

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. Oktober 2001 (18.10.2001)

PCT

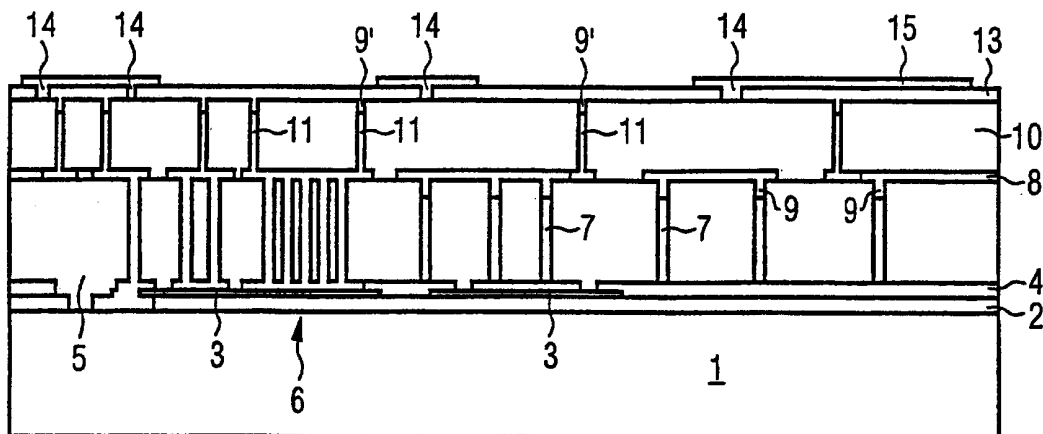
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/77009 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B81C 1/00, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von B81B 3/00) US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/00921 (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LUTZ, Markus [DE/US]; Mahagony Lane 762, Sunnyvale, CA 94086 (US).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 10. März 2001 (10.03.2001) (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 17 422.1 7. April 2000 (07.04.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MICROMECHANICAL COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: MIKROMECHANISCHES BAUELEMENT UND ENTSPRECHENDES HERSTELLUNGSVERFAHREN



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a micromechanical component, comprising the following steps: providing a substrate (1); providing a first micromechanical functional layer (5) on the sacrificial coating (4); structuring the first micromechanical functional layer (5) in such a manner that it is provided with a mobilizable sensor structure (6); providing and structuring a first sealing layer (8) on the structured first micromechanical functional layer (5); providing and structuring a second micromechanical functional layer (10) on the first sealing layer (8) that has at least a covering function and that is at least partially anchored in the first micromechanical functional layer (5); mobilizing the sensor structure (6); and providing a second sealing layer (8) on the second micromechanical functional layer (10). The invention further relates to a corresponding micromechanical component.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung schafft ein Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelementes mit den Schritten: Bereitstellen eines Substrats (1); Vorsehen einer ersten mikromechanischen Funktionsschicht (5) auf der Opferschicht (4); Strukturieren der ersten mikromechanischen Funktionsschicht (5) derart, daß sie eine beweglich zu machende Sensorstruktur (6) aufweist; Vorsehen und Strukturieren einer ersten Verschußschicht (8) auf der strukturierten ersten mikromechanischen Funktionsschicht (5); Vorsehen und Strukturieren einer zweiten mikromechanischen Funktionsschicht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/77009 A1



**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

(10) auf der ersten Verschlusschicht (8), welche zumindest eine Abdeckfunktion aufweist und zumindest teilweise in der ersten mikromechanischen Funktionsschicht (5) verankert wird; Beweglichmachen der Sensorstruktur (6); und Vorsehen einer zweiten Verschlusschicht (8) auf der zweiten mikromechanischen Funktionsschicht (10). Die Erfindung schafft ebenfalls ein entsprechendes mikromechanisches Bauelement.

Mikromechanisches Bauelement und entsprechendes5 Herstellungsverfahren

## STAND DER TECHNIK

10 Die vorliegende Erfindung betrifft ein mikromechanisches Bauelement mit einem Substrat und einer beweglichen Sensorstruktur in einer ersten mikromechanischen Funktionsschicht auf der Opferschicht. Die Erfindung betrifft ebenfalls ein entsprechendes Herstellungsverfahren.

15 Obwohl auf beliebige mikromechanische Bauelemente und Strukturen, insbesondere Sensoren und Aktuatoren, anwendbar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrundeliegende Problematik in bezug auf ein in der Technologie der Silizium-Oberflächenmikromechanik herstellbares mikro-  
20 mechanisches Bauelement, z.B. einen Beschleunigungssensor, erläutert.

Allgemein bekannt sind monolithisch integrierte inertielle Sensoren in Oberflächenmikromechanik (OMM), bei denen die  
25 empfindlichen beweglichen Strukturen ungeschützt auf dem Chip aufgebracht sind (Analog Devices). Dadurch entsteht ein erhöhter Aufwand beim Handling und bei der Verpackung.

- Umgehen kann man dieses Problem durch einen Sensor, wobei die OMM-Strukturen mittels einem zweiten Kappenwafer abgedeckt sind. Diese Art der Verpackung verursacht einen hohen Anteil (ca. 75%) der Kosten eines OMM-Beschleunigungssensors. Diese Kosten entstehen durch den hohen Flächenbedarf der Dichtfläche zwischen Kappenwafer und Sensorwafer und aufgrund der aufwendigen Strukturierung (2-3 Masken, Bulk-mikromechanik) des Kappenwafers.
- 10 In der DE 195 37 814 A1 werden der Aufbau eines funktionalen Schichtsystems und ein Verfahren zur hermetischen Verkappung von Sensoren in Oberflächenmikromechanik beschrieben. Hierbei wird die Herstellung der Sensorstruktur mit bekannten technologischen Verfahren erläutert. Die besagte
- 15 hermetische Verkappung erfolgt mit einem separaten Kappenwafer aus Silizium, der mit aufwendigen Strukturierungsprozessen, wie beispielsweise KOH-Ätzen, strukturiert wird. Der Kappen-Wafer wird mit einem Glas-Lot (Seal-Glas) auf dem Substrat mit dem Sensor (Sensor-Wafer) aufgebracht.
- 20 Hierfür ist um jeden Sensorchip ein breiter Bond-Rahmen notwendig, um eine ausreichende Haftung und Dichtheit der Kappe zu gewährleisten. Dies begrenzt die Anzahl der Sensor-Chips pro Sensor-Wafer erheblich. Auf Grund des großen Platzbedarfs und der aufwendigen Herstellung des Kappen-
- 25 Wafers entfallen erhebliche Kosten auf die Sensor-Verkappung.

## VORTEILE DER ERFINDUNG

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. das mikromechanische Bauelement  
5 nach Anspruch 12 weisen folgende Vorteile auf.

Es baut auf einen bekannten OMM-Prozeß auf, der Epitaxie-Polysilizium mit mindestens 10 µm Dicke zur Bildung einer mikromechanischen Funktionsschicht schafft. Es wird keine  
10 neue permeable Schicht benötigt, sondern man verwendet an sich bekannte Prozesse. Neu ist lediglich der Schritt zur Erzeugung der Verschlussschichten, welche eine Abdicht- und Einebenungsfunktion haben.

15 Es ergibt sich eine Vereinfachung des OMM-Prozesses, da aufgrund der zweiten mikromechanischen Funktionsschicht, die zumindest eine Abdeckfunktion übernimmt, der Kappenwafer entfällt und die Strukturen von oben kontaktiert werden können.

20 Weiterhin gewinnt der Prozeß an Funktionalität, d.h. dem Designer stehen weitere mechanische und/oder elektrische Bauelemente zur Realisierung des Bauelementes Verfügung. Insbesondere können folgende Funktionselemente erstellt  
25 werden:

- eine Drucksensormembran in der zweiten mikromechanischen Funktionsschicht;

- eine Leiterbahnstruktur in der zweiten mikromechanischen Funktionsschicht, welche sich mit einer oberhalb der zweiten Verschlussschicht vorgesehenen weiteren Leiterbahnstruktur überkreuzen kann;
- 5
- sehr niederohmige Zuleitungen aus Aluminium in der oberhalb der zweiten Verschlussschicht vorgesehenen weiteren Leiterbahnstruktur;
- 10
- ein vertikaler Differentialkondensator;
  - weitere Verankerungen der Strukturen der ersten mikromechanischen Funktionsschicht in der zweiten mikromechanischen Funktionsschicht.

15

Auch können übliche IC-Verpackungen, wie Hybrid, Kunststoff, Flip-Chip etc., verwendet werden.

20 In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des jeweiligen Gegenstandes der Erfindung.

25 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung wird eine Opferschicht auf dem Substrat vorgesehen und die Opferschicht zum Beweglichmachen der Sensorstruktur geätzt. Bei einer vereinfachten Version kann das Substrat mit einer Opferschicht und der ersten mikromechanischen Funktionsschicht als SOI (Silicon on Insulator)-Struktur vorgesehen werden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung erfolgt ein Strukturieren der ersten mikromechanischen Funktionsschicht derart, daß sie bis zur Operschicht reichende erste Durchgänge aufweist. Weiterhin erfolgt ein Strukturieren der  
5 zweiten mikromechanischen Funktionsschicht derart, daß sie bis zur ersten Verschußschicht reichende zweite Durchgänge aufweist, welche durch Verbindungsbereiche der ersten Verschußschicht mit den ersten Durchgängen verbunden sind. Danach erfolgt ein Ätzen der ersten Verschußschicht zum  
10 Entfernen der Verbindungsbereiche unter Verwendung der zweiten Durchgänge als Ätzkanäle. Schließlich erfolgt ein Ätzen der Opferschicht unter Verwendung der durch das Entfernen der Verbindungsbereiche miteinander verbundenen ersten und zweiten Durchgänge als Ätzkanäle. Dies minimiert  
15 den Aufwand für die Ätzprozesse, da die Opferschicht und die erste Verschußschicht in einem Prozeß geätzt werden können.

Für das Entfernen der optionellerweise vorgesehenen Opferschicht werden also durch die erste und zweite mikromechanische Funktionsschicht und die dazwischenliegende erste Verschußschicht laufende Ätzkanäle erzeugt. Dadurch kann die Dicke der zweiten mikromechanischen Funktionsschicht erhöht sein und deren Festigkeit bzw. Steifigkeit verbessert sein. Demzufolge können größere Flächen überspannt  
20 werden und die Bauelemente höherem Streß ausgesetzt werden. Beim Entfernen der Opferschicht muß man keine Rücksicht auf Leiterbahn-Aluminium o.ä. nehmen, da es erst zu einem späteren Zeitpunkt aufgebracht wird.  
25

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird eine vergrabene Polysiliziumschicht unterhalb der ersten oder zweiten mikromechanischen Funktionsschicht vorgesehen. Ein Entfallen des vergrabenen Polysiliziums und einer darunterliegenden Isolationsschicht ist ebenfalls möglich, da weitere Verdrahtungsebenen oberhalb der Sensorstruktur verfügbar sind.

10 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden die erste und zweite Verschußschicht wesentlich dünner als die erste und zweite mikromechanische Funktionsschicht gestaltet.

15 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden die erste und/oder zweite Verschußschicht durch eine nicht-konforme Abscheidung derart vorgesehen, daß die ersten bzw. zweiten Durchgänge nur im oberen Bereich verpropft werden. Dies reduziert die Ätzzeit beim Opferschichtentfernen, da  
20 nur ein Teil der Durchgänge verstopft ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden die ersten und/oder zweiten Durchgänge als Gräben oder Löcher gestaltet, die sich nach oben hin verengen.

25 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden die erste und/oder zweite mikromechanische Funktionsschicht aus einem leitenden Material, vorzugsweise Polysilizium, hergestellt.



Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden die erste und/oder zweite Verschußschicht aus einem dielektrischen Material, vorzugsweise Siliziumdioxid, hergestellt.

5

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden auf der zweiten Verschußschicht eine oder mehrere Leiterbahnschichten, vorzugsweise aus Aluminium, vorgesehen.

10 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird in die zweite mikromechanische Funktionsschicht eine Leiterbahnstruktur integriert.

## ZEICHNUNGEN

15

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

20 Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Querschnittsansicht eines mikromechanischen Bauelements gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem ersten Prozeßstadium;

25

Fig. 2 eine schematische Querschnittsansicht des mikromechanischen Bauelements gemäß der ersten Ausführungsform.

rungsform der vorliegenden Erfindung in einem zweiten Prozeßstadium;

5 Fig. 3 eine schematische Querschnittsansicht des mikro-  
mechanischen Bauelements gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem dritten Prozeßstadium;

10 Fig. 4 eine schematische Querschnittsansicht des mikro-  
mechanischen Bauelements gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem vierten Prozeßstadium; und

15 Fig. 5 einen vergrößerten Ausschnitt der schematischen Querschnittsansicht des mikromechanischen Bauelements gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nach Fig. 4.

#### BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

20

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten.

25 Fig. 1 zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines mikromechanischen Bauelements gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem ersten Prozeßstadium.

In Figur 1 bezeichnet 1 einen Silizium-Substratwafer, 2 ein unteres Oxid, 3 eine vergrabene Polysiliziumschicht, 4 ein Opferoxid, 20 ein Kontaktloch im unteren Oxid 2 und 21 Kontaktlöcher im Opferoxid 4.

5

Zur Herstellung der in Figur 1 gezeigten Struktur erfolgt zunächst eine ganzflächige Abscheidung des unteren Oxids 2 auf dem Silizium-Substratwafer 1. In einem folgenden Schritt wird Polysilizium abgeschieden und strukturiert, um  
10 Leiterbahnen in der vergrabenen Polysiliziumschicht 3 zu erzeugen.

Darauffolgend wird das Opferoxid 4 auf die gesamte Struktur ganzflächig aufgebracht, zum Beispiel durch ein LTO (Low  
15 Temperature Oxid)-Verfahren oder durch ein TEOS (Tetraethyl-Orthosilikat)-Verfahren. Anschließend werden die Kontaktlöcher 20 und 21 an den dafür vorgesehenen Stellen mittels üblicher Phototechniken und Ätztechniken geschaffen.

20 Fig. 2 zeigt eine schematische Querschnittsansicht des mikromechanischen Bauelements gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem zweiten Prozeßstadium.

In Figur 2 bezeichnen zusätzlich zu den bereits eingeführten  
25 Bezugszeichen 5 eine erste mikromechanische Funktionsschicht in Form einer Epitaxie-Polysiliziumschicht, 6 eine später beweglich zu machende Sensorstruktur (Kammstruktur), 7 Gräben in der ersten mikromechanischen Funktionsschicht 5, 8 ein erstes Verschußoxid (LTO, TEOS o.ä.), 9 Pfropfen

in den Gräben 7 bestehend aus dem Verschußoxid 8, 16 Oxidverbindungsgebiete zum späteren Opferoxidätzen und 22 Kontaktlöcher im Verschußoxid 8.

5 Zur Herstellung der in Figur 2 gezeigten Struktur erfolgt  
zunächst in bekannter Weise eine Abscheidung von Epitaxie-  
Polysilizium zur Bildung der ersten mikromechanischen Funk-  
tionsschicht 5, eine Strukturierung der mikromechanischen  
Funktionsschicht 5 zur Bildung der beweglich zu machenden  
10 Sensorstruktur 6 und der Gräben 7.

Hierauf erfolgt ein Refill-Prozess zum Verschließen der  
Gräben 7 mit dem Verschußoxid 8 und anschließend optionel-  
lerweise eine Planarisierung. Obwohl nachstehend nicht ex-  
15 plizit erwähnt, kann solch eine Planarisierung prinzipiell  
nach jeder ganzflächigen Schichtabscheidung vorgenommen  
werden.

Beim gezeigten Beispiel ist der Refill nicht vollständig,  
20 sondern deckt die darunter liegende Struktur nur nach oben  
hin zu 100 % ab und sorgt ebenfalls für eine Abdichtung.  
Dies ist in Figur 5 detaillierter gezeigt.

Es folgt ein Prozess zur Bildung der Kontaktlöcher 22 durch  
25 übliche Phototechniken und Ätztechniken. Diese Kontaktlö-  
cher 22 dienen zur Verankerung der später aufzubringenden  
zweiten mikromechanischen Funktionsschicht 10 (vergleiche  
Figur 3) und zur Eingrenzung von den Oxidverbindungsgebiete-  
chen 16 zum späteren Opferoxidätzen.

Fig. 3 zeigt eine schematische Querschnittsansicht des mikromechanischen Bauelements gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem dritten Prozeßstadium.

5

In Figur 3 bezeichnen zusätzlich zu den bereits eingeführten Bezugszeichen 10 eine zweite mikromechanische Funktionsschicht in Form einer Epitaxie-Polysiliziumschicht und 11 Gräben in der zweiten mikromechanischen Funktionsschicht

10 10.

Zum Aufbau der in Figur 3 gezeigten Struktur wird die zweite mikromechanische Funktionsschicht 10 analog zur ersten mikromechanischen Funktionsschicht 5 als stabile Verschlussschicht für die darunterliegende Sensorstruktur 6 abge-  
15 schieden. Neben dieser Verschlusfunktion kann die zweite mikromechanische Funktionsschicht 10 natürlich auch zur Kontaktierung, als Zuleitung, als obere Elektrode usw. für das Bauelement dienen. Es folgen eine Strukturierung dieser  
20 Schicht 10 zur Herstellung der Gräben 11, welche später zusammen mit den Gräben 9 für das Opferoxidätzen benötigt werden.

Fig. 4 zeigt eine schematische Querschnittsansicht des mikromechanischen Bauelements gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem vierten Prozeßstadium.

25

In Figur 4 bezeichnen zusätzlich zu den bereits eingeführten Bezugszeichen 13 ein zweites Verschlusoxid (LTO, TEOS

o.ä.), 14 ein Kontaktloch in dem Verschlußoxid 13, 15 eine Leiterbahnebene aus Aluminium, welche über die Kontaktlöcher 14 mit der zweiten mikromechanischen Funktionsschicht 10 verbunden ist.

5

Ausgehend von dem in Figur 3 gezeigten Prozeßstadium werden zum Erreichen des Prozeßstadiums nach Figur 4 folgende Schritte durchgeführt. Zunächst erfolgt ein Ätzen des Verschlußoxids 8 zum Entfernen der Oxidverbindungsbereiche 16 unter Verwendung der zweiten Gräben 11 als Ätzkanäle. Darauf erfolgt ein Ätzen der Opferschicht 4 unter Verwendung der durch das Entfernen der Verbindungsbereiche 16 miteinander verbundenen ersten und zweiten Gräben 7, 11 als Ätzkanäle. Ein langes Opferoxidätzen ist möglich, da noch 15 kein Aluminium auf der Oberfläche vorhanden ist.

In einem darauffolgenden Prozeßschritt erfolgt ein zweiter Refill-Prozeß zur Bildung des zweiten Verschlußoxids 13, wobei diese Abscheidung ebenfalls keine konforme Abscheidung ist, sondern die Gräben 11 nur an ihrer Oberfläche verpfropft. Dies ist in Figur 5 näher illustriert. Der in der Sensorstruktur 6 eingeschlossene Innendruck bzw. die Innenatmosphäre sind abhängig von den Prozeßbedingungen beim Refill-Prozeß. Diese Parameter bestimmen z.B. die 25 Dämpfung der Sensorstruktur.

Anschließend erfolgen eine Strukturierung des zweiten Verschlußoxids 13 zur Bildung der Kontaktlöcher 14 und eine

Abscheidung und Strukturierung der Leiterbahnschicht 15 aus Aluminium.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines  
5 bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie  
darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

Es können insbesondere beliebige mikromechanische Grundma-  
10 terialien, wie z.B. Germanium, verwendet werden, und nicht  
nur das exemplarisch angeführte Siliziumsubstrat.

Auch können beliebige Sensorstrukturen gebildet werden, und  
nicht nur der illustrierte Beschleunigungssensor.

15

Obwohl in den Figuren nicht dargestellt, können die Gräben  
7 bzw. 11 nach oben verengt gestaltet sein, um die nicht-  
konforme Abscheidung der ersten bzw. zweiten Verschlus-  
schicht 8, 13 zu fördern.

20

Es kann eine Variation der Schichtdicken der ersten und  
zweiten mikromechanischen Funktionsschicht 5, 10 durch den  
Epitaxie- und Planarisierungsprozeß in einfacher Weise  
vollzogen werden, da das Opferschichtätzen nicht von der  
25 Permeabilität der zweiten mikromechanischen Funktions-  
schicht abhängt.

Natürlich kann die Abfolge mikromechanische Funktions-  
schicht/Verschlussschicht mehrfach erfolgen, und man kann

auch eine vergrabene Leitebahn jeweils unter einer jeweiligen mikromechanischen Funktionsschicht oberhalb der darunter liegenden mikromechanischen Funktionsschicht vorsehen.

- 5 Schließlich können auch weitere Verdrahtungsebenen in Aluminium oder sonstigen geeigneten Metallen mit dazwischen liegendem dielektrischen aufgebracht werden.

- Die optionelle Planarisierung der einzelnen Ebenen, zum
- 10 Beispiel mittels chemisch-mechanischem Polieren, kann auch nur in einem einzigen Polierschritt erfolgen, vorzugsweise nur für die zweite Verschlußschicht.



5

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelementes mit den Schritten:

10

Bereitstellen eines Substrats (1);

Vorsehen einer ersten mikromechanischen Funktionsschicht (5) auf der Opferschicht (4);

15

Strukturieren der ersten mikromechanischen Funktionsschicht (5) derart, daß sie eine beweglich zu machende Sensorstruktur (6) aufweist;

20

Vorsehen und Strukturieren einer ersten Verschußschicht (8) auf der strukturierten ersten mikromechanischen Funktionsschicht (5);

Vorsehen und Strukturieren einer zweiten mikromechanischen Funktionsschicht (10) auf der ersten Verschußschicht (8), welche zumindest eine Abdeckfunktion aufweist und zumindest teilweise in der ersten mikromechanischen Funktionsschicht (5) verankert wird;

25

Beweglichmachen der Sensorstruktur (6); und

Vorsehen einer zweiten Verschußschicht (8) auf der zweiten  
5 mikromechanischen Funktionsschicht (10).

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die  
Schritte:

10 Vorsehen einer Opferschicht (4) auf dem Substrat (1); und

Ätzen der Opferschicht (4) zum Beweglichmachen der Sensor-  
struktur (6).

15 3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch die  
Schritte:

Strukturieren der ersten mikromechanischen Funktionsschicht  
(5) derart, daß sie bis zur Opferschicht (4) reichende erste  
20 Durchgänge (7) aufweist;

Strukturieren der zweiten mikromechanischen Funktions-  
schicht (10) derart, daß sie bis zur ersten Verschuß-  
schicht (8) reichende zweite Durchgänge (11) aufweist, wel-  
25 che durch Verbindungsbereiche (16) der ersten Verschuß-  
schicht (8) mit den ersten Durchgängen (7) verbunden sind;

Ätzen der ersten Verschlussschicht (8) zum Entfernen der Verbindungsbereiche (16) unter Verwendung der zweiten Durchgänge (11) als Ätzkanäle; und

5 Ätzen der Opferschicht (4) unter Verwendung der durch das Entfernen der Verbindungsbereiche (16) miteinander verbundenen ersten und zweiten Durchgänge (7, 11) als Ätzkanäle.

10 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine vergrabene Polysiliziumschicht (3) unterhalb der ersten oder zweiten mikromechanischen Funktionsschicht (5, 10) vorgesehen wird.

15 5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und zweite Verschlussschicht (8, 13) wesentlich dünner als die erste und zweite mikromechanische Funktionsschicht (5, 10) gestaltet werden.

20 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet 2 bis 4, daß die erste und/oder zweite Verschlussschicht (8, 13) durch eine nicht-konforme Abscheidung derart vorgesehen werden, daß die ersten bzw. zweiten Durchgänge (7, 11) nur im oberen Bereich verpropft werden.

25 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und/oder zweiten Durchgänge (7, 11) als Gräben oder Löcher gestaltet werden, die sich nach oben hin verengen.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und/oder zweite mikromechanische Funktionsschicht (5, 10) aus einem leitenden Material, vorzugsweise Polysilizium, hergestellt werden.
- 5
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und/oder zweite Verschlußschicht (8, 13) aus einem dielektrischen Material, vorzugsweise Siliziumdioxid, hergestellt werden.
- 10
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der zweiten Verschlußschicht (13) eine oder mehrere Leiterbahnschichten (15), vorzugsweise aus Aluminium, vorgesehen werden.
- 15
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in die zweite mikromechanische Funktionsschicht (10) eine Leiterbahnstruktur integriert wird.
- 20
12. Mikromechanisches Bauelement mit:
- einem Substrat (1);
- 25 einer beweglichen Sensorstruktur (6) in einer über dem Substrat liegenden ersten mikromechanischen Funktionsschicht (5);

einer ersten Verschlussschicht (8) auf der ersten mikromechanischen Funktionsschicht (5), die zumindest teilweise strukturiert ist;

5 einer zweiten mikromechanischen Funktionsschicht (10) auf der ersten Verschlussschicht (8), welche zumindest eine Abdeckfunktion aufweist zumindest teilweise in der ersten mikromechanischen Funktionsschicht (5) verankert ist; und

10 einer zweiten Verschlussschicht (8) auf der zweiten mikromechanischen Funktionsschicht (10).

13. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß

15

die beweglichen Sensorstruktur (6) über einer auf dem Substrat (1) befindlichen Opferschicht (4) liegt; und

20 durch zumindest teilweises Entfernen der Opferschicht (4) beweglich gemacht ist.

14. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß

25 die erste mikromechanische Funktionsschicht (5) bis zur Tiefe der Opferschicht (4) reichende erste Durchgänge (7) aufweist;

die zweite mikromechanische Funktionsschicht (10) bis zur Tiefe der ersten Verschlussschicht (8) reichende zweite Durchgänge (11) aufweist; und

5 die ersten und zweiten Durchgänge (7, 11) durch entfernte Verbindungsbereiche (16) der ersten Verschlussschicht (8) miteinander verbunden sind.

10 14. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine vergrabene Polysiliziumschicht (3) unterhalb der beweglichen Sensorstruktur (10) zwischen der Opferschicht (4) und dem Substrat (1) vorgesehen ist.

15 15. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 11, 12, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und zweite Verschlussschicht (8, 13) wesentlich dünner als die erste und zweite mikromechanische Funktionsschicht (5, 10) sind.

20 16. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und/oder zweite Verschlussschicht (8, 13) Pfropfen (9, 9') zum Verschließen entsprechender erster bzw. zweiter Durchgänge (7, 11) aufweist.

25

17. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und/oder zweiten Durchgänge (7, 11) Gräben oder Löcher sind, die sich nach oben hin verengen.

18. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und/oder zweite mikromechanische Funktionsschicht (5, 5 10) aus einem leitenden Material, vorzugsweise Polysilizium, hergestellt sind.
19. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die 10 erste und/oder zweite Verschußschicht (8, 13) aus einem dielektrischen Material, vorzugsweise Siliziumdioxid, hergestellt sind.
20. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß auf 15 der zweiten Verschußschicht (13) eine oder mehrere Leiterbahnschichten (15), vorzugsweise aus Aluminium, vorgesehen sind.
- 20 21. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite mikromechanische Funktionsschicht (10) eine Leiterbahnstruktur aufweist.
- 25 22. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite mikromechanische Funktionsschicht (10) eine Membranstruktur aufweist.

FIG 1

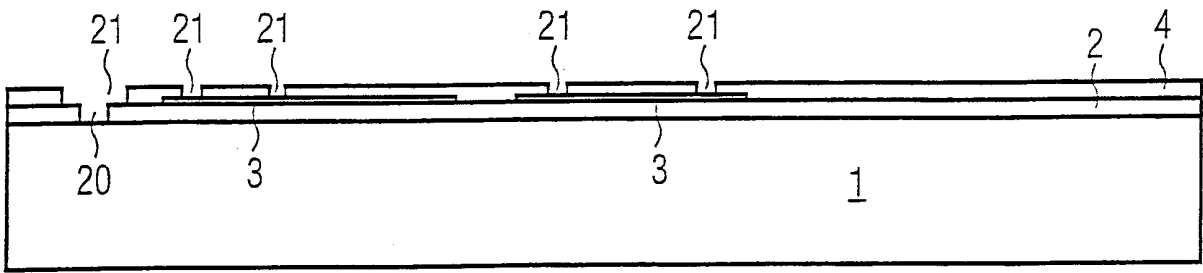


FIG 2

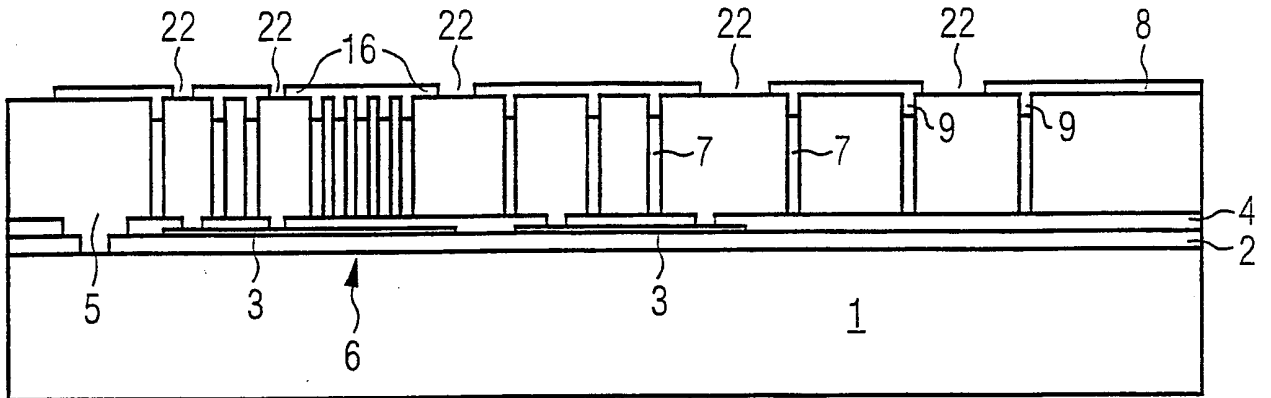


FIG 3

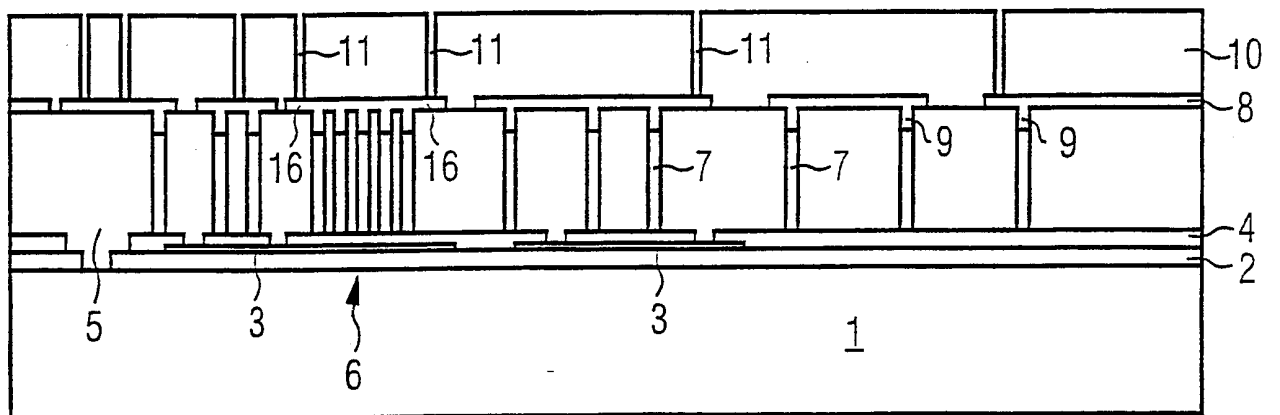




FIG 4

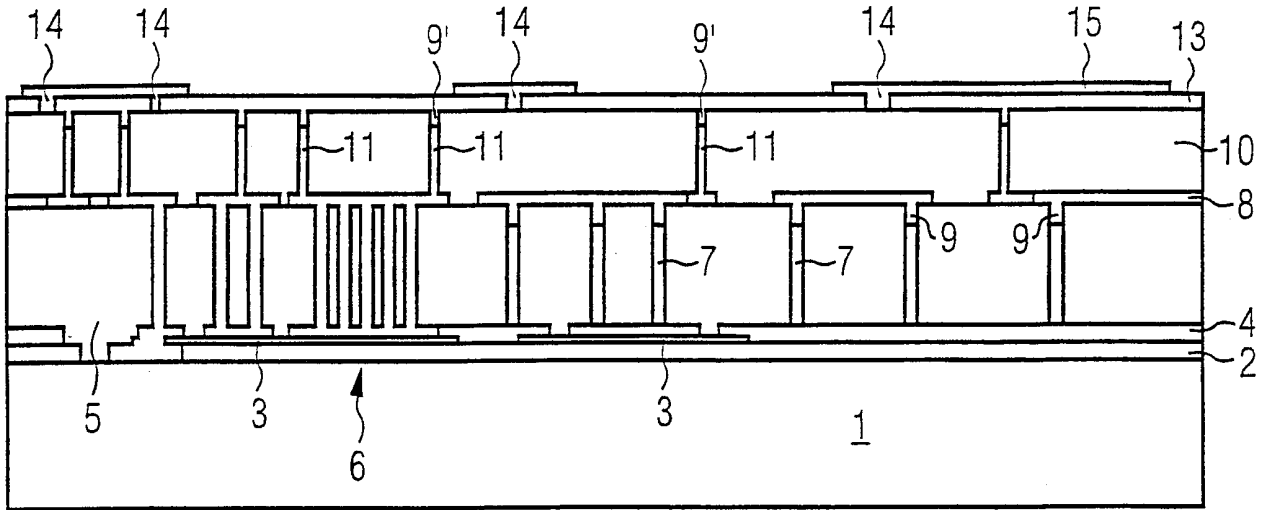
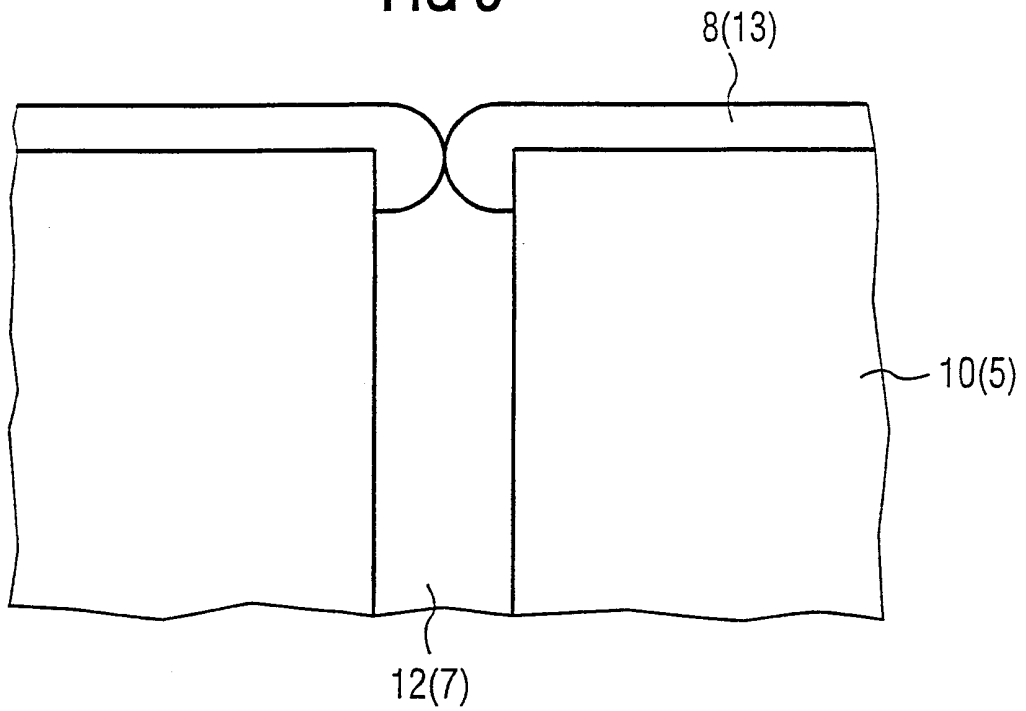


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/L 01/00921

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 B81C1/00 B81B3/00

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 7 B81C B81B H01L

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)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 665 610 A (BARTH PHILLIP W) 19 May 1987 (1987-05-19)  figures 9-19 column 2, line 23 -column 3, line 18 column 4, line 26 - line 44 column 6, line 1 - line 59	1-3,5,8, 9,12-16, 18,19,22
Y	---	4,6,7, 10,11, 17,20,21
	---	-/--

Further documents are listed in the continuation of box C.

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

18 June 2001

Date of mailing of the international search report

04/07/2001

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

Polesello, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/L\_ 01/00921

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 195 37 814 A (BOSCH GMBH ROBERT) 17 April 1997 (1997-04-17) cited in the application figures 1-8,11,12 column 2, line 3 -column 5, line 8 column 7, line 56 -column 8, line 23	4,10,20
A		1,2,7-9, 11-14, 17-19,21
Y	LIU C ET AL: "SEALING OF MICROMACHINED CAVITIES USING CHEMICAL VAPOR DEPOSITION METHODS: CHARACTERIZATION AND OPTIMIZATION" JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS,IEEE INC. NEW YORK,US, vol. 8, no. 2, June 1999 (1999-06), pages 135-145, XP000912714 ISSN: 1057-7157 figure 16B paragraph 'IV.G!	6
Y	EP 0 001 038 A (IBM) 21 March 1979 (1979-03-21) figure 2E page 12, line 18 - line 33	7,17
Y	NING Y B ET AL: "Fabrication of a silicon micromachined capacitive microphone using a dry-etch process" SENSORS AND ACTUATORS A,CH,ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, vol. 53, no. 1, 1 May 1996 (1996-05-01), pages 237-242, XP004018152 ISSN: 0924-4247 figures 1,2 paragraph '0002!	11,21
X	DE 195 09 868 A (SIEMENS AG) 19 September 1996 (1996-09-19)  figures 1-5,11 column 2, line 46 -column 5, line 11 column 9, line 9 - line 52	1-6, 8-10, 12-16, 18-21
A		7,11,17, 22
	-/--	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/L\_ 01/00921

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	PARTRIDGE A ET AL: "New thin film epitaxial polysilicon encapsulation for piezoresistive accelerometers" TECHNICAL DIGEST. MEMS 2001. 14TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS (CAT. NO.01CH37090), TECHNICAL DIGEST. MEMS 2001. 14TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MEMS, INTERLAKEN, CH, 21-25 JANUARY 2001, 21 - 25 January 2001, pages 54-59, XP002169905 2001, Piscataway, NJ, USA, IEEE, USA ISBN: 0-7803-5998-4 figure 2 paragraph 'FABRICATION! -----	1-21

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 01/00921

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4665610	A	19-05-1987	NONE	
-----				
DE 19537814	A	17-04-1997	JP 9129898 A	16-05-1997
			US 6030850 A	29-02-2000
			US 5756901 A	26-05-1998
-----				
EP 0001038	A	21-03-1979	DE 2860999 D	26-11-1981
			IT 1109829 B	23-12-1985
			JP 1398501 C	07-09-1987
			JP 54014680 A	03-02-1979
			JP 61058974 B	13-12-1986
			US 4256532 A	17-03-1981
-----				
DE 19509868	A	19-09-1996	DE 59600851 D	07-01-1999
			EP 0732594 A	18-09-1996
			JP 8264810 A	11-10-1996
			US 5760455 A	02-06-1998
			US 5834332 A	10-11-1998
-----				

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/L 01/00921

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 7 B81C1/00 B81B3/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )

IPK 7 B81C B81B H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 665 610 A (BARTH PHILLIP W) 19. Mai 1987 (1987-05-19)  Abbildungen 9-19 Spalte 2, Zeile 23 - Spalte 3, Zeile 18 Spalte 4, Zeile 26 - Zeile 44 Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 59	1-3,5,8, 9,12-16, 18,19,22
Y	---  -/--	4,6,7, 10,11, 17,20,21



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*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)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*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

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*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

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  <b>18. Juni 2001</b>	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  <b>04/07/2001</b>
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde 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	Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Polesello, P</b>

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y  A	DE 195 37 814 A (BOSCH GMBH ROBERT) 17. April 1997 (1997-04-17) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1-8,11,12 Spalte 2, Zeile 3 -Spalte 5, Zeile 8 Spalte 7, Zeile 56 -Spalte 8, Zeile 23	4,10,20  1,2,7-9, 11-14, 17-19,21
Y	--- LIU C ET AL: "SEALING OF MICROMACHINED CAVITIES USING CHEMICAL VAPOR DEPOSITION METHODS: CHARACTERIZATION AND OPTIMIZATION" JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS,IEEE INC. NEW YORK,US, Bd. 8, Nr. 2, Juni 1999 (1999-06), Seiten 135-145, XP000912714 ISSN: 1057-7157 Abbildung 16B Absatz 'IV.G!	6
Y	--- EP 0 001 038 A (IBM) 21. März 1979 (1979-03-21) Abbildung 2E Seite 12, Zeile 18 - Zeile 33	7,17
Y	--- NING Y B ET AL: "Fabrication of a silicon micromachined capacitive microphone using a dry-etch process" SENSORS AND ACTUATORS A,CH,ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, Bd. 53, Nr. 1, 1. Mai 1996 (1996-05-01), Seiten 237-242, XP004018152 ISSN: 0924-4247 Abbildungen 1,2 Absatz '0002!	11,21
X  A	--- DE 195 09 868 A (SIEMENS AG) 19. September 1996 (1996-09-19)  Abbildungen 1-5,11 Spalte 2, Zeile 46 -Spalte 5, Zeile 11 Spalte 9, Zeile 9 - Zeile 52	1-6, 8-10, 12-16, 18-21  7,11,17, 22
	--- -/--	

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	<p>PARTRIDGE A ET AL: "New thin film epitaxial polysilicon encapsulation for piezoresistive accelerometers"            TECHNICAL DIGEST. MEMS 2001. 14TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS (CAT. NO.01CH37090), TECHNICAL DIGEST. MEMS 2001. 14TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MEMS, INTERLAKEN, CH, 21-25 JANUARY 2001, 21. - 25. Januar 2001, Seiten 54-59, XP002169905            2001, Piscataway, NJ, USA, IEEE, USA            ISBN: 0-7803-5998-4            Abbildung 2            Absatz 'FABRICATION!            -----</p>	1-21



**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/L\_ 01/00921

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4665610 A	19-05-1987	KEINE	
DE 19537814 A	17-04-1997	JP 9129898 A US 6030850 A US 5756901 A	16-05-1997 29-02-2000 26-05-1998
EP 0001038 A	21-03-1979	DE 2860999 D IT 1109829 B JP 1398501 C JP 54014680 A JP 61058974 B US 4256532 A	26-11-1981 23-12-1985 07-09-1987 03-02-1979 13-12-1986 17-03-1981
DE 19509868 A	19-09-1996	DE 59600851 D EP 0732594 A JP 8264810 A US 5760455 A US 5834332 A	07-01-1999 18-09-1996 11-10-1996 02-06-1998 10-11-1998