

(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
19. Februar 2004 (19.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/014785 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G12B 21/02**,
21/06, B81B 1/00, B81C 1/00, G12B 21/02, 21/06, B81C
1/00, H01L 21/3065

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Aus-
nahme von US): **UNIVERSITÄT KASSEL** [DE/DE];
Mönchebergstrasse 19, 34125 Kassel (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002626

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. August 2003 (04.08.2003)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ÖSTERSCHULZE**,
Egbert [DE/DE]; Korbacherstrasse 28, 34134 Kassel
(DE). **KASSING, Rainer** [DE/DE]; Goldsternweg 44,
34128 Kassel (DE). **GEORGIEV, Georgi** [BG/DE];
Waranwiesen 12, 34132 Kassel (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(74) Anwalt: **R. FRHR. V. SCHORLEMER**; Karthäuser
Strasse 5A, 34117 Kassel (DE).

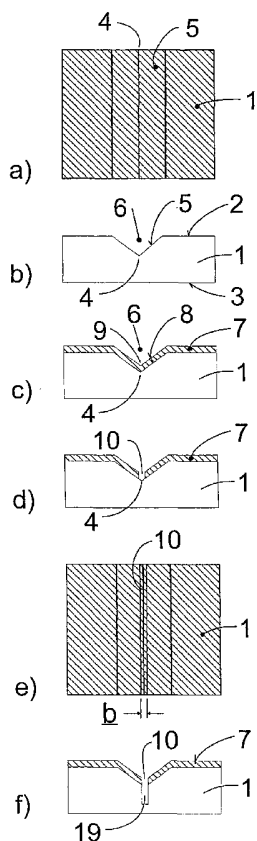
(30) Angaben zur Priorität:
102 36 150.9 5. August 2002 (05.08.2002) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING AT LEAST ONE SMALL OPENING IN A LAYER ON A SUBSTRATE AND COM-
PONENTS PRODUCED ACCORDING TO SAID METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND HERSTELLUNG WENIGSTENS EINER KLEINEN ÖFFNUNG IN EINER SCHICHT
AUF EINEM SUBSTRAT UND DAMIT HERGESTELLTE BAUELEMENTE



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing at least one small opening (10) in a layer on a substrate (1), in particular a semiconductor substrate. The substrate (1) is provided on its upper face (2) with at least one pointed recess (6) that has a tip section (4) and lateral walls (5) and the upper face (2) of the substrate (1) is covered at least in the region of the recess (6) with a layer (7) consisting of an etchable material. According to the invention, the opening (10) is produced according to an anisotropic plasma etching method that is adapted to the material of the layer (7), by the selective opening of said layer (7) starting from the upper face (2). The material, etching gases and the etching parameters are selected in such a way that a higher etching rate is achieved in the region of a tip section (9) of the layer (7), which covers the tip section (4) of the substrate (1) than in the region of the lateral walls (8) of the layer (7), which cover the lateral walls (5) of the substrate (1). The invention also relates to calibration standards, cantilever beams and other components produced according to said method.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Herstellung wenigstens einer kleinen Öffnung (10) in einer Schicht auf einem Substrat (1), insbesondere einem Halbleitersubstrat, beschrieben. Das Substrat (1) wird auf der Oberseite (2) mit wenigstens einer spitz zulaufenden, einen Spitzenabschnitt (4) und Seitenwände (5) aufweisenden Vertiefung (6) versehen, und die Oberseite (2) des Substrats (1) wird zumindest im Bereich der Vertiefung (6) mit einer Schicht (7) aus einem ätzbaren Material belegt. Erfindungsgemäss wird die Öffnung (10) mittels eines auf das Material der Schicht (7) abgestimmten, anisotropen Plasma-Ätzverfahrens von der Oberseite (2) her durch selektives Öffnen der Schicht (7) hergestellt, indem das Material, die Ätzgase und die Ätzparameter so gewählt werden, daß sich im Bereich eines dem Spitzenabschnitt (4) des Substrats (1) aufliegenden Spitzenabschnitts (9) der Schicht (7) eine grössere Ätzrate als im Bereich von den Seitenwänden (5) des Substrats (1) aufliegenden Seitenwänden (8) der Schicht (7) ergibt. Ausserdem werden nach diesem Verfahren hergestellte Kalibrierstandards, Biegebalen und andere Bauelemente beschrieben (Fig. 1).



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

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.

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen**

Recherchenberichts: 10. Februar 2005

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/02626

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G12B21/02 G12B21/06 B81B1/00 B81C1/00 G12B21/02
G12B21/06 B81C1/00 H01L21/3065

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 G12B 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)

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 770 465 A (HUANG XIAOJUN TRENT ET AL) 23 June 1998 (1998-06-23) figures 3a-3f column 6, line 20 - line 65	1-3, 5-11,15
Y A	-----	4 4,12-14
Y	DE 42 41 045 C (BOSCH GMBH ROBERT) 26 May 1994 (1994-05-26) cited in the application column 5, line 9 - line 30	4
X	US 6 156 215 A (YAMAZAKI TAKEO ET AL) 5 December 2000 (2000-12-05) figures 1-8 column 3, line 15 - column 10, line 8	14,15
A	----- -/--	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 December 2004

Date of mailing of the international search report

29/12/2004

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

Pollesello, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/02626

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	OLSCHIMKE J ET AL: "FABRICATION OF 15 MUM THICK SI-HOLE MASKS FOR DEMAGNIFYING PROJECTION SYSTEMS FOR ION- OR ELECTRON-BEAMS" MICROELECTRONIC ENGINEERING, ELSEVIER PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL, vol. 6, no. 1-4, December 1987 (1987-12), pages 547-552, XP000819923 ISSN: 0167-9317 figures 1-4 paragraphs '0002! - '0004!	1-3, 6-11,13
A		4,5,12, 14,15
X	----- LAERME F ET AL: "Bosch deep silicon etching: improving uniformity and etch rate for advanced MEMS applications" TECHNICAL DIGEST. IEEE INTERNATIONAL MEMS 99 CONFERENCE. TWELFTH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS (CAT. NO.99CH36291) IEEE PISCATAWAY, NJ, USA, 17 January 1999 (1999-01-17), - 21 January 1999 (1999-01-21) pages 211-216, XP002310783 ISBN: 0-7803-5194-0 figure 1 paragraph 'BOSCH!	1-3,6,7, 10,11
A		4,5,8,9, 12-15
P,X	----- GEORGIEV G ET AL: "Lithography-free fabrication of sub-100 nm structures by self-aligned plasma etching of silicon dioxide layers and silicon" JOURNAL OF VACUUM SCIENCE & TECHNOLOGY B: MICROELECTRONICS PROCESSING AND PHENOMENA, AMERICAN VACUUM SOCIETY, NEW YORK, NY, US, vol. 21, no. 4, July 2003 (2003-07), pages 1361-1363, XP012009939 ISSN: 0734-211X the whole document -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/02626

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5770465	A	23-06-1998	NONE	
DE 4241045	C	26-05-1994	DE 4241045 C1	26-05-1994
			WO 9414187 A1	23-06-1994
			EP 0625285 A1	23-11-1994
			JP 7503815 T	20-04-1995
			US 5501893 A	26-03-1996
US 6156215	A	05-12-2000	JP 11066650 A	09-03-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 03/02626

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G12B21/02 G12B21/06 B81B1/00 B81C1/00 G12B21/02 G12B21/06 B81C1/00 H01L21/3065		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G12B 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) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 770 465 A (HUANG XIAOJUN TRENT ET AL) 23. Juni 1998 (1998-06-23) Abbildungen 3a-3f Spalte 6, Zeile 20 - Zeile 65	1-3, 5-11,15
Y		4
A		4,12-14
Y	DE 42 41 045 C (BOSCH GMBH ROBERT) 26. Mai 1994 (1994-05-26) in der Anmeldung erwähnt Spalte 5, Zeile 9 - Zeile 30	4
X	US 6 156 215 A (YAMAZAKI TAKEO ET AL) 5. Dezember 2000 (2000-12-05) Abbildungen 1-8 Spalte 3, Zeile 15 - Spalte 10, Zeile 8	14,15
A		1-13
	----- -/--	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. Dezember 2004		29/12/2004
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 Polesello, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/02626

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	OLSCHIMKE J ET AL: "FABRICATION OF 15 MUM THICK SI-HOLE MASKS FOR DEMAGNIFYING PROJECTION SYSTEMS FOR ION- OR ELECTRON-BEAMS" MICROELECTRONIC ENGINEERING, ELSEVIER PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL, Bd. 6, Nr. 1-4, Dezember 1987 (1987-12), Seiten 547-552, XP000819923 ISSN: 0167-9317 Abbildungen 1-4 Absätze '0002! - '0004!	1-3, 6-11,13
A	-----	4,5,12, 14,15
X	LAERME F ET AL: "Bosch deep silicon etching: improving uniformity and etch rate for advanced MEMS applications" TECHNICAL DIGEST. IEEE INTERNATIONAL MEMS 99 CONFERENCE. TWELFTH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS (CAT. NO.99CH36291) IEEE PISCATAWAY, NJ, USA, 17. Januar 1999 (1999-01-17), - 21. Januar 1999 (1999-01-21) Seiten 211-216, XP002310783 ISBN: 0-7803-5194-0 Abbildung 1 Absatz 'BOSCH!	1-3,6,7, 10,11
A	-----	4,5,8,9, 12-15
P,X	GEORGIEV G ET AL: "Lithography-free fabrication of sub-100 nm structures by self-aligned plasma etching of silicon dioxide layers and silicon" JOURNAL OF VACUUM SCIENCE & TECHNOLOGY B: MICROELECTRONICS PROCESSING AND PHENOMENA, AMERICAN VACUUM SOCIETY, NEW YORK, NY, US, Bd. 21, Nr. 4, Juli 2003 (2003-07), Seiten 1361-1363, XP012009939 ISSN: 0734-211X das ganze Dokument	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/02626

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5770465	A	23-06-1998	KEINE		
DE 4241045	C	26-05-1994	DE	4241045 C1	26-05-1994
			WO	9414187 A1	23-06-1994
			EP	0625285 A1	23-11-1994
			JP	7503815 T	20-04-1995
			US	5501893 A	26-03-1996
US 6156215	A	05-12-2000	JP	11066650 A	09-03-1999