

Verbundforschung
in der Mikrosystemtechnik

Projekt

"Einsatz der Mikromechanik zur
Herstellung frequenzanaloger Sensoren"

1989 - 1992



Verbundprojekt

"Einsatz der Mikromechanik zur Herstellung frequenzanaloger Sensoren"

Ausgangslage

Moderne Meß- und Regelsysteme sind infolge der raschen Entwicklung der Mikroelektronik in zunehmendem Maße digitale Systeme. Für den Einsatz in analogen Meß- und Regelsystemen wurde in der Vergangenheit eine Vielzahl von Sensoren zur Erfassung des Ist-Wertes physikalischer und chemischer Größen entwickelt, deren Ausgangssignal ein analoges elektrisches Signal ist, zum Beispiel eine Spannung oder ein Strom. Diese Sensoren können nicht unmittelbar in digitalen Systemen eingesetzt werden, sondern ihr analoges Ausgangssignal muß zunächst in ein digitales Signal umgewandelt werden. Da digitale Signale wesentlich störsicherer übertragen werden können als analoge Signale und auch eine wesentlich einfachere Störgrößenkorrektur in der Meßwertverarbeitung erlauben, sollte die Digitalisierung möglichst in unmittelbarer Nähe der Meßstelle erfolgen. Dies kann durch Integration des Sensorelementes mit einem Analog-Digital-Wandler in monolithischer oder hybrider Technik realisiert werden.

Für das weitere Vordringen digitaler Meß- und Regelsysteme ist jedoch von entscheidender Bedeutung, daß man über Sensoren verfügt, die direkt ein digitales oder quasi-digitales Ausgangssignal liefern, so daß eine Analog-Digital-Wandlung und die damit verbundenen Probleme bezüglich der Zuverlässigkeit, der Kosten und der Ansprechzeiten entfallen. Eine wichtige Gruppe solcher Sensoren sind frequenzanaloge Sensoren auf der Basis mechanischer schwingungsfähiger Strukturen, deren Resonanzfrequenz empfindlich von der zu messenden Größe abhängt.

Die für digitale Systeme benötigten Sensoren müssen auch hinsichtlich der geometrischen Abmessungen und des Preises der Mikroelektronik angepaßt sein und mit dieser räumlich zu einer Funktionseinheit integriert werden können. Zu ihrer Herstellung bieten sich daher die Miniaturisierungstechnologien an. Besonders einfach lassen sich mikromechanische Resonatoren über die Piezoelektrizität anregen, obwohl Anregung und Abtastung der Schwingung auch anders, z.B. elektrostatisch oder elektromagnetisch, erfolgen kann.

Projekte in der Verbundforschung

Zur Bewältigung von technologischen Herausforderungen im vorwettbewerblichen Bereich können Verbundprojekte durch eine Bündelung knapper Ressourcen einen Beitrag leisten. Sie werden von Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen kooperativ im fachlichen und organisatorischen Verbund zeitlich befristet durchgeführt. Durch die intensive wissenschaftliche Zusammenarbeit innerhalb des Verbunds lassen sich Synergieeffekte erzielen, die im Einzelprojekt nicht zu erwarten wären. Die gewonnenen Ergebnisse werden der Öffentlichkeit u.a. in Form von Berichten, Seminaren oder Tagungsbeiträgen zugänglich gemacht.

Entwicklungsziele/Ergebnisse

Einkristalliner Quarz spielt als Werkstoff für mikromechanische Resonatoren eine sehr wichtige Rolle, da er als nichtzentrosymmetrischer Kristall piezoelektrisch ist. Aufgrund der hochentwickelten Verfahrenstechniken der Siliziumtechnologie und aufgrund seiner hervorragenden mechanischen Eigenschaften spielt auch Silizium als Werkstoff für mikromechanische Resonatoren eine wichtige Rolle. Silizium ist als zentrosymmetrischer Kristall nicht piezoelektrisch, so daß zur Anregung von Schwingungen eine piezoelektrische Schicht (z.B. ZnO) aufgebracht werden muß. Des Weiteren in die Entwicklung miteinbezogen ist die thermische Anregung mittels in Dünnschichttechnik hergestellter Heizelemente.

Entwicklungsziel für das Vorhaben ist daher die Erarbeitung der Technologie zur Herstellung miniaturisierter Sensoren mit frequenzanalogem Ausgangssignal auf der Basis mechanischer Resonatoren aus Quarz und Silizium. Der Schwerpunkt liegt dabei auf piezoelektrisch angeregten Resonatoren.

Das Vorhaben gliedert sich in die folgenden Themenkreise:

- o Erarbeitung der Technologie zur Herstellung miniaturisierter Resonatoren aus Quarz und Silizium, insbesondere
 - Strukturierung der Quarzform durch naßchemische und Trockenätzprozesse,
 - dreidimensionale Mikrostrukturierung von Silizium mit naßchemischen und Trockenätzprozessen,
 - Erzeugung und Strukturierung piezoelektrischer Schichten auf Silizium,
 - Erzeugung und Strukturierung von Widerstandsschichten auf Silizium für Heizelemente und DMS.

- o Entwicklung von Technologien zur Integration miniaturisierter Resonatoren mit einer elektronischen Informationsverarbeitung
- o Untersuchung der Eignung der mikromechanischen Resonatoren als frequenzanaloge Sensoren, z.B. für die Größen Kraft und Druck

Ergebnistransfer

Die Ergebnisse des Projektes stehen allen Projektpartnern zur Verfügung. Durch die Einbindung des Hahn-Schickard-Instituts für Mikro- und Informationstechnik ist gewährleistet, daß die gewonnenen Erkenntnisse eine umfassende Verbreitung auch bei kleinen und mittleren Unternehmen erfahren, soweit damit keine schutzwürdigen Interessen der Projektpartner verletzt werden.

Erste funktionsfähige mikromechanische Resonatorstrukturen sind bis Ende 1991 zu erwarten. Es wird sich dabei in erster Linie um druck- und kraftempfindliche Strukturen handeln und zwar sowohl auf Quarz- wie auf Siliziumbasis.

Projektorganisation

Projektpartner:

Bizerba-Werke, Balingen
Bosch GmbH, Stuttgart
Moto Meter AG, Leonberg
Gesellschaft für Mikrotechnik und Sensorik, St. Georgen
Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V., Stuttgart

Projektkoordinator:

Herr Prof. Dr. Büttgenbach, Tel.: 0531/391 33 20, Telefax: 0531/391 81 01
TU Braunschweig (ehemals Hahn-Schickard-Gesellschaft)

Projektlaufzeit:

3 Jahre: 01.07.1989 - 30.06.1992

Gesamtprojektkosten:

5,6 Mio. DM

Förderung des Projektes:

Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT)
Heinemannstr. 2, 5300 Bonn 2

Projektentwicklung

im Auftrag des BMFT:
VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik GmbH
Abteilung Sensorik
Herr Dr. Helmut Sturm, Tel.: 030/26489-132
Budapester Str. 40, 1000 Berlin 30