

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 385/99

(51) Int.Cl.⁷ : **H01L 23/28**

(22) Anmeldetag: 2. 6.1999

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 4.2000

(45) Ausgabetag: 25. 5.2000

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

AUSTRIA MIKRO SYSTEME INTERNATIONAL
AKTIENGESELLSCHAFT
A-8141 UNTERPREMSTÄTTEN, STEIERMARK (AT).

(54) **MIKROSENSOR**

(57) Bei einem Mikrosensor mit einem mikroelektromechanischen Sensorelement und einem integrierten Schaltkreis für die Mess-, Kalibrier- und Kompensationselektronik, wobei das Sensorelement elektrisch mit dem integrierten Schaltkreis (IC) verbunden ist, ist das mikroelektromechanische Sensorelement unmittelbar auf dem integrierten Schaltkreis angeordnet und positionsgenau und elektrisch leitend über eine umlaufende Lötnaht verbunden.

AT 003 609 U1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Mikrosensor mit einem mikroelektromechanischen Sensorelement und einem integrierten Schaltkreis für die Mess-, Kalibrier- und Kompensationselektronik, wobei das Sensorelement elektrisch mit dem integrierten Schaltkreis (IC) verbunden ist.

Mikrosensoren der eingangs genannten Art werden für unterschiedliche Verwendungszwecke gebaut. Neben Näherungsschaltern und Beschleunigungssensoren sind beispielsweise bereits Halbleiterdruckaufnehmer bekannt geworden, bei welchen ein Sensorelement und ein Träger aus unterschiedlichen Materialien durch Löten verbunden werden. Als Sensorelement bei derartigen Druckaufnehmern wurden bereits Siliziummembrane vorgeschlagen, wobei sich aufgrund unterschiedlicher E-Module des jeweils verwendeten Werkstoffes verschieden starke Stauchungen ergeben. Durch Druckeinwirkung kommt es zu Verformungen und es ist bereits bekannt, den piezoresistiven Effekt eindiffundierter Widerstände in Siliziummembranen zur Messung von Drücken bis zu mehreren 100 bar zu verwenden. Bei den bekannten Mikro Sensoren erfolgt der elektrische Abgriff über Bondpads und Bondleitungen bzw. Bonddrähte, worauf in der Folge die Auswertung in über Bonddrähte angeschlossenen integrierten Schaltkreisen erfolgt. Derartige Schaltkreise können eine übliche Meß-, Kalibrier- und Kompensationselektronik enthalten. Bedingt durch die relativ langen Leitungen zwischen den miteinander zu verbindenden Komponenten, kommt es vor allem bei kapazitiv arbeitenden Sensoren zu relativ hohen parasitären Kapazitäten von Bondpads und Leitungen, welche den Großteil des Sensorenutzsignals überdecken, sodaß die Empfindlichkeit beschränkt ist.

Lötverbindungen sind in der Mikroelektronik weit verbreitet, insbesondere ist es bereits bekannt, IC's elektrisch und mechanisch über Lötinseln zu verbinden. Weiters sind flächige Lötverbindungen bekannt, mit welchen passive Siliziumkomponenten zur Herstellung der eingangs genannten piezoresistiven Sensoren mit einem Träger verlötet werden. In der Folge muß die Oberfläche der Membrane mit Leiterbahnen kontaktiert werden, wobei diese Kontakte der Lötverbindungsseite abgewandt sind, was wiederum zu relativ hohen Leitungslängen führt.

Die Erfindung zielt nun darauf ab, einen Mikrosensor der eingangs genannten Art zu schaffen, welcher für eine große Zahl verschiedener Anwendungsgebiete geeignet ist und insbesondere den Einfluß parasitärer Kapazitäten weitestgehend reduziert, so daß im Falle von kapazitiven Sensoren Auflösungen im atto-Farad-Bereich ohne weiteres möglich werden. Zur Lösung dieser Aufgabe besteht der erfindungsgemäße Mikrosensor im wesentlichen darin, daß das mikroelektromechanische Sensorelement unmittelbar auf dem integrierten Schaltkreis angeordnet und positionsgenau und elektrisch leitend über eine umlaufende Lötnaht verbunden ist. Dadurch, daß das mikroelektromechanische Sensorelement unmittelbar auf einem integrierten Schaltkreis (IC) angeordnet ist und positionsgenau und elektrisch leitend über eine umlaufende Lötnaht verbunden ist, wird mit der mechanischen Verbindung durch die Lötnaht gleichzeitig die elektrische Verbindung unter wesentlicher Verringerung der Leiterbahnlänge geschaffen, wobei die für die Messung und Auswertung erforderliche Schaltungskomponenten in der integrierten Schaltung, d.h. unmittelbar dem mikroelektromechanischen Sensorelement benachbart, angeordnet werden können. Eine derartige Ausbildung erlaubt es, hochempfindliche und gleichzeitig korrosionsgeschützte Systeme zu schaffen, wobei gleichzeitig die Herstellungskosten im Vergleich zu bisherigen mehrteiligen Sensorsystemen wesentlich herabgesetzt werden können. Bei einer derartigen Konstruktion wird zunächst der Vorteil eines modularen Aufbaus durch einfachen Tausch der mikroelektromechanischen Komponente erzielt, wobei ein einheitlicher Herstellungsprozess für unterschiedliche Sensoren unter Verwendung erprobter ausgereifter und zuverlässiger IC's Verwendung finden kann. Der mechanische Teil ist technologisch einfach und zuverlässig herstellbar, und die Verbindungstechnik kann für unterschiedliche Sensortypen gleich gehalten werden.

Mit Vorteil ist die erfindungsgemäße Ausbildung hierbei so getroffen, daß das mikroelektromechanische Sensorelement als Kondensatorplatte ausgebildet und geschaltet ist. Für eine derartige Ausbildung genügt es, das mikroelektromechanische Sensorelement aus elektrisch leitfähigem Silizium auszubilden, wofür

konventionelle Ätztechniken zur Verfügung stehen. Ein derartiges Sensorelement läßt sich in der Folge für unterschiedlich zu erfassende Meßgrößen einsetzen, wobei bevorzugt die Ausbildung so getroffen ist, daß das mikroelektromechanische Sensorelement als elektrisch leitender Biegebalken zur Bestimmung von Abständen, Neigungen, Beschleunigungen und/oder Drehraten ausgebildet ist. Insbesondere die Erfassung von Drehraten kann durch die erfindungsgemäße Ausbildung wesentlich empfindlicher gestaltet werden, da die erfindungsgemäße Ausbildung so getroffen werden kann, daß Querschleunigung aus der Messung weitestgehend eliminiert werden können. Bei rascher Verdrehung kommt es infolge der Korioliskraft zu einer Verbiegung eines derartigen rotierenden Sensorelementes und damit zu einer Verringerung des Dielektrikumabstandes zwischen einander gegenüberliegenden Kondensatorbauteilen bzw. Kondensatorplatten, sodaß beispielsweise lediglich die Korioliskraft als Kapazitätsänderung gemessen wird, wodurch eine hohe Empfindlichkeit und exakte Erfassung der Drehraten ermöglicht wird. Die erfindungsgemäße Lötverbindung über eine umlaufende Lötnaht erlaubt es hierbei gleichzeitig die Lötnaht gasdicht auszubilden, sodaß die Korrosionsgefahr wesentlich verringert wird und die Möglichkeit geschaffen wird, den Hohlraum und damit auch den als Dielektrikum wirkenden Abstand zwischen den einander gegenüberliegenden Kondensatorplatten zumindest teilweise zu evakuieren, sodaß das Ausmaß der Gasdämpfung des Sensors in einfacher Weise beeinflußt werden kann. Die hohe Empfindlichkeit läßt sich in einfacher Weise dadurch erzielen, daß die integrierte Schaltung unterhalb des mikroelektromechanischen Biegebalkens im Bereich der Projektion der Anlenkstelle des einseitig eingespannten Biegebalkens eine Kondensatorfläche zur Ausbildung einer Referenzkapazität aufweist. Bei einer derartigen Ausbildung wird somit gleichzeitig eine Referenzkapazität für die elektronische Auswertung und Kompensation bereitgestellt und damit die Kompensation und Auswertung der Signale wesentlich erleichtert.

Bei gasgefüllten mikroelektromechanischen Komponenten ist der elektrisch leitende Biegebalken in der Regel überkritisch gasgedämpft. In solchen Fällen läßt sich die Empfindlichkeit da-

durch wesentlich erhöhen, daß innerhalb der Projektion des Biegebalkens auf die integrierte Schaltung eine Elektrode zur Aufbringung einer elektrostatischen Kraft auf den Biegebalken am IC angeordnet ist. Eine elektrostatische Kraft, welche nicht linear von der angelegten Spannung abhängt, erlaubt es, den Biegebalken zu stabilisieren und gleichzeitig den Frequenznutzbereich der Schwingung zu erhöhen, wofür beispielsweise bei gleicher Spannung pulsweitenmodulierte Spannungsimpulse der Elektrode zur Aufbringung der elektrostatischen Kraft zugeführt werden können.

Eine besonders kostengünstige Herstellung des Mikrosensors gelingt dadurch, daß der mikroelektromechanische Bauteil als hinterätzter Quader aus elektrisch leitfähigem Si ausgebildet ist und über Abstandhalter mit dem IC durch eine gasdichte, umlaufende Lötnaht verbunden ist. Die bevorzugte Ausbildung der umlaufenden Lötnaht als gasdichte Lötnaht dient hierbei der Möglichkeit den entsprechenden Raum zumindest teilweise zu evakuieren oder mit anderen Gasen zu füllen, wodurch die Empfindlichkeit bzw. der meßbare Frequenzbereich verbessert werden kann. Im Fall von Drucksensoren kann naturgemäß eine entsprechende Druckbeaufschlagung des Biegebalkens über entsprechende Bohrungen bzw. Durchbrechungen im mechanischen Bauteil gewünscht werden, wobei die elektrisch leitfähige Membran hier gleichfalls nicht mehr als einseitig eingespannter Biegebalken, sondern als mehrseitig eingespannter Biegebalken und insbesondere als gasdichte Membran ausgebildet werden kann. Auch in diesen Fällen kann aber die umlaufende Lötnaht selbst gasdicht ausgebildet sein, da es genügt die entsprechenden Gaseintrittsöffnungen an der der Lötnaht abgewendeten Seite der Membran vorzusehen.

Zur Verringerung der Korrosionsgefahr ist mit Vorteil die Ausbildung so getroffen, daß der zwischen IC und mikroelektromechanischem Bauteil ausgebildete Hohlraum evakuiert ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in einer Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispieles näher erläutert.

In der Zeichnungsfigur ist mit 1 ein mikroelektromechanisches Sensorelement dargestellt, welches aus einem elektrisch leitfähigen Silizium besteht. Durch Hinterätzung wird ein Biegebalken 2 ausgebildet, welcher eine Kondensatorplatte ausbildet, welche wiederum elektrisch leitend über eine umlaufende Lötnaht 3 mit einem IC 4 verbunden ist. Der integrierte Schaltkreis (IC) 4 weist hierbei an seiner der Kondensatorplatte 2 des mikroelektromechanischen Sensorelementes 1 zugewandten Oberseite eine Kontaktfläche 5 auf, welche gemeinsam mit der elektrisch leitfähigen Platte des Biegebalkens 2 einen Referenzkondensator ausbildet, da der Abstand dieser Fläche vom Biegebalken 2 in ihrem Abstand auch bei Auslenkungen des Biegebalkens 2 nur geringen Veränderungen unterworfen ist. Der Abstand wird hierbei im wesentlichen durch Abstandhalter 6 definiert.

Bei Beschleunigung, Neigung oder Drehbewegung verändert sich nun der Abstand des Dielektrikums zwischen dem Biegebalken 2 und den darunterliegenden elektrisch leitfähigen Platten des IC, wobei mit 7 die am IC festgelegte Kondensatorplatte des Messensors bezeichnet ist. Zwischen den beiden Kondensatorplatten 5 und 7 des IC 4 ist eine weitere Elektrode 8 angeordnet, über welche eine elektrostatische Kraft auf den Biegebalken 2 aufgebracht werden kann, wodurch dieser in seiner Auslenkung und in seiner Empfindlichkeit stabilisiert werden kann.

Das im IC 4 erfaßte, kompensierte und ausgewertete Signal kann in der Folge über Bonddrähte 9 einer Anzeigevorrichtung oder einer nachgeschalteten weiteren Auswertungseinrichtung zugeführt werden.

Besonders vorteilhaft ist hierbei die Möglichkeit einer vollständigen elektrischen Schirmung der Sensoren, wenn der mechanische Teil sowie das Substrat des IC über die umlaufende Lötnaht an Massepotential liegt. Aufgrund der konstruktionsbedingten Kapselung können die Sensoren in einfache Kunststoffgehäuse verpackt werden, was bei monolithischen Sensorkonstruktionen nicht ohne weiteres möglich wäre.

A n s p r ü c h e :

1. Mikrosensor mit einem mikroelektromechanischen Sensorelement und einem integrierten Schaltkreis für die Mess-, Kalibrier- und Kompensationselektronik, wobei das Sensorelement elektrisch mit dem integrierten Schaltkreis (IC) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß das mikroelektromechanische Sensorelement unmittelbar auf dem integrierten Schaltkreis angeordnet und positionsgenau und elektrisch leitend über eine umlaufende Lötnaht verbunden ist.

2. Mikrosensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das mikroelektromechanische Sensorelement als Kondensatorplatte ausgebildet und geschaltet ist.

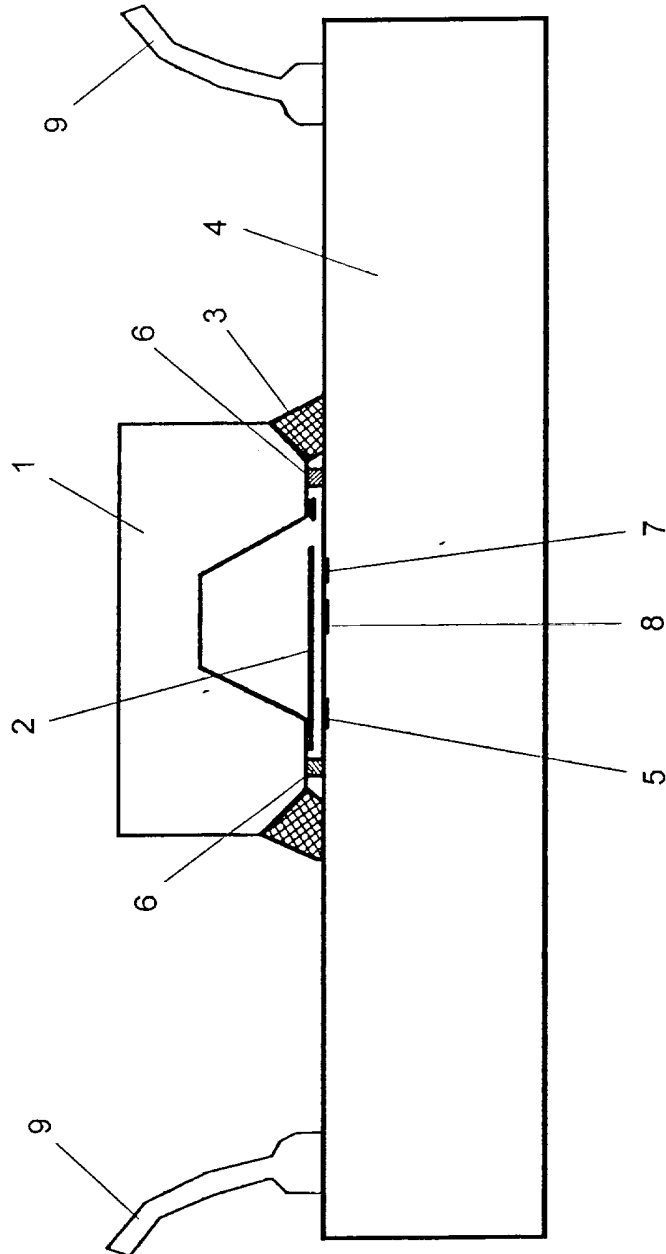
3. Mikrosensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das mikroelektromechanische Sensorelement als elektrisch leitender Biegebalken zur Bestimmung von Abständen, Neigungen, Beschleunigungen und/oder Drehraten ausgebildet ist.

4. Mikrosensor nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die integrierte Schaltung unterhalb des mikroelektromechanischen Biegebalkens im Bereich der Projektion der Anlenkstelle des einseitig eingespannten Biegebalkens eine Kondensatorfläche zur Ausbildung einer Referenzkapazität aufweist.

5. Mikrosensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Projektion des Biegebalkens auf die integrierte Schaltung eine Elektrode zur Aufbringung einer elektrostatischen Kraft auf den Biegebalken am IC angeordnet ist.

6. Mikrosensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der mikroelektromechanische Bauteil als hinterätzter Quader aus elektrisch leitfähigem Si ausgebildet ist und über Abstandhalter mit dem IC durch eine gasdichte, umlaufende Lötnaht verbunden ist.

7. Mikrosensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen IC und mikroelektromechanischem Bauteil ausgebildete Hohlraum evakuiert ist.




ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1014 Wien, Kohlmarkt 8-10, Postfach 95
 TEL. +43/(0)1/53424; FAX +43/(0)1/53424-535; TELEX 136847 OEPA A
 Postscheckkonto Nr. 5.160.000; UID-Nr. ATU38266407; DVR: 0078018

RECHERCHENBERICHT

zu 15 GM 385/99-1

Ihr Zeichen: 36 727

 Klassifikation des Antragsgegenstandes gemäß IPC⁶⁼⁷: H 01 L 23/28

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H 01 L, G 01 N

Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, PAJ

Die nachstehend genannten Druckschriften können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 - 12 Uhr 30, Dienstag 8 bis 15 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Hochschülerschaft TU Wien Wirtschaftsbetriebe GmbH im Patentamt betriebenen Kopierstelle können schriftlich (auch per Fax, Nr. 01 / 533 05 54) oder telefonisch (Tel. Nr. 01 / 534 24 - 153) Kopien der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Auf Anfrage gibt das Patentamt Teilrechtsfähigkeit (TRF) gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentdokumenten allfällige veröffentlichte „Patentfamilien“ (denselben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt. Diesbezügliche Auskünfte erhalten Sie unter der Telefonnummer 01 / 534 24 - 132.

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung (Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur (soweit erforderlich))	Betreffend Anspruch
P, X	Nach dem Anmeldetag des Gebrauchsmusters wurde folgende, den anmeldungsgemäßen Mikrosensor beschreibende Literaturstelle veröffentlicht: e & i, Elektrotechnik und Informationstechnik, Zeitschrift des Österreichischen Verbandes für Elektrotechnik (ÖVE-Verbandszeitschrift), 116. Jahrgang, Heft 9, September 1999: Volker KEMPE: „Vom IC zum Mikrochip“, Seiten 509-521, siehe Seiten 519 und 520, Abb. 13 und 14 mit dazugehörigen Text der Beschreibung sowie Schriftumhinweis auf Seite 521.	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt		
Kategorien der angeführten Dokumente (dient in Anlehnung an die Kategorien bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten nur zur raschen Einordnung des ermittelten Stands der Technik, stellt keine Beurteilung der Erfindungseigenschaft dar): „A“ Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. „Y“ Veröffentlichung von Bedeutung; die Erfindung kann nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für den Fachmann naheliegend ist. „X“ Veröffentlichung von besonderer Bedeutung ; die Erfindung kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) angesehen werden. „P“ zwischenveröffentlichtes Dokument von besonderer Bedeutung (älteres Recht) „&“ Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist.		
Ländercodes: AT = Österreich; AU = Australien; CA = Kanada; CH = Schweiz; DD = ehem. DDR; DE = Deutschland; EP = Europäisches Patentamt; FR = Frankreich; GB = Vereinigtes Königreich (UK); JP = Japan; RU = Russische Föderation; SU = ehem. Sowjetunion; US = Vereinigte Staaten von Amerika (USA); WO = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI); weitere siehe WIPO-Appl. Codes		

Datum der Beendigung der Recherche: 9. Dezember 1999

Prüfer: Dipl. Ing. Heinich

**ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT**

A-1014 Wien, Kohlmarkt 8-10, Postfach 95
TEL. +43/(0)1/53424; FAX +43/(0)1/53424-535; TELEX 136847 OEPA A
Postscheckkonto Nr. 5.160.000; UID-Nr. ATU38266407; DVR: 0078018

1. Folgeblatt zu 15 GM 385/99-1

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung (Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur (soweit erforderlich))	Betreffend Anspruch
A	<p>Die folgende Literaturstelle beschreibt verschiedene Kapselungsverfahren für mikromechanische Komponenten auf Waferenebene und wurde als Tagungsband der Informationstagung Mikroelektronik, 15. und 16. Oktober 1997, herausgegeben: ÖVE-Schriftenreihe Nr. 14 (Österreichischer Verband für Elektrotechnik) Beiträge der Informationstagung, Oktober 1997: Josef BINDER: „Neue Verfahren der Systemintegration in der Mikrosystemtechnik“, Seiten 79-93, siehe Seiten 85-90 und Literatur.</p> <p>A WO 97/05463 A1 (THOMSON) 13. Feber 1997 (13.02.97) see figures, abstract</p>	1-7

Fortsetzung siehe Folgeblatt