

(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
23. November 2006 (23.11.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/122829 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B81C 1/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/004787

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Mai 2006 (19.05.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 023 059.8 19. Mai 2005 (19.05.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **AUSTRIAMICROSYSTEMS AG** [AT/AT];
Schloss Premstätten, A-8141 Unterpremstätten (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHRANK, Franz**
[AT/AT]; Handelsstr. 54, A-8052 Graz (AT).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATEN-
TANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Ridlerstrasse 55,
80339 München (DE).

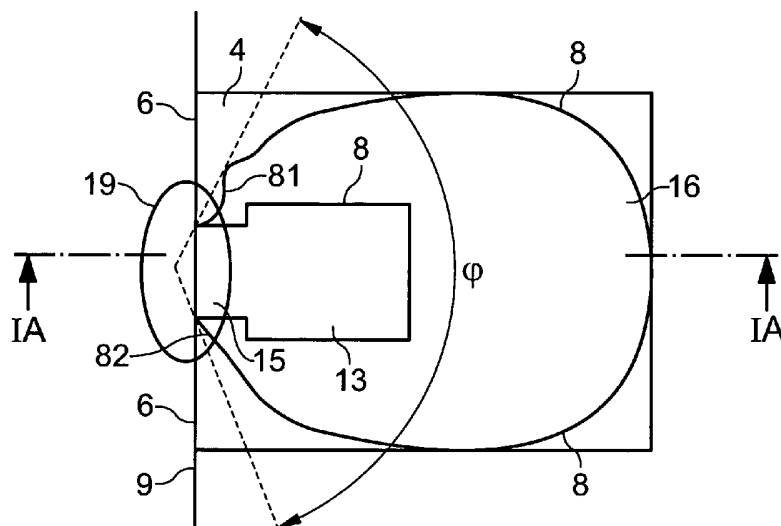
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A MICROMECHANICAL STRUCTURAL ELEMENT AND SEMICONDUCTOR
ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES MIKROMECHANISCHEN STRUKTURELEMENTES UND
HALBLEITERANORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a micromechanical structural element (13) on or in a crystal substrate (3), whereby the micromechanical structural element (13) is arranged so as to oscillate in a recess (4) of the crystal substrate (3) and is connected to the crystal substrate (3) by means of a web (15). The inventive method comprises the following steps: providing a crystal substrate (3); depositing an etching mask layer (1); locally removing the etching mask layer (1) in such a manner that the remaining etching mask layer (1) has a border (8) that extends at a defined angle f of less than 180 degree on both sides of a connecting region (19) of the web (15) to the crystal substrate (3), and etching the crystal substrate (3) in order to produce the recess (4) and the micromechanical structural element (13), thereby accomplishing that an exposed crystal plane (7) extends through the connecting region (19).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/122829 A1



EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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.

(57) Zusammenfassung: Das Verfahren dient zum Herstellen eines mikromechanischen Strukturelementes (13) auf oder in einem Kristallsubstrat (3), wobei das mikromechanische Strukturelement (13) schwingbar in einer Ausnehmung (4) des Kristallsubstrates (3) angeordnet ist und mittels eines Steges (15) mit dem Kristallsubstrat (3) verbunden ist, mit folgenden Schritten: Bereitstellen des Kristallsubstrates (3); Abscheiden einer Ätzmaskenschicht (1); lokales Entfernen der Ätzmaskenschicht (1), so dass die verbleibende Ätzmaskenschicht (1) eine Umrandung (8) aufweist, welche sich unter einem vorgebbaren Winkel von weniger als 180 Grad auf beiden Seiten eines Anschlussgebietes (19) des Steges (15) an das Kristallsubstrat (3) erstreckt, und Ätzen des Kristallsubstrates (3) zur Bildung der Ausnehmung (4) und des mikromechanischen Strukturelementes (13). Damit wird erreicht, dass eine freigelegte Kristallebene (7) durch das Anschlussgebiet (19) verläuft.

Beschreibung

Verfahren zum Herstellen eines mikromechanischen Strukturelementes und Halbleiteranordnung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines mikromechanischen Strukturelementes und eine Halbleiteranordnung.

- 10 Halbleiteranordnungen mit einem mikromechanischen Strukturelement sind beispielsweise Beschleunigungssensoren, bei denen eine seismische Masse beweglich über einer Ausnehmung im Kristallsubstrat angeordnet ist und die Auslenkung ein Maß für die Beschleunigung der seismischen Masse relativ zum
- 15 Kristallsubstrat ist.

- Eine Ätzmaskenschicht dient in der Halbleitertechnologie, Dünnschichttechnik und Mikromechanik dazu, eine darunter liegende Schicht auf einem Substrat zu schützen, sodass die zu
- 20 schützende Schicht beim Eintauchen in eine Ätzlösung nicht entfernt wird. An den Stellen, an denen die Ätzmaskenschicht eine Öffnung aufweist, wird die darunter liegende Schicht von der Ätzlösung angegriffen und entfernt.

- 25 Für die mikromechanische Strukturierung von Silizium existieren Ätzlösungen, wie etwa Kaliumhydroxid, die Silizium in den verschiedenen Kristallrichtungen unterschiedlich schnell ätzen. Man spricht hierbei von einem anisotropen Ätzvorgang. Bei einem Siliziumkristallsubstrat, auch Siliziumwafer genannt, mit einer (100)-Kristallebene als Oberfläche des Kristallsubstrates entstehen beim Ätzen mit Kaliumhydroxid Aus-
- 30 nehmungen, deren Seitenwände (111)-Kristallebenen sind. Dabei

sind die in Klammern dargestellten Symbole Miller-Indizes, welche die Orientierung der Kristallebenen angeben.

Die Ätzmasken für das anisotrope Ätzen weisen im Allgemeinen rechteckförmige Strukturen auf. Wie im Buch "Mikromechanik", Anton Heuberger, Springer Verlag, Berlin, 1991, S. 345 und S. 346 sowie S. 349 bis 354 gezeigt, lassen sich mit einem anisotropen Ätzen auch freitragende Strukturen, die in eine Ausnehmung hineinragen, mit verschiedenen Formen herstellen.

Beispiele für mikromechanische Strukturelemente in einer Halbleiteranordnung sind Zungen, Spiralen und Brücken. Das mikromechanische Strukturelement muss so gestaltet sein, dass es von der Ätzlösung nicht angegriffen wird. Das darunter befindliche Material des Kristallsubstrates wird von der anisotropen Ätzlösung so lange weggeätzt, bis der Ätzangriff an einer (111)-Kristallebene so verlangsamt wird, dass man von einem Ätzstopp sprechen kann. Die (111)-Kristallebene kann daher auch als Stoppebene bezeichnet werden.

Eine Zunge wird oft zur Messung einer Beschleunigung eingesetzt. Die Resonanzfrequenz einer Zunge oder eines anderen mikromechanischen Strukturelementes ist unter anderem von der Länge des freigeätzten mikromechanischen Strukturelementes abhängig. Daher kommt es sehr darauf an, dass die Länge einer Zunge beim anisotropen Ätzen genau eingehalten wird. Maßgeblich für die Genauigkeit ist die Positionierung der Ätzmaske in Bezug zu den Kristallebenen. Bei einer Fehlpositionierung um einen von Null verschiedenen Winkel wird die Ausnehmung vergrößert und die Länge der Zunge nimmt zu. Eine derartige Fehlanordnung kann durch ein fehlerhaftes Ausrichten einer Ätzmaske für das anisotrope Ätzen am sogenannten Flat des Wafers auftreten. Wenn die Ätzmaske für das anisotrope Ätzen an Justierkreuzen oder anderen Justagestrukturen, die auf dem

Wafer bereits von vorangegangenen Prozessschritten vorhanden sind, ausgerichtet ist, so kann die Fehlanordnung auch durch das fehlerhafte Ausrichten derjenigen Maske verursacht sein, die zum Herstellen der Justagestrukturen dient.

5

Figuren 2A und 2B zeigen Aufsichten auf eine übliche Ätzmaske 1 zum Herstellen eines mikromechanischen Strukturelementes 13 und auf ein Ätzergebnis mit Fehlanordnung mit Winkelfehler.

10 Figur 2A zeigt eine Aufsicht auf eine Ätzmaske 1. In dieser beispielhaften Anordnung ist das mikromechanische Strukturelement 13 als eine Zunge ausgebildet. Das mikromechanische Strukturelement 13 ragt von einem Rand 9 in eine Ausnehmung 4 hinein. Eine Berandung 8 der Ätzmaske 1 weist Geradenstrecken
15 auf und bildet in diesem Beispiel ein Rechteck mit einer rechteckförmigen Zunge.

Die Figur 2B zeigt in Aufsicht ein Ätzergebnis mit einer Fehlanordnung mit einem Winkelfehler δ . Daher bildet eine Linie 6 diesen Winkel δ mit dem Rand 9. Der Ätzbvorgang stoppt
20 erst an einer der Ecken des Rechteckes und nicht in der Umgebung des mikromechanischen Strukturelementes 13. Das mikromechanische Strukturelement 13 zeigt somit eine deutliche unerwünschte Unterätzung und besitzt damit eine größere Länge als
25 vorgesehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Freiätzen eines mikromechanischen Strukturelementes aus einem Kristallsubstrat bereitzustellen und dabei eine hohe Strukturgenauigkeit zu erzielen sowie eine Halbleiteranordnung mit
30 einem mikromechanischen, strukturgenaueu Strukturelement zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bezüglich des Verfahrens gelöst durch ein Verfahren zum Herstellen eines mikromechanischen Strukturelementes auf oder in einem Kristallsubstrat, wobei das mikromechanische Strukturelement schwingbar in einer Ausnehmung einer ersten Hauptfläche einer der beiden Hauptflächen des Kristallsubstrates angeordnet ist, mittels eines Steges mit einem Rand der Ausnehmung des Kristallsubstrates verbunden ist und eine Hauptrichtung aufweist, die näherungsweise senkrecht zu dem Rand angeordnet ist, mit folgenden Schritten:

- Bereitstellen des Kristallsubstrates,
- Abscheiden einer Ätzmaskenschicht,
- lokales Entfernen der Ätzmaskenschicht, so dass die verbleibende Ätzmaskenschicht das zu bildende mikromechanische Strukturelement und dessen Steg vor einem Ätzangriff schützt und eine Umrandung mit einem ersten und einem zweiten Linienabschnitt aufweist, welche sich auf beiden Seiten eines Anschlussgebietes des Steges an das Kristallsubstrat erstrecken und einen vorgebbaren Winkel ϕ von weniger als 180 Grad zueinander aufweisen, und
- Ätzen des Kristallsubstrates zur Bildung der Ausnehmung und des mikromechanischen Strukturelementes, so dass eine Linie, an der eine durch das Ätzen freigelegte Kristallebene der Ausnehmung die erste Hauptfläche des Kristallsubstrates berührt, durch das Anschlussgebiet verläuft.

Das Verfahren dient zum Herstellen des mikromechanischen Strukturelementes. Dieses befindet sich auf oder in dem Kristallsubstrat. Das mikromechanische Strukturelement ist beweglich in der Ausnehmung des Kristallsubstrates angeordnet. In seiner Bewegung wird es eingeschränkt, dadurch dass der Steg das Strukturelement mit dem Rand der Ausnehmung des Kristallsubstrates verbindet. Ein Teil des Steges, der Rand und das

benachbarte Gebiet des Kristallsubstrates stellen das Anschlussgebiet des Steges dar.

Das Verfahren umfasst als Schritte:

5

Das Kristallsubstrat wird bereitgestellt. Es hat zwei Hauptflächen, die häufig auch als Vorder- und Rückseite bezeichnet sind.

10 Eine Ätzmaskenschicht wird auf der gesamten ersten Hauptfläche abgeschieden. Sollte ein Schichtaufbau auf der ersten Hauptfläche vorhanden sein, so wird die Ätzmaskenschicht auf diesem Schichtaufbau abgeschieden.

15 Die Ätzmaskenschicht wird strukturiert, sodass sie an den Flächen verbleibt, an denen sie einen Schutz vor dem Ätzangriff bieten soll. Die Ätzmaskenschicht schützt zumindest das zu bildende mikromechanische Strukturelement und dessen Steg. Sie kann auch weitere Strukturen auf der Oberfläche vor einem
20 Ätzangriff schützen. Sie bestimmt die Form der Ausnehmung. Eine Hauptrichtung des Steges ist näherungsweise senkrecht zum Rand angeordnet. Ebenso ist die Hauptrichtung des mikromechanischen Strukturelementes näherungsweise senkrecht zum Rand angeordnet.

25

An den Stellen, an denen die Ätzmaskenschicht entfernt wurde, wird eine Ätzangriffsfläche freigelegt.

Die verbleibende Ätzmaskenschicht weist die Umrandung auf.

30 Diese umfasst die Umrandung des mikromechanischen Strukturelementes und des Steges abgesehen von dem Übergang des Steges zu dem Kristallsubstrat. Ausgehend von der Umrandung des Steges umfasst die Umrandung auf einer Seite des Steges den

ersten Linienabschnitt und auf der anderen Seite des Steges den zweiten Linienabschnitt, wobei die Linien so fortgesetzt sind, dass sie mindestens eine geschlossene Fläche bilden, um einen Ätzangriff zu ermöglichen.

5

Diese beiden Linien erstrecken sich unter einem vorgebbaren Winkel ϕ von weniger als 180 Winkelgrad auf beiden Seiten eines Anschlussgebietes des Steges an das Kristallsubstrat. Die Tangenten an Punkten dieser beiden Linien treffen sich in der
10 Ätzmaskenschicht, die über dem Kristallsubstrat sich befindet, und schneiden sich dort mit einem Winkel ϕ von weniger als 180 Winkelgrad.

Der erste Linienabschnitt ist auf einer Seite und der zweite
15 Linienabschnitt auf einer weiteren Seite des Anschlussgebietes angeordnet. Der erste Linienabschnitt ist mit der Umrandung einer Seite des Steges und der zweite Linienabschnitt ist mit der Umrandung einer weiteren Seite des Steges verbunden. Die beiden Linienabschnitte weisen den vorgebbaren Winkel ϕ von weniger als 180 Grad zueinander auf.
20

In einer Ausführungsform liegen die beiden Linienabschnitte zumindest abschnittsweise auf den Schenkeln eines Winkels, dessen Scheitelpunkt in der verbleibenden Ätzmaskenschicht
25 angeordnet ist und den vorgebbaren Wert ϕ von weniger als 180 Grad aufweist.

Das Kristallsubstrat wird mit einer anisotrop wirkenden Ätzlösung geätzt. Auf der Ätzangriffsfläche startet das Entfernen des Kristallsubstrates durch die Ätzlösung. Dabei wird
30 die Ausnehmung gebildet und das mikromechanische Strukturelement freigelegt.

Die Ausnehmung umfasst mehrere Seitenflächen, die jeweils von einer der freigelegten Kristallebenen gebildet wird. An dem Rand der Ausnehmung, an dem der Steg freigelegt wird, bildet eine der Kristallebenen mit der Oberfläche des Kristallsubstrates die Linie. Ergebnis ist, dass die Linie durch das Anschlussgebiet des Steges an das Kristallsubstrat verläuft.

Durch die Wahl des Winkels kleiner 180 Winkelgrad wird erreicht, dass bei einem Winkelfehler zwischen Ätzmaskenschicht und den im Kristallsubstrat vorhandenen Kristallebenen beziehungsweise den Linien, an denen diese Ebenen die erste Hauptfläche des Kristallsubstrates berühren, der Ätzvorgang verlangsamt wird, dadurch dass eine der langsam ätzbaren Kristallebenen freigelegt wird, deren Linie, an der diese Kristallebene die erste Hauptfläche berührt, durch das Anschlussgebiet des Steges verläuft. Diese Kristallebene kann nicht mehr "von der Seite" angegriffen werden, da sie vor einem Angriff von der ersten Hauptfläche des Kristallsubstrates durch die Ätzmaskenschicht geschützt ist und von einer anderen Seite sie nicht angreifbar ist, da sie mit den anderen langsam ätzbaren Kristallebenen die Seitenwände der Ausnehmung bildet.

Ohne der Form der Umrandung mit dem Winkel kleiner 180 Winkelgrad wird auch eine langsam ätzbare Kristallebene, die durch das Anschlussgebiet verläuft, weitergeätzt, obwohl sie in dem Anschlussgebiet vor einem Angriff von der ersten Hauptfläche aus geschützt ist, da sie lateral angegriffen wird. Bei einer rechteckigen Form der Umrandung der Ätzangriffsfläche stoppt der Ätzvorgang erst, wenn die langsam ätzbare Kristallebene das Eck des Rechteckes erreicht hat.

Ein Vorteil dieses Verfahrens ist, dass im Anschlussbereich des Steges des mikromechanischen Strukturelementes die Linie, an der die freigelegte Kristallebene die erste Hauptfläche berührt, so verläuft, dass dort der Ätzprozess so verlangsamt wird, dass faktisch ein Ätzstopp auftritt. Das Verfahren erreicht dies auch dann, wenn während des Herstellungsablaufes die Ätzmaskenschicht um einen Winkel fehlerhaft angeordnet wird. Mit Vorteil ist somit erreicht, dass sich ein mikromechanisches Strukturelement mit hoher Genauigkeit an dem Rand der Ausnehmung befindet. Der Einfluss der bei der Ausrichtung der Ätzmaske und der bei dem Anbringen der sogenannten Flats an den Wafern auftretenden Streuung wird deutlich reduziert.

Die Seitenflächen des Anschlussgebietes können eine Fläche mit einer Flächennormale im wesentlichen parallel zu der Hauptrichtung des mikromechanischen Strukturelementes, eine Fläche mit einer Flächennormale parallel zu der Flächennormale der ersten Hauptfläche, eine Fläche mit einer Flächennormale entgegengesetzt parallel zur Flächennormalen der ersten Hauptfläche, eine Fläche in Richtung des Kristallsubstrates und zwei Flächen mit einander entgegengesetzten Flächennormalen, die näherungsweise parallel zu dem Rand sind, umfassen. Der erste Linienabschnitt tritt durch eine der letzteren beiden Flächen hindurch und der zweite Linienabschnitt tritt durch eine weitere der letzteren beiden Flächen hindurch.

In einer Ausführungsform befinden sich der erste Linienabschnitt auf einer ersten Gerade und der zweite Linienabschnitt auf einer zweiten Gerade, welche die Schenkel des Winkels, der den vorgebbaren Wert ϕ von weniger als 180 Grad aufweist, bilden. Der Scheitelpunkt des Winkels ist bevorzugt in der verbleibenden Ätzmaskenschicht angeordnet.

In dieser Ausführungsform sind der erste und der zweite Linienabschnitt jeweils als ein Geradenabschnitt ausgebildet. Alternativ können den beiden Geradenabschnitten kleine Wellen oder feine Stufen überlagert sein, die durch das Herstellungsverfahren einer Photomaske, die zur Strukturvorgabe der Ätzmaskenschicht dient, mittels optischer Patterngenerator oder Elektronenstrahlschreiber bewirkt sind.

In einer Ausführungsform weisen der erste und der zweite Linienabschnitt jeweils einen zweiten vorgebbaren Winkel γ zu dem Rand auf.

In einer Ausführungsform dient das Abscheiden mindestens einer Schicht dazu, den Aufbau des mikromechanischen Strukturelementes herzustellen. Es können weitere Schichten abgeschieden werden. Mindestens eine der Schichten kann photolithographisch strukturiert werden. Die der Ausnehmung zugewandten Seite des mikromechanischen Strukturelementes ist in einer vorteilhaften Ausführung vor dem Angriff durch die Ätzlösung geschützt.

In einer Ausführungsform, in welcher das Kristallsubstrat aus Silizium mit einer (100)-Kristallebene als Hauptfläche gebildet ist, werden die mehreren Seitenflächen, welche von der Ausnehmung umfasst werden und die jeweils von einer der freigelegten Kristallebenen gebildet werden, von vier (111) Stoppebenen gebildet, wobei die in Klammern dargestellten Symbole Miller-Indizes sind.

Nach dem anisotropen Ätzen kann die Ätzmaskenschicht entfernt werden. Mit Vorteil wird die Ätzmaskenschicht auf der Oberfläche belassen, da die Ätzmaskenschicht eine sehr resistente

Schicht ist und daher als Passivierung des mikromechanischen Strukturelementes im Betrieb eingesetzt werden kann.

5 Bezüglich Weiterbildungen des Verfahrens wird auf die Unter-
ansprüche verwiesen.

Die Aufgabe wird bezüglich der Anordnung durch eine Halbleiteranordnung gelöst, die eine Ätzmaskenschicht zum Herstellen eines mikromechanischen Strukturelementes auf oder in einem
10 Kristallsubstrat aufweist, wobei das mikromechanische Strukturelement schwingbar in einer Ausnehmung einer ersten Hauptfläche einer der beiden Hauptflächen des Kristallsubstrates angeordnet ist, mittels eines Steges mit einem Rand der Ausnehmung des Kristallsubstrates verbunden ist sowie eine
15 Hauptrichtung aufweist, die näherungsweise senkrecht zu dem Rand angeordnet ist, und die Ätzmaskenschicht zum Schutz des mikromechanischen Strukturelementes und dessen Steg ausgestattet ist und eine Umrandung mit einem ersten Linienabschnitt und einem zweiten Linienabschnitt aufweist, welche
20 sich auf beiden Seiten eines Anschlussgebietes des Steges an das Kristallsubstrat erstrecken und einen vorgebbaren Winkel φ von weniger als 180 Grad zueinander aufweisen, so dass eine Linie, an der eine freigelegte Kristallebene der Ausnehmung die erste Hauptfläche des Kristallsubstrates berührt, durch
25 das Anschlussgebiet verläuft.

Die Ätzmaskenschicht umfasst ein Material, das während der Ätzzeit nicht vollständig wegätzbar ist, wie etwa einen Fotoresist oder einen Dünnsfilm. Das Kristallsubstrat, wie etwa
30 ein Siliziumwafer, besitzt zwei Hauptflächen. Auf der ersten Hauptfläche ist die Ätzmaskenschicht angeordnet. Es kann mindestens eine Zwischenschicht zwischen dem Kristallsubstrat und der Ätzmaskenschicht vorgesehen sein.

Das mikromechanische Strukturelement erstreckt sich über oder in die Ausnehmung. Es ist über den Steg mit dem Kristallsubstrat verbunden. Eine Hauptrichtung des Steges ist näherungsweise senkrecht zum Rand. Ebenso ist die Hauptrichtung des mikromechanischen Strukturelementes näherungsweise senkrecht zum Rand. Das Anschlussgebiet umfasst Teile des Steges und das Kristallsubstrat in der Nähe des Randes.

- 10 Die Ätzmaskenschicht dient zu dem anisotropen Ätzen der Ausnehmung in dem Kristallsubstrat und dem Freiätzen des mikromechanischen Strukturelementes. Die Ausnehmung entsteht durch Einwirkung der anisotropen Ätzlösung auf einer Ätzangriffsfläche. Die Bedeckung des Steges und des mikromechanischen
15 Strukturelementes durch die Ätzmaskenschicht dient dem Schutz des Steges und des Strukturelementes.

Die Trennlinie zwischen der Ätzangriffsfläche und der Ätzmaskenschicht ist die Umrandung. Die Umrandung gibt vor, auf
20 welcher Fläche die Ätzlösung den Ätzvorgang durchführt. Das Kristallsubstrat weist verschiedene Kristallebenen auf, die an die Oberfläche treten. Jedoch sind im Verlauf des Ätzvorgangs die von der Ätzlösung schnell entfernbaren Kristallebenen abbaubar und die am Schluss entstandene Ausnehmung weist
25 nur die von der Ätzlösung sehr langsam zu ätzenden Kristallebenen auf.

Die Umrandung des mikromechanischen Strukturelementes bildet einen Teil der Umrandung. Die Umrandung ist so fortgesetzt,
30 dass sich die Ätzangriffsfläche ergibt. Die Umrandung umfasst einen ersten Linienabschnitt auf einer Seite des Anschlussgebietes und einen zweiten Linienabschnitt auf einer weiteren Seite des Anschlussgebietes. Bei der Fehlausrichtung der Um-

randung der Ätzmaskenschicht um einen von Null verschiedenen Winkel entsteht die Linie, an der die freigelegte Kristallebene die erste Hauptfläche berührt und die nicht auf dem vorgesehenen Rand liegt.

5

Der maximal anzunehmende Winkel der Fehlausrichtung zwischen der Ätzmaske und der Linie, an der die freigelegte Kristallebene die erste Hauptfläche berührt, sei γ . Damit ist der vorgebbare Winkel ϕ , den die Umrandung im Anschlussgebiet auf beiden Seiten des Steges annimmt beziehungsweise der erste und der zweite Linienabschnitt zueinander annehmen, 180 Winkelgrad abzüglich des Doppelten des Winkels γ .

Nach dem anisotropen Ätzvorgang bei einer Fehlausrichtung der Ätzmaske gegenüber der Linie mit einem Winkel δ befinden sich die Linie und der Rand in dem Winkel δ zueinander.

Wenn die freigelegte Kristallebene und die erste Hauptfläche des Kristallsubstrates sich in der Linie berühren, die durch das Anschlussgebiet geht und deren Fortsetzung in Form einer Gerade nicht die Umrandung der Ätzangriffsfläche außerhalb des Anschlussgebietes schneidet, existiert keine Ätzangriffsmöglichkeit mehr, die bewirkt, dass die langsam zu ätzende Kristallebene durch Angriff aus einer anderen Richtung weiterätzbar ist.

Ein Vorteil dieser Anordnung ist, dass die Linie durch das Anschlussgebiet des Steges verläuft und zwar auch dann, wenn während des Herstellungsablaufes die Ätzmaske um einen Winkel δ fehlerhaft angeordnet ist.

Die Anordnung mit der einen Winkel ϕ kleiner 180 Winkelgrad bildenden Umrandung der Ätzmaskenschicht bietet einen deutli-

chen Vorteil gegenüber herkömmlichen Ätzmasken, die nur rechteckige Strukturen kennen. Bei einer rechteckigen Berandung der Ätzmaste ist das Resultat ein Stopp des Ätzprozesses an einem der Ecken des Rechtecks und nicht wie gewünscht im Anschlussgebiet des Steges und damit des mikromechanischen Strukturelementes.

In einer Weiterbildung kann der Wert des Winkels zwischen dem Rand und der Umrandung auf einer Seite des Steges gleich dem Wert des Winkels zwischen dem Rand und der Umrandung auf der zweiten Seite des Steges sein, nämlich gleich γ , wobei für den weiteren vorgebbaren Winkel γ ein größerer Wert als der Wert des Fehlerwinkels δ vorgesehen ist.

In einer Weiterbildung kann der Wert des Winkels zwischen dem Rand und der Umrandung auf einer Seite des Steges verschieden vom Wert des Winkels zwischen dem Rand und der Umrandung auf der zweiten Seite des Steges sein. Mit Vorteil können so verschiedene Toleranzen des freizuätzenden mikromechanischen Strukturelementes hinsichtlich des Drehsinns der Fehlanordnung berücksichtigt werden.

Das gesamte mikromechanische Strukturelement kann als Steg ausgebildet sein.

25

In einer Weiterbildung ist das oben beschriebene, mikromechanische Strukturelement dahingehend verändert, dass es in zwei Teilstrukturelemente aufgeteilt ist. Damit sind ein Teilstrukturelement mit dem Steg mit dem Kristallsubstrat und das zweite Teilstrukturelement mit einem weiteren Steg in der gleichen Richtung wie der Steg mit dem Kristallsubstrat verbunden. Es wird ein gemeinsames Anschlussgebiet gebildet. Die das gemeinsame Anschlussgebiet verlassenden Linien der Umran-

5 dung bilden einen Winkel kleiner 180 Winkelgrad. Somit ist erreicht, dass die Linie, an der die durch den anisotropen Ätzzvorgang freigelegte Kristallebene die erste Hauptfläche des Kristallsubstrates berührt, durch das gemeinsame Anschlussgebiet verläuft.

10 In einer anderen Weiterbildung kann das mikromechanische Strukturelement eine Öffnung aufweisen, die mindestens einen Punkt mit dem Rand gemeinsam hat. Somit weist das mikromechanische Strukturelement den Steg und den weiteren Steg in der gleichen Richtung auf, die zusammen mit dem Rand und dem benachbarten Kristallsubstrat das gemeinsame Anschlussgebiet bilden. Die Umrandung bildet einen Winkel ϕ kleiner 180 Winkelgrad. Damit verläuft auch bei einer Fehlausrichtung der Ätzmaske gegenüber der Linie die Linie durch das gemeinsame Anschlussgebiet und ist das mikromechanische Strukturelement mit hoher Genauigkeit herstellbar.

20 In einer Weiterbildung ragt ein mikromechanisches Strukturelement von dem Rand und zumindest einem weiteren Rand in die Ausnehmung hinein. Der Steg besitzt das Anschlussgebiet und zumindest ein weiterer Steg besitzt zumindest ein weiteres Anschlussgebiet. Die Ätzmaskenschicht ist bevorzugt so ausgelegt, dass die Umrandung im Bereich des Anschlussgebietes einen Winkel ϕ kleiner 180 Winkelgrad und die Umrandung in zumindest einem Bereich des zumindest einen weiteren Anschlussgebietes einen Winkel ϕ' kleiner 180 Winkelgrad bildet. An zumindest einer weiteren Linie berührt die zumindest eine weitere freigelegte Kristallebene die erste Hauptfläche. Damit verläuft die Linie in dem Anschlussgebiet und die zumindest eine weitere Linie in dem zumindest einen weiteren Anschlussgebiet.

Dabei ist es ein Vorteil dieser Auslegung der Ätzmaske, dass sich auch bei einer Fehlanordnung der Ätzmaske gegenüber der zumindest einen weiteren Linie diese nach dem anisotropen Ätzen durch das zumindest eine weitere Anschlussgebiet verläuft.

Die Umrandung der Ätzmaske kann eine geschlossene Linie sein, die in weiteren Abschnitten eine beliebige Linienform aufweist. Die Umrandung legt die Soll-Ausnehmung fest.

10

Mit Vorteil, weil einfacher im Entwurf, umfasst eine erste Geradenstrecke die Umrandung in der Umgebung des Anschlussgebietes auf der einen Seite des Steges und eine weitere Geradenstrecke die Umrandung auf der zweiten Seite des Steges. Da zwei Geradenstrecken keine Fläche umfassen können, kann mindestens eine weitere Geradenstrecke vorgesehen sein.

Mit Vorteil bilden diese Geradenstrecken einen vorgebbaren Winkel φ kleiner 180 Winkelgrad mit einem Wert für φ , der 180 Winkelgrad abzüglich des Doppelten des weiteren vorgebbaren Winkels γ beträgt. Denn dadurch ist die Fläche, an welcher der Ätzangriff durch die Ätzlösung stattfinden kann, möglichst groß vorgesehen. Als weiterer Vorteil ist eine kurze Ätzzeit erreichbar.

25

Der weitere vorgebbare Winkel φ' kann der vorgebbare Winkel φ sein. Wenn es jedoch die Funktion der mikromechanischen Strukturelementes in einem Ausführungsbeispiel erfordert, dass die Linie mit höherer Genauigkeit im Anschlussgebiet als die weitere Linie im weiteren Anschlussgebiet befindet, dann können die Winkel unterschiedlich vorgebbare sein. In diesem Fall ist ein kleinerer Wert φ des vorgebbaren Winkels als ein Wert φ' des weiteren vorgebbaren Winkels vorsehbar.

Bevorzugt ist, dass der Wert des vorgebbaren Winkels φ und der Wert des weiteren vorgebbaren Winkels φ' zwischen 160 und 180 Winkelgraden betragen, aber von 180 Winkelgrad verschieden sind.

Weiter ist bevorzugt, dass der Wert des vorgebbaren Winkels φ und der Wert des weiteren vorgebbaren Winkels φ' zwischen 170 und 180 Winkelgraden betragen, aber von 180 Winkelgrad verschieden sind.

Eine Ätzmaskenschicht umfasst bevorzugt ein Material, das während der Ätzzeit nicht vollständig wegätzbar ist. Auch die der Ausnehmung zugewandte Seite des freizuätzenden Strukturelementes umfasst bevorzugt eine Schicht, die während der Ätzzeit nicht vollständig wegätzbar ist. Ebenso umfasst bevorzugt die der Ausnehmung abgewandte Seite der freizuätzenden Struktur und die Flächen auf der Oberfläche des Kristallsubstrates außerhalb der Ausnehmung eine Schicht, die während der Ätzzeit nicht vollständig wegätzbar ist.

Die Ätzmaskenschicht kann unter anderem für Silizium Si, Galliumarsenid GaAs, Galliumphosphid GaP oder Indiumphosphid InP als Material des Kristallsubstrats ausgelegt sein.

25

Die Ätzmaskenschicht kann aus Photolack gebildet sein. Mit Vorteil, da resistenter gegenüber einer anisotropen Ätzlösung, ist die Ätzmaskenschicht aus Siliziumoxinitrid oder Siliziumdioxid. Bevorzugt umfasst die Ätzmaskenschicht Siliziumnitrid oder Siliziumcarbid, weil diese sehr geringe Ätzraten aufweisen. Die Ätzmaskenschicht kann eine Kombination von Materialien umfassen. Die Ätzmaskenschicht kann eine Doppelschicht umfassen. Sie kann beispielsweise aus einer Silizium-

oxidschicht bestehen, die mit einer Siliziumnitridschicht bedeckt ist

Das Material der Ätzmaskenschicht kann an verschiedenen Oberflächen unterschiedlich sein. Beispielsweise kann der größte Flächenanteil der Oberfläche mit Siliziumcarbid geschützt sein, während die elektrischen Kontaktanschlüsse mit Gold bedeckt sind.

Bei Silizium als Material des Kristallsubstrats kann in Abhängigkeit von der anisotropen Ätzlösung die der Ausnehmung zugewandte Seite der freizuätzenden Struktur eine Schicht aus mit Bor hochdotiertem Silizium, Siliziumnitrid, Siliziumcarbid oder Siliziumoxid umfassen.

15

Umfasst das Kristallsubstrat p-dotiertes Silizium und die der Ausnehmung zugewandte Seite der freizuätzenden Struktur n-dotiertes Silizium, kann die Ätzapparatur zum Sperren dieses pn-Überganges während des Ätzprozesses durch Anlegen einer positiven Spannung am n-dotiertem Silizium gegenüber der Ätzlösung ausgelegt sein. Durch diesen gesperrten pn-Übergang ist ein Ätzstopp an der n-dotierten Schicht erzielbar.

20

Das mikromechanische Strukturelement kann aus einer Schicht bestehen. Sie kann jedoch auch mehrere Schichten umfassen, um eine Funktion zu erfüllen. Mindestens eine der Schichten kann strukturiert sein.

25

Beispielsweise umfasst das mikromechanische Strukturelement eine erste Schicht aus einem Isolatormaterial wie Siliziumnitrid. Über der Siliziumnitridschicht ist eine Polysiliziumschicht abgeschieden, die mittels Photolithographie und Ätzvorgang so strukturiert ist, dass ein Polysiliziumwiderstand

30

gebildet ist. Mit weiteren Schichten beispielsweise aus Metallen, die zuerst abgeschieden und dann strukturiert werden, ist ein elektrischer Kontakt zum Polysiliziumwiderstand herstellbar. Eine Ätzmaskenschicht etwa aus Siliziumnitrid bedeckt das mikromechanische Strukturelement und zeigt eine
5 Schutzwirkung gegen einen Angriff durch die anisotrope Ätzlösung. Die Ätzmaskenschicht ist nach dem Ende des anisotropen Ätzvorganges wegätzbar. Sie kann mit Vorteil als Passivierung für den Betrieb des mikromechanischen Strukturelementes auf
10 diesem Strukturelement verbleiben.

Der Widerstandswert von Polysiliziumwiderständen ist vom mechanischen Stress abhängig. Eine Bewegung des Strukturelementes gegenüber dem Kristallsubstrat verändert somit den Widerstandswert eines im Bereich des größten Stresses vorgesehenen Polysiliziumwiderstandes. Das mikromechanische Strukturelement kann somit als Beschleunigungssensor ausgelegt sein.

Auf den Flächen der ersten Hauptfläche, an denen der anisotrope Ätzvorgang starten soll, können nicht nur die Ätzmaskenschicht, sondern auch alle Zwischenschichten oder Schichten entfernt sein, die für das Bilden des mikromechanischen Strukturelementes oder mindestens einer weiteren Struktur ganzflächig auf der ersten Hauptfläche beziehungsweise auf
20 dort schon vorhandene Schichten abgeschieden sind.

Das Kristallsubstrat kann aus Silizium mit einer Oberfläche aus einer (100) Kristallebene bestehen. Falls die Soll-Ausnehmung senkrechte Wände aufweisen soll, kann das Kristallsubstrat aus Silizium mit einer Oberfläche aus einer
30 (110) Kristallebene bestehen. Dabei sind die in Klammern dargestellten Symbole Miller-Indizes, welche die Kristallebenen angeben.

In einer Weiterbildung umfasst das mikromechanische Strukturelement ein bewegliches Sensorelement, das mit einem Kristallsubstrat verbunden ist, und zumindest bereichsweise unmittelbar auf dem Kristallsubstrat aufgebracht ist. Das bewegliche Sensorelement kann in einer Ausführungsform der Weiterbildung Silizium an der Stelle umfassen, an der das bewegliche Sensorelement auf dem Kristallsubstrat aufgebracht ist. Mit Vorteil ist das mikromechanische Strukturelement nach dem vorgeschlagenen Verfahren mit geringer Unterätzung hergestellt, weil dadurch das Silizium an dieser Stelle nicht freigelegt und weggeätzt ist. Ein unerwünschtes Wegätzen des Siliziums an dieser Stelle könnte einen Ausfall des Sensorelementes bedeuten. Eine beispielhafte Anordnung mit einem solchen Sensorelement und ein Verfahren dazu sind in der früheren Patentanmeldung DE 102005002304.5 beschrieben, die hiermit diesbezüglich als Referenz in die vorliegende Offenbarung einbezogen wird.

Bezüglich Weiterbildungen der Anordnung wird auf die Unteransprüche verwiesen.

Zusammenfassend hat das vorgeschlagene Prinzip unter anderem als Vorteile:

- eine deutlich vergrößerte Genauigkeit bei der Herstellung einer freizuätzenden Struktur auch bei einer Fehlpositionierung der Ätzmaske um einen Winkel gegenüber der Linie, an der die freigelegte Kristallebene die erste Hauptfläche des Kristallsubstrates berührt, und damit eine deutlich verringerte Unterätzung des freizuätzenden mikromechanischen Strukturelementes,
- eine höhere Toleranz bei der Ausrichtung der Ätzmaske gegenüber der Kristallorientierung,

- eine größere Toleranz bei der Spezifikation für die Kristallorientierung der Oberfläche des Kristallsubstrats und für das Anbringen des sogenannten Flats.

- 5 Die Erfindung wird nachfolgend an mehreren Ausführungsbeispielen anhand der Figuren näher erläutert. Funktions- beziehungsweise wirkungsgleiche Bauteile, Strukturteile oder Strukturelemente tragen gleiche Bezugszeichen.
- 10 Figuren 1A bis 1D zeigen einen beispielhaften Querschnitt einer Halbleiteranordnung umfassend ein Kristallsubstrat, ein mikromechanisches Strukturelement und eine Ätzmaskenschicht sowie beispielhafte Aufsichten auf eine Ätzmaskenschicht für das mikromechanische Strukturelement und auf das Ätzergebnis
- 15 ohne und mit Fehlanordnung mit Winkelfehler nach dem vorgeschlagenen Prinzip.

Figuren 2A und 2B zeigen Aufsichten auf eine übliche Ätzmaskenschicht und auf das Ätzergebnis mit Fehlanordnung mit Winkelfehler.

20

Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel nach dem vorgeschlagenen Prinzip für eine Aufsicht auf eine Ätzmaskenschicht zum Herstellen eines freizuätzenden mikromechanischen Strukturelementes, das mehrere Stege in der gleichen Richtung aufweist.

25

Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Aufsicht auf eine Ätzmaskenschicht zum Herstellen eines mikromechanischen Strukturelementes in Form einer Brücke, die einen Steg zu einem Rand und einen weiteren Steg zu einem weiteren Rand aufweist, nach dem vorgeschlagenen Prinzip.

30

Figur 5A und 5B zeigen zwei Weiterbildungen der Ätzmaskenschicht 1 mit der Umrandung 8 in oder in der Nähe des Anschlussgebietes 19 nach dem vorgeschlagenen Prinzip.

5 Figuren 1A bis 1D zeigen einen Querschnitt durch eine Halbleiteranordnung sowie beispielhafte Aufsichten auf eine Ätzmaskenschicht 1 für ein mikromechanisches Strukturelement 13 und auf Ätzergebnisse ohne und mit Fehlanordnung mit einem Winkelfehler δ nach dem vorgeschlagenen Prinzip.

10

Die Figur 1A zeigt einen Querschnitt der beispielhaften Halbleiteranordnung mit einem Kristallsubstrates 3, dem freizuätzenden mikromechanischen Strukturelement 13 sowie der Ätzmaskenschicht 1. Die Lage des Querschnittes ist in Figur 1B eingezeichnet. An manchen Stellen befindet sich eine Zwischen-
15 schicht 14 zwischen einer ersten Hauptfläche 2 des Kristallsubstrates 3 und der Ätzmaskenschicht 1. Das mikromechanische Strukturelement 13 ragt in die Ausnehmung 4 hinein. Die Ausnehmung 4 wird an einer Seite von einer Kristallebene 7 gebildet.
20

Die Ätzmaskenschicht 1, welche eine der Ausnehmung 4 abgewandte Seite der mikromechanischen Strukturelementes 13 und die weiteren Flächen auf der Oberfläche 2 außerhalb der Aus-
25 nehmung 4 bedeckt und vor dem Ätzangriff schützt, umfasst mit Vorteil eine Schicht, die während der Ätzzeit nicht vollständig weggeätzt wird.

Die der Ausnehmung 4 zugewandte Seite des mikromechanischen
30 Strukturelementes 13 umfasst bevorzugt eine Schicht, die während der Ätzzeit nicht vollständig weggeätzt wird. Bei Silizium als Material des Kristallsubstrats 3 kann diese Schicht

ein mit Bor hochdotiertes Silizium, Siliziumnitrid, Siliziumcarbid oder Siliziumoxid umfassen.

Das mikromechanische Strukturelement 13 umfasst mindestens
5 eine Schicht. Das mikromechanische Strukturelement 13 kann ein Halbleitermaterial umfassen. Das Halbleitermaterial kann ein Material des Kristallsubstrates sein, das durch spezielle Vorkehrungen vor dem Wegätzen durch die anisotrope Ätzlösung geschützt ist. Das Halbleitermaterial kann auch als Schicht
10 über der Oberfläche des Kristallsubstrates abscheidbar sein.

Das mikromechanische Strukturelement 13 kann mindestens eine leitfähige Schicht umfassen. Diese leitfähige Schicht kann aus mindestens einem Metall sein. Mit Vorteil, weil mit höheren
15 Temperaturen abscheidbar, kann eine leitende Schicht aus Polysilizium sein. Das mikromechanische Strukturelement 13 kann mindestens eine isolierende Schicht umfassen. Mindestens eine dieser Schichten kann strukturiert sein.

20 Figur 1B zeigt eine Aufsicht auf die beispielhafte Ätzmaskenschicht 1 nach dem vorgeschlagenen Prinzip. In dieser beispielhaften Anordnung ist das mikromechanische Strukturelement 13 als eine Zunge ausgebildet. Es weist einen Steg 15 auf, mittels dem das Strukturelement 13 mit dem Rand 9 des
25 Kristallsubstrates 3 verbunden ist. Das mikromechanische Strukturelement 13 ragt von dem Rand 9 in die Ausnehmung 4 hinein. Der Steg 15, der Rand 9 am Übergang des Steges 15 zum Kristallsubstrat 3 und ein benachbarter Teil des Kristallsubstrates 3 bilden ein Anschlussgebiet 19. Die Umrandung 8 der
30 Ätzmaskenschicht 1 umfasst in dieser beispielhaften Ausführung Geradenstücke für das mikromechanische Strukturelement 13 und weitere Linien ohne Geradenstücke. Die Linien schließen eine Fläche ein, an welcher der Ätzangriff stattfindet.

Die Umrandung 8 umfasst einen ersten Linienabschnitt 81, der mit der Umrandung des Steges 15 auf einer Seite des Steges 15 verbunden ist, und einen zweiten Linienabschnitt 82, der mit der Umrandung des Steges 15 auf der weiteren Seite des Steges 15 verbunden ist.

Die Ätzmaskenschicht 1 ist so ausgebildet, dass die Umrandung 8 zu beiden Seiten des Steges einen Winkel ϕ kleiner 180 Winkelgrad bildet.

10

Die Figur 1C zeigt eine Aufsicht auf das Ätzergebnis ohne Fehlanordnung. In der Linie 6 berühren sich die freigelegte Kristallebene 7 und die erste Hauptfläche 2. Die Linie 6 liegt auf dem Rand 9, so dass das mikromechanische Strukturelement 13 ohne unerwünschte Unterätzung in die Ausnehmung 4 hineinragt.

Die Figur 1D zeigt in Aufsicht ein Ätzergebnis mit einer Fehlanordnung mit einem Winkelfehler δ kleiner dem vorgebbaren Winkel γ . Die Linie 6 bildet einen Winkel δ mit dem Rand 9. Daher endet von dem freizuätzenden mikromechanischen Strukturelement 13 nur eine Seite des Steges auf der Linie 6. Die zweite Seite des Steges liegt vollständig über der Ausnehmung 4.

25

Ein Vorteil einer Ätzmaske 1 nach dem vorgeschlagenen Prinzip liegt darin, dass die Berandung 8 der Ätzmaskenschicht 1 so abgewinkelt ist, dass sich zumindest eine der Seiten des Steges 15 bis zur Linie 6 erstreckt. Damit liegt an einer der beiden Seiten des Steges 15 keine unerwünschte Unterätzung eines freizuätzenden mikromechanischen Strukturelementes 13 vor und an der weiteren Seite des Steges 15 eine Unterätzung,

30

die im Vergleich zu einer üblichen Anordnung, wie in den Figuren 2A und 2B dargestellt, deutlich geringer ist.

Figuren 2A und 2B zeigen Aufsichten auf eine übliche Ätzmaske 1 zum Herstellen des freizuätzenden mikromechanischen Strukturelementes 13 und auf das Ätzergebnis mit Fehlanordnung mit Winkelfehler. Die Figuren 2A und 2B wurden in der Beschreibungseinleitung erläutert, so dass die Erläuterung an dieser Stelle nicht wiederholt wird.

Gemäß der Anordnung in Figur 1B besteht keine Unterätzung bei einer Seite des Steges 15 in Figur 1D. Die Unterätzung bei der zweiten Seite des Steges 15 beträgt $x_2 * \sin(\delta)$, wobei x_2 der Abstand zwischen der ersten Seite und der zweiten Seite und δ der Winkel der Fehlanordnung der Ätzmaske zu der Linie 6 ist.

In Figur 2B beträgt bei der ersten Seite des Steges 15 die Unterätzung $x_1 * \sin(\delta)$, wobei x_1 der Abstand zwischen der Ecke der Rechteckes in der Umrandung 8 und der ersten Seite des Steges 15 und δ der Winkel der Fehlanordnung der Ätzmaske zu der Linie 6 ist. Die Unterätzung bei der zweiten Seite beträgt

$(x_1 + x_2) * \sin(\delta)$, wobei x_1 , x_2 und δ unverändert definiert sind.

Die Wirkung einer Ätzmaskenschicht 1 gemäß Figur 1B ist somit, dass das mikromechanische Strukturelement 13 in Figur 1B eine deutlich kleinere unerwünschte Unterätzung als das mikromechanische Strukturelement 13 in Figur 2B aufweist.

Figur 3 zeigt eine Aufsicht auf die beispielhafte Ätzmaskenschicht 1 nach dem vorgeschlagenen Prinzip zum Herstellen des

freizuätzenden mikromechanischen Strukturelementes 13, das den Steg 15 und einen weiteren Steg 151 aufweist, die beide das Strukturelement 13 mit dem Kristallsubstrat 3 über den Rand 9 verbinden. Der weitere Steg 151 weist daher in die gleiche Hauptrichtung wie der Steg 15. Die Hauptrichtungen der beiden Stege 15, 151 und die Hauptrichtung des mikromechanischen Strukturelementes 13 sind näherungsweise senkrecht zum Rand 8. Der weitere Steg 151 kann als Umrandung Linien aufweisen, die parallel zu den Linien der Umrandung des Steges 15 sind. Je nach Funktion des mikromechanischen Strukturelementes 13 kann die Umrandung des Steges 15 und die Umrandung des weiteren Steges 151 nicht parallele Linien aufweisen.

Ein gemeinsames Anschlussgebiet 191 umfasst Teile des Steges 15, des weiteren Steges 151 und des Kristallsubstrates 3 in der Nähe des Überganges beziehungsweise des Randes 9. Die das gemeinsame Anschlussgebiet 191 zu beiden Seiten verlassende Umrandung 8 bildet einen Winkel φ kleiner 180 Winkelgrad und weist zwei Linienabschnitte 81, 85 auf, die in der Nähe der Umrandung der Stege 15, 151 auf den Schenkeln des Winkels φ kleiner 180 Winkelgrad liegen. Der Scheitelpunkt des Winkels liegt auf der verbleibenden Ätzmaskenschicht.

Die Umrandung 8 ist als Linie mit teilweise Geradenstrecken eingezeichnet. Die Umrandung 8 der vorgeschlagenen Ätzmaskenschicht 1 stellt sicher, dass die Linie 6 durch das gemeinsame Anschlussgebiet 191 verläuft. Zumindest eine Seite des Steges 15 oder des weiteren Steges 151 haben einen Punkt mit der Linie 6 gemeinsam.

Ein Vorteil einer Ätzmaske 1 nach dem vorgeschlagenen Prinzip ist, dass die Genauigkeit bei der Herstellung dieses Struk-

turelementes deutlich verbessert ist, dadurch dass die Linie 6 durch das gemeinsame Anschlussgebiet 191 verläuft.

Die Umrandung 8 zwischen dem Steg 15 und dem weiteren Steg 151 kann sich jedoch nicht auf der dem freizuätzenden Strukturelement 13 gegenüberliegenden Halbebene des Randes 9 befinden. In diesem Falle wäre der Rand 9 durch einen dieser Punkte der Umrandung 8 zwischen dem Steg 15 und dem weiteren Steg 151 bestimmt. Die Umrandung 8 zwischen den beiden Stegen 15, 151 weist die Linienabschnitte 82, 83 auf.

Figur 4 zeigt eine Aufsicht auf die beispielhafte Ätzmaskenschicht 1 nach dem vorgeschlagenen Prinzip zum Herstellen eines freizuätzenden mikromechanischen Strukturelementes 13 in Form einer Brücke, die mittels des Steges 15 mit dem Rand 9 der Ausnehmung 4 des Kristallsubstrates 3 und mittels eines weiteren Steges 152 mit einem weiteren Rand 92 der Ausnehmung 4 des Kristallsubstrates 3 verbunden ist. Die Hauptrichtung des mikromechanischen Strukturelementes 13 ist näherungsweise senkrecht zu beiden Rändern 9, 92. Die Hauptrichtung des Steges 15 ist näherungsweise senkrecht zu dem Rand 9 und die Hauptrichtung des weiteren Steges 152 ist näherungsweise senkrecht zu dem weiteren Rand 92.

Der Steg 15 und ein benachbarter Teil des Kristallsubstrates 3 bilden das Anschlussgebiet 19; in Analogie dazu bilden der weitere Steg 152 und ein benachbarter Teil des Kristallsubstrates 3 ein weiteres Anschlussgebiet 192. In Analogie zu der Umrandung 8 in der Umgebung des Anschlussgebietes 19 bildet die zu beiden Seiten des weiteren Anschlussgebietes 192 sich erstreckende Umrandung 8 einen Winkel ϕ' kleiner 180 Winkelgrad. Die Umrandung 8 umfasst in diesem Ausführungsbeispiel Geradenstrecken und sonstige Linienformen. Die Umrang-

dung 8 weist im Anschlussgebiet 19 den ersten und den zweiten Linienabschnitt 81, 82 sowie im weiteren Anschlussgebiet 192 einen weiteren ersten und einen weiteren zweiten Linienabschnitt 84, 86 auf.

5

Bevorzugt ist Silizium mit einer (110) Kristalloberfläche als Kristallsubstrat 3 zum Herstellen einer Brücke als mikromechanisches Strukturelement 13 eingesetzt. Dabei sind die in Klammern dargestellten Symbole Miller-Indizes, welche die O-
10 rientierung der Kristallebenen angeben.

Die Brücke ist somit vorteilhaft mit hoher Genauigkeit freizätzbar.

15 Figur 5A und 5B zeigen zwei Weiterbildungen der Ätzmaskenschicht 1 mit der Umrandung 8 in oder in der Nähe des Anschlussgebietes 19.

Figur 5A zeigt den Steg 15 und das mikromechanische Strukturelement 13 sowie die Umrandung 8 in einem x-y Koordinatensystem. Der Steg geht an der x-Achse zwischen den Punkten $y = 0$ und $x = 0$ sowie $y = 0$ und $x = x_B$ in den Rand 9 des Kristallsubstrates 3 über. Die Hauptrichtung des mikromechanischen Strukturelementes 13 und die Hauptrichtung des Steges 15 sind
20 in Richtung der y-Koordinatenachse und damit senkrecht zu dem Rand 9. Die Umrandung 8 verläuft entlang des Steges 15 und des mikromechanischen Strukturelementes 13. Damit die Umrandung 8 eine geschlossene Fläche bildet, umfasst die Umrandung 8 weitere Linien, die auf folgendem Gebiet liegen, wobei die
25 Flächen des Steges 15 und des mikromechanischen Strukturelementes 13 auszunehmen sind:
30

$$\begin{aligned}
&y \geq 0 \text{ für } 0 < x < x_B; \\
&y \geq (x - x_B) \cdot \tan \gamma \text{ für } x_B \leq x; \\
&y \geq -x \cdot \tan \gamma \text{ für } x \leq 0 \\
&\text{mit } x_B > 0
\end{aligned}$$

Anstelle des $\tan \gamma$ eines weiteren vorgebbaren Winkels γ kann auch der $\sin \gamma$ gewählt werden, da bei den kleinen Winkeln γ
 5 die Werte für $\tan \gamma$ und $\sin \gamma$ sich nur wenig unterscheiden.

Der weitere vorgebbare Winkel γ steht in folgender Beziehung zu dem vorgebbaren Winkel φ :

10 $\varphi + 2\gamma = 180^\circ$

Der erste Linienabschnitt 81 weist x-Koordinaten mit $x \leq 0$ und y-Koordinaten mit $y \geq -x \tan \gamma$ auf und der zweite Linienabschnitt 82 weist x-Koordinaten mit $x \geq x_B$ und y-Koordinaten
 15 mit $y \geq (x - x_B) \tan \gamma$ auf. Der erste und der zweite Linienabschnitt 81, 82 liegen abschnittsweise auf einer ersten und einer zweiten Geraden, die den vorgebbaren Winkel φ weniger als 180 Grad zueinander aufweisen. Die erste Gerade geht durch die Punkt mit den Koordinaten $x = 0$ und $y = 0$ und die
 20 zweite Gerade geht durch den Punkt mit den Koordinaten $x = x_B$ und $y = 0$. Der Scheitelpunkt des Winkels liegt auf der verbleibenden Ätzmaskenschicht und weist eine y-Koordinate mit $y < 0$ und eine x-Koordinate mit $0 < x < x_B$ auf.

25 Da die Umrandung 8 außerhalb der Umrandung des Steges 15 und des mikromechanischen Strukturelement 13 nur Punkte mit y- und x-Koordinaten entsprechend obigen Formeln aufweist, liegt entweder der Punkt $y = 0$ und $x = 0$ oder der Punkt $y = 0$ und x

= x_B auf der Linie 6. Der Steg 15 hat somit an einer Seite keine Unterätzung.

Figur 5B zeigt wie in Figur 15A den Steg 15 und das mikrome-
5 chanische Strukturelement 13 sowie die Umrandung 8 in einem
x-y Koordinatensystem. Der Steg geht an der x-Achse zwischen
den Punkten $y = 0$ und $x = 0$ sowie $y = 0$ und $x = x_B$ in den
Rand 9 des Kristallsubstrates 3 über. Die Umrandung 8 ver-
läuft entlang des Steges 15 und des mikromechanischen Struk-
10 turelementes 13.

Damit die Umrandung 8 eine geschlossene Fläche bildet, um-
fasst die Umrandung 8 weitere Linien. Mit Vorteil umfasst die
Berandung 8 kurze gerade Linien 87, 88, die auf dem Rand 9
15 oder nahe dem Rand 9 liegen. Im Anschluss an die beiden kur-
zen Linien 87, 88 umfasst die Umrandung 8 den ersten und den
zweiten Linienabschnitt 81', 82'. Der erste und der zweite
Linienabschnitt 81', 82' liegen abschnittsweise auf zwei Ge-
raden, die den vorgebbaren Winkel ϕ weniger als 180 Grad zu-
20 einander aufweisen. Der Scheitelpunkt des Winkels liegt wie
in Figur 5A auf der verbleibenden Ätzmaskenschicht. Ein Vor-
teil dieser Anordnung ist, dass dadurch die Fläche, an wel-
cher der Ätzangriff stattfindet, vergrößert ist, ohne dass
dabei die unerwünschte Unterätzung und Verlängerung des Ste-
25 ges deutlich zunimmt.

Die Umrandung 8 kann gemäß dieser Weiterbildung auf folgendem
Gebiet liegen, wobei die Flächen des Steges 15 und des mikro-
mechanischen Strukturelementes 13 auszunehmen sind:

$$\begin{aligned}
y &\geq 0 \text{ für } -d_2 < x < x_B + d_1; \\
y &\geq (x - x_B - d_1) \cdot \tan \gamma \text{ für } x_B + d_1 \leq x; \\
y &\geq -(x + d_2) \cdot \tan \gamma \text{ für } x \leq -d_2 \\
&\text{mit } d_1 > 0 \text{ und } d_2 > 0
\end{aligned}$$

Da die Umrandung 8 außerhalb der Umrandung des Steges 15 und des mikromechanischen Strukturelementes 13 nur Punkte mit y- und x-Koordinaten entsprechend obigen Formeln aufweist, liegt
5 entweder der Punkt $y = 0$ und $x = -d_2$ oder der Punkt $y = 0$ und $x = x_B + d_1$ auf der Linie 6. Der Steg 15 hat somit an einer Seite nur eine sehr geringe Unterätzung und an der anderen Seite eine etwas größere Unterätzung.

Bezugszeichenliste

	1	Ätzmaskenschicht
	2	erste Hauptfläche
5	3	Kristallsubstrat
	4	Ausnehmung
	6	Linie
	62	weitere Linie
	7	Kristallebene
10	72	weitere Kristallebene
	8	Umrandung
	81, 81'	erster Linienabschnitt
	82, 82'	zweiter Linienabschnitt
	83, 84	weiterer erster Linienabschnitt
15	85, 86	weiterer zweiter Linienabschnitt
	87, 88	kurze Linie
	9	Rand
	92	weiterer Rand
	13	mikromechanisches Strukturelement
20	15	Steg
	151	weiterer Steg
	152	weiterer Steg
	16	Ätzangriffsfläche
	19	Anschlussgebiet
25	191	gemeinsames Anschlussgebiet
	192	weiteres Anschlussgebiet
	x_1	Abstand
	x_2, x_B	Breite
	d_1, d_2	Abstand
30	γ	weiterer vorgebbbarer Winkel
	δ	Winkelfehler
	φ, φ'	vorgebbbarer Winkel

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines mikromechanischen Strukturelementes (13) auf oder in einem Kristallsubstrat (3), wobei
5 das mikromechanische Strukturelement (13) schwingbar in einer Ausnehmung (4) einer ersten Hauptfläche (2) einer der beiden Hauptflächen des Kristallsubstrates (3) angeordnet ist, mittels eines Steges (15) mit einem Rand (9) der Ausnehmung (4) des Kristallsubstrates (3) verbunden ist und eine Hauptrichtung aufweist, die näherungsweise senkrecht zu dem Rand (9)
10 angeordnet ist, mit folgenden Schritten:
- Bereitstellen des Kristallsubstrates (3),
 - Abscheiden einer Ätzmaskenschicht (1),
 - lokales Entfernen der Ätzmaskenschicht (1), so dass die
15 verbleibende Ätzmaskenschicht (1) das zu bildende mikromechanische Strukturelement (13) und dessen Steg (15) vor einem Ätzangriff schützt und eine Umrandung (8) mit einem ersten Linienabschnitt (81) und einem zweiten Linienabschnitt (82) aufweist, welche sich auf beiden Seiten eines Anschlussgebietes (19) des Steges (15) an das Kristallsubstrat (3) erstrecken und einen vorgebbaren Winkel φ von weniger als 180 Grad zueinander aufweisen, und
20
 - Ätzen des Kristallsubstrates (3) zur Bildung der Ausnehmung (4) und des mikromechanischen Strukturelementes
25 (13), so dass eine Linie (6), an der eine durch das Ätzen freigelegte Kristallebene (7) der Ausnehmung (4) die erste Hauptfläche (2) des Kristallsubstrates (3) berührt, durch das Anschlussgebiet (19) verläuft.
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem die Ätzmaskenschicht (1) derart entfernt wird, dass die verbleibende Ätzmaskenschicht (1) zusätzlich zumindest einen weiteren Steg (151), der in der gleichen Richtung wie

der Steg (15) sich erstreckt und mittels dem das zu bildende mikromechanische Strukturelement (13) mit dem Rand (9) der Ausnehmung (4) des Kristallsubstrates (3) zusätzlich verbunden ist, vor dem Ätzangriff schützt und die Umrandung (8)

5 aufweist, welche sich unter dem Winkel ϕ von weniger als 180 Grad auf beiden Seiten des gemeinsamen Anschlussgebietes (19) des Steges (15) und des zumindest einen weiteren Steges (151) an das Kristallsubstrat (3) erstreckt, so dass die Linie, an der die freigelegte Kristallebene (7) der Ausnehmung (4) die
10 erste Hauptfläche (2) des Kristallsubstrates (3) berührt, durch das gemeinsame Anschlussgebiet (19) verläuft.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

bei dem die Ätzmaskenschicht (1) derart entfernt wird, dass
15 die verbleibende Ätzmaskenschicht (1) zusätzlich zumindest einen weiteren Steg (152), mittels dem das zu bildende mikromechanische Strukturelement (13) mit zumindest einem weiteren Rand (92) der Ausnehmung (4) des Kristallsubstrates (3) verbunden ist, und die Umrandung (8) aufweist, welche sich unter
20 einem weiteren Winkel ϕ' von weniger als 180 Grad auf beiden Seiten zumindest eines weiteren Anschlussgebietes (192) des zumindest einen weiteren Steges (152) an das Kristallsubstrat (3) erstreckt, so dass zumindest eine Linie (62), an der zumindest eine weitere freigelegte Kristallebene (72) der Aus-
25 nehmung (4) die Hauptfläche (2) des Kristallsubstrates (3) berührt, durch das zumindest eine weitere Anschlussgebiet (192) verläuft.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

30 gekennzeichnet durch Bestimmen der Umrandung (8) in dem Anschlussgebiet (19) so, dass sie abschnittsweise gerade ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

gekennzeichnet durch Festlegen des vorgebbaren Winkels ϕ aus einem Intervall von mehr als 160 und weniger als 180 Winkelgrad.

- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
gekennzeichnet durch Festlegen des vorgebbaren Winkels ϕ aus
einem Intervall von mehr als 170 und weniger als 180 Winkel-
grad.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
gekennzeichnet durch Verwendung von Material des Kristallsub-
strates (3) für das Herstellen des mikromechanischen Struk-
turelementes (13).
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
gekennzeichnet durch Abscheiden von Schichten auf dem Kris-
tallsubstrat (3) für das Herstellen des mikromechanischen
Strukturelementes (13).
- 20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
gekennzeichnet durch Bereitstellen des Kristallsubstrats (3)
umfassend Silizium, Galliumarsenid, Galliumphosphid oder In-
diumphosphid.
- 25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
gekennzeichnet durch Bereitstellen eines oder mehrerer Stoffe
aus der Menge von Kaliumhydroxid, Natriumhydroxid, Lithium-
hydroxid, Ammoniumhydroxid, Ethylen-Diamin-Pyrocatechol mit
Beimengung von Wasser, Brenzkatechin und Pyrazin, Hydrazin
30 mit Wasser oder Tetramethylammoniumhydroxid als Ätzlösung für
das Ätzen des Kristallsubstrats (3).
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

gekennzeichnet durch Bereitstellen des Kristallsubstrats (3) umfassend Silizium mit einer (100)- oder (110)-Scheibenorientierung.

5 12. Halbleiteranordnung aufweisend eine Ätzmaskenschicht (1), zum Herstellen eines mikromechanischen Strukturelementes (13) auf oder in einem Kristallsubstrat (3), wobei das mikromechanische Strukturelement (13) schwingbar in einer Ausnehmung (4) einer ersten Hauptfläche (2) einer der beiden Hauptflächen des Kristallsubstrates (3) angeordnet ist, mittels eines Steges (15) mit einem Rand (9) der Ausnehmung (4) des Kristallsubstrates (3) verbunden ist sowie eine Hauptrichtung aufweist, die näherungsweise senkrecht zu dem Rand (9) angeordnet ist, und die Ätzmaskenschicht (1) zum Schutz des mikromechanischen Strukturelementes (13) und dessen Steg (15) 10 ausgestattet ist und eine Umrandung (8) mit einem ersten Linienabschnitt (81) und einem zweiten Linienabschnitt (82) aufweist, welche sich auf beiden Seiten eines Anschlussgebietes (19) des Steges (15) an das Kristallsubstrat (3) erstrecken und einen vorgebbaren Winkel ϕ von weniger als 180 Grad zueinander aufweisen, so dass eine Linie (6), an der eine freigelegte Kristallebene (7) der Ausnehmung (4) die erste Hauptfläche (2) des Kristallsubstrates (3) berührt, durch das Anschlussgebiet (19) verläuft.

25

13. Halbleiteranordnung nach Anspruch 12 dadurch gekennzeichnet, dass die Ätzmaskenschicht (1) zum Schutz zumindest eines weiteren Steges (151) in der gleichen Richtung wie der Steg (15), über 30 den das mikromechanische Strukturelement (13) mit dem Rand (9) der Ausnehmung (4) des Kristallsubstrates (3) zusätzlich verbunden ist, vor dem Ätzangriff ausgestattet ist und die Umrandung (8) aufweist, welche sich unter dem vorgebbaren

Winkel ϕ von weniger als 180 Grad auf beiden Seiten des gemeinsamen Anschlussgebietes (19) des Steges (15) und des zumindest einen weiteren Steges (151) in derselben Richtung wie der Steg (15) an das Kristallsubstrat (3) erstreckt, so dass
5 die Linie (6), an der die freigelegte Kristallebene (7) der Ausnehmung (4) die Hauptfläche (2) des Kristallsubstrates (3) berührt, durch das gemeinsame Anschlussgebiet (19) verläuft.

14. Halbleiteranordnung nach Anspruch 12 oder 13

10 dadurch gekennzeichnet, dass
die Ätzmaskenschicht (1) zum Schutz zumindest eines weiteren Steges (152), mittels dem das zu bildende mikromechanische Strukturelement (13) mit zumindest einem weiteren Rand (92) der Ausnehmung (4) des Kristallsubstrates (3) zusätzlich ver-
15 bunden ist, vor dem Ätzangriff ausgestattet ist und die Umrandung (8) aufweist, welche sich zusätzlich unter einem vorgebbaren Winkel ϕ' von weniger als 180 Grad auf beiden Seiten zumindest eines weiteren Anschlussgebietes (192) des zumindest einen weiteren Steges (152) an das Kristallsubstrat (3)
20 erstreckt, so dass zumindest eine weitere Linie (62), an der zumindest eine weitere freigelegte Kristallebene (72) der Ausnehmung (4) die Hauptfläche (2) des Kristallsubstrates (3) berührt, durch das zumindest eine weitere Anschlussgebiet (192) verläuft.

25

15. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass
die Umrandung (8) in dem Anschlussgebiet (19) abschnittsweise gerade ist.

30

16. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass

der vorgebbare Winkel ϕ zwischen 160 bis 180 Winkelgrad beträgt.

17. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 16,
5 dadurch gekennzeichnet, dass
der vorgebbare Winkel ϕ zwischen 170 bis 180 Winkelgrad beträgt.

18. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 17,
10 dadurch gekennzeichnet, dass
das mikromechanische Strukturelement (13) ein Material des Kristallsubstrates (3) umfasst.

19. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 18,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
das mikromechanische Strukturelement (13) Schichten auf dem Kristallsubstrat (3) umfasst.

20. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 19,
20 dadurch gekennzeichnet, dass
die Ätzmaske (1) für Silizium, Galliumarsenid, Galliumphosphid oder Indiumphosphid als Material des Kristallsubstrats (3) ausgelegt ist.

21. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 20,
25 dadurch gekennzeichnet, dass
die Ätzmaske (1) für das Ätzen eines Kristallsubstrats (3) aus Silizium mit einem oder mehrere der Stoffe aus der Menge von Kaliumhydroxid, Natriumhydroxid, Lithiumhydroxid, Ammoniumhydroxid, Ethylen-Diamin-Pyrocatechol mit Beimengung von
30 Wasser, Brenzkatechin und Pyrazin, Hydrazin mit Wasser oder Tetramethylammoniumhydroxid als Ätzlösung ausgelegt ist.

22. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass
das Kristallsubstrat (3) Silizium mit einer (100)- oder (110)-Scheibenorientierung umfasst.

FIG 1A

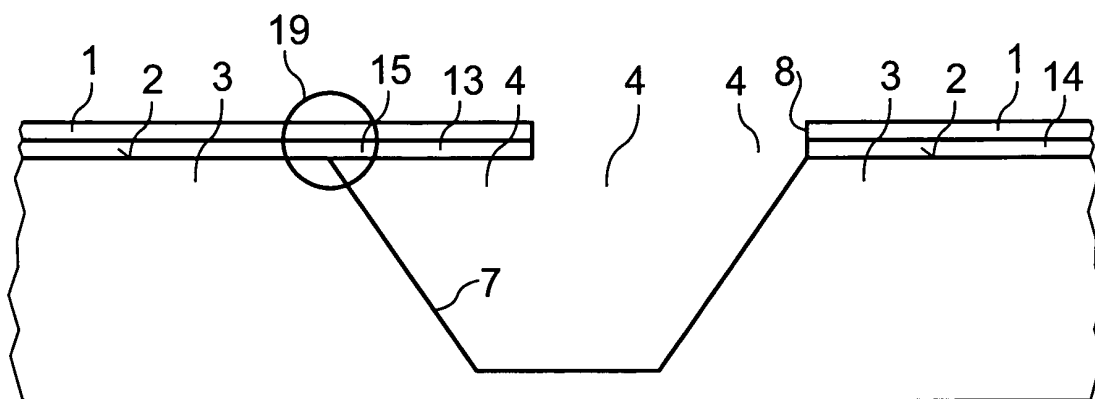


FIG 1B

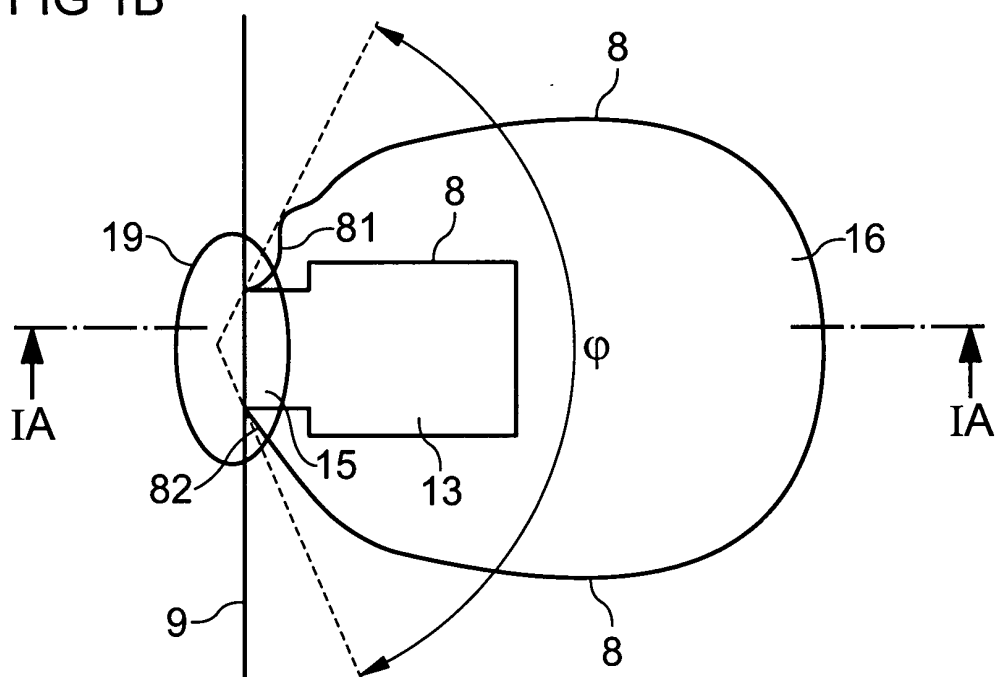


FIG 2A

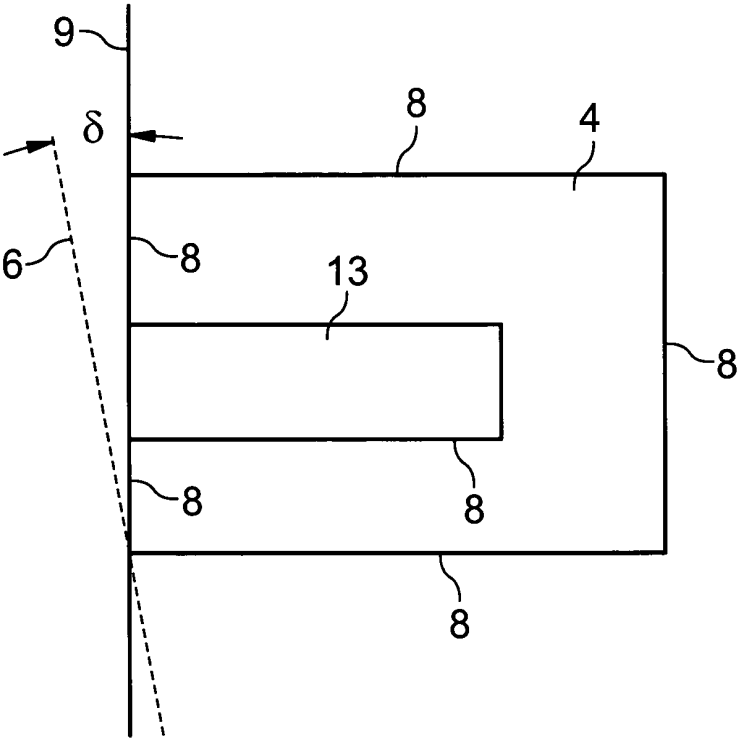


FIG 2B

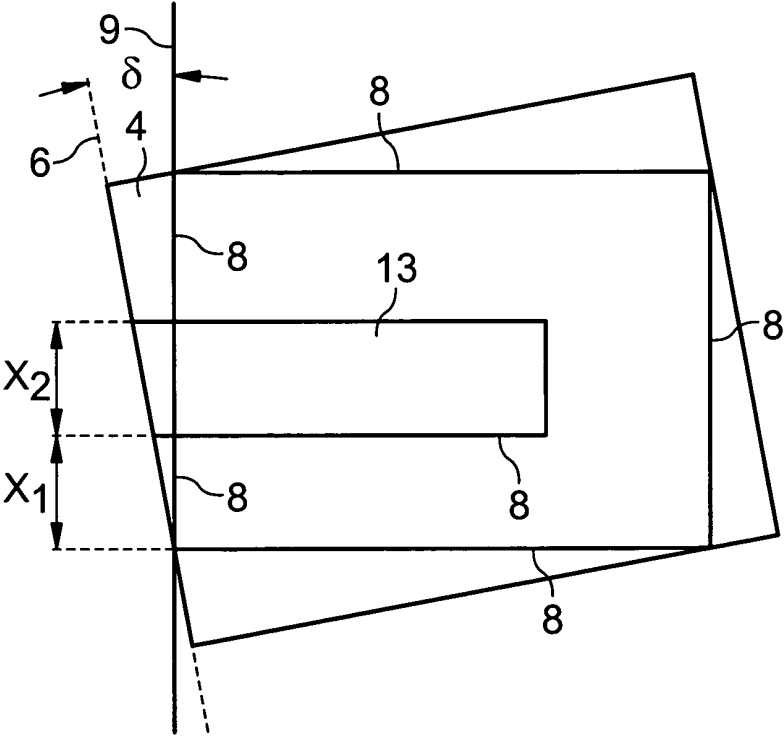


FIG 3

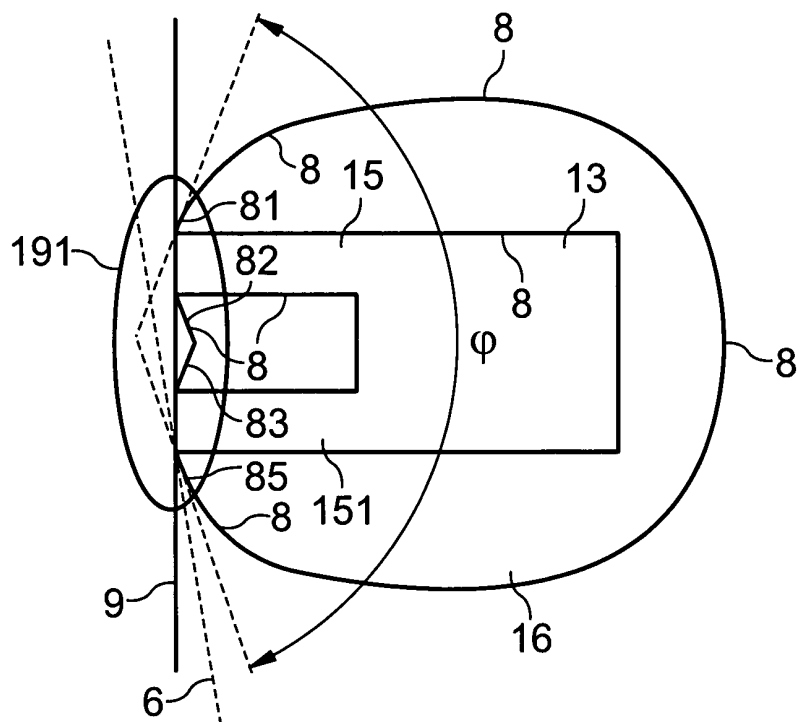
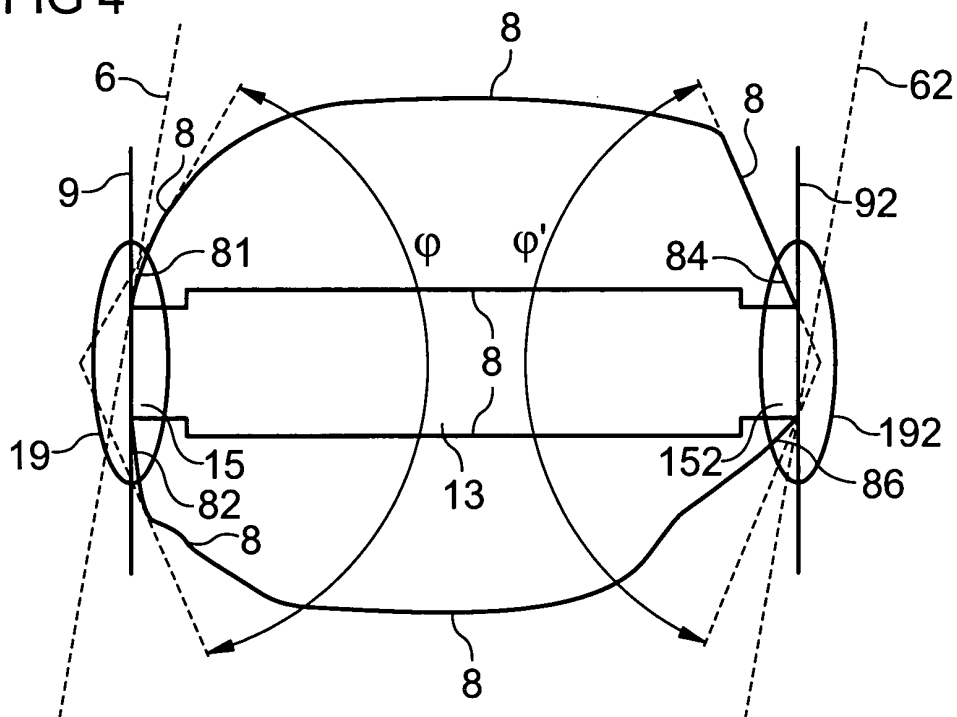


FIG 4



5/5

FIG 5A

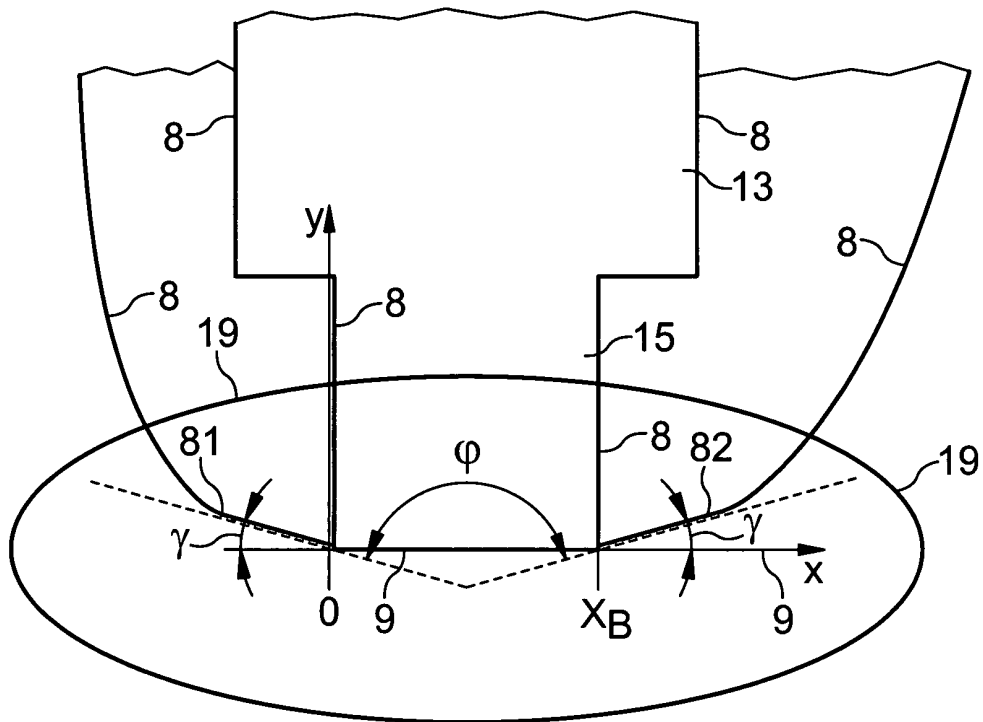
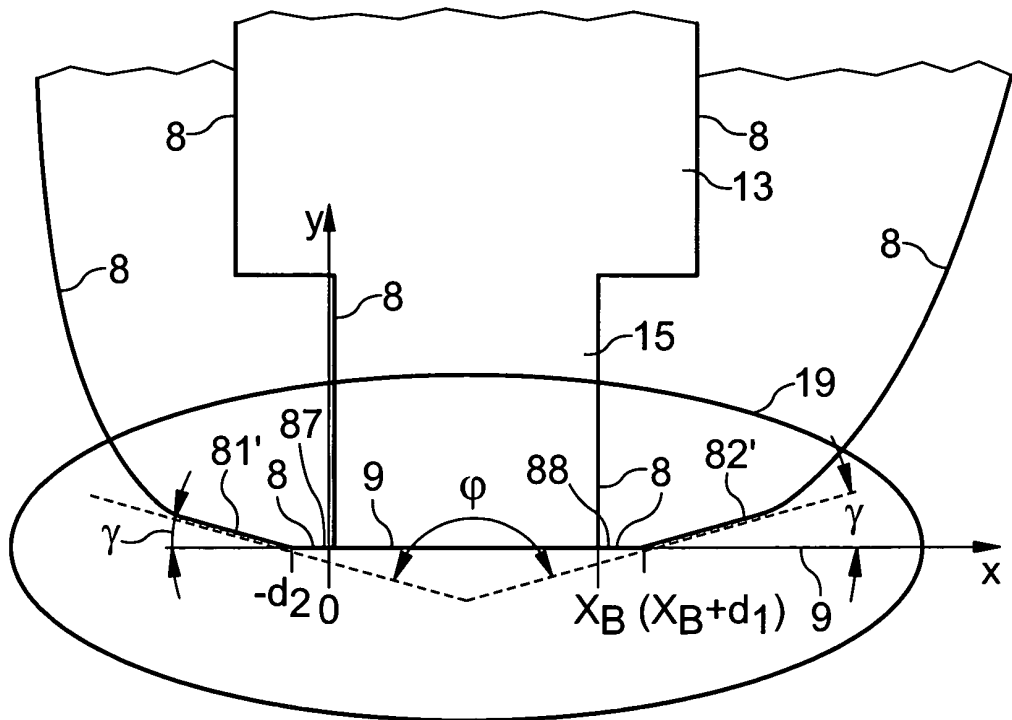


FIG 5B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/004787

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B81C1/00

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)
B81C

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 772 902 A (REED ET AL) 30 June 1998 (1998-06-30) figures 23b, 24b, 26b column 4, lines 23-53 example I.1 column 14, lines 7-24 examples II.2-II.5 column 18, line 47 - column 19, line 14 -----	1-22
A	EP 0 597 302 A (RICOH SEIKI COMPANY, LTD) 18 May 1994 (1994-05-18) figures 1a-2e, 19a, 20a ----- -/--	1-22



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family 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

30 August 2006

Date of mailing of the international search report

05/09/2006

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

McGinley, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/004787

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	YAN G ET AL: "An improved TMAH Si-etching solution without attacking exposed aluminum" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, vol. 89, no. 1-2, 20 March 2001 (2001-03-20), pages 135-141, XP004317256 ISSN: 0924-4247 figure 13	1,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/004787

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5772902	A	30-06-1998	US 5658636 A	19-08-1997
EP 0597302	A	18-05-1994	DE 69329369 D1	12-10-2000
			DE 69329369 T2	29-03-2001
			DE 69333843 D1	25-08-2005
			DE 69333843 T2	27-04-2006
			FI 934674 A	24-04-1994
			JP 3333560 B2	15-10-2002
			JP 6140641 A	20-05-1994
			US 5683546 A	04-11-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/004787

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B81C1/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B81C

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 772 902 A (REED ET AL) 30. Juni 1998 (1998-06-30) Abbildungen 23b, 24b, 26b Spalte 4, Zeilen 23-53 Beispiel I.1 Spalte 14, Zeilen 7-24 Beispiele II.2-II.5 Spalte 18, Zeile 47 - Spalte 19, Zeile 14 -----	1-22
A	EP 0 597 302 A (RICOH SEIKI COMPANY, LTD) 18. Mai 1994 (1994-05-18) Abbildungen 1a-2e, 19a, 20a ----- -/--	1-22

☒ 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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. August 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/09/2006

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

McGinley, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/004787

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	YAN G ET AL: "An improved TMAH Si-etching solution without attacking exposed aluminum" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, Bd. 89, Nr. 1-2, 20. März 2001 (2001-03-20), Seiten 135-141, XP004317256 ISSN: 0924-4247 Abbildung 13 -----	1,12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/004787

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5772902	A	30-06-1998	US	5658636 A	19-08-1997
EP 0597302	A	18-05-1994	DE	69329369 D1	12-10-2000
			DE	69329369 T2	29-03-2001
			DE	69333843 D1	25-08-2005
			DE	69333843 T2	27-04-2006
			FI	934674 A	24-04-1994
			JP	3333560 B2	15-10-2002
			JP	6140641 A	20-05-1994
			US	5683546 A	04-11-1997