Aus dem SPP LESIT : Fortschritt auf Silizium

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin**

Band (Jahr): **- (1995)**

Heft -: **Schwerpunktprogramme**

PDF erstellt am: **29.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-967774

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Aus dem SPP
LESIT

Fortschritt auf Silizium

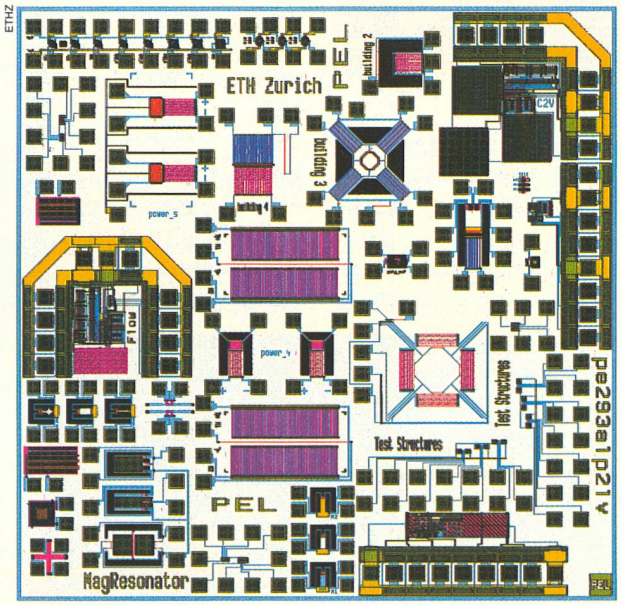
Präzisionsinstrumente zum Messen physikalischer und chemischer Grössen haben den Ruf der Schweiz als Industrienation begründen helfen. Vielerorts ist die Mechanik jedoch inzwischen durch die Elektronik abgelöst worden: Hunderte von kleinen und mittelgrossen Betrieben richten sich nun auf die Produktion elektronischer Mikrosensoren aus – einen Weltmarkt mit einem geschätzten Umfang von 50 Milliarden Franken für das Jahr 2000.

Dominik Jaeggi verkörpert beispielhaft den Geist des Schwerpunktprogramms «Lesit». Mit 29 schliesst er bald seine Dissertation in Angewandter Physik ab. Er gehört zu jener Generation junger Ingenieure, die sich sowohl in einer akademischen wie in einer industriellen Umgebung zurechtfinden. So arbeitet er abwechslungsweise an der ETH Zürich und in der Firma EM Microelectronic-Marin SA.

Die Fabrik im neuenburgischen Marin mit ihren 275 Angestellten zählt zusammen mit Micronas SA (Bevaix NE) zu den beiden einzigen, die im hartumkämpften Weltmarkt spezieller elektronischer Schaltkreise auf Silizium (CMOS oder bi-polar) in der Schweiz überlebt haben.

Bei ihren Produkten handelt es sich natürlich nicht um Speicher oder Mikroprozessoren für PCs, wie sie zu Millionen durch japanische und amerikanische Industriegiganten hergestellt werden. Vielmehr hat die Schweiz bei der Produktion von Chips Nischen gefunden, wo für ganz bestimmte Zwecke jeweils nur einige zehntausend Exemplare gefragt sind: solche mit sehr geringem Stromverbrauch für mobile Mess- oder Fernmeldegeräte; andere zur Steuerung von Werkzeugmaschinen; weitere wiederum für die gleichzeitige Handhabung schwacher und starker Ströme in der Elektrizitätswirtschaft... alles Bereiche, die vom SPP Lesit abgedeckt sind.

Hunderte von kleinen und mittelgrossen Unternehmen entwerfen – auf dem Computer – Pläne für die Herstellung von Chips, wie sie für ihre speziellen Erzeugnisse gebraucht werden (sogenannte ASICs). Diese Pläne gelangen anschliessend zum Umsetzen auf Silizium in eine Halbleiter-Fabrik. «Da kann man nicht irgend etwas zeichnen», betont Dominik Jaeggi. «Das Design muss nämlich auf den Produktionsprozess abgestimmt sein. Mein Projekt hat zum Ziel, mit der im Neuenburgischen bereits vorhandenen Technologie Mikrosensoren auf Silizium zu entwickeln.»



Ein modernes Kunstwerk? Nein, es sind Schaltpläne für verschiedene Modelle von Mikrosensoren, die dann in der Fabrik auf Silizium übertragen werden.

Mikrosensoren – dieses Schlüsselwort steht für einen Zukunftsmarkt, dessen Volumen weltweit für das Jahr 2000 schätzungsweise 50 Milliarden Franken erreichen dürfte. Bei den Mikrosensoren handelt es sich um winzige elektronische Sinnesorgane zum Erfassen von physikalischen und chemischen Grössen. Während die einen verdorbene Fische im Innern von Fabrikschiffen erschnüffeln, registrieren die anderen Brandgeruch in Hotels; wieder andere erfassen selbst minimale Veränderungen von Temperatur oder Luftfeuchtigkeit. Viele Mikrosensoren werden aus seltenen und daher teuren Materialien und / oder in aufwendigen Verfahren hergestellt. Als gesondert gefertigte Einzelteile verbindet man sie mit den elektrischen Schaltkreisen, welche die Informationen der Sensoren weitermelden (Hybridbausteine).

Im *Modul 4* des SPP Lesit befassen sich mehrere Forschungsgruppen mit der Entwicklung von Mikrosensoren in herkömmlicher Silizium-Technologie. In diesem Fall

(Fortsetzung der Seite 5)

lässt sich der Sensor zugleich mit dem zugehörigen Schaltkreis herstellen: zeitsparend, kostensparend und, weil das Ergebnis kompakter ist, auch platzsparend. Freilich erweist sich diese neue Produktionsweise noch als recht schwierig. Zu den am weitesten fortgeschrittenen Vorhaben gehört jenes von Dominik Jaeggi. Er entwickelt einen Infrarot-Mikrosensor mit der Fähigkeit, die Anwesenheit von

ETH Z

Menschen in Bewegung wahrzunehmen.

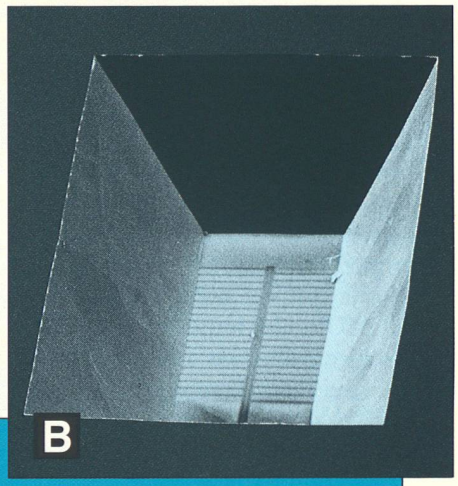
Auf dem Chip belegt der Sensor bloss einen Quadratmillimeter. Er verhält sich völlig passiv, sendet also selber keine Strahlung aus. Indes registriert er sofort die menschliche Körperwärme, ohne sich durch andere Signale – Katzen, Sonne – irreführen zu lassen. Solche Geräte dienen etwa zur automatischen Türöffnung oder zum Aufspüren von Einbrechern; in einer Fabrik beispielsweise kann das Personal dadurch auch vor dem Betreten gefährlicher Zonen gewarnt werden.

Erfordernisse des Marktes

So entwirft also ein junger Ingenieur an der ETH Zürich eine neue Generation elektronischer Bauteile im Hinblick auf deren Fertigung in einer neuenburgischen Fabrik. Diese Konstellation wird, auch dies ist typisch für LESIT, durch einen Partner ergänzt, der die Anforderung des Marktes für das Endprodukt genau kennt: Cerberus AG in Männedorf ZH, mit 5000 Angestellten weltweit im Bereich Sicherheitstechnik tätig. Unter den Spitzenreitern im Cerberus-Katalog figuriert ein Personendetektor von der Grösse einer Zigarettenschachtel, der sich aus mehreren elektronischen, optischen und mechanischen Bestandteilen zusammensetzt. Durch den Einbau von Jaeggis Mikrosensor würden sich Umfang und Kosten des Gerätes beträchlich reduzieren lassen. Allerdings hätte man dann auch die Produktionsweise und die Vermarktung zu ändern – ein heikles Unterfangen, nicht zuletzt was die Werbung angeht.

«Um ein gut eingeführtes Produkt durch ein anderes mit neuer Technologie zu ersetzen, müsste der Selbstkostenpreis auf die Hälfte sinken, sonst lohnt sich der Wechsel nicht», gibt Dominik Jaeggi zu und ergreift mit der Pinzette eine glänzende, zerbrechlich wirkende Scheibe. «Das ist ein Wafer», erklärt

ETH Z



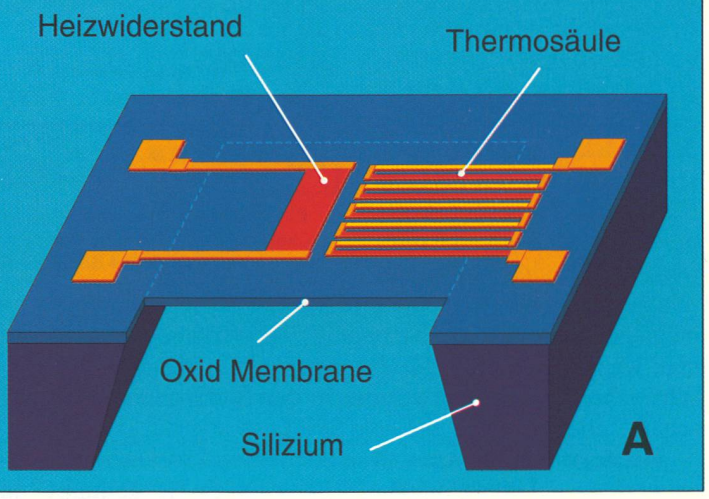
cedos

Thermo-Spannung

A. Dieses Schema zeigt die Arbeitsweise eines Infrarot-Mikrosensors auf Silizium. Zentrales Element ist die *Thermosäule*, eine mäanderförmige Struktur, die Temperaturunterschiede in elektrische Spannung umwandelt (messbar zwischen den beiden Kontakten der Thermosäule). Diese Spannung wird durch einen elektronischen Schaltkreis auf demselben Chip gemessen (hier nicht dargestellt).

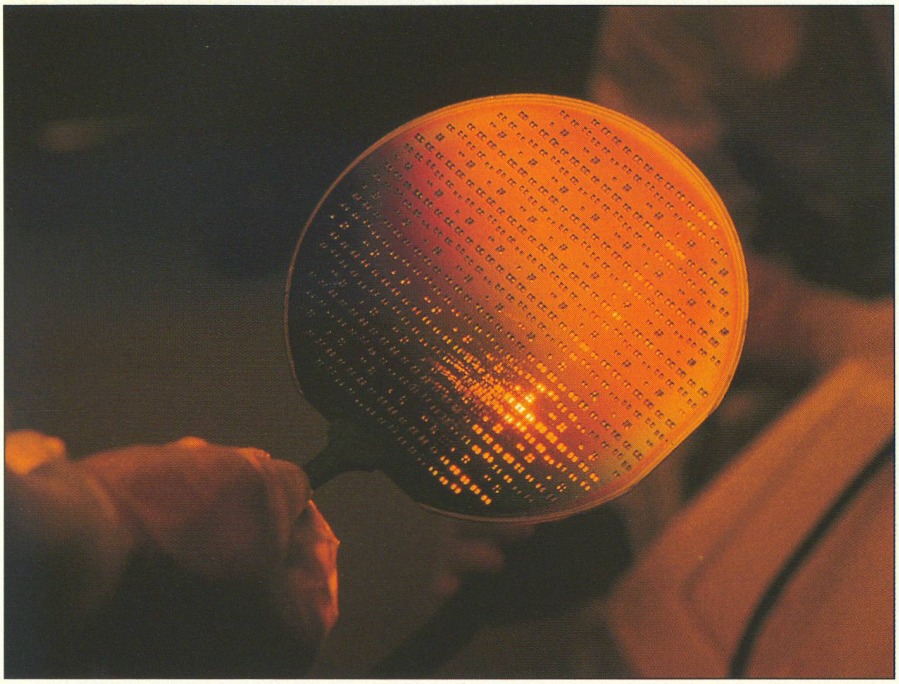
Soll der Sensor einen Wechselstrom registrieren, wird dieser in einem Widerstand in Wärme umgewandelt. Je mehr Strom durch den Widerstand fliesst, desto stärker erwärmt er sich – und desto stärker reagiert die Thermosäule. Bei einem Detektor für chemische Stoffe misst die Thermosäule den durch die Reaktionwärme entstehenden Wärmefluss.

Zum störungsfreien Funktionieren muss der Mikrosensor in jedem Fall vom umgebenden Silizium thermisch isoliert sein (Foto B).



er. «Auf dieser Silizium-Scheibe von 15 Zentimeter Durchmesser, wie sie vom Chiphersteller angeliefert wird, befinden sich einige hundert Infrarot-Sensoren. Sie wurden

ETH-Z



fast ausschliesslich mit der bei EM Microelectronic verfügbaren Standard-Technologie gefertigt.»

Kunst der Mikrostrukturierung

In der Tat gibt es einen Prozess-Schritt, der bei EM noch nicht verfügbar ist. Hält man den Wafer gegen das Licht, sind winzige Fensteröffnungen in regelmässiger Anordnung zu erkennen – wie auf einer Postkarte «New York by night» *(siehe Abbildung oben)*. Jaeggi: «Diese Öffnungen an der Wafer-Rückseite dienen dazu, jeden einzelnen Sensor thermisch zu isolieren. Wenn Mikrosensoren selbst geringste Mengen menschlicher Körperwärme spüren sollen, müssen die wärmeempfindlichen Thermosäulen auf den Membranen möglichst gut vom umgebenden Silizium getrennt sein.» *(Abbildung auf dem Heftumschlag)*

Die entsprechende Ätztechnologie wurde im Labor von Prof. Henry Baltes entwickelt, dem LESIT-Programmleiter. Gegenwärtig läuft der Prozess in einem Reinraum am ETH-Institut für Quantenelektronik. Um die Öffnungen an der richtigen Stelle anzubringen, wird der Wafer auf der Rückseite entsprechend maskiert und dann viereinhalb Stunden lang in Kalilauge von 90 Grad Celsius getaucht. «Im Labor beherrschen wir das Verfahren – jetzt sind wir daran, die Methode in die Produktionsstrasse von EM Microelectronic zu übertragen», sagt Dominik Jaeggi.

Unterdessen testen die Ingenieure von Cerberus die jüngsten Prototypen des Infrarot-Mikrosensors nach sehr strengen Kriterien. Ferner muss das Handling und die Verkapselung des Sensorchips und das Zusammenfügen mit dem Rest des Detektors verfeinert werden. Ungeduldig wartet der junge Doktorand auf die Ergebnisse; sie werden zeigen, ob sich seine Forschungsarbeit in der Praxis bewährt.

«Indes kann es hier nicht darum gehen, der Industrie mit öffentlichen Mitteln besoldete Doktoranden als Arbeitskräfte zur Verfügung zu stellen», präzisiert Franz-Peter Steiner, Geschäftsführer des SPP LESIT. «Unser Schwerpunktprogramm hat vielmehr den Zweck, eine neue Generation von Fachleuten mit industriellem und wirtschaftlichem Denken vertraut zu machen. Schliesslich passt die Sensortechnik, ob mit oder ohne Silizium, bestens zur Schweiz mit ihrer Tradition der Herstellung von Präzisionsinstrumenten und ihrer industriellen Struktur. Und die hohe Wertschöpfung in diesem Bereich ist volkswirtschaftlich bedeutsam.»

In der Regel sind die integrierten Mikrosensoren auf Silizium weniger empfindlich als die mit speziellen Materialien hergestellten. Sie arbeiten auch nicht so genau wie teure Spezialgeräte, für die es noch keinen elektronischen Ersatz gibt. Wegen des günstigen Preises dürfte sich die neue Entwicklung also vor allem dort durchsetzen, wo das Schwergewicht nicht auf der wissenschaftlichen Genauigkeit liegt. Am Labor für Physikalische Elektronik der ETH Zürich werden übrigens unter anderem drei weitere thermische Detektoren gebaut, die nach dem gleichen Prinzip funktionieren wie der hier beschriebene Infrarot-Mikrosensor: einer registriert elektrische Wechselströme, der zweite Ströme von Gasen oder Flüssigkeiten, der dritte chemische Substanzen in der Umgebungsluft.

Bereits malen sich Fachleute aus, wie es in diesem Bereich weitergehen könnte. Wie wär's zum Beispiel mit einem Armband-Detektor, der bei gesundheitsgefährdenden Abgaswerten in Tiefgaragen Alarm schlägt? Oder einem winzigen Windmesser für Surfer, Segler und Gleitschirmpiloten?

Das **SPP LESIT** besteht aus 8 Modulen: Leistungshalbleiterbauelemente; Leistungselektronische Schaltungen; Leistungselektronische Systeme; Mikrosensor-Technologie; Drahtlose Kommunikationssysteme; Mikrowellen- und Gigabit-Elektronik; Technologie dielektrischer Sensor-Materialien; Zuverlässigkeit und Elektromagnetische Verträglichkeit.

Durchführung: Rat der Eidgenössischen Technischen Hochschulen.
Leitung: Prof. Henry Baltes und Dr. Franz-Peter Steiner (Geschäftsführer), Lab. für physikalische Elektronik, ETH Hönggerberg, CH-8093 Zürich