

HANSER

Einführung in die Mikrosystemtechnik

Jan Mehner, Wolfram Dötzel, Gerald Gerlach

Ein Kursbuch für Studierende

ISBN 3-446-22558-7

Vorwort

Weitere Informationen oder Bestellungen unter
<http://www.hanser.de/3-446-22558-7> sowie im Buchhandel

Vorwort

Silizium ist ein faszinierendes Material. Es lässt sich mit hoher Reinheit und fast perfekt einkristallin herstellen. Durch Beigabe geringer Mengen an Dotieratomen kann der spezifische Widerstand um mehr als sechs Größenordnungen verändert werden, so dass sich sehr gut leitende oder fast isolierende Siliziumbereiche schaffen lassen. Außerdem ist es technologisch einfach möglich, an der Siliziumoberfläche quasi defektfreie hochisolierende Schichten zu erzeugen. Gemeinsam mit der Fotolithografie, die eine parallele Strukturübertragung für Tausende und Millionen Bauelemente gleichzeitig ermöglicht, waren diese Eigenschaften die Ursache dafür, dass die Mikroelektronik eine bis heute andauernde stürmische Entwicklung nehmen konnte.

Die Entdeckung des piezoresistiven Effekts in Halbleitern, die CHARLES S. SMITH 1953 an den Bell Telephone Laboratories gemacht hatte, verursachte bald eine ebenso rasante Entwicklung hin zu miniaturisierten Sensoren aus Silizium. Zu den anfänglich vorzugsweise mechanischen Sensoren kamen später weitere Funktionen hinzu, die einerseits aktorische und signalverarbeitende, andererseits mikrofluidische, mikrooptische, magnetische und viele andere Komponenten betrafen. Miniaturisierung und Integration haben somit zu einem neuartigen technischen Gebiet geführt, das heute in Deutschland als **Mikrosystemtechnik**, in den USA als **MicroElectroMechanical Systems (MEMS)** und in Japan als **Micromachining** bezeichnet wird. Der amerikanische Physiker und Nobelpreisträger RICHARD L. FEYNMAN hatte 1959 in seiner berühmt gewordenen Rede „There is plenty of room at the bottom“¹ am California Institute of Technology erstmalig auf die Möglichkeit von miniaturisierten Maschinen aufmerksam gemacht. KURT E. PETERSEN stellte dann 1982 mit seinem Artikel „Silicon as a mechanical material“² erstmals das Potenzial der Mikrosystemtechnik in seiner gesamten Breite dar. Seitdem hat eine gewaltige Entwicklung stattgefunden, viele neue Technologien und Anwendungen sind entstanden. Gleichmaßen wurden inzwischen eine Vielzahl von teilweise hervorragenden Lehr- und Fachbüchern herausgegeben, die das Themengebiet darstellen.

Das vorliegende Buch stellt für die Ausbildung an den Hochschulen im deutschsprachigen Raum ein Kursbuch für Studierende zur Verfügung, das die grundlegenden As-

¹ Feynman, R. P.: There is a plenty of room at the bottom. Journal of Microelectromechanical Systems 1(1992)1, S. 60-66

² Petersen, K. E.: Silicon as a mechanical material. Proceedings of the IEEE 70 (1982), S. 420-457

pekte der Mikrosystemtechnik einführend darstellt. Die Autoren haben trotz der notwendigen Beschränkung beim Umfang des Buches versucht, der Komplexität des Stoffes Rechnung zu tragen. Dazu wurde der Bogen von den typischerweise verwendeten Werkstoffen der Mikrosystemtechnik über die wichtigsten mikrotechnischen Fertigungsverfahren und die technologischen Methoden der Systemintegration hin zum Entwurf von Funktionskomponenten und kompletten Systemen geschlagen. Mit diesem Vorgehen finden sowohl die funktionellen und technologischen Aspekte der Mikrotechniken Berücksichtigung als auch die funktionellen und technologischen Aspekte der Systemtechniken, die die Mikrosystemtechnik charakterisieren.

Das Buch basiert auf Vorlesungen an den Technischen Universitäten Dresden und Chemnitz. Es ist für Studenten geschrieben, die Mikrosystemtechnik als Haupt-, Wahl- oder Nebenfach belegen, wird aber auch den Ingenieuren und Facharbeitern des Bereiches Mikrosystemtechnik als Wissensspeicher und Nachschlagewerk sehr nützlich sein. Das Buch enthält, gemäß seinem Untertitel „Ein Kursbuch für Studierende“, über einhundert Beispiele und Aufgaben. Die Beispiele ziehen sich textbegleitend durch alle Kapitel und vertiefen deren Inhalt. Die Aufgaben am Ende jedes Kapitels sollen dem Leser dazu dienen, das erworbene Wissen aktiv, durch eigene Mitarbeit zu überprüfen und zu festigen. Zur Kontrolle sind die Lösungen im Internet abrufbar:

<http://www.tu-chemnitz.de/etit/microsys/mst-buch2006> bzw.
<http://ife.et.tu-dresden.de/mst-buch2006>

Die im Buch verwendeten Symbole und Abkürzungen sind am Ende angegeben. Wichtige physikalische Konstanten und spezielle physikalische Ableitungen, die zum besseren Verständnis dienen, sind im Anhang zusammengestellt. Die Literaturangaben sind kapitelweise geordnet.

Unser Dank geht an die Mitautoren, die ihre umfangreichen Kenntnisse zu speziellen Gebieten, die aber für die heutige Entwicklung der Mikrosystemtechnik von großer Bedeutung sind, in dieses Buch eingebracht haben. Besonders hervorzuheben ist das Engagement unseres Mitautors Nam-Trung Nguyen, der alle Manuskriptteile in die endgültige Form gebracht hat. Frau Heike Collasch und Herr Alexey Shaporin haben sich um die Anfertigung von Texten und Bildern verdient gemacht, ihnen sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Für die Überlassung von Bildern danken wir den in den Bildunterschriften genannten Firmen und Einrichtungen. Schließlich möchten wir dem Carl Hanser Verlag, und hier insbesondere Frau Christine Fritzsich, sehr herzlich für die kollegiale Zusammenarbeit danken, aber auch für die Geduld, da sich die Fertigstellung des Manuskriptes durch die Arbeitsbelastung der Autoren immer wieder verzögert hat.

Dresden und Chemnitz, Dezember 2005

Gerald Gerlach
Wolfram Dötzel