



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

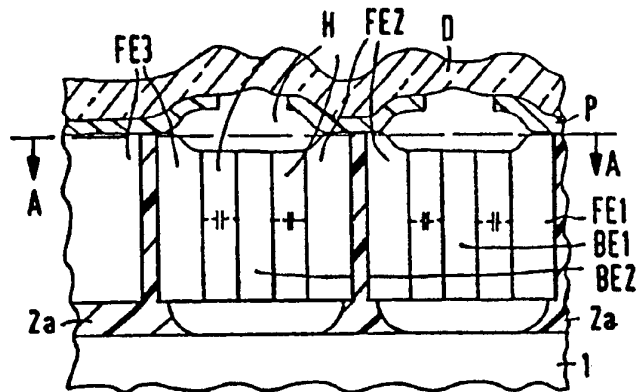
<p>(51) Internationale Patentklassifikation<sup>6</sup>: <b>G01P 15/08</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 95/09366</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. April 1995 (06.04.95)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE94/01103</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 22. September 1994 (22.09.94)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 43 32 843.1 27. September 1993 (27.09.93) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WERNER, Wolfgang [DE/DE]; Säbenerstrasse 256, D-81545 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>	

(54) Title: MICROMECHANICAL DEVICE AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: MIKROMECHANISCHE VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG

(57) Abstract

A micromechanical device has a micromechanical region on a carrier or substrate (1, 10). The micromechanical region is covered on the chip by a flat covering (D) arranged on the carrier. In a process for producing such a micromechanical device, a body is formed with a first insulating layer (2, 11) on the carrier (1, 10), with an overlying silicon layer (3, 12), the silicon layer (3, 12) is structured so that passages (L, LS) are formed down to the first insulating layer, an insulating layer region (IS, 13) and an additional flat layer (P, 14) are applied thereon, the additional layer (P, 14) is structured so that passages are formed down to the insulating layer region (IS, 13), the insulating layer region



and the underlying areas of the first insulating layer are selectively etched away and a covering layer that forms a flat covering (D) is applied on the additional layer. This device may be mounted in a plastic housing without a clean room atmosphere.

**(57) Zusammenfassung**

Es wird eine mikromechanische Vorrichtung vorgeschlagen, die auf einem Träger bzw. Substrat (1, 10) einen mikromechanischen Bereich enthält, der durch eine auf dem Träger angeordnete flächige Abdeckung (D) auf dem Chip abgedeckt ist. Ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen mikromechanischen Vorrichtung sieht vor, daß ein Körper gebildet wird, bei dem auf einem Träger (1, 10) eine erste Isolierschicht (2, 11) und darüber eine Siliziumschicht (3, 12) angeordnet ist, daß die Siliziumschicht (3, 12) strukturiert wird, wobei Öffnungen (L, LS) bis auf die erste Isolierschicht gebildet werden, daß eine Isolierschichtzone (IS, 13) und eine flächige weitere Schicht (P, 14) aufgetragen werden, daß die weitere Schicht (P, 14) strukturiert wird, wobei Öffnungen bis auf die Isolierschichtzone (IS, 13) gebildet werden, daß die Isolierschichtzone und die darunter liegenden Bereiche der ersten Isolierschicht selektiv geätzt werden und daß über der weiteren Schicht eine Deckschicht als flächige Abdeckung (D) aufgetragen wird. Die Vorrichtung kann ohne Reinraumumgebung in ein Plastikgehäuse eingebaut werden.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

5 Mikromechanische Vorrichtung und Verfahren zu deren Herstellung

Die Erfindung betrifft eine mikromechanische Vorrichtung und ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

10 Mikromechanische Vorrichtungen wie Sensoren oder Aktuatoren finden zunehmend Eingang in alle Bereiche der Technik, z. B. in Navigationssysteme und Kraftfahrzeuge, insbesondere in Verbindung mit Sicherheitssystemen. Einen großen Teil derartiger Vorrichtungen bilden Druck- und Beschleunigungssensoren. Gefragt sind zuverlässige, kleine, einfach herzustellende und dabei preiswerte Sensoren mit einer hohen Meßgenauigkeit und einer guten Proportionalität zwischen Meßgröße und Ausgangssignal. Dies gilt entsprechend für Aktuatoren, so daß nachfolgend der Einfachheit halber lediglich auf  
20 Sensoren eingegangen wird.

Die meisten heute verwendeten Druck- oder Beschleunigungssensoren werden feinmechanisch oder mittels KOH-Ätztechnik auf Siliziumbasis (bulk-micromachining) hergestellt. Die  
25 Auswertung des bislang meist mittels des Piezoeffekts erzeugten Sensorsignals erfolgt getrennt vom Sensor. Der Trend geht jedoch zum intelligenten Sensor, bei dem der Sensor sowie die Schaltung zur Auswertung des Sensorsignals und gegebenenfalls eine Testschaltung auf Basis der Siliziumplanartechnologie auf einem Chip integriert sind. Die Auswertung  
30 des piezoresistiven oder kapazitiven Sensorsignals sowie die Linearisierung und Verstärkung erfolgen mit Halbleiterschaltkreisen bekannter Technologien. Ein derartiger Sensor ist beispielsweise aus der Veröffentlichung F. Goodenough:  
35 Airbags Boom When IC Accelerometer Sees 50 G, Electronic Design, August 8, 1991, pp. 45-56 bekannt.

Während konventionell hergestellte mikromechanische Sensoren relativ groß, teuer und ungenau sind, beschreibt die vorstehend genannte Veröffentlichung eine verbesserte Ausführungsform. Dieser bekannte sogenannte oberflächen-mikromechanische Sensor (surface micromachining) benötigt, wie insbesondere aus der diesbezüglichen weiteren Veröffentlichung: Analog Devices Combines Micromachining and BICMOS, Semiconductor International, Okt. 1991 hervorgeht, zu seiner Herstellung 21 Masken, nämlich 6 Masken für den Sensorprozeß und 15 Masken für einen 4 µm-BICMOS-Prozeß. Das zur Ausbildung des kapazitiven Sensors kammförmige Sensorelement besteht aus einem 2µm-dicken Polysiliziumelement und ist über Federn, die ebenfalls aus Polysilizium sind, mit der Substratoberfläche verbunden.

Eine weitere kapazitive Struktur ist aus der US-A-5 025 346 bekannt.

Das Herstellungsverfahren für die bekannten Sensoren bzw. Aktuatoren ist außerordentlich aufwendig und teuer. Darüberhinaus ist unsicher, ob die für die mechanisch bewegten Teile eines Sensors verwendeten Polysiliziumschichten eine ausreichende mechanische Langzeitstabilität aufweisen. Neben dieser möglichen zeitlichen Degradation sind die mechanischen Eigenschaften wie der Elastizitätsmodul oder intrinsischer Streß von Polysilizium sensibel von den jeweiligen Prozeßbedingungen während der Herstellung abhängig. Die thermische Ausheilung des intrinsischen Stresses erfordert im Herstellungsprozeß zusätzliche Temperschritte, was sich nachteilig auf die gleichzeitig in dem Sensor integrierte elektronische Schaltung auswirkt. Zudem sind im Herstellungsprozeß zusätzliche Abscheidungen von Halbleiterschichten notwendig. Bei einem denkbaren Einsatz von modernen Sub-µm-BICMOS-Schaltungen für die Auswerteschaltung des Sensors ist es aufgrund der dabei verwendeten niedrigen Prozeßtemperaturen nicht mehr möglich, streßfreie Polysiliziumschichten herzustellen.

Ein Problem betrifft die Verarbeitung von mikromechanischen, gegebenenfalls integrierten mikromechanischen Vorrichtungen, die auf einem Halbleiterwafer hergestellt sind. Zum Verein-

5 zeln der Chips wird der Wafer dünn geschliffen und anschließend werden die einzelnen Chips gesägt. Dabei muß das filigrane Gebilde der mikromechanischen Vorrichtung auf deren Vorderseite mit einer Folie abgedeckt werden. Für die Verarbeitung ist ein Reinraum erforderlich, damit nicht Partikel

10 in die mikromechanische Vorrichtung gelangen können, die deren Brauchbarkeit beeinträchtigen oder die Vorrichtung unbrauchbar lassen werden könnten. Diese Verarbeitungsweise ist teuer und auch bei großen Stückzahlen wenig praktikabel.

15 Eine als Chip vereinzelte mikromechanische Vorrichtung muß zum Schutz gegen äußere Einflüsse in ein Gehäuse eingebracht werden. Für bekannte Vorrichtungen scheidet ein Plastikgehäuse aus, da bei der Plastikummantelung des Chips die Beweglichkeit des Sensors verlorengelht. Verpressdrücke bis zu 80

20 bar können zur völligen Zerstörung der mikromechanischen Vorrichtung führen. Üblicherweise wird deshalb ein mikromechanischer Chip in ein Hohlraumgehäuse eingebaut, das allerdings etwa um den Faktor 10 teurer als ein Plastikgehäuse ist.

25 Aus den Veröffentlichungen K. Ikeda et. al.: Silicon pressure sensor with resonant strain gauge built into diaphragm, Proc. of the 7th Sensor Symp., Tokyo, Japan, 1988, pp. 55-58 und K. Ikeda et. al.: Three-dimensional micromachining of silicon

30 pressure sensor integrating resonant strain gauge on diaphragm, Sensors and Actuators, A21-A23, 1990, pp. 1007-1010 sind mikromechanische Drucksensoren mit einem Polysilizium-Diaphragma bekannt, auf dem ein auf mechanische Spannungen reagierender Resonator angeordnet ist. Bei einer Verbiegung

35 des Diaphragmas ändert sich die Resonanzfrequenz des Resonators auf Grund der mechanischen Spannungen. Damit der von außen ausgeübte Druck nicht direkt auf den Resonator wirken

und auf diese Weise zu Meßsignalverfälschungen führen kann, ist der Resonator auf dem Diaphragma mit einer Kappe abgedeckt. Auch ein derartiger Sensor muß zum Schutz gegen Umwelteinflüsse in ein Hohlraumgehäuse eingebaut werden.

5

Die Erfindung hat die Aufgabe, eine einfacher und kostengünstiger herzustellende mikromechanische Vorrichtung und ein Verfahren zu deren Herstellung anzugeben.

10 Gemäß eines Aspekts der Erfindung sind bei einem Verfahren zur Herstellung einer mikromechanischen Vorrichtung folgende Schritte vorgesehen:

- ein Körper, bei dem auf einem Träger eine erste Isolierschicht und darüber eine Siliziumschicht angeordnet ist,  
15 wird gebildet,
- die Siliziumschicht wird strukturiert, wobei Öffnungen bis auf die erste Isolierschicht gebildet werden,
- eine Isolierschichtzone und eine flächige weitere Schicht werden aufgetragen,
- 20 - die weitere Schicht wird strukturiert, wobei Öffnungen bis auf die Isolierschichtzone gebildet werden,
- mit Hilfe der strukturierten weiteren Schicht als Maske werden die Isolierschichtzone und die darunter liegenden Bereiche der ersten Isolierschicht selektiv geätzt,
- 25 - über der weiteren Schicht wird eine Deckschicht als flächige Abdeckung unter Bildung eines abgeschlossenen Hohlraums aufgetragen.

30 Gemäß eines weiteren Aspekts der Erfindung ist eine mikromechanische Vorrichtung vorgesehen, die auf einem Träger einen mit Hilfe einer Siliziumschicht gebildeten mikromechanischen Bereich enthält, wobei auf dem Träger unter Bildung eines abgeschlossenen Hohlraums eine flächige Abdeckung des mikromechanischen Bereichs angeordnet ist.

35

Die Erfindung hat den Vorteil, daß die auf einem Chip realisierte mikromechanische Vorrichtung bereits auf dem Chip eine

Abdeckung hat, die in der Prozeßlinie in Verbindung mit der Herstellung der mikromechanischen Vorrichtung hergestellt wird. Bei der Verarbeitung des Wafers mit den mikromechanischen Vorrichtungen, d.h. u.a. beim Herstellen von Anschlußverbindungen, beim Lappen und beim Vereinzeln der Chips ist 5 deshalb keine Reinraumatmosfera mehr erforderlich. Darüber hinaus braucht der Chip nicht mehr in einem Hohlraumgehäuse montiert zu werden, sondern kann mit einem preisgünstigen Plastikgehäuse ummantelt werden. Es ergibt sich eine wesentlich erhöhte Zuverlässigkeit der mikromechanischen Vorrichtung, da die Vorrichtung unmittelbar nach der Herstellung 10 noch auf dem Wafer mit einer Abdeckung versehen ist und somit für die nachfolgenden Verfahrensschritte ausreichend geschützt ist. Die Beweglichkeit des Sensors bleibt erhalten, weil durch die Abdeckung ein abgeschlossener Hohlraum gebildet wird, in dem die beweglichen Elemente angeordnet sind. 15

Die Erfindung hat den weiteren Vorteil, daß sie sich sowohl für bekannte mikromechanische Vorrichtungen, die in polykristallinem Silizium verwirklicht sind, als auch für Vorrichtungen 20 eignet, in denen der aktive Bereich in einkristallinem Silizium realisiert ist. Einkristallines Silizium besitzt genau bekannte mechanische Eigenschaften, die nicht von den jeweiligen Parametern des Herstellungsprozesses abhängen. Zudem sind die mechanischen Eigenschaften keiner zeitlichen 25 Degradation unterworfen, so daß die Langzeitstabilität sehr groß ist.

Die Erfindung hat den weiteren Vorteil, daß sie unter Verwendung bekannter und verfügbarer Grabenätz- und Auffüllverfahren in vollem Umfang VLSI-kompatibel ist. Weiterhin ist 30 die erfindungsgemäße Vorrichtung mechanisch robust, da sich die beweglichen Teile in der Siliziumschicht befinden und nicht auf der Chipoberfläche.

35

Wenn Elektroden des Sensors senkrecht zur Chipoberfläche stehen ergibt sich eine hohe spezifische Kapazität

(Packungsdichte) des Sensors. Gleichzeitig wird das Sticking-Problem, d. h. eine Adhäsion von Flächen beim oder nach einem Spülvorgang entschärft, da die Steifigkeit der Sensorvorrichtung senkrecht zur Schwingungsrichtung sehr groß ist.

5

Schließlich bietet die erfindungsgemäße Vorrichtung bei einer Integration der Auswerteschaltung den erheblichen Vorteil, daß bei der Verwendung eines bipolaren oder eines BICMOS-Prozesses die Maskenzahl zur Herstellung der Vorrichtung gegenüber einem Standardprozeß in diesen Technologien nicht oder nur unwesentlich erhöht wird.

10

Ausgestaltungen der Erfindung sind in Unteransprüchen gekennzeichnet.

15

Die Erfindung wird nachfolgend anhand zweier Ausführungsbeispiele in den Figuren der Zeichnung näher erläutert, in denen gleiche Elemente gleiche Bezugszeichen haben. Es zeigen:

- 20 Figuren 1 bis 5 Querschnitte durch eine erste erfindungsgemäße Vorrichtung bei verschiedenen Herstellungsverfahrensschritten,  
Figur 6 einen Querschnitt durch einen Teilbereich einer kapazitiven Vorrichtung,  
25 Figur 7 einen Schnitt durch eine kapazitive Vorrichtung gemäß Figur 6 in einem größeren Ausschnitt,  
Figur 8 einen Teil-Querschnitt durch eine zweite erfindungsgemäße Vorrichtung und  
Figur 9 einen anders liegenden Querschnitt durch die  
30 Vorrichtung von Figur 8 mit größerem Ausschnitt.

Figur 1 zeigt an einem ersten Ausführungsbeispiel einen bei der Herstellung der mikromechanischen Vorrichtung gebildeten Grundkörper. Auf einem Träger oder Substrat 1 ist eine erste  
35 Isolierschicht 2 und auf dieser Isolierschicht eine einkristalline Siliziumschicht 3 angeordnet. Das Substrat kann ebenfalls aus Silizium bestehen. Typischerweise wird die

- Dicke der ersten Isolierschicht 2 zwischen 0,5 und 1  $\mu\text{m}$  gewählt, während die Schichtdicke der Siliziumschicht 3 z. B. zwischen 5 und 20  $\mu\text{m}$  betragen kann. Die Kristallorientierung und Dotierung des Substrats ist beliebig. Die Orientierung und Dotierung der Siliziumschicht 3 entspricht der bei der Herstellung der mikromechanischen Vorrichtung und einer integrierten Halbleiterschaltungsanordnung verwendeten Basistechnologie.
- 5
- 10 Gemäß Figur 1 ist die der Isolierschicht 2 bzw. die der unteren Grenzfläche der Siliziumschicht zugewandte Seite der Siliziumschicht 3  $n^+$ -dotiert, während die von der Isolierschicht 2 abgewandte Oberflächenzone der Siliziumschicht  $n^-$ -dotiert ist. Die Dotierung der Siliziumschicht 3 ist für das
- 15 eigentliche Sensorelement nicht notwendig, sondern richtet sich ausschließlich nach der Technologie, die für die zu integrierende Schaltungsanordnung verwendet werden soll.
- Der Grundkörper gemäß Figur 1 kann z. B. eine DWB-Scheibe
- 20 sein, wobei DWB Direct-Wafer-Bonding bedeutet. Derartige Scheiben sind aus zwei Halbleiterscheiben zusammengeklebt und lassen sich mit hoher Qualität mit den in Figur 1 gezeigten Schichtdicken und Dotierungen am Markt erwerben. Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung des in Figur 1 gezeigten
- 25 Grundkörpers ist die Verwendung des sogenannten SIMOX-Verfahrens (I. Ruge, H. Mader: Halbleiter-Technologie, Springer-Verlag, 3. Auflage, 1991, Seite 237). Dabei wird eine Isolierschicht aus Siliziumoxid durch tiefe Ionenimplantation von Sauerstoffatomen in einkristallines Silizium gebildet.
- 30 Daran kann sich ein Epitaxieschritt anschließen. Eine dritte Möglichkeit zur Herstellung des Grundkörpers gemäß Figur 1 macht von der Rekristallisation Gebrauch, bei der eine über einer einkristallinen Siliziumschicht und einer darauf angeordneten Siliziumoxidschicht zunächst amorph oder polykristallin abgeschiedene Siliziumschicht durch Aufschmelzen mit
- 35 einem Laserstrahl rekristallisiert wird.

In einem nächsten Schritt werden in die einkristalline Siliziumschicht 3 Gräben bis auf die Oberfläche der Isolierschicht 2 geätzt, beispielsweise durch eine anisotrope Trockenätzung. Anschließend werden die Gräben mit einem dotierenden Isolierstoff aufgefüllt. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 kann Phosphorglas (PSG) oder Borphosphorglas (BPSG) verwendet werden. Die Erzeugung derartiger Glasschichten ist beispielsweise aus D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich: Technologie hochintegrierter Schaltungen, Springer-Verlag, 1988, Seite 80 ff. bekannt. Bei einer entsprechenden Temperaturbehandlung diffundieren Phosphor und gegebenenfalls Bor aus dem Phosphorglas in das Silizium der Grabenwände der Siliziumschicht 3 ein. Damit ergibt sich die in Figur 2 gezeigte Struktur, bei der die Isolierschicht 2 und die dotierende Isolierschicht 4 am Fuß der zuvor geätzten Gräben aufeinanderstoßen. Die Grabenwände sind entsprechend der an der Isolierschicht 2 angrenzenden Zone der Siliziumschicht 3 dotiert, d. h. im Ausführungsbeispiel  $n^+$ -dotiert.

Durch das Ätzen von Gräben in der Siliziumschicht und das Dotieren der Grabenwände werden sowohl der Bereich SB, in dem der eigentliche Sensor vorgesehen ist, als auch der Bereich TB, in dem die elektronische Auswerteschaltung, zumindest aber eine Transistoranordnung für die Verarbeitung des Sensorsignals vorgesehen ist, strukturiert und gegeneinander isoliert. Der Bereich TB beinhaltet eine oder mehrere isolierte Wannen, in die je nach Vorgabe CMOS-, Bipolar- oder sonstige Bauelemente eingebaut werden. Wenn die im Bereich TB zu realisierende Transistoranordnung z. B. ein bipolarer Transistor ist, ist mit der in Figur 2 gezeigten Struktur des Bereichs TB bereits eine vergrabene Kollektorzone und ein niederohmiger Kollektor-Anschluß in Form der dotierten Grabenwände erzeugt. Gegenüber Anordnungen aus dem Stand der Technik erfordert die Erzeugung der in Figur 2 gezeigten Struktur keine separaten Masken- und Dotierungsprozesse für die vergrabene Zone, für einen Kanalstopper und für einen Kollektor. Ein Epitaxieprozeß kann ebenfalls entfallen.

Ausgehend von der Struktur der Figur 2 werden anschließend in den Bereichen TB und SB Isolationszonen, insbesondere Feldoxidbereiche durch lokale Oxidation und eine Transistoranordnung in dem Bereich TB erzeugt. Diese Transistoranordnung kann mit einem standardmäßigen bipolaren oder BICMOS-Prozeß hergestellt werden. Beispiele für derartige Prozesse sind z. B. aus der vorgenannten Veröffentlichung Widmann/Mader/Friedrich: Technologie hochintegrierter Schaltungen bekannt. Bei einer bipolaren Transistorstruktur kann z. B., ausgehend von Figur 2, zunächst die Basiszone, bei einem BICMOS-Prozeß zunächst die p-bzw. n-Wanne erzeugt werden.

Selbstverständlich ist es möglich, ausgehend von der Struktur der Figur 2 auch eine MOS-Transistoranordnung in dem Grundkörper zu realisieren. Auch in diesem Fall beginnt der standardmäßige Prozeß mit der Erzeugung einer p- bzw. n-Wanne in dem für die Transistorstrukturen vorgesehenen Bereich TB.

Die Herstellung der Feldoxidbereiche durch lokale Oxidation erfolgt mit den für den Transistorprozeß vorgesehenen Prozeßschritten gleichzeitig auch im Sensorbereich SB. Die Bereiche des Sensors, in denen die beweglichen Elemente bzw. Elektroden der Vorrichtung vorgesehen sind, erhalten ein Feldoxid IS, während die dazwischen angeordneten Bereiche von der lokalen Oxidation (LOCOS) ausgenommen werden. Gegebenenfalls werden vor dem LOCOS-Prozeß die Grabenfüllungen teilweise wieder entfernt, so daß nach dem Oxidationsprozeß der zwischen zwei Feldoxidbereichen liegende Oberflächenbereich, in dem keine beweglichen Elemente der Vorrichtung vorgesehen sind, niedriger liegt als die Oberfläche des Feldoxids über dem beweglichen Element, aber höher als die auf diesem Element angeordnete untere Grenzfläche des Feldoxids, Fig. 3, Bereich SB.

Während der Erzeugung der Transistoranordnung wird der Bereich SB, der für das Sensorelement vorgesehen ist, soweit erforderlich durch eine entsprechende Maske abgedeckt. Gemäß Figur 3 ergibt sich z. B. ein bipolarer Transistor, dessen

5 Kollektor C niederohmig über die vergrabene Zone BL und die hochdotierten niederohmigen Grabenwände CA mit dem Kollektoranschluß K verbunden sind. Die p-dotierte Basis ist mit dem Basisanschluß B verbunden. Entsprechend ist der Emitteranschluß E über der hochdotierten  $n^{++}$ -Zone angeordnet.

10 Basis-, Emitter- und Kollektorbereiche des Transistors sind über Isolationszonen I1 bis I3, vorzugsweise aus Siliziumoxid  $SiO_2$ , gegeneinander isoliert. Anschließend wird über der gesamten Anordnung, d.h. den Bereichen TB und SB, eine Passivierungsschicht P aufgebracht. Beispielsweise kann die

15 Passivierungsschicht aus Siliziumnitrid  $Si_3N_4$  bestehen.

Im Anschluß an die Erzeugung der Transistoranordnung und der Passivierungsschicht P wird die Passivierungsschicht P in den Bereichen über dem Sensorbereich SB, in denen Feldoxid gebildet ist, mit Hilfe einer Lackmaske entfernt. Es entstehen

20 Fenster F, Figur 4, mit einem Durchmesser von etwa 0,7 bis 1,5  $\mu m$ . Danach werden selektiv das Feldoxid IS, der dotierende Isolierstoff 4 in den darunter liegenden Gräben des Sensorbereichs und die Isolierschicht 2 zumindest in Teilzo-

25 nen des Sensorbereichs SB entfernt. Dies kann z. B. durch einen naßchemischen oder einen Trocken-Ätzprozeß ohne Lackabdeckung unter Verwendung der Passivierungsschicht P als Maske erfolgen. Die Isolierschicht 2 wird dabei unter den beweglichen Elektroden BE1, BE2 des Sensorelements vollständig und

30 unter den nicht beweglichen Elektroden FE1 bis FE3 des Sensorelements nicht vollständig entfernt, so daß letztere weiterhin mechanisch mit dem Substrat 1 über Isolierstege 2a verbunden sind, Fig. 5.

35 Um ein möglicherweise bei der Entfernung der Isolierschicht 2 unter dem Bereich der beweglichen Elektroden BEi auftretendes Adhäsionsproblem (Sticking) zu lösen, können sublimierende

Chemikalien, z. B. Cyclohexan oder Dichlorbenzol verwendet werden.

Es schließt sich die Abscheidung einer Abdeckschicht, z.B. aus Nitrid bzw. Plasmanitrid, Metall (Aluminium o.ä.) PSG, BPSG oder Polysilizium an, z.B. mit konformer Abbildung, wobei eine schlechte Kantenbedeckung erwünscht ist, um die Fenster F zu schließen. Geringe Abscheidungen auf den Elektroden BE1, BE2, FE1 bis FE3 sowie der Substratoberfläche sind zulässig und erwünscht, weil es als Antistickingmaßnahme (Anti-Kaltverschweiß-Maßnahme) dient.

Figur 5 zeigt im Querschnitt eine Anordnung nach dem Entfernen des Isolierstoffs 4 und der Isolierschicht 2 neben und unter den beweglichen Elektroden BE1, BE2 des Sensorbereichs SB, während unter den festen Elektroden FE1, FE2 und FE3 die Isolierschicht 2a noch teilweise vorhanden ist. Über der Anordnung gemäß Figur 5 ist eine flächige Abdeckung D aus (Plasma)Nitrid, Metall, PSG, BPSG oder Polysilizium vorhanden, die die mikromechanische Vorrichtung und die integrierte Transistoranordnung vollständig gegen äußere Einflüsse schützen kann. Zur Verbesserung der mechanischen Festigkeit kann die Abdeckung D mehrschichtig aufgebaut sein, z. B. durch sukzessives Aufbringen von Schichten. Die Schichten können aus den bei der Herstellung der Schaltung ohnehin verwendeten Materialien, also z. B. Metallisierungsschichten (Aluminium) oder Intermetalldielektrika bestehen. Die Dimensionierung erfolgt so, daß die Abdeckung D den bei der Umhüllung des Bauelements auftretenden Verpreßdrücken, z. B. 80 bar, standhält. Es entsteht ein abgeschlossener Hohlraum, in dem die beweglichen Elemente des Sensors angeordnet sind.

Der in Figur 5 gezeigte Querschnitt B-B stellt eine Sensorstruktur dar, die Figur 6 im Querschnitt A-A zeigt. In Figur 7 ist schematisch ein größerer Ausschnitt aus dem Sensorbereich skizziert. Es handelt sich um einen Beschleunigungssensor, der ein bewegliches Masseteil M hat, das über Feder-

elemente F1, F2 und weitere nicht dargestellte Federelemente an der Siliziumschicht 3 aufgehängt ist. Das Masseteil M hat fingerförmige bewegliche Elektroden BE1, BE2 bzw. BE10, BE11 und BE*i*, die frei in Bereiche zwischen festen Elektroden FE1 bis FE3 bzw. FE10 bis FE13 sowie FE*i*, hineinragen. Zwischen den beweglichen Elektroden BE*i* bzw. BE*ij* und den festen Elektroden FE*i* bzw. FE*ij* sind, da die Grabenwände der Elektroden hochdotiert sind, Kapazitäten gebildet, die in den Figuren 5 bis 7 rein symbolisch dargestellt sind. Die Buchstaben i und j der Bezugselemente symbolisieren Laufvariable. Um bei der Herstellung des Sensorteils die Isolierschicht unter dem Masseteil zuverlässig entfernen zu können, enthält das Masseteil M Löcher L. Die Lochöffnungen betragen etwa 0,7 bis 1,5 µm (kreisförmig bzw. elliptisch), der Lochmittenabstand etwa 5 bis 8 µm. Grundsätzlich sind die Löcher jedoch nicht zwingend erforderlich. In Figur 7 ist der Bereich der Sondermaske, die für die Erzeugung der Sensorstrukturen verwendet wird, skizziert. Innerhalb des durch die Sondermaske SM definierten Bereichs erfolgt das Entfernen des dotierenden Isolierstoffs aus den Gräben und der Isolierschicht neben und unterhalb der beweglichen Elektroden, des Masseteils und der Federn vollständig.

Figur 7b) zeigt das mit der Sensorstruktur von Figur 5 bzw. Figur 6 erhaltene Ersatzschaltbild. Die beweglichen Elektroden BE*i*, d.h. BE10 bis BE*i* sind über das Masseteil M und die Feder F*i* mit einem Anschluß BEA verbindbar. Die festen Elektroden sind paarweise mit Anschlüssen AE und CE verbunden, die den festen Platten eines Kondensators entsprechen. Die beweglichen Elektroden bilden eine bewegliche Platte des Kondensators, so daß Figur 7b) einen Differentialkondensator darstellt.

In den Spalten S zwischen den beweglichen und festen Elektroden wird der Isolierstoff vollständig entfernt, Figur 6. Aus den Zwischenräumen ZR zwischen zwei festen Elektroden, Figur 7, kann der dotierende Isolierstoff entfernt werden. Es

ist jedoch auch möglich, daß die Zwischenräume ZR der festen Elektroden und die darunterliegende Isolierschicht, die den jeweiligen festen Elektroden zugewandt ist, erhalten bleiben. Voraussetzung ist eine andere Maske, mit der sich nur  
5 die Isolierschicht und der dotierende Isolierstoff unterhalb und zwischen den beweglichen Elektroden entfernen lassen.

Die festen Elektroden können alternativ zu der Struktur von Figur 6 bzw. Figur 7 in ähnlicher Weise wie in der zuvor zitierten Veröffentlichung Electronic Design mit dem Substrat 1  
10 bzw. der Isolierschicht 2 mechanisch verbunden sein. Die Befestigung über einen Anker hat freitragende Elektroden zur Konsequenz, was bedeutet, daß die festen Elektroden hinsichtlich auf sie wirkender Beschleunigungskräfte ausreichend  
15 biegesteif sein müssen, damit zusätzliche Meßfehler nicht negativ auf die Meßgenauigkeit wirken.

Die in den Figuren 6 und 7 dargestellte Sensoranordnung reagiert sensibel auf Bewegungen des Masseteils M in der  
20 angedeuteten Pfeilrichtung. Die zulässige Auslenkung der fingerförmigen kapazitiven beweglichen Elektroden beträgt weniger als der Spaltabstand zu einer festen Elektrode, d. h. weniger als etwa 0,5 bis 1,5  $\mu\text{m}$ . Vorzugsweise ist deshalb die Auswerteschaltung der Sensorvorrichtung als Regelkreis derart  
25 ausgestaltet, daß eine Regelspannung einer Auslenkung des Masseteils in dem Sinne entgegenwirkt, daß die durch den Differentialkondensator gebildeten Teilkapazitäten jeweils gleich sind. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß es ein Nullpunktverfahren ist und deshalb in der Regel genauer ist  
30 als ein absolutes Verfahren zur Bestimmung der Kapazitätsänderungen.

Eine zweidimensionale Beschleunigungsmessung ist möglich, wenn zwei Sensoranordnungen gemäß Figur 6 bzw. Figur 7 verwendet werden, die zueinander um  $90^\circ$  versetzt sind. Die  
35 Schwingungsrichtung der jeweiligen Masseteile liegt dabei in der Schwingungsrichtung der Chip ebene in zwei zueinander

senkrechten Richtungen. Die beschriebene Technik läßt sich in ähnlicher Weise auf die Herstellung von Differenzdrucksensoren anwenden.

- 5 Bei größeren abzudeckenden Bereichen der Vorrichtung, für die keine freitragende Abdeckung D möglich ist, sind Stützen vorgesehen, die von den beweglichen Elektroden vollständig getrennt sind. (Zur Ausführung wird auf das zweite Ausführungsbeispiel verwiesen.)

10

Die Erfindung nach dem ersten Ausführungsbeispiel hat zusätzlich zu den sich mit der Abdeckung D ergebenden Vorteilen folgende weitere Vorteile:

- 15 Das Sensormasseteil, die Elektroden und der Biegebalken, d. h. die Aufhängefedern des Sensors bestehen aus Monosilizium, so daß für die beweglichen Teile die von Polysilizium her bekannten Verbiegungen und Spannungen entfallen.
- 20 Das Masseteil des Sensors und die Federkonstante des Biegebalkens sowie bei einem kapazitiven Sensor die Sensorkapazität sind unabhängig voneinander einstellbar, so daß sich gut Sensorarrays realisieren lassen. Die Sensoranordnung erlaubt eine hohe Packungsdichte des Sensors, da die Elektroden
- 25 senkrecht zur Chipoberfläche stehen, so daß sich eine große kapazitive Fläche erzielen läßt. Die Steifigkeit der Elektroden senkrecht zur Schwingungsrichtung ist sehr groß, da das Widerstandsmoment proportional zur 3. Potenz der Elektrodendicke ist. Aus diesem Grund tritt gegebenenfalls kein
- 30 Adhäsions- bzw. Stickingproblem auf, so daß gegenwirkende Chemikalien nicht erforderlich sind.

Da sich die beweglichen Teile des Sensors im Silizium bzw. in der Siliziumschicht befinden und nicht auf der Chipoberfläche

35 ist der Sensor mechanisch außerordentlich robust. Durch die Anordnung der Elektroden und des Masseteils in der Chipebene

ist außerdem automatisch eine Überlastsicherung in der Chip-ebene gegeben.

Bei Verwendung eines bipolaren oder eines BICMOS-Standardprozesses als Basistechnologie für die Auswerteschaltung des intelligenten Sensors wird die Maskenzahl nicht erhöht. Dadurch lassen sich erhebliche Kosten sparen und der Herstellungsprozeß insgesamt vereinfachen.

Grundsätzlich ist das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die Sensorvorrichtung kombinierbar mit allen bekannten Technologien. Insbesondere ist die Sensorvorrichtung VLSI-kompatibel, so daß Strukturbreiten unter  $1\mu\text{m}$  erzielt werden können. Verwendung bei der Herstellung können deshalb die aus der Halbleitertechnologie bekannten Grabenätz- und Auffüllverfahren sowie die üblichen Halbleiterverfahren finden.

Die Figuren 8 und 9 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung. Es handelt sich um einen Beschleunigungssensor mit einem Masseteil MT, das über Federelemente F 20 bzw. F21 in einem Halbleiterkörper aufgehängt ist. Das Masseteil MT kann ähnlich wie bei der in Figur 7 gezeigten Anordnung als bewegliche Elektrode eines Differentialkondensators aufgefaßt werden. Das Masseteil ist gemäß Figur 8 mit einem Anschluß BEA verbunden, während die beiden festen Elektroden 10 und 14 mit entsprechenden Anschlüssen FEA 1 bzw FEA 2 verbunden sind. Die feste Elektrode 10 besteht aus einem Halbleitersubstrat, in dem eine  $n^+$ - leitende Wanne 10a eingebettet ist.

Bei den vergleichsweise großen Abmessungen des Sensors sind im Bereich des Masseteils MT Stützen ST für den Deckel D vorgesehen. Die Figuren 8 und 9 zeigen entsprechende Schnitte bzw. Teilschnitte durch die markierten Ebenen. Die Stützen ST sind durch einen Luftspalt LS vollständig von dem beweglichen Masseteil MT getrennt. In dem Masseteil sind Löcher L vorge-

sehen, die beim Herstellungsprozeß zum Freiätzen des Sensorteils dienen.

Die Struktur gemäß Figur 8 wird folgendermaßen hergestellt:

5 Auf einem Substrat 10 mit der hochdotierten Zone 10a wird zunächst ganzflächig eine erste Isolierschicht, beispielsweise durch (lokale) Oxidation erzeugt. Danach wird eine Polysiliziumschicht aufgetragen, aus der durch Strukturieren die Bereiche 12 und das Masseteil MT entstehen. Bei der

10 Strukturierung werden die Löcher L bzw. die Ringaussparungen LS geätzt. Anschließend wird ganzflächig ein Hilfsoxid oder ein Phosphorglas (PSG oder BPSG) als Isolierschichtzone aufgetragen. Anschließend wird wiederum ganzflächig eine Polysiliziumschicht, Nitrid-, Metall- oder Silikatglasschicht

15 (PSG, BPSG) abgeschieden, die so als Schicht 14 strukturiert wird, daß vorzugsweise über den Löchern L des Masseteils gleichgeartete Löcher Lp entstehen. Die Löcher L, LS bzw. Lp in den Schichten 12, MT und 14 müssen als Durchgangslöcher ausgebildet sein. Anschließend werden durch selektive Ätzung

20 durch die Löcher in der Schicht 14 die strukturierte Isolierschichtzone 13 gebildet und durch die Löcher L und LS in den Bereichen 12 (teilweise) und MT (vollständig) die erste Isolierschicht entfernt. Die Zone 11 unter Bereich 12 bleibt stehen. Dadurch wird das Masseteil MT freigelegt, so daß es

25 nur noch an den Federelementen F 20 und F 21 aufgehängt ist. In den Stützenbereichen ST bleibt über dem Substrat 10 eine Stütze bestehen, die gemäß Figur 8 aus der Schichtenfolge 11, 12 und 13 besteht. Diese Stütze ist eine durchgehende mechanische Verbindung zwischen dem Substrat 10 und der

30 Polysiliziumschicht 14. Eine ähnliche Stützenkonstruktion ist beim ersten Ausführungsbeispiel möglich.

Nachfolgend wird über der Polysiliziumschicht 14 eine Abdeckschicht als Abdeckung D, z.B. eine Isolierschicht aufgetragen. Diese Abdeckschicht kann aus Nitrid, d.h. Plasmanitrid oder Passivierungsnitrid, aus Phosphorglas (PSG oder BPSG) bestehen oder eine TEOS-Schicht sein. Weiterhin

kann eine Metall- oder Polysiliziumschicht vorgesehen sein. Die Abscheidung der Schicht erfolgt beispielsweise durch konforme Abbildung. Entscheidend ist, daß die Löcher in der Schicht 14 durch diese Schicht verschlossen werden. Eventuelle Abscheidungen AS, die bei diesem Prozeßschritt auf dem Substrat 10 oder auf der beweglichen Elektrode MT entstehen, sind nicht nachteilig, sondern erwünscht, da dadurch die Elektroden des Sensors allerhöchstens punktuell aufliegen können und so ein Sticking-Problem ohne weitere chemische Prozeßschritte weitgehend vermieden wird.

Die auf diese Weise erzeugte Abdeckung D kann weiter verstärkt werden, indem zusätzliche Schichten, beispielsweise eine Mehrlagenmetallisierung aufgetragen bzw. abgeschieden wird. Üblicherweise wird als obere abdeckende Schicht eine Passivierungsschicht aufgetragen. Die Dicke der über Polysiliziumschicht 14 abgeschiedenen Deckelschicht kann etwa 1 bis 4  $\mu\text{m}$  betragen. Die Dimensionierung erfolgt so, daß die Abdeckung D dem maximalen Verpreßdrücken standhält.

Die in Figur 8 gezeigten Abmessungen ergeben sich aus den lateralen Ätzweiten bei der selektiven Freiätzung des Masse- teils MT unter der Berücksichtigung, daß Stützen ST stehen- bleiben müssen. So ist bei einer Lochöffnung  $d$  des Lochs L von etwa 0,7 bis 1,5  $\mu\text{m}$  und einer lateralen Ätzweite  $a$  ent- sprechend ungefähr  $b/2$  von 3 bis 4  $\mu\text{m}$  ein Lochmittenabstand von 5 bis 8  $\mu\text{m}$  vorgesehen. Die Breite  $c$  des Stützenfußes sollte etwa 3 bis 4  $\mu\text{m}$  betragen, der Stützenabstand etwa 10 bis 25  $\mu\text{m}$ . Bei der Herstellung des Deckels D kann in üblicher Weise durch eine Temperaturbehandlung eine Verdichtung des Materials erfolgen.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß in allen drei Dimensionen eine mechanische Überlastsicherung vorhanden ist. Grundsätz- lich eignet sich die Erfindung zum Eingraben in einem Substrat mittels CVD-Oxid, Plasma-Nitrid, selektiver Epitaxie oder anderen Verfahren für andere Materialien, z. B. Metalle.

Damit ist eine billige Plastikmontage und eine Standardbehandlung vereinzelter Chpis bei der Gehäuseherstellung möglich. Insbesondere bei einem hohen Integrationsgrad, d.h. bei einem Sensor mit Auswertelektronik und Ausgangsleistungstransistoren ergibt sich so eine erhebliche Verbilligung des integrierten Sensors. Dies ist für Massenanwendungen, beispielsweise zur Verzögerungsmessung bei Airbag-Systemen oder bei anderen Sensorsystemen von ausschlaggebender Bedeutung.

10

Weiterhin eignet sich die Erfindung sowohl für bekannte Sensoranordnungen mit Polysilizium als Sensorelementen als auch für Monosilizium-Sensorelemente. Die Erfindung ist unter Verwendung bekannter und verfügbarer Ätz- und Auffüllverfahren vollständig VLSI-kompatibel. Sie kann grundsätzlich mit allen bekannten Halbleitertechnologien kombiniert werden. Insbesondere bei der im ersten Ausführungsbeispiel dargestellten Technologie ist eine integrierte Sensorherstellung ohne wesentliche Erhöhung der erforderlichen Maskenzahl möglich. Daraus ergeben sich weitere erhebliche Kostenvorteile. Dotierungs- und Maßangaben der Beschreibung sind nur Beispielsangaben. Bei anderen Sensoren können andere Maße oder Dotierungen zweckmäßig sein, z. B. kann eine Dotierung der Grabenwände im Sensorbereich gegebenenfalls entfallen, wobei die Transistorstruktur in an sich bekannter Technologie erzeugt wird.

Figur 5

30

35

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer mikromechanischen Vorrichtung mit folgenden Schritten:

- 5 - ein Körper, bei dem auf einem Träger (1, 10) eine erste Isolierschicht (2, 11) und darüber eine Siliziumschicht (3, 12) angeordnet ist, wird gebildet,
- die Siliziumschicht (3, 12) wird strukturiert, wobei Öffnungen (L, LS) bis auf die erste Isolierschicht gebildet werden,
- 10 - eine Isolierschichtzone (IS, 13) und eine flächige weitere Schicht (P, 14) werden aufgetragen,
- die weitere Schicht (P, 14) wird strukturiert, wobei Öffnungen bis auf die Isolierschichtzone (IS, 13) gebildet werden,
- 15 - mit Hilfe der strukturierten weiteren Schicht als Maske werden die Isolierschichtzone und die darunter liegenden Bereiche der ersten Isolierschicht selektiv geätzt,
- über der weiteren Schicht wird eine Deckschicht (D) als flächige Abdeckung unter Bildung eines abgeschlossenen Hohlraums aufgetragen.
- 20

2. Verfahren nach Anspruch 1,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- 25 als Siliziumschicht eine einkristalline oder eine polykristalline Schicht vorgesehen sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- 30 nach dem Strukturieren der Siliziumschicht die Öffnungen mit einem Isolierstoff aufgefüllt werden.

4. Verfahren nach einem der Absprüche 1 bis 3,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- 35 die Isolierschichtzone zumindest in dem Bereich gebildet wird, der für bewegliche Elemente der Vorrichtung vorgesehen ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Isolierschichtzone durch lokale Oxidation gebildet wird.  
5
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die weitere Schicht als Passivierungsschicht gebildet wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die weitere Schicht als Nitridschicht, Siliziumnitridschicht,  
Phosphorglasschicht, Metallschicht oder als Oxidschicht  
gebildet wird.  
15
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
als Isolierschichtzone eine Oxidschicht, eine Nitridschicht  
oder eine Phosphorglasschicht aufgetragen wird.  
20
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
in einem beweglichen Teil der Vorrichtung Stützen (ST) für  
die Abdeckung (D) gebildet werden, die von dem umgebenden  
25 beweglichen Teil (MT) getrennt sind.
10. Mikromechanische Vorrichtung, die auf einem Träger (1,  
10) einen mit Hilfe einer Siliziumschicht gebildeten mikrome-  
chanischen Bereich enthält,  
30 gekennzeichnet durch eine unter Bildung eines  
abgeschlossenen Hohlraums auf dem Träger angeordnete flächige  
Abdeckung (D) des Bereichs.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,  
35 dadurch gekennzeichnet, daß  
der Bereich eine mikromechanische Anordnung in einer einkri-  
stallinen Halbleiterschicht enthält.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Abdeckung (D) eine Polysiliziumschicht und/oder eine  
5 Nitridschicht und/oder eine Phosphorglasschicht oder eine  
Kombination dieser Schichten enthält.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
10 unter der Abdeckung eine strukturierte Passivierungsschicht  
oder eine strukturierte Polysiliziumschicht oder eine struk-  
turierte Metallschicht vorgesehen ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13,  
15 dadurch gekennzeichnet, daß  
die Abdeckung (D) durch Stützen (ST), die durch Öffnungen  
(LS) in einem beweglichen Teil (MT) des mikromechanischen  
Bereichs gehen, und durch einen nicht beweglichen Teil des  
mikromechanischen Bereichs getragen wird.  
20
- 15 Vorrichtung nach Anspruch 14,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Stützen eine Schichtenfolge aus einer ersten Isolier-  
schicht (11), einer Siliziumschicht (12) und einer Isolier-  
25 schichtzone (13) enthalten, wobei die Siliziumschicht mit dem  
beweglichen Teil (MT) des mikromechanischen Bereichs herge-  
stellt ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15,  
30 dadurch gekennzeichnet, daß  
eine Transistoranordnung mit der mikromechanischen Vorrich-  
tung integriert ist.

FIG 1

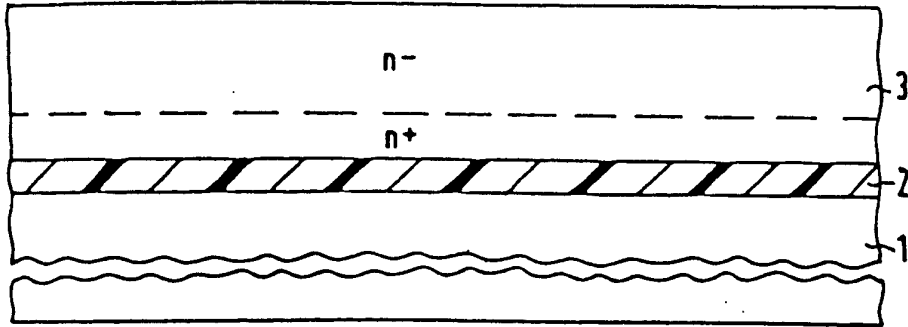


FIG 2

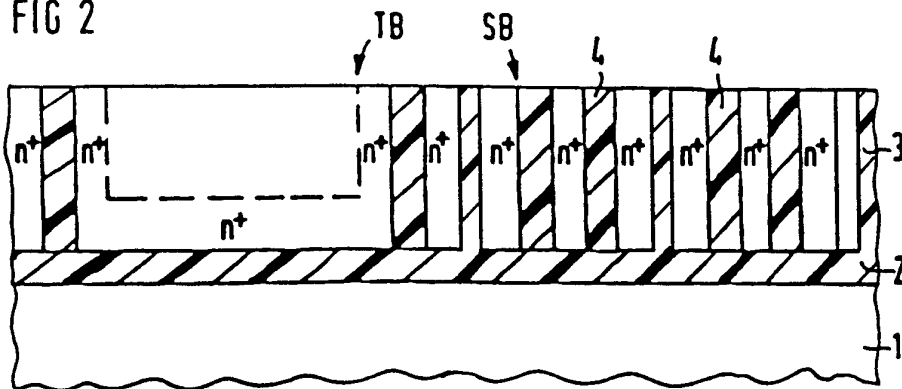
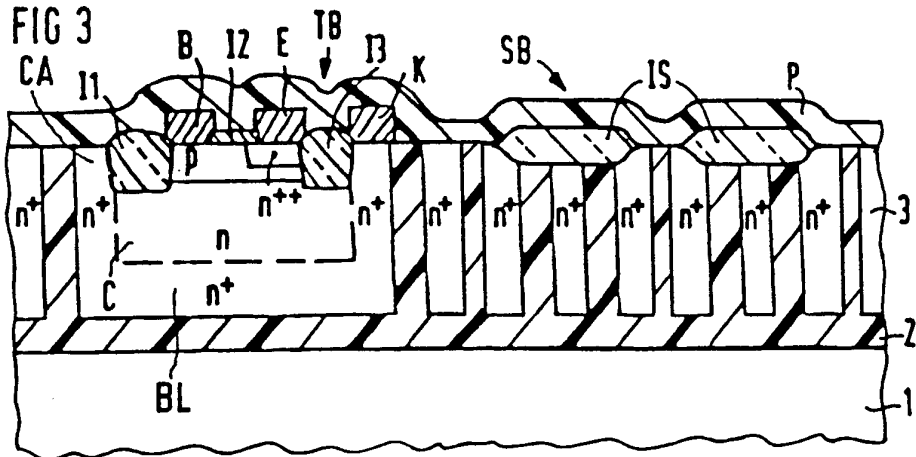
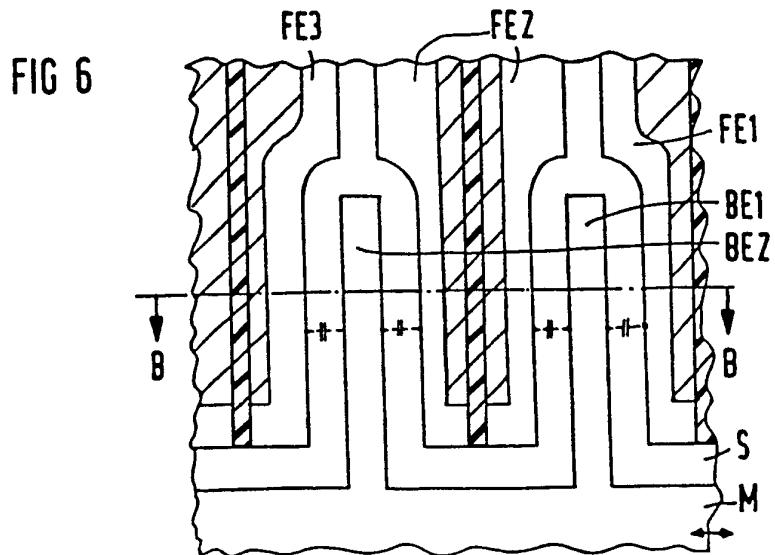
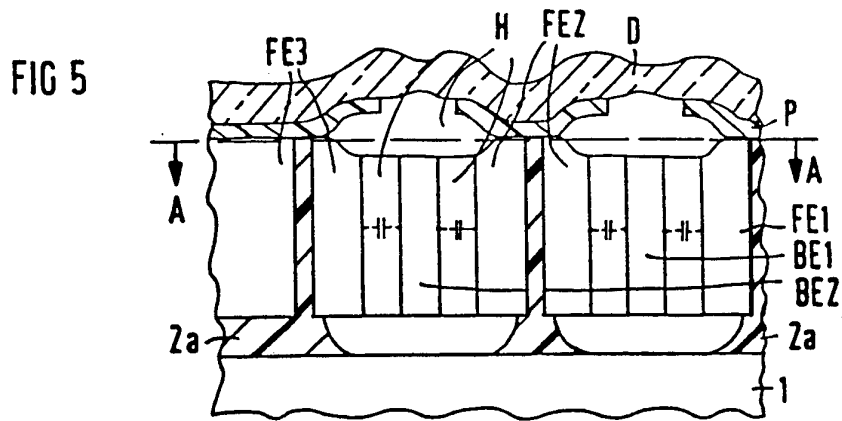
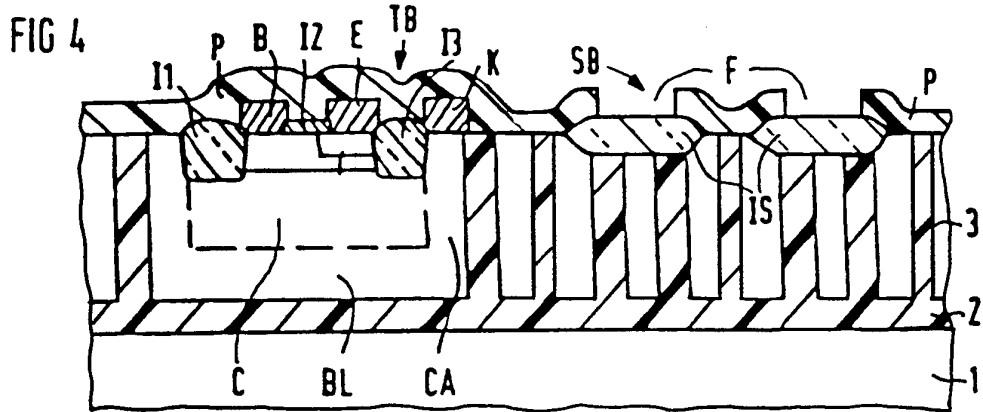


FIG 3





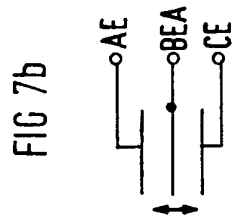
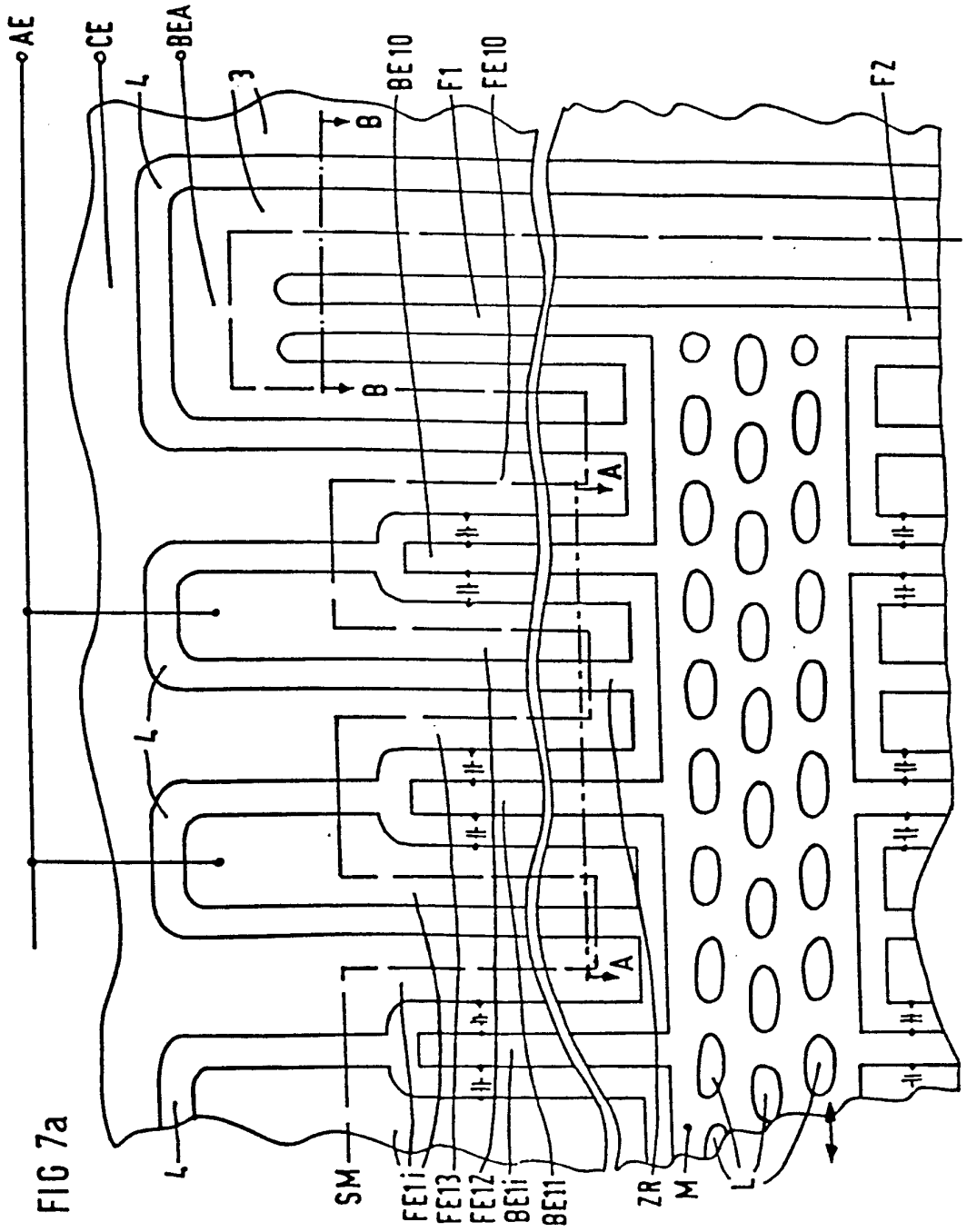


FIG 8

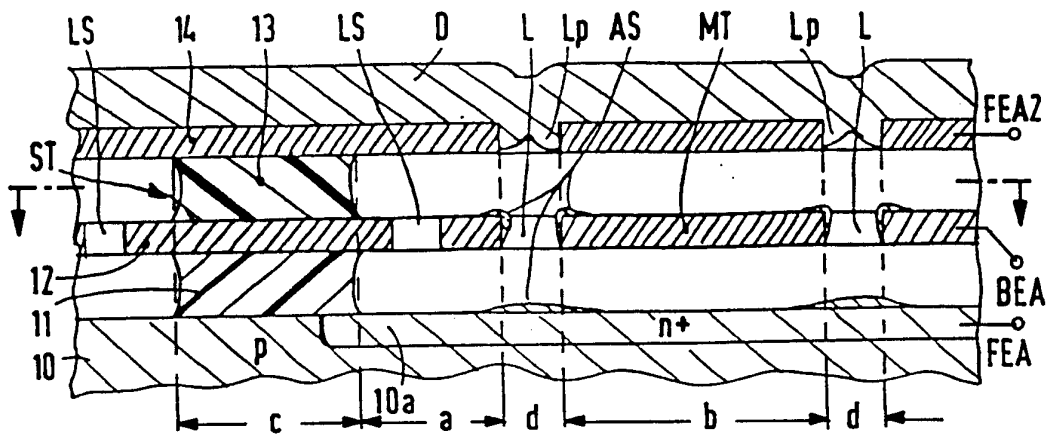
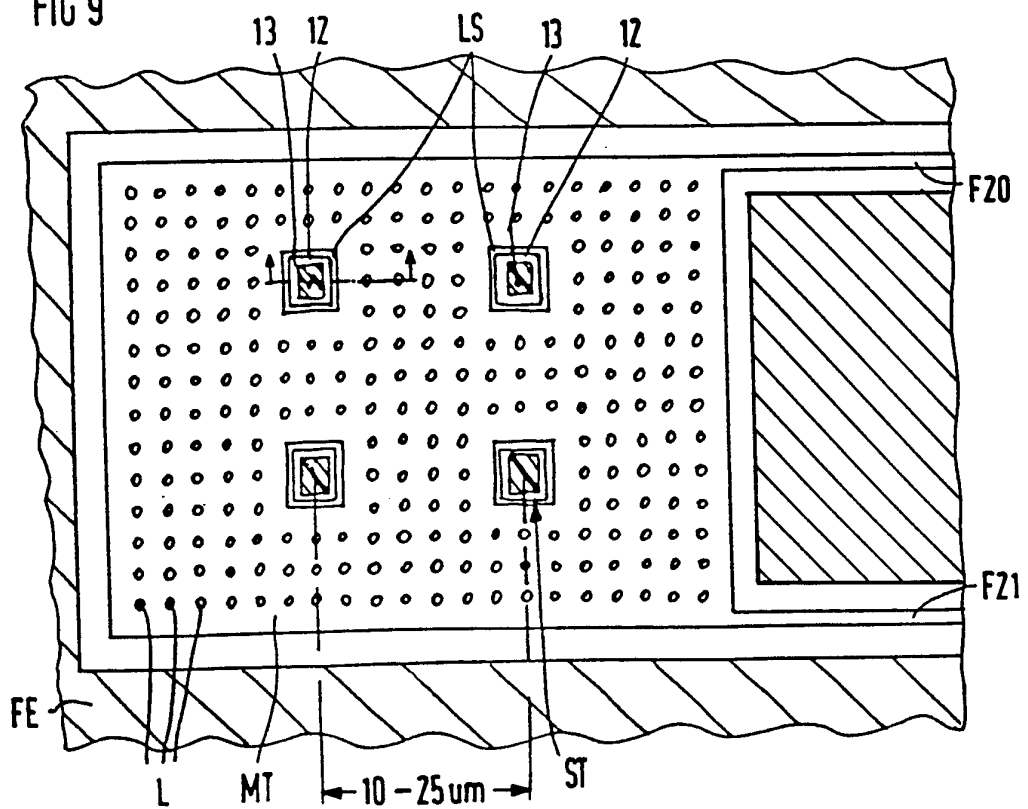


FIG 9



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No

PCT/DE 94/01103

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G01P15/08		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G01P		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y,P A	EP,A,0 591 554 (NIPPONDENSO CO. LTD.) 13 April 1994 see column 1, line 52 - column 2, line 58; figures 1,2 ---	1,4,10, 11,16 2,3,7
Y A	EP,A,0 456 029 (YOKOGAWA ELECTRIC CORPORATION) 13 November 1991 see column 11, line 7 - line 15; figures 16-33 ---	1,4,10, 11,16 12,13
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search  27 December 1994		Date of mailing of the international search report  13.01.95
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016		Authorized officer  Hansen, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No

PCT/DE 94/01103

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PROCEEDINGS IEEE; MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS, IEEE CAT.NR. 93CH3265-6; LIBRARY OF CONGRESS, vol.92-56273, 7 February 1993, FORT LAUDERDALE, FLORIDA pages 77 - 81, XP366859 MASTRANGELO ET AL 'A DRY-RELEASE METHOD BASED ON POLYMER COLUMNS FOR MICROSTRUCTURE FABRICATION' see page 77, column 1, line 2 - line 7; figures 1-3</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	9,14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 94/01103

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0591554	13-04-94	JP-A- 5304303 WO-A- 9322690	16-11-93 11-11-93
EP-A-0456029	13-11-91	JP-A- 4016730 JP-A- 4016731 JP-A- 4019530 JP-A- 4069536 US-A- 5123282	21-01-92 21-01-92 23-01-92 04-03-92 23-06-92

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 94/01103

<p>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES                  IPK 6 G01P15/08</p>		
<p>Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK</p>		
<p>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</p>		
<p>Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )                  IPK 6 G01P</p>		
<p>Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen</p>		
<p>Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)</p>		
<p>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</p>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y,P	EP,A,0 591 554 (NIPPONDENSO CO. LTD.) 13. April 1994	1,4,10, 11,16
A	siehe Spalte 1, Zeile 52 - Spalte 2, Zeile 58; Abbildungen 1,2	2,3,7
Y	EP,A,0 456 029 (YOKOGAWA ELECTRIC CORPORATION) 13. November 1991	1,4,10, 11,16
A	siehe Spalte 11, Zeile 7 - Zeile 15; Abbildungen 16-33	12,13
	---	
	-/--	
<p><input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen</p>		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</p>		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p>		
<p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p>		<p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
<p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p>		
<p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p>		
<p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p>		
<p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>		
<p>Datum des Abschlusses der internationalen Recherche</p>		
<p>27. Dezember 1994</p>		<p>Absenddatum des internationalen Recherchenberichts</p> <p>13.01.95</p>
<p>Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde</p> <p>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2                  NL - 2280 HV Rijswijk                  Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,                  Fax (+ 31-70) 340-3016</p>		<p>Bevollmächtigter Bediensteter</p> <p>Hansen, P</p>

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>PROCEEDINGS IEEE; MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS, IEEE CAT.NR. 93CH3265-6; LIBRARY OF CONGRESS, Bd.92-56273, 7. Februar 1993, FORT LAUDERDALE, FLORIDA Seiten 77 - 81, XP366859 MASTRANGELO ET AL 'A DRY-RELEASE METHOD BASED ON POLYMER COLUMNS FOR MICROSTRUCTURE FABRICATION' siehe Seite 77, Spalte 1, Zeile 2 - Zeile 7; Abbildungen 1-3 -----</p>	9,14

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 94/01103

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP-A-0591554	13-04-94	JP-A-	5304303	16-11-93
		WO-A-	9322690	11-11-93
EP-A-0456029	13-11-91	JP-A-	4016730	21-01-92
		JP-A-	4016731	21-01-92
		JP-A-	4019530	23-01-92
		JP-A-	4069536	04-03-92
		US-A-	5123282	23-06-92