «Halbleiter» bei AEG-Telefunken