

Zwischenbericht zum Verbundvorhaben

"Einsatz der Mikromechanik zur Herstellung frequenzanaloger Sensoren"

Laufzeit: 1.7.1989 - 30.6.1992

Berichtszeitraum: 1.7.1989 - 31.12.1989

Verbundpartner:

- Bizerba-Werke, Balingen**
- Bosch GmbH, Stuttgart**
- Moto Meter AG, Leonberg**
- Gebr. Staiger, St. Georgen**
- Hahn-Schickard-Gesellschaft
für angewandte Forschung e.V.,
Stuttgart**

Gesamtziel des Vorhabens ist die Erarbeitung der Technologie zur Herstellung miniaturisierter Sensoren mit frequenzanalogem Ausgangssignal auf der Basis mechanischer Resonatoren aus Quarz und Silizium.

Über die im Zeitraum 1.7.1989 - 31.12.1989 durchgeführten Arbeiten haben die Verbundpartner auf dem Statusseminar am 17.1.1990 in Stuttgart ausführlich berichtet. Die wichtigsten Punkte der nun vorliegenden schriftlichen Einzeldarstellungen werden im folgenden zusammengefaßt.

1. Festlegung der Entwicklungsziele

Als konkretes Entwicklungsziel des Vorhabens wurde die Erarbeitung der Technologien zur Herstellung folgender Sensorstrukturen festgelegt:

- Kraftsensor in "Multi-String"-Anordnung auf der Basis von Silizium. Zur piezoelektrischen Anregung der Schwingungen sollen Zinkoxidschichten dienen.

Ein Pflichtenheft für einen solchen Kraftsensor zum Einsatz in Wägesystemen wurde erarbeitet.
- Drucksensoren auf der Basis von resonanten Membranen aus Silizium und Quarz.

2. Literatur- und Patentrecherchen

Es wurde die Literatur und die weltweite Patentlage zu folgenden Themenkreisen recherchiert:

- Frequenzanaloge (resonante) Sensoren auf der Basis von Silizium und Quarz,
- resonante Kraft- und Drucksensoren,
- Ätzen von Quarz,
- Mikromechanik (allgemein),
- Materialdaten: Quarz, Silizium, Zinkoxid,
- Finite-Elemente-Berechnungen an Sensoren und resonanten Systemen, piezoelektrische Simulationsrechnungen.

3. Theoretische Grundlagen

Die Optimierung der Geometrieparameter der zu entwickelnden mikromechanischen Resonatoren soll mit Hilfe dynamischer Finite-Elemente-Rechnungen erfolgen.

Hierzu wurde das FEM-Programmpaket ANSYS ausgewählt, das es gestattet, neben statischen und dynamischen Strukturberechnungen auch die Kopplung verschiedener Felder mit zu berücksichtigen.

Zur Einarbeitung in die Methode dynamischer FEM-Rechnungen wurden mit Hilfe eines einfachen Modells Eigenfrequenzen und Kennlinie eines kommerziell erhältlichen Kraftsensors in Form einer Quarz-Doppelstimmgabel berechnet. Der Vergleich mit experimentellen Untersuchungen zeigt, daß der Sensor qualitativ gut beschrieben wird, für eine quantitative Beschreibung jedoch größerer Modellieraufwand notwendig ist. Zu demselben Ergebnis kommen auch erste FEM-Berechnungen an Quarzmembranen.

4. Experimentelle und technologische Arbeiten

Zur Technologie mikromechanischer Resonatoren wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

- a) Strukturierung von Silizium mittels anisotroper Tiefenätztechnik mit KOH-Lösungen:
 - Entwicklung eines optischen Meßverfahrens für die Ätztiefe,
 - Messung der Gleichmäßigkeit der Ätzung,
 - Versuche zur Bearbeitung von Silizium mit Festkörperlaseren,
 - Versuche zur beidseitigen Lithographie mit Hilfe von Justiermarken,
 - Herstellung von Membranstrukturen für frequenzanaloge Sensoren.
- b) Strukturierung von Quarz mittels Tiefenätztechnik mit HF-Lösungen:
 - Entwicklung eines beidseitigen Fotoresist-Belackungsprozesses für Quarzblanks,
 - Herstellung von Cr/Au-Maskierschichten mittels Sputtern,
 - Untersuchung der Anisotropie beim Ätzen von Quarz (Z-Schnitt) in HF-Lösungen,
 - Entwicklung eines naßchemischen Ätzprozesses zur Herstellung von Quarzmembranen mit sehr geringer Oberflächenrauigkeit,
 - Charakterisierung des Prozesses der beidseitigen fotolithographischen Strukturierung von Quarz (Z-Schnitt).
- c) Untersuchung des Einflusses der Prozeßparameter auf die Eigenschaften von SiON-Schichten, die mittels plasmaunterstützter Abscheidung aus der Gasphase (PECVD) hergestellt werden, und die als Maskierschicht beim anisotropen Ätzen von Silizium oder als freitragende Sensorstrukturen die-

5. Linearisierung von Kennlinien

An Hand des kommerziell erhältlichen Quarz-Kraftsensors stellte sich bei ersten Versuchen zur Linearisierung der Kennlinie das Konzept der Tschebyscheff-polynome als gut geeignet heraus.

Die Arbeiten im nächsten Halbjahr (1.1. - 30.6.1990) sind schwerpunktmäßig auf die Meilensteine ausgerichtet, die einer kritischen Bewertung nach dem ersten Jahr des Vorhabens dienen sollen:

- Beherrschung der Technik dynamischer FEM-Berechnungen,
- Beherrschung der naßchemischen Ätzprozesse zur Herstellung von Quarzstrukturen.

Villingen-Schwenningen, im Mai 1990

S. Büttgenbach

Dr.S.Büttgenbach
Koordinator