



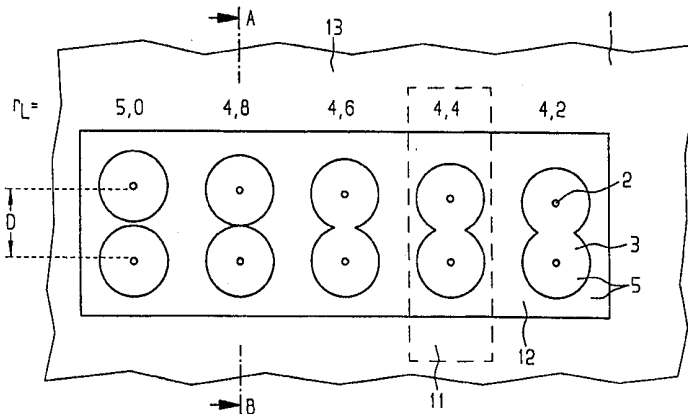
<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : B81C 1/00, H01L 21/306</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/17095</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. März 2000 (30.03.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03035</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 22. September 1999 (22.09.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 43 955.5 24. September 1998 (24.09.98) 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): MAIER-SCHNEIDER, Dieter [DE/DE]; Wallbergstrasse 22, D-85570 Markt Schwaben (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	

(54) Title: CONTROL STRUCTURE FOR PRODUCING HOLLOW SPACES AND/OR UNDERCUT ZONES IN MICROMECHANICAL AND/OR MICROELECTRONIC COMPONENTS

(54) Bezeichnung: KONTROLLSTRUKTUR ZUR HERSTELLUNG VON HOHLRÄUMEN ODER UNTERÄTZUNGSBEREICHEN IN MIKROMECHANISCHEN UND/ODER MIKROELEKTRONISCHEN BAUELEMENTEN

(57) Abstract

The invention relates to a control structure (9) for producing hollow spaces (3) or undercut zones in micromechanical and/or microelectronic components by etching, which comprises one or more partial areas (11) situated in the area of the control structure. Said partial areas contain one or more individual structures (2, 3) and possibly legends (13) and/or markings assigned to the individual structures. The individual structures at least partly change their geometric shape during etching and the individual structures of a partial area are geometrically different from the individual structures of another partial area, so that on the basis of an evaluation of the individual structures by comparison of the partial areas after clearing of the hollow space or undercut zones, the extend of etching before and/or during the manufacture of the micromechanical component can be quantitatively determined or evaluated. The invention further relates to a coated wafer and a method for producing a micromechanical and/or microelectronic component.



The invention further relates to a coated wafer and a method for producing a micromechanical and/or microelectronic component.

(57) Zusammenfassung

Beschrieben ist eine Kontrollstruktur (9) zur Herstellung von Hohlräumen (3) bzw. Unterätzungsbereichen in mikromechanischen und/oder mikroelektronischen Bauelementen durch Ätzen, umfassend einen oder mehrere im Bereich der Kontrollstruktur angeordnete Teilbereiche (11), wobei die Teilbereiche eine oder mehrere Einzelstrukturen (2, 3) und ggf. den Einzelstrukturen beigeordnete Beschriftungen (13) und/oder Markierungen enthalten, die Einzelstrukturen zumindest teilweise während des Ätzens ihre geometrische Form verändern und die Einzelstrukturen eines Teilbereichs im Vergleich zu den Einzelstrukturen eines anderen Teilbereichs geometrisch abgewandelt sind, so daß anhand einer Auswertung der Einzelstrukturen durch Vergleich der Teilbereiche nach dem Freitäten der Hohlräume bzw. Unterätzungsbereiche das Ausmaß der Ätzung nach und/oder während der Herstellung des mikromechanischen Bauelements quantitativ ablesbar oder auswertbar ist. Die Erfindung betrifft weiterhin einen beschichteten Wafer und ein Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen und/oder mikroelektronischen Bauelements.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

5 KONTROLLSTRUKTUR ZUR HERSTELLUNG VON HOHLRÄUMEN ODER UNTERÄTZUNGSBEREICHEN IN MIKROMECHANISCHEN UND/ODER MIKROELEKTRONISCHEN BAUELEMENTEN

10 Die Erfindung betrifft eine Kontrollstruktur zur Herstellung von Hohlräumen oder Unterätzungsbereichen in mikromechanischen und/oder mikroelektronischen Bauelementen durch Ätzen, einen beschichteten Wafer umfassend eine Vielzahl von miteinander verbundenen Chips 7 und ein oder mehrere mikromechanische und/oder mikroelektronische Bauelemente, wobei die mi-
15 kromechanischen und/oder mikroelektronischen Bauelemente mindestens einem Hohlraum 3 bzw. Unterätzungsbereich aufweisen und ein Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen und/oder mikroelektronischen Bauelements umfassend mindestens einen Hohlraum 3 bzw. Unterätzungsbereich, welcher durch ei-
20 nen oder mehrere Ätzschritte hergestellt wird.

Bei der Fertigung von mikromechanischen Bauelementen, wie beispielsweise Drucksensoren oder Beschleunigungssensoren, werden in der Regel auf einem Silizium-Wafer Strukturen in an-
25 sich bekannter CMOS-, BiCMOS- oder Bipolar-Technologie aufgebracht, die in Teilbereichen bewegliche Elemente, wie z.B. Membranen, Zungen, Stufen oder dergleichen aufweisen. Die Herstellung dieser beweglichen Elemente kann beispielsweise durch zunächst Aufbringen von Opferschichten aus z.B. Silizi-
30 umdioxid auf einem dotierten Wafer, anschließendes Aufbringen einer Membranschicht aus z.B. Polysilizium oberhalb der Opferschicht und selektives Ätzen des Materials der Opferschicht gegenüber Siliziumwafer und Siliziummembran in einem Teilbereich erfolgen. Hohlräume für Drucksensor werden be-
35 kanntlich so hergestellt, daß die Zufuhr der Ätzlösung und Abfuhr des Opfermaterials durch lateral oder vertikal zur Waferoberfläche angeordnete Ätzkanäle oder Ätzlöcher erfolgt.

Ein Verfahren zur Herstellung eines Drucksensors, worin die Freilegung des Hohlraums über in der Membran angeordnete Ätzlöcher erfolgt, ist beispielsweise in der EP-A-0 714 017 beschrieben. Entsprechend diesem Verfahren wird auf ein Si-Substrat eine Opferschicht, welche zur Herstellung des für den Drucksensor erforderlichen Hohlraums vorgesehen ist, aufgebracht. Diese Hilfsschicht kann auch durch einen oberen Schichtanteil des Substrates gebildet sein. Auf diese Opferschicht bzw. Hilfsschicht wird dann eine Membranschicht aus z. B. Polysilizium aufgebracht. Mittels einer Maske werden bei der Herstellung der Membranschicht Öffnungen für das Ausätzen des im Bereich der Membranschicht unterhalb der Membranschicht liegenden Hohlraums hergestellt. Die Anzahl der benötigten Öffnungen pro Hohlraum richtet sich nach der Größe des Hohlraums, der Ätzzeit und der Dicke der Opferschicht. Die Ätzung des Opfermaterials erfolgt selektiv, d. h. das Substratmaterial und die Membranschicht werden nicht durch die Ätzlösung angegriffen.

20

Die hergestellten mikromechanischen Strukturen müssen zur Einhaltung einer bestimmten Qualität nach oder bereits während der Herstellung der mikromechanischen Strukturen auf Maßhaltigkeit des Volumens der ausgeätzten Hohlräume bzw. Unterätzungsgebiete geprüft werden. Eine direkte Bestimmung bzw. Kontrolle des Ätzmaßes am herzustellenden mikromechanischen Bauelement selbst -ohne Zerstörung des Wafers- ist mit ausreichender Genauigkeit in der Regel nicht möglich. In den herzustellenden mikromechanischen Strukturen lassen sich die Ätzkanten nicht zuverlässig erkennen.

30

In einer Fertigungslinie für herkömmliche Halbleiterbauelemente, wie etwa für CMOS-, BiCMOS- oder Bipolar-Chips, sind Kontrollstrukturen üblich, die zur Überprüfung der einzelnen Fertigungsschritte herangezogen werden. Mit Hilfe dieser bei der Halbleiterbauelementfertigung üblichen Kontrollstrukturen kann beispielsweise ähnlich dem Mehrfarbendruck die Position

35

der Einzelmasken verifiziert werden. Aus Platzgründen sind diese Kontrollstrukturen üblicherweise im sogenannten Säge-
rahmen des Wafers, also in einem zwischen den Einzelchips an-
geordneten streifenförmigen Bereich, welcher bei der Verein-
5 zelung verloren geht, angeordnet. Die bei der Halbleiterbau-
elementfertigung bekannten Kontrollstrukturen lassen keine
Überprüfung der Maßhaltigkeit des Volumens von ausgeätzten
Hohlräumen bzw. Unterätzungsbereichen in mikromechanischen
Baulementen zu.

10

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung ei-
ner Kontrollstruktur zur Herstellung von Hohlräumen bzw. Un-
terätzungsbereichen in mikromechanischen oder auch mikroelek-
tronischen Baulementen, die eine Überprüfung der Qualität
15 des Ätzvorgangs zuläßt. Eine weitere Aufgabe der Erfindung
ist die Bereitstellung einer Kontrollstruktur, welche eine
quantitative Bestimmung des Ausmaßes der Unterätzung zuläßt.

20

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Kon-
trollstruktur 9 zur Herstellung von Hohlräumen 3 bzw. Un-
terätzungsbereichen in mikromechanischen und/oder mikroelek-
tronischen Baulementen durch Ätzen. Die Kontrollstruktur 9
umfaßt erfindungsgemäß einen oder mehrere im Bereich der Kon-
trollstruktur angeordnete Teilbereiche 11, wobei die Teilbe-
25 reiche eine oder mehrere Einzelstrukturen 2,3 und ggf. den
Einzelstrukturen beigeordnete Beschriftungen 13 und/oder Mar-
kierungen enthalten. Gemäß der Erfindung verändern die Ein-
zelstrukturen während des Ätzens zumindest teilweise ihre
geometrische Form. Erfindungsgemäß sind die Einzelstrukturen
30 eines Teilbereichs im Vergleich zu den Einzelstrukturen eines
anderen Teilbereichs geometrisch abgewandelt, so daß anhand
einer Auswertung der Einzelstrukturen durch Vergleich der
Teilbereiche nach dem Freiätzen der Hohlräume bzw. Unterät-
zungsbereiche das Ausmaß der Ätzung nach und/oder während der
35 Herstellung des mikromechanischen und/oder mikroelektroni-
schen Bauelements quantitativ ablesbar oder auswertbar ist.

Es kann, wenn es zweckmäßig ist, vorkommen, daß zwei Teilbereich identische Einzelstrukturen aufweisen. Vorzugsweise sind jedoch die Teilbereiche alle geometrisch voneinander abgewandelt. So ist insbesondere ein Teilbereich bezüglich eines benachbarten Teilbereichs geometrisch abgewandelt. Die geometrische Abwandlung kann beispielsweise darin bestehen, daß der Abstand der Teilstrukturen in einem Teilbereich verändert ist.

10 Nach Abschluß eines Ätzschrittes wird eine Auswertung der erfindungsgemäßen Kontrollstruktur vorgenommen. Ist das gewünschte Ausmaß der Unterätzung noch nicht erreicht, so kann ein weiterer Ätzschritt durchgeführt werden und eine erneute Kontrolle erfolgen. So kann unter in der Praxis schwankenden
15 Umgebungsbedingungen eine genaue Einstellung der Ätzzeit mit anschließender Überprüfung des Ergebnisses auf einfache Weise durchgeführt werden. Die Auswertung der Kontrollstruktur erfolgt daher vorzugsweise unmittelbar nach der Durchführung eines Ätzschritts, insbesondere erfolgt diese vor weiteren
20 Bearbeitungsschritten des Bauelements. Die Auswertung der Kontrollstruktur kann vorzugsweise optisch, z.B. mit eine Mikroskop, aber auch ggf. an Bruchflächen erfolgen.

Unter mikromechanischen Bauelementen werden erfindungsgemäß
25 ganz allgemein in Halbleitertechnologie hergestellte Strukturen mit beweglichen Teilen verstanden, wie z.B. Membrananordnungen, wie Sensoren, insbesondere Drucksensoren oder Mikrofonsensoren, oder Strukturen mit Zungen, wie beispielsweise Beschleunigungssensoren oder Kraftsensoren, oder ganz allgemein mikromechanische Strukturen, die bewegliche Teile, wie
30 Brücken, Balken, Räder oder dergleichen, aufweisen.

Mikroelektronische Bauelemente gemäß der Erfindung sind an sich bekannte Bauelemente, die durch an sich bekannte Halbleiterfertigungsschritte hergestellt werden, wobei die erfindungsgemäßen mikroelektronischen Bauelemente zumindest einen
35 Unterätzungsbereich oder Hohlraum aufweisen. Sie unterscheiden

den sich von den mikromechanischen Bauelementen dadurch, daß sie keine beweglichen Funktionen haben müssen. Ein Beispiel für ein geeignetes mikroelektronisches Bauelement ist ein Infrarot-Sensor.

5

Der Begriff „Hohlraum“ gemäß der Erfindung ist in seiner breitest denkbaren Form zu verstehen. Darunter fallen beispielsweise Hohlräume mit abgeschlossenen Volumina, die beliebig geformt sein können. Vorzugsweise sind die Hohrräume ausgeätzte Bereiche in Form von Kugeln, Ellipsen, runden oder ovalen Scheiben. In homogenen Materialien sind die Hohlräume von symmetrischer Form. Entsprechende Hohlräume kommen z.B. in Drucksensoren vor. Die Hohlräume gemäß der Erfindung können auch Öffnungen aufweisen, wie z.B. im Falle eines Differenzdrucksensors.

15

„Unterätzungsbereiche“ gemäß der Erfindung sind beispielsweise offene Unterätzungen, wie sie zur Herstellung von Stegen, Zungen, Brücken oder Stufen benötigt werden. Unterätzungsgebiete werden beispielsweise zur Herstellung von Beschleunigungssensoren oder Kraftsensoren benötigt.

20

Das Freiätzen kann durch Ausführung von einem oder mehreren Ätzschritten erfolgen, wobei erfindungsgemäß die Möglichkeit besteht, zwischen jedem Einzelschritt das Ausmaß der vorangegangenen Ätzschritte mit Hilfe der erfindungsgemäßen Kontrollstruktur zu überprüfen. Das Freiätzen wird vorzugsweise selektiv durchgeführt, d. h. daß ein zur Ätzung verwendetes Ätzmittel im Wesentlichen nur die Materialsorte zumindest teilweise entfernt, welche zur Definition des Hohlraumvolumens in Form eines Opfermaterials oder einer Opferschicht 4 vorgegeben ist. Die den Hohlraum begrenzenden Materialsorten, wie beispielsweise das Material des Wafers 1 oder der Membranschicht 5 werden während des Ätzens im wesentlichen nicht entfernt.

25

30

35

Die erfindungsgemäße Kontrollstruktur enthält vorzugsweise

in einem Teilbereich 11 mindestens zwei Teilstrukturen 2,3, wobei jede Teilstruktur eine obere Schicht 5, eine untere Schicht 1, eine Opferschicht 4 sowie eine in der oberen Schicht eingebrachte Ätzöffnung 2 aufweist, wobei während des Ätzens durch Entfernung von Material der Opferschicht 4 ein zwischen oberer und unterer Schicht angeordneter Hohlraum 3 entsteht und der Abstand der Teilstrukturen, vorzugsweise der Abstand der Ätzöffnungen, in einem Teilbereich so gewählt ist, daß bei Erreichen des gewünschten Ätzmaßes eine Verbindung mindestens zweier Hohlräume 3 innerhalb eines Teilbereichs auftritt.

Das Ätzen der Hohlräume kann demnach beispielsweise entweder durch Ätzöffnung in der Membran von der Oberseite her erfolgen, oder von der Seite aus über Ätzkanäle, die beispielsweise parallel zur Oberfläche des Wafers unterhalb der Membranschicht verlaufen und seitlich der Membran an die Oberfläche treten. Die Methode, nach der der Hohlraum geätzt wird, entspricht zweckmäßigerweise der Methode, mit der der Hohlraum in dem zu produzierenden mikromechanischen Bauelement hergestellt wird, denn bei z.B. identischen Ätzkanälen oder Ätzlöchern sind auch die Ätzzeiten in der Kontrollstruktur mit denen im mikromechanischen Bauelement vergleichbar.

Eine Ätzöffnung gemäß der Erfindung ist zweckmäßigerweise ein Loch 2 in der oberen Schicht 1 mit runder oder, was im Layout einfacher herstellbar ist, mit viereckiger Form, wobei die eckige Form während der Lithographie teilweise verrundet.

Der Abstand der Teilstrukturen 2,3 innerhalb eines Teilbereichs 11 kann zur Bestimmung des Ausmaßes der Ätzung, insbesondere zur Bestimmung des Ätzvolumens, herangezogen werden. Der Abstand der Teilstrukturen 2,3 innerhalb eines Teilbereichs 11 nimmt vorzugsweise bezüglich des Teilstrukturabstandes in einem benachbarten Teilbereich schrittweise zu oder ab. Es kann dann auf einfache Weise abgelesen werden, bei welchem Teilbereich beispielsweise gerade eine Berührung

der während der Ätzung fortschreitenden Ätzfronten erfolgt ist.

Die Ätzöffnungen 2 in der oberen Schicht 5 sind zweckmäßig unmittelbar oberhalb der Opferschicht angeordnet. Auf diese Weise können während des Ätzens ausgehend von den Ätzöffnungen Hohlräume 3 entstehen, die den Hohlraum ringförmig umschließen. Es ist alternativ zweckmäßig, wenn die Ätzöffnungen 2 mit unterhalb der oberen Schicht verlaufenden Ätzkanälen verbunden sind, so daß das Ätzen der Hohlräume von der Seite erfolgt.

Der Abstand D der Öffnungen 2 kann innerhalb eines Teilbereichs gleich gewählt werden. In diesem Fall läßt sich der Abstand D in den Kontrollstrukturen so wählen, daß stufenweise ansteigend oder absteigend ein bestimmter Bereich für den Wert D abgedeckt wird. Beispielsweise kann der Bereich für D so gewählt werden, daß dieser bei der Ätzung von scheibenförmigen Hohlräumen 3 dem Bereich der Schwankungen des Radius des Hohlraums, welcher sich bei einer bestimmten Ätzzeit durch fertigungsbedingte Schwankungen ergibt, möglichst genau entspricht. Der Abstand D der Öffnungen 2 innerhalb eines Teilbereichs richtet sich nach den Anforderungen an die Genauigkeit der zu ätzenden Strukturen. Bevorzugt liegt D in einem Bereich von 0,1 bis 1000 μm . Die vorstehend erwähnten Stufen sind zweckmäßigerweise gleich groß, so daß der Abstand D beispielsweise von einem Teilbereich zum nächsten um 0,2 μm anwächst.

Die Erfindung ist nicht auf eine spezielle Form einer Teilstruktur 2,3 beschränkt. So sind auch andere Teilstrukturen z.B. mit mehr als zwei Ätzlöchern denkbar.

Die Fläche der Kontrollstruktur wird im allgemeinen so gewählt, daß sie möglichst wenig Platz einnimmt.

In einer Kontrollstruktur sind vorzugsweise 4 bis 100 Teilbereiche 11 vorhanden.

5 Innerhalb eines Teilbereich ist es zweckmäßig, wenn die Anzahl der Einzelstrukturen im Bereich von 2 bis 5 liegt. Besonders zweckmäßig ist es, wenn in jedem Teilbereich genau zwei Einzelstrukturen angeordnet sind.

10 Die Teilbereiche werden bevorzugt nebeneinander oder in Zeilen und Spalten angeordnet.

15 Die Erfindung betrifft auch einen beschichteten Wafer 1 umfassend eine Vielzahl von miteinander verbundenen Chips 7 und ein oder mehrere mikromechanische Bauelemente, wobei die mikromechanischen Bauelemente mindesten einen Hohlraum (3) bzw. Unterätzungsbereich aufweisen, welcher dadurch gekennzeichnet ist, daß auf einer Seite des Wafers, vorzugsweise auf der gleichen Seite, auf der sich die herzustellenden mikromechanischen Bauelemente befindet, eine erfindungsgemäße Kontrollstruktur 9 vorhanden ist.

20 Im beschichteten Wafer 1 gemäß der Erfindung ist vorzugsweise die Kontrollstruktur 9 im Sägerahmen 8 des Wafers angeordnet. Bei der Vereinzelung des Wafers werden die verbundenen Chips voneinander getrennt. Dies erfolgt beispielsweise durch Sägen des Wäfers entlang des Sägerahmens. Der Bereich des Wafers, auf dem sich die erfindungsgemäße Kontrollstruktur befindet, geht dann verloren.

30 Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelements umfassend mindestens einen Hohlraum 3 bzw. Unterätzungsbereich, welcher durch einen oder mehrere Ätzschritte hergestellt wird, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß das Ausmaß der Ätzschritte quantitativ ausgewertet oder abgelesen wird, wobei
35 die Auswertung oder Ablesung mittels einer zuvor auf den beschichteten Wafer 1 aufgebrauchten Kontrollstruktur 9 erfolgt.

Das Aufbringen der Kontrollstruktur kann auf an sich bekannte Weise erfolgen, beispielsweise mittels lithographischer Technologie. Die Herstellung der Kontrollstruktur wird vorzugsweise mit weitgehend den gleichen Schritten hergestellt, wie die Hohlraumbereiche der in den Chips enthaltenen mikromechanischen Bauelemente.

Die quantitative Bestimmung des Ätzmaßes erfolgt vorzugsweise auf optischem oder elektrischem Wege ohne Zerstörung des Wafers. Die Bestimmung auf optischem Weg kann beispielsweise durch Begutachtung des Wafers unter einem Lichtmikroskop erfolgen. Die quantitative Bestimmung wird zweckmäßigerweise entweder per Augenschein, also manuell, oder automatisch, beispielsweise mit Hilfe von automatischer Bildverarbeitung durchgeführt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1 eine Kontrollstruktur gemäß der Erfindung in Aufsicht,
- Figur 2 einen Schnitt durch eine Kontrollstruktur gemäß Figur 1 entlang der Achse A-B,
- Figur 3 eine Anordnung der erfindungsgemäßen Kontrollstruktur auf der Oberfläche eines Siliziumwafers in schematischer, nicht maßstabgerechter Darstellung und
- Figur 3a eine vergrößerte Darstellung eines Teilausschnitts von Figur 3.

Die in Figur 1 dargestellte Kontrollstruktur läßt sich beispielsweise mit Hilfe eines optischen Mikroskops auswerten. Figur 1 ist eine schematische Darstellung der im Mikroskop sichtbaren Kontrollstruktur nach Durchführung eines Ätz-

schritts mit bestimmter Dauer. Auf den Wafer 1 ist als oberste Schicht eine dünne Deckelschicht 5 (Fig. 2) aufgebracht. In der Deckelschicht 5 sind Öffnungen 2 angeordnet, durch die die Ätzlösung in die Schichtstruktur eindringt. Hierbei wird während des Ätzens mit bezüglich der Waferebene isotroper Ausbreitungsrichtung um die Öffnung ein Hohlraum 3 ausgeätzt. Zwischen Wafer und Membranschicht verbleiben nach der Ätzung neben den Hohlräumen 3 noch Opferschichtreste 12. Unter dem optischen Mikroskop ist aufgrund der geringen Gesamtschichtdicke ein Kontrast zwischen den Bereichen mit entferntem Opfermaterial und den Bereichen mit Opferschichtresten 12 erkennbar. Die Öffnungen 2 sind in der Kontrollstruktur nach einem bestimmten Schema angeordnet. Im in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel nimmt der Abstand von jeweils zwei Öffnungen zueinander schrittweise ab. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn unmittelbar neben einem Öffnungspaar mit einem bestimmten Abstand D , wobei der Abstand D den Abstand der Öffnungen eines Öffnungspaares bezeichnet, der Radius r_L , berechnet nach der Formel $r_L = 0,5 * D$, abgedruckt ist. Auf diese Weise läßt sich besonders vorteilhaft der Radius eines Hohlraums nach der Unterätzung ablesen. Gemäß der Erfindung wird ein Öffnungspaar gemeinsam mit der oberhalb des Lochpaares angeordneten Beschriftung 13 für den Radius als Teilbereich 11 bezeichnet. Als Beschriftung lassen sich erfindungsgemäß beliebige sinnvolle Parameter heranziehen. So kann beispielsweise auch der Durchmesser des Hohlraums oberhalb des Lochpaares abgedruckt werden. Bei der Auswertung der Einzelstrukturen gilt der oberhalb des Öffnungspaares abgedruckte Wert für den Radius als erreicht, wenn gerade eine Berührung der um die Öffnung entstehenden kreisförmigen Öffnungen beginnt.

Ein Schnitt entlang einer Verbindungsachse zwischen einem Öffnungspaar in Figur 1 innerhalb eines Teilbereichs 11 entlang der Linie A-B ist in Figur 2 gezeigt. Auf einem Wafer 1, beispielsweise aus einkristallinem Silizium ist eine Opferschicht 4 z.B. aus Siliziumdioxid aufgebracht. Oberhalb der

Opferschicht wird eine Deckelschicht 5 beispielsweise aus polykristallinem Silizium abgeschieden, wobei mit Hilfe einer Maske Öffnungen 2 ausgelassen werden. Durch diese Öffnungen wird das Eindringen einer Ätzlösung ermöglicht, so daß ausgehend von den Öffnungen Material der Opferschicht mit zeitlich wachsendem Durchmesser ein Hohlraum 3 entsteht. Während der Bildung der Öffnungen 3 entstehen in anderen Bereichen auf dem Wafer ähnliche Hohlräume, die sich in den zu fertigenden mikromechanischen Bauelementen befinden. Die Entstehung dieser Hohlräume erfolgt in ähnlicher Weise wie die Entstehung der Hohlräume in der Kontrollstruktur.

In Figur 3 ist ein Wafer 1 dargestellt, welcher auf der Oberseite rasterförmig angeordnete Chips 7, welche die Endprodukte darstellen, aufweist. Nach Fertigstellung der Chips erfolgt die Vereinzelung beispielsweise durch Sägen im Zwischenraum der einzelnen Chips. Dieser Zwischenraum, welcher üblicherweise als Sägerahmen 8 bezeichnet wird, kann zur Aufnahme der bei der Chipherstellung benötigten Kontrollstrukturen, insbesondere zur Aufnahme der erfindungsgemäßen Kontrollstruktur 9 dienen. Dies ist besonders vorteilhaft, da der Bereich des Sägerahmens für die Kontrollstrukturen frei zur Verfügung steht, ohne den Flächenanteil der Produkte zu beschränken. Neben der erfindungsgemäßen Kontrollstruktur können auch weitere, für den herkömmlichen Herstellungsprozeß benötigter Kontrollstrukturen 10, im Bereich des Sägerahmens platziert sein.

Die erfindungsgemäße Kontrollstruktur ermöglicht eine Kontrolle der Ätzzeit bei der Herstellung von Hohlräumen in mikromechanischen Bauelementen. Hierdurch kann beispielsweise bei der Herstellung von Drucksensoren ein Wegschwimmen des Membrandeckels bei zu langen Ätzzeiten oder die Entstehung von zu kleinen Hohlräumen wirksam verhindert werden.

35

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß es in die Standard-Prozeßabfolge einer Halbleiterferti-

gung auf einfache Weise integriert werden kann. Das erfindungsgemäße Verfahren ist daher insbesondere bei der Herstellung von mikromechanischen Bauelementen mit integrierter Auswerte- oder Ansteuerelektronik verwendbar.

Patentansprüche

1. Kontrollstruktur (9) zur Herstellung von Hohlräumen (3) bzw. Unterätzungsbereichen in mikromechanischen oder mikroelektronischen Bauelementen durch Ätzen umfassend einen oder mehrere im Bereich der Kontrollstruktur angeordnete Teilbereiche (11), wobei die Teilbereiche eine oder mehrere Einzelstrukturen (2,3) und ggf. den Einzelstrukturen beigeordnete Beschriftungen (13) und/oder Markierungen enthalten, die Einzelstrukturen zumindest teilweise während des Ätzens ihre geometrische Form verändern und die Einzelstrukturen eines Teilbereichs im Vergleich zu den Einzelstrukturen eines anderen Teilbereichs geometrisch abgewandelt sind, so daß anhand einer Auswertung der Einzelstrukturen durch Vergleich der Teilbereiche nach dem Freiätzen der Hohlräume bzw. Unterätzungsbereiche das Ausmaß der Ätzung nach und/oder während der Herstellung des mikromechanischen Bauelements quantitativ ablesbar oder auswertbar ist.
2. Kontrollstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Teilbereich (11) mindestens zwei Teilstrukturen (2,3) enthalten sind, wobei jede Teilstruktur eine obere Schicht (5), eine untere Schicht (1), eine Opferschicht (4) sowie eine in der oberen Schicht eingebrachte Ätzöffnung (2) aufweist, wobei während des Ätzens durch Entfernung von Material der Opferschicht (4) ein zwischen oberer und unterer Schicht angeordneter Hohlraum (3) entsteht und der Abstand der Teilstrukturen in einem Teilbereich so gewählt ist, daß bei Erreichen des gewünschten Ätzmaßes eine Verbindung mindestens zweier Hohlräume (3) innerhalb eines Teilbereichs auftritt.
3. Kontrollstruktur nach Anspruchs 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß

der Abstand der Teilstrukturen (2,3) innerhalb eines Teilbereichs (11) bezüglich des Teilstrukturabstandes in einem benachbarten Teilbereich schrittweise zu- oder abnimmt.

5 4. Kontrollstruktur nach mindestens einem der Ansprüche 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
die Ätzöffnungen (2) in der oberen Schicht (5) unmittelbar
10 oberhalb der Opferschicht angeordnet sind, so daß während des
Ätzens ausgehend von den Ätzöffnungen Hohlräume (3) entstehen,
die den Hohlraum ringförmig umschließen, oder
die Ätzöffnungen mit unterhalb der oberen Schicht verlaufenden
Ätzkanälen verbunden sind, so daß das Ätzen der Hohlräume
von der Seite erfolgt.

15 5. Kontrollstruktur nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
in einer Kontrollstruktur 4 bis 100 Teilbereiche (11) vorhanden
20 sind und in einem Teilbereich 2 bis 5 Einzelstrukturen
(2,3) angeordnet sind.

6. Beschichteter Wafer (1) umfassend eine Vielzahl von miteinander
25 verbundenen Chips (7) und ein oder mehrere mikromechanische
und/oder mikroelektronische Bauelemente, wobei die
mikromechanischen und/oder mikroelektronischen Bauelemente
mindesten einen Hohlraum (3) bzw. Unterätzungsbereich aufweisen,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
30 auf einer Seite des Wafers eine Kontrollstruktur (9) gemäß
Anspruch 1 vorhanden ist.

7. Beschichteter Wafer nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
35 die Kontrollstruktur (9) im Sägerahmen (8) des Wafers (1) angeordnet
ist.

8. Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen und/oder mikroelektronischen Bauelements umfassend mindestens einen Hohlraum (3) bzw. Unterätzungsbereich, welcher durch einen oder mehrere Ätzschritte hergestellt wird,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
das Ausmaß der Ätzschritte quantitativ ausgewertet oder abgelesen wird, wobei die Auswertung oder Ablesung mittels einer zuvor auf den beschichteten Wafer (1) aufgebrauchten Kontrollstruktur (9) erfolgt.

10

9. Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen und/oder mikroelektronischen Bauelements nach Anspruch 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
die quantitative Bestimmung des Ätzmaßes auf optischem oder
15 elektrischem Wege ohne Zerstörung des Wafers erfolgt.

FIG 2
Schnitt A-B

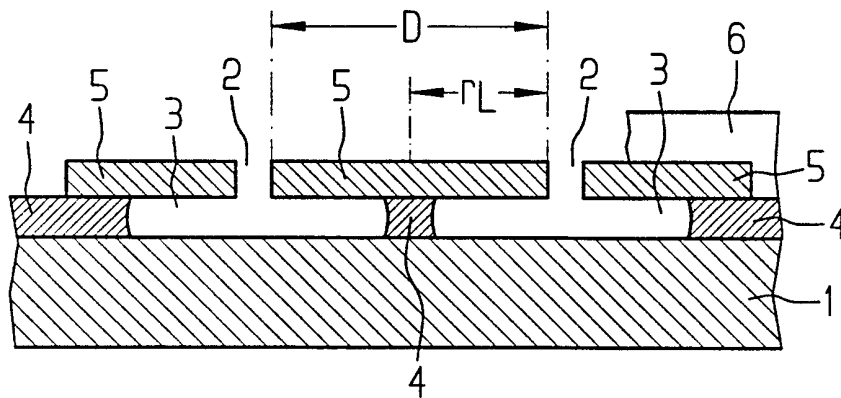


FIG 3

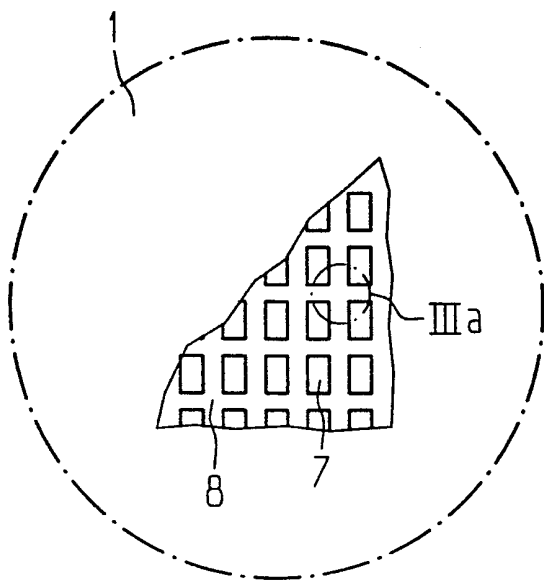
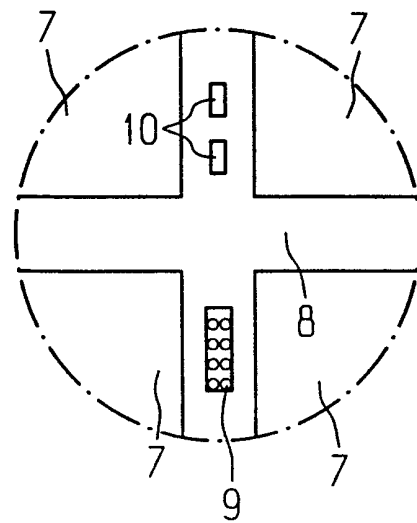


FIG 3A



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. onal Application No

PCT/DE 99/03035

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B81C1/00 H01L21/306				
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 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)				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X Y A Y A	WO 98 32163 A (CALIFORNIA INST OF TECHN) 23 July 1998 (1998-07-23) figures 2,4-6,8,9 page 12, line 29 -page 16, line 22 --- EP 0 783 108 A (SIEMENS AG) 9 July 1997 (1997-07-09) figure 1 column 1, line 27 - line 54 column 2, line 12 -column 3, line 42 column 4, line 6 - line 18 --- -/--	1,6,8,9 2,4 3,5,7 2,4 1,8,9		
<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 :				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "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 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			"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
"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 <p style="text-align: center; font-weight: bold;">17 February 2000</p>	Date of mailing of the international search report <p style="text-align: center; font-weight: bold;">09/03/2000</p>			
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 <p style="text-align: center; font-weight: bold;">Polesello, P</p>			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. Application No

PCT/DE 99/03035

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96 08036 A (BOER MEINT JELLE DE ;ELWENSPOEK MICHAEL CURT (NL); JANSEN HENRICUS) 14 March 1996 (1996-03-14) figure 2 page 8, line 24 -page 10, line 15 page 13, line 17 -page 16, line 1 page 16, line 32 -page 17, line 2	1,8,9
A	---	2-7
X	US 5 458 731 A (ROMAN JAMES J ET AL) 17 October 1995 (1995-10-17) figures 1-8 column 2, line 17 - line 46 column 3, line 29 -column 6, line 25	1,3
A	---	5-9
X	GUPTA RAJ K ET AL: "Monitoring plasma over-etching of wafer-bonded microstructures" PROCEEDINGS OF THE 1995 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLID-STATE SENSORS AND ACTUATORS AND EUROSSENSORS IX. PART 1 (OF 2);STOCKHOLM, SWEDEN JUN 25-29 1995, vol. 1, 1995, pages 269-272, XP002128512 Int Conf Solid State Sensors Actuators Eurosensors IX Proc;International Conference on Solid-State Sensors and Actuators, and Eurosensors IX, Proceedings 1995 IEEE, Piscataway, NJ, USA figures 1-4 paragraph 'EXPERIMENTAL...!	1,8,9
A	---	2-7
A	PETERSEN K E: "SILICON AS A MECHANICAL MATERIAL" PROCEEDINGS OF THE IEEE,US,IEEE. NEW YORK, vol. 70, no. 5, May 1982 (1982-05), pages 420-457, XP000565139 ISSN: 0018-9219 figures 4,5 paragraphs '0III!', '000V!', '00VI!	1-5,8,9
A	US 5 206 181 A (GROSS DAVID E) 27 April 1993 (1993-04-27) figures 1-3 column 2, line 19 - line 38	6,7
A	EP 0 714 017 A (SIEMENS AG) 29 May 1996 (1996-05-29) cited in the application figures 1,2 column 2, line 17 -column 4, line 50	8,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internati	Application No
PCT/DE 99/03035	

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9832163	A	23-07-1998	AU 6037698 A	07-08-1998
EP 0783108	A	09-07-1997	DE 19600400 A JP 9199496 A	17-07-1997 31-07-1997
WO 9608036	A	14-03-1996	AU 2683995 A	27-03-1996
US 5458731	A	17-10-1995	NONE	
US 5206181	A	27-04-1993	NONE	
EP 0714017	A	29-05-1996	JP 8233672 A US 5631428 A	13-09-1996 20-05-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03035

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 B81C1/00 H01L21/306				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK				
B. RECHERCHIERTE GEBIETE				
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 B81C 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)				
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN				
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.		
X Y A Y A	WO 98 32163 A (CALIFORNIA INST OF TECHN) 23. Juli 1998 (1998-07-23) Abbildungen 2,4-6,8,9 Seite 12, Zeile 29 -Seite 16, Zeile 22 --- EP 0 783 108 A (SIEMENS AG) 9. Juli 1997 (1997-07-09) Abbildung 1 Spalte 1, Zeile 27 - Zeile 54 Spalte 2, Zeile 12 -Spalte 3, Zeile 42 Spalte 4, Zeile 6 - Zeile 18 --- -/--	1,6,8,9 2,4 3,5,7 2,4 1,8,9		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> ° 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 </td> <td style="width: 50%; border: none;"> "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 erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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 </td> </tr> </table>			° 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 erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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
° 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 erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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 <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">17. Februar 2000</div>		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">09/03/2000</div>		
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 <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Polesello, P</div>		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internati es Aktenzeichen

PCT/DE 99/03035

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 96 08036 A (BOER MEINT JELLE DE ;ELWENSPOEK MICHAEL CURT (NL); JANSEN HENRICUS) 14. März 1996 (1996-03-14) Abbildung 2 Seite 8, Zeile 24 -Seite 10, Zeile 15 Seite 13, Zeile 17 -Seite 16, Zeile 1 Seite 16, Zeile 32 -Seite 17, Zeile 2	1,8,9
A	----	2-7
X	US 5 458 731 A (ROMAN JAMES J ET AL) 17. Oktober 1995 (1995-10-17) Abbildungen 1-8 Spalte 2, Zeile 17 - Zeile 46 Spalte 3, Zeile 29 -Spalte 6, Zeile 25	1,3
A	----	5-9
X	GUPTA RAJ K ET AL: "Monitoring plasma over-etching of wafer-bonded microstructures" PROCEEDINGS OF THE 1995 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLID-STATE SENSORS AND ACTUATORS AND EUROSSENSORS IX. PART 1 (OF 2);STOCKHOLM, SWEDEN JUN 25-29 1995, Bd. 1, 1995, Seiten 269-272, XP002128512 Int Conf Solid State Sensors Actuators Eurosensors IX Proc;International Conference on Solid-State Sensors and Actuators, and Eurosensors IX, Proceedings 1995 IEEE, Piscataway, NJ, USA Abbildungen 1-4 Absatz 'EXPERIMENTAL...!	1,8,9
A	----	2-7
A	PETERSEN K E: "SILICON AS A MECHANICAL MATERIAL" PROCEEDINGS OF THE IEEE,US,IEEE. NEW YORK, Bd. 70, Nr. 5, Mai 1982 (1982-05), Seiten 420-457, XP000565139 ISSN: 0018-9219 Abbildungen 4,5 Absätze 'OIII!', 'OOOV!', 'OOVI!	1-5,8,9
A	US 5 206 181 A (GROSS DAVID E) 27. April 1993 (1993-04-27) Abbildungen 1-3 Spalte 2, Zeile 19 - Zeile 38	6,7
A	EP 0 714 017 A (SIEMENS AG) 29. Mai 1996 (1996-05-29) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1,2 Spalte 2, Zeile 17 -Spalte 4, Zeile 50	8,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internatio. : Aktenzeichen

PCT/DE 99/03035

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9832163 A	23-07-1998	AU 6037698 A	07-08-1998
EP 0783108 A	09-07-1997	DE 19600400 A JP 9199496 A	17-07-1997 31-07-1997
WO 9608036 A	14-03-1996	AU 2683995 A	27-03-1996
US 5458731 A	17-10-1995	KEINE	
US 5206181 A	27-04-1993	KEINE	
EP 0714017 A	29-05-1996	JP 8233672 A US 5631428 A	13-09-1996 20-05-1997