



(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: 11 2018 003 720.7  
(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP2018/026852  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2019/017368  
(86) PCT-Anmeldetag: 18.07.2018  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: 24.01.2019  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 16.04.2020  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 20.03.2025

(51) Int Cl.: **H01L 21/301 (2006.01)**  
**B23K 26/53 (2014.01)**  
**H01L 21/3065 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**2017-140872** 20.07.2017 JP

**Amagasaki-shi, Hyogo, JP; Ogiwara, Takafumi,  
Hamamatsu-shi, Shizuoka, JP; Sakamoto,  
Takeshi, Hamamatsu-shi, Shizuoka, JP**

(73) Patentinhaber:  
**HAMAMATSU PHOTONICS K.K., Hamamatsu-shi,  
Shizuoka, JP; IWATANI CORPORATION, Osaka,  
JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2005 / 0 287 846	A1
US	2006 / 0 032 833	A1
US	2016 / 0 307 851	A1
WO	2011 / 112 823	A2

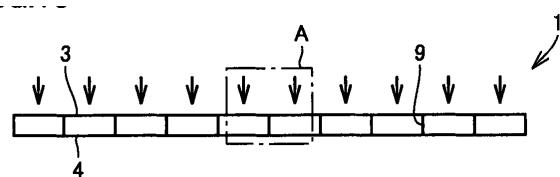
(74) Vertreter:  
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB,  
80802 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Manabe, Toshiki, Tokyo, JP; Senoo, Takehiko,  
Amagasaki-shi, Hyogo, JP; Izumi, Koichi,  
Amagasaki-shi, Hyogo, JP; Shojo, Tadashi,**

### (54) Bezeichnung: SCHNEIDEVERFAHREN

(57) Hauptanspruch: Schneideverfahren zum Schneiden eines Werkstücks (1) in Form einer Platte entlang einer beabsichtigten Schnittlinie (5), wobei das Schneideverfahren umfasst:  
Bilden eines umgebildeten Bereichs (7) im Werkstück (1) entlang der beabsichtigten Schnittlinie (5) durch Anwenden eines Laserstrahls (L), während ein Kondensationspunkt (P) im Werkstück (1) positioniert wird; und  
nach dem Bilden des umgebildeten Bereichs (7) im Werkstück (1), Schneiden des Werkstücks (1) entlang der beabsichtigten Schnittlinie (5),  
wobei beim Schneiden des Werkstücks (1), ein Trockenätzprozess von einer Vorderfläche (3) in Richtung einer Rückfläche (4) des Werkstücks (1) durchgeführt wird, während das Werkstück (1) zumindest unter seinem Eigengewicht oder durch Ansaugen auf einem Trägerelement (202) befestigt ist, um eine Nut (9) von der Vorderfläche (3) zu bilden, um die Rückfläche (4) des Werkstücks (1) zu erreichen,  
wobei beim Schneiden ein Ätzgas auf Halogenbasis für den Trockenätzprozess verwendet wird,

wobei ein Material für das Werkstück (1) mindestens eines aus Silizium, Wolfram, Titan, Titannitrid und Molybdän umfasst, und  
wobei beim Schneiden des Werkstücks (1) der Trockenätzprozess unter Verwendung eines plasmalosen Chlortrifluoridgases als Ätzgas auf Halogenbasis bei einem Druck von nicht weniger als 10 Pa und nicht mehr als 90 kPa (abs) und bei einer Temperatur von nicht weniger als einem Siedepunkt jedes Fluorids im Material und weniger als 200°C durchgeführt wird.



**Beschreibung****Bereich der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Schneideverfahren, insbesondere auf ein Schneideverfahren zum Schneiden eines Werkstücks in Form einer Platte entlang einer beabsichtigten Schnittlinie.

**Stand der Technik**

**[0002]** Es gibt ein allgemein bekanntes Bearbeitungsverfahren zum Anwenden eines Laserstrahls beim Positionieren eines Kondensationspunktes („point of condensation“) in einem Werkstück in Form einer Platte, um dadurch einen umgebildeten Bereich zu bilden, und dann einen Ätzprozess auf dem umgebildeten Bereich durchzuführen. Dieses Bearbeitungsverfahren wird z.B. in der japanischen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer JP 2004- 359 475 A (PTL 1) beschrieben. Bei dem in dieser Veröffentlichung beschriebenen Bearbeitungsverfahren wird ein Nassätzprozess als Ätzprozess für den umgebildeten Bereich verwendet.

**Zitierliste****Patentliteratur**

**[0003]** PTL 1: Japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer: JP 2004- 359 475 A

**[0004]** Aus der US 2016 / 0 307 851 A1 und der US 2006 / 0 032 833 A1 sind Verfahren zum Zerteilen und Ätzen von Halbleitersubstraten bekannt. Die US 2005 / 0 287 846 A1 betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Chips mit integriertem Schaltkreis umfassend einen Ätzschritt eines Metallfilms. Die WO 2011/ 112 823 A2 beschreibt Herstellungsverfahren für Halbleitervorrichtungen umfassend die Entfernung einer Oxidschicht durch Ätzen.

**Zusammenfassung der Erfindung****Technisches Problem**

**[0005]** Ein Schneideverfahren ist vorstellbar, bei dem ein Werkstück, wie beispielsweise ein Halbleitersubstrat, mit dem in der vorstehenden Veröffentlichung beschriebenen Verarbeitungsverfahren geschnitten wird. In diesem Fall ist es vorstellbar, dass das Halbleitersubstrat geschnitten und durch ein expandierbares Band getrennt wird. Wenn das Halbleitersubstrat geschnitten und durch das expandierbare Band geteilt wird, treten Oberflächenrauhigkeiten und Risse in Chips auf, was zu einer Verringerung der mechanischen Festigkeit der Chips führt. Ein weiteres Problem ist, dass, wenn die Festigkeit der Verbindungsfläche zwischen den Chips die Festigkeit der Haftfläche des expandierbaren Bandes

während der Expansion des Halbleitersubstrats durch das expandierbare Band übersteigt, die Chips defekte Formen aufweisen.

**[0006]** Wenn die aus dem Halbleitersubstrat als Werkstück zu formenden Chips klein sind, ist es sinnvoll, einen Trockenätzprozess einzusetzen, der im Vergleich zum Nassätzprozess mittels Mikrofabrikation hergestellt werden kann. Wenn ein herkömmlicher Trockenätzprozess als Ätzverfahren für den umgebildeten Bereich verwendet wird, reagiert das Ätzgas mit einem Basismaterial und einem Haftmittel eines expandierbaren Bandes. Das expandierbare Band unterläuft bei dieser Reaktion eine chemische Veränderung und eine thermische Veränderung und wird dadurch in einer ausdehnenden und zusammenziehenden Weise verformt. Diese Verformung führt zu einer äußeren Spannung des Halbleitersubstrats, was zu einem unbeabsichtigten Schneiden und Teilen des Halbleitersubstrats führt. Darüber hinaus haftet ein Reaktionsnebenprodukt von Ätzgas und expandierbarem Band in einer Vorrichtung, wodurch ein Reinigungsvorgang entsteht. Die Reaktion des Ätzgases und des expandierbaren Bandes kann nur durch eine Absenkung des Ätzgasdrucks und der Verarbeitungstemperatur vermieden werden, was dazu führt, dass eine praktisch anwendbare Ätzrate nicht gewährleistet werden kann.

**[0007]** Die vorliegende Erfindung wurde im Hinblick auf das vorstehende Problem gemacht, und ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Schneideverfahren bereitzustellen, mit dem ein Werkstück entlang einer beabsichtigten Schnittlinie ohne ein expandierbares Band geschnitten werden kann.

**Lösung des Problems**

**[0008]** Es wird ein Schneideverfahren zum Schneiden eines Werkstücks in Form einer Platte entlang einer beabsichtigten Schnittlinie gemäß Anspruch 1 bereitgestellt.

**Vorteilhafte Auswirkungen der Erfindung**

**[0009]** Nach dem Schneideverfahren der vorliegenden Erfindung kann ein Werkstück ohne expandierbares Band entlang einer beabsichtigten Schnittlinie geschnitten werden.

**Kurze Beschreibung der Zeichnungen**

**Fig. 1** ist eine schematische Draufsicht eines Werkstücks in einem Schneideverfahren nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 2** ist eine Schnittansicht entlang der Linie II-II in **Fig. 1**.

**Fig. 3** ist ein schematisches Konfigurationsdiagramm einer Laserbearbeitungsvorrichtung zur Verwendung bei der Bildung von umgebildeten Bereichen im Schneidverfahren gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 4** ist eine schematische Draufsicht auf das Werkstück, in der die umgebildeten Bereiche im Schneideverfahren nach der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gebildet werden sollen.

**Fig. 5** ist eine Schnittansicht entlang der Linie V-V in **Fig. 4**.

**Fig. 6** ist eine schematische Draufsicht auf das Werkstück nach der Laserbearbeitung im Schneideverfahren gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 7** ist eine Schnittansicht entlang der Linie VII-VII in **Fig. 6**.

**Fig. 8** ist eine Schnittansicht entlang der Linie VIII-VIII in **Fig. 6**.

**Fig. 9** ist eine schematische Draufsicht auf das Werkstück, nachdem die umgebildeten Bereiche im Schneideverfahren gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gebildet wurden.

**Fig. 10** ist eine Schnittansicht entlang der Linie X-X in **Fig. 9**.

**Fig. 11** ist ein schematisches Konfigurationsdiagramm einer Ätzvorrichtung zur Verwendung bei der Bildung von Nuten im Schneidverfahren gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 12** ist eine schematische Draufsicht auf das Werkstück, nachdem die Nuten im Schneidverfahren gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gebildet wurden.

**Fig. 13** ist eine Schnittansicht entlang der Linie XIII-XIII in **Fig. 12**.

**Fig. 14** ist eine vergrößerte Schnittansicht eines Bereichs A in **Fig. 10**.

**Fig. 15** ist eine vergrößerte Schnittansicht, die einen ersten Trockenätzprozess veranschaulicht, der in **Fig. 10** im Bereich A durchgeführt wurde.

**Fig. 16** ist eine vergrößerte Schnittansicht, die das Werkstück veranschaulicht, das im Bereich A in **Fig. 10** geschnitten wurde.

**Fig. 17** ist eine schematische Draufsicht auf das Werkstück nach der Teilung.

**Fig. 18** ist eine Schnittansicht entlang der Linie XVIII-XVIII in **Fig. 27**.

**Fig. 19** ist eine schematische Schnittansicht eines TEG-Bildungsbereichs im Werkstück nach der Laserbearbeitung im Schneideverfahren gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 20** ist eine vergrößerte Schnittansicht, die einen Trockenätzprozess, der am TEG-Bildungsbereich in **Fig. 19** durchgeführt wird, veranschaulicht.

#### Detaillierte Beschreibung von Ausführungsformen der Erfindung

**[0010]** Im Folgenden wird ein Schneideverfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Sofern nicht anders beschrieben, werden dieselben Elemente mit denselben Zeichen bezeichnet und ihre Beschreibung wird nicht wiederholt.

**[0011]** Unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** und **2**, wird ein Werkstück 1 für das Schneideverfahren gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorbereitet. Wie in den **Fig. 1** und **2** gezeigt, ist das Werkstück 1 beispielsweise ein Halbleitersubstrat. Das Folgende beschreibt den Fall, in dem das Werkstück 1 ein Halbleitersubstrat ist.

**[0012]** Das Halbleitersubstrat als Werkstück 1 ist so eingerichtet, dass es im Wesentlichen eine Scheibenform aufweist. Das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 weist an seinem Außenumfang eine Orientierungsfläche 2 auf. Das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 ist beispielsweise ein Silizium (Si) -Wafer.

**[0013]** Eine Vielzahl von funktionellen Vorrichtungen (nicht gezeigt) sind auf einer Vorderfläche 3 des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 beabsichtigt. Mit anderen Worten, das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 umfasst einen Substratkörper und die Vielzahl von funktionellen Vorrichtungen, die auf einer Vorderfläche des Substratkörpers angeordnet sind. Die funktionellen Vorrichtungen sind beispielsweise durch Kristallwachstum gebildete Halbleiterbetriebsschichten, Lichtempfangsvorrichtungen wie Photodioden, Lichitemissionsvorrichtungen wie Laserdioden oder als Schaltung gebildete Schaltungselemente. Die mehreren funktionellen Vorrichtungen sind in einer Matrix in Richtungen parallel und senkrecht zur Orientierungsfläche 2 des Halbleitersubstrats beabsichtigt.

**[0014]** Unter Bezug auf die **Fig. 3** bis **10** wird die Bildung eines umgebildeten Bereichs in dem Schneideverfahren gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Zunächst wird eine Laserbearbeitungsvorrichtung 100 zur Verwendung

bei der Bildung des umgebildeten Bereichs beschrieben.

**[0015]** Wie in **Fig. 3** gezeigt, umfasst die Laserbearbeitungsvorrichtung 100: eine Laserquelle 101, um eine Pulssozillation eines Laserstrahls (Bearbeitungslaserstrahl) L zu bewirken; einen dichroitischen Spiegel 103, der eingerichtet ist, die Orientierung einer optischen Achse des Laserstrahls L um 90° zu ändern; und eine Kondensorlinse 105 zum Bündeln des Laserstrahls L. Die Laserbearbeitungsvorrichtung 100 umfasst auch: einen Trägertisch 107 zum Tragen des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1, das mit dem durch die Kondensorlinse 105 gebündelten Laserstrahl L bestrahlt wird; eine Bühne 111 zum Bewegen des Trägertisches 107 in X-, Y- und Z-Richtung; eine Laserquellensteuerung 102 zum Steuern der Laserquelle 101, um die Ausgabe, die Pulsbreite und dergleichen des Laserstrahls L einzustellen; und eine Bühnensteuerung 115 zum Steuern der Bewegung der Bühne 111.

**[0016]** In dieser Laserbearbeitungsvorrichtung 100 wird der von der Laserquelle 101 emittierte Laserstrahl L in der Ausrichtung seiner optischen Achse durch den dichroitischen Spiegel 103 um 90° geändert und durch die Kondensorlinse 105 auf das auf dem Trägertisch 107 angeordnete Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 gebündelt. Zur gleichen Zeit wird die Bühne 111 bewegt, was bewirkt, dass sich das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 relativ zum Laserstrahl L entlang einer beabsichtigten Schnittlinie bewegt. Infolgedessen wird ein umgebildeter Bereich im Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 entlang einer beabsichtigten Schnittlinie 5 gebildet, der als Ausgangspunkt für das Schneiden dient. Dieser umgebildete Bereich wird nachstehend ausführlich beschrieben.

**[0017]** Wie in **Fig. 4** gezeigt, ist das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 in Form einer Platte mit einer beabsichtigten Schnittlinie 5 versehen, entlang der das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 geschnitten werden soll. Die beabsichtigte Schnittlinie 5 ist eine sich linear erstreckende gedachte Linie. Beim Ausbilden des umgebildeten Bereichs innerhalb des Werkstücks 1 wird der Laserstrahl L relativ entlang der beabsichtigten Schnittlinie 5 (nämlich in Richtung eines Pfeils A in **Fig. 4**) bewegt, während ein Kondensationspunkt P innerhalb des Werkstücks (Halbleitersubstrat) positioniert wird, wie in **Fig. 5** gezeigt. Infolgedessen wird, wie in den **Fig. 6** bis **8** gezeigt, ein umgebildeter Bereich 7 innerhalb des Werkstücks (Halbleitersubstrats) 1 entlang der beabsichtigten Schnittlinie 5 gebildet, und der entlang der beabsichtigten Schnittlinie 5 gebildete umgebildete Bereich 7 dient als ein Schneidestartpunktbereich 8.

**[0018]** Es sollte beachtet werden, dass der Kondensationspunkt P ein Punkt ist, an dem der Laserstrahl L gebündelt ist. Die beabsichtigte Schnittlinie 5 kann

gekrümmt statt linear sein, oder eine Linie, die tatsächlich auf der Vorderfläche 3 des Werkstücks 1 gezeichnet ist, anstatt die gedachte Linie zu sein. Der umgebildete Bereich 7 kann durchgezogen oder mit Unterbrechungen gebildet werden. Der umgebildete Bereich 7 sollte nur mindestens innerhalb des Werkstücks 1 gebildet werden. Risse können von dem umgebildeten Bereich 7 ausgehen, und die Risse und der umgebildete Bereich 7 können an einer Außenfläche (Vorderfläche, Rückfläche oder Außenumfangsfläche) des Werkstücks 1 freigelegt sein.

**[0019]** Der umgebildete Bereich 7 bezieht sich auf einen Bereich, dessen Dichte, Brechungsindex, mechanische Festigkeit oder andere physikalische Eigenschaften gegenüber denen eines umgebenden Bereichs verändert wurden. Beispiele sind ein Schmelzverarbeitungsbereich, ein Rissbereich, ein dielektrischer Durchbruchbereich, ein Bereich mit verändertem Brechungsindex und auch ein Bereich der eine Mischung aus diesen Bereichen aufweist.

**[0020]** Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 3** ist das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 auf dem Trägertisch 107 der Laserbearbeitungsvorrichtung 100 befestigt. Dann, mit der Vorderfläche 3 des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 als Laserstrahl-Eintrittsfläche, wird der Laserstrahl L angewendet, während der Kondensationspunkt P innerhalb des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 positioniert ist, und der Kondensationspunkt P durch die Bewegung des Trägertisches 107 entlang der beabsichtigten Schnittlinien 5, die in einem Gittermuster angeordnet sind, um sich durch benachbarte funktionelle Vorrichtungen zu erstrecken, abgetastet wird. Zusätzlich wird der Kondensationspunkt P auf der beabsichtigten Schnittlinie 5 entlang einer Dickenrichtung des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 abgetastet.

**[0021]** Infolgedessen werden, wie in **Fig. 9** gezeigt, umgebildete Bereiche 7 in einem Gittermuster im Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 gebildet. Jeder umgebildete Bereich 7 ist innerhalb des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 von der Vorderflächenseite 3 zu einer Rückflächenseite 4 des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 ausgebildet, wie in **Fig. 10** gezeigt. Mit anderen Worten, der umgebildete Bereich 7 wird in Dickenrichtung des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 gebildet.

**[0022]** Unter Bezugnahme auf die **Fig. 11** bis **16** wird die Bildung einer Nut 9 im Schneideverfahren nach der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Zunächst wird eine Ätzvorrichtung 200 zur Verwendung bei der Bildung der Nut 9 beschrieben.

**[0023]** Wie in **Fig. 11** gezeigt, umfasst die Ätzvorrichtung 200 eine Kammer 201, eine Bühne (Träger-

element) 202, ein Manometer 203, ein Thermometer 204, ein Ventil 205, eine Vakuumpumpe 206, ein Ventil 207, ein Ventil 208, einen Durchflussregler 209, eine erste Gaszufuhrvorrichtung 210, ein Ventil 211, einen Durchflussregler 212 und eine zweite Gaszufuhrvorrichtung 213.

**[0024]** In der Ätzvorrichtung 200 ist die Kammer 201 dazu eingerichtet, das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 aufzunehmen, in dem die umgebildeten Bereiche 7 gebildet wurden. Das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 wird auf der Bühne 202 in der Kammer 201 platziert. Das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 wird unter seinem eigenen Gewicht auf der Bühne 202 befestigt. Die Bühne 202 kann eine Saugvorrichtung 202a umfassen. In diesem Fall wird das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 auf der Bühne 202 befestigt, indem es von der Saugvorrichtung 202a angesaugt wird. Die Saugvorrichtung 202a ist beispielsweise eine elektrostatische Einspannvorrichtung oder eine Vakuumspannvorrichtung. Mit anderen Worten wird das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 zumindest unter seinem eigenen Gewicht oder durch Ansaugen auf der Bühne 202 befestigt. Bühne 202 ist so eingerichtet, dass sie eine einstellbare Temperatur aufweist. Bühne 202 wird erwärmt, wobei das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 darauf platziert ist, wodurch das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 auf eine Temperatur erwärmt wird, die gleich der der Stufe 202 ist.

**[0025]** Die Kammer 201 ist mit dem Manometer 203 zum Messen des Drucks in der Kammer 201 verbunden. Die Bühne 202 ist mit dem Thermometer 204 zum Messen der Temperatur des Werkstücks 1 basierend auf der Temperatur der Bühne 202 verbunden. Das Thermometer 204 ist mit der Bühne 202 verbunden und misst die Temperatur der Bühne 202, um dadurch die Temperatur des Werkstücks (Halbleitersubstrats) 1 zu messen, das auf die gleiche Temperatur wie die Bühne 202 erwärmt wurde. Die Kammer 201 ist durch eine Rohrleitung über Ventil 205 mit der Vakuumpumpe 206 verbunden. Die Vakuumpumpe 206 ist eine Turbomolekularpumpe oder eine mechanische Druckerhöhungspumpe.

**[0026]** Die Kammer 201 ist durch eine Rohrleitung über Ventil 207, Ventil 208 und Durchflussregler 209 mit der ersten Gaszufuhrvorrichtung 210 verbunden. Die erste Gaszufuhrvorrichtung 210 ist dazu eingerichtet, ein erstes Ätzgas zuzuführen. Die Kammer 201 ist durch eine Rohrleitung über Ventil 207, Ventil 211 und Durchflussregler 212 auch mit der zweiten Gaszufuhrvorrichtung 213 verbunden. Die zweite Gaszufuhrvorrichtung 213 ist dazu eingerichtet, ein Ätzgas zuzuführen. Das Ätzgas, das von der zweiten Gaszufuhrvorrichtung zugeführt wird, kann mit dem Ätzgas, das von der ersten Gaszufuhrvorrichtung zugeführt wird, identisch sein oder sich davon unter-

scheiden. Ventil 205, Ventil 207, Ventil 208 und Ventil 211 sind beispielsweise jeweils elektronische Regelventile. Durchflussregler 209, 212 sind beispielsweise jeweils Massendurchflussmesser.

**[0027]** Während in der **Fig. 11**, die Ätzvorrichtung 200 zusätzlich zur ersten Gaszufuhrvorrichtung 210 die zweite Gaszufuhrvorrichtung 213 umfasst, kann die Ätzvorrichtung 200 nur die erste Gaszufuhrvorrichtung 210 umfassen. Mit anderen Worten, die Ätzvorrichtung 200 kann nur eine Gaszufuhrvorrichtung umfassen. Alternativ kann die Ätzvorrichtung 200 drei oder mehr Gaszufuhrvorrichtungen umfassen.

**[0028]** Wie in den **Fig. 12** und **13** gezeigt, wird in der Ätzvorrichtung 200 ein Trockenätzprozess von der Vorderfläche 3 zur Rückfläche 4 des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 durchgeführt. Der Trockenätzprozess ist ein anisotroper Trockenätzprozess mit einem Mischgas aus Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>), Octafluorcyclobutan (C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>) und Sauerstoff (O<sub>2</sub>). Die Vorderfläche 3 des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 wird dabei geätzt. Hier weist im Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 der umgebildete Bereich 7, der beispielsweise aus polykristallinem Silizium besteht, eine höhere Ätzrate auf als ein nicht umgebildeter Bereich, der beispielsweise aus monokristallinem Silizium besteht, und deshalb wird in der Vorderfläche 3 des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 entlang der beabsichtigten Schnittlinie 5 die Nut 9 gebildet. Der Trockenätzprozess kann beispielsweise mit einem Photoresist durchgeführt werden, der auf den funktionellen Vorrichtungen gebildet wird. Dieser Photoresist wird nach Abschluss des Trockenätzprozesses entfernt.

**[0029]** Der Trockenätzprozess wird von der Vorderfläche 3 zur Rückfläche 4 des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 durchgeführt, während das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 zumindest unter seinem Eigengewicht oder durch Ansaugen auf Bühne 202 befestigt wird, um die Nut 9 von der Vorderfläche 3 aus zu bilden, so dass sie die Rückfläche 4 des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 erreicht.

**[0030]** Im Weiteren wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 14** bis **16** die Bildung der Nut 9 ausführlich beschrieben. Die **Fig. 14** bis **16** entsprechen einem Bereich A, der in den **Fig. 10** und **13** von einer Strich-Punkt-Strich Linie eingeschlossen ist.

**[0031]** Wie in **Fig. 14** gezeigt, wird nach der Bildung des umgebildeten Bereichs 7 im Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 entlang der in **Fig. 4** gezeigten beabsichtigten Schnittlinie 5 geschnitten. In anderen Worten, wie in **Fig. 15** gezeigt, wird ein Trockenätzprozess auf dem Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 von der Vorderfläche 3 zur Rückfläche 4 des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 durchgeführt. Die Vorderfläche 3 des

Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 wird durch den Trockenätzprozess geätzt. Weiterhin wird die Nut 9 teilweise in den umgebildeten Bereich 7 hinein von der Vorderfläche 3 zur Rückfläche 4 des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 gebildet.

**[0032]** Wie in **Fig. 16** gezeigt, wird der Trockenätzprozess weiter durchgeführt, um die Vorderfläche 3 des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 zu ätzen. Weiterhin wird die Nut 9 von der Vorderfläche 3 aus gebildet, so dass sie die Rückfläche 4 des Werkstücks 1 erreicht. Auf diese Weise wird das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 entlang des umgebildeten Bereichs 7 geschnitten. Im Zustand der in den **Fig. 12** und **13** gezeigt wird, ist der Abstand zwischen den Chips, die aus dem geschnittenen Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 gebildet wurden, im Wesentlichen Null.

**[0033]** Als nächstes wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 17** und **18**, das geschnittene Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 in Chips unterteilt. Mit anderen Worten wird der Abstand zwischen den Chips vergrößert. In dem in den **Fig. 17** und **18** gezeigten Zustand, wird der Abstand zwischen den Chips auf mindestens einem vorgeschriebenen Abstand gehalten. Der Abstand zwischen den Chips sollte nur ein Abstand sein, der für den nächsten Schritt geeignet ist. Nach dem Schneiden kann das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 auf ein expandierbares Band übertragen werden, das dann expandiert werden kann, um das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 zu teilen

**[0034]** Als nächstes werden Ätzgase für den Einsatz bei den Trockenätzprozessen im Schneideverfahren gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausführlich beschrieben.

**[0035]** Für jeden des ersten Trockenätzprozesses und des zweiten Trockenätzprozesses wird ein Ätzgas auf Halogenbasis verwendet. Für jeden des ersten bis n-ten Trockenätzprozesses wird ein Ätzgas auf Halogenbasis verwendet. Das Ätzgas auf Halogenbasis ist ein plasmaloses Chlortrifluoridgas (CIF3)

**[0036]** Als nächstes werden Funktion und Wirkung des Schneidverfahrens gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Nach dem Schneideverfahren in der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nach der Bildung des umgebildeten Bereichs 7 im Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 entlang der beabsichtigten Schnittlinie 5 geschnitten. Der Trockenätzprozess wird von der Vorderfläche 3 zur Rückfläche 4 des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 durchgeführt, während das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 zumindest unter seinem Eigengewicht oder durch Ansaugen auf Bühne 202 befestigt wird, um die Nut 9 von der Vorderfläche 3 aus zu bilden, so dass sie die Rückfläche 4 des Werkstücks (Halblei-

tersubstrat) 1 zu erreicht. Dadurch wird das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 entlang der beabsichtigten Schnittlinie 5 geschnitten.

**[0037]** Deshalb wird nicht ein expandierbares Band zum Schneiden und Trennen des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 verwendet. So kann das Auftreten von Oberflächenrauhigkeiten und Rissen in Chips durch das expandierbare Band, welche zu einer Verringerung der mechanischen Festigkeit der Chips führen, verhindert werden. Da die Festigkeit der Verbindungsfläche zwischen den Chips die Festigkeit der Haftfläche des expandierbaren Bandes nicht übersteigt, kann zudem das Auftreten von Fehlformen der Chips durch das expandierbare Band verhindert werden. Darüber hinaus kann eine Reaktion des Ätzgases und eines Basismaterials und eines Haftmittels des expandierbaren Bandes verhindert werden, die dazu führt, dass das expandierbare Band eine chemische Veränderung und eine thermische Veränderung unterläuft und dadurch in einer ausdehnenden und zusammenziehenden Weise verformt wird. Dementsprechend kann das Aufbringen einer äußeren Spannung auf das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 durch diese Verformung, die zu einem unbeabsichtigten Schneiden und Teilen des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 führt, verhindert werden. Da zudem ein Reaktionsnebenprodukt von Ätzgas und expandierbarem Band nicht in einer Vorrhichtung haftet, kann die Entstehung eines Reinigungsvorgangs verhindert werden. Da das Ätzgas nicht mit dem expandierbaren Band reagiert, ist es nicht notwendig, den Druck des Ätzgases und die Verarbeitungstemperatur zu senken. Dadurch kann eine praktisch anwendbare Ätzrate gewährleistet werden.

**[0038]** Wird das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 nach dem Schneiden zur Teilung auf das expandierbare Band übertragen, verlängert sich die Bearbeitungszeit durch den Übertragungsschritt. Die Anzahl der aktiven Arten, die mit dem reformierten Bereich 7 reagieren, steigt jedoch durch Erhöhung des Drucks des Ätzgases, wodurch die Ätzrate verbessert werden kann. Dadurch kann die Zeit für das Ätzen deutlich verkürzt werden, wodurch die gesamte Bearbeitungszeit verkürzt werden kann.

**[0039]** Gemäß dem Schneideverfahren in der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird für den Trockenätzprozess ein Ätzgas auf Halogenbasis verwendet.

**[0040]** Gemäß dem Schneideverfahren in der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wird als das Ätzgas auf Halogenbasis ein plasmaloses Chlortrifluoridgas (CIF3) verwendet.

**[0041]** Als nächstes werden verschiedene Varianten des Schneideverfahrens entsprechend der Ausfüh-

rungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Eine erste Variante des Schneideverfahrens gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird zunächst beschrieben. Als erste Variante, die sich auf die **Fig. 19** und **20** bezieht, kann eine TEG (Test Element Group) 10 auf der beabsichtigten Schnittlinie des Werkstücks (Halbleitersubstrat) 1 gebildet werden. In diesem Fall kann mindestens eines von Wolfram (W), Titan (Ti), Titannitrid (TiN) und Molybdän (Mo) als Material für die TEG 10 verwendet werden. Mit anderen Worten, in diesem Fall umfasst das Werkstück (Halbleitersubstrat) 1 den Substratkörper, die funktionellen Vorrichtungen (nicht dargestellt) und die TEG 10.

**[0042]** Daher umfasst das Material für Werkstück 1 mindestens eines aus Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titannitrid (TiN) und Molybdän (Mo). In diesem Fall wird, in dem Schritt des Schneidens des Werkstücks 1, der Trockenätzprozess unter Verwendung eines plasmalosen Chlortrifluorid-(ClF3)-Gases als Ätzgas auf Halogenbasis bei einem Druck von nicht weniger als 10 Pa und nicht mehr als 90 kPa (abs) und bei einer Temperatur von nicht weniger als dem Siedepunkt jedes Fluorids im Material und weniger als 200°C durchgeführt.

**[0043]** Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 11** ist dieser Druck der Druck in der Kammer 201. Diese Temperatur ist die Temperatur des Werkstücks 1.

**[0044]** Der Druck wird auf nicht weniger als 10 Pa eingestellt, da die Ätzrate aufgrund einer Abnahme der Ätzreaktionsrate abnimmt, wenn der Druck unter 10 Pa liegt. Der Druck wird auf nicht weniger als 10 Pa eingestellt, auch weil es Zeit braucht, den Druck mit der Vakuumpumpe 206 auf weniger als 10 Pa einzustellen. Der Druck wird auf nicht weniger als 10 Pa eingestellt, auch weil die Menge eines möglichen Reaktionsnebenprodukts, das aus der Nut 9 abgeführt wird, wenn der Druck auf weniger als 10 Pa eingestellt wird, im Wesentlichen unverändert gegenüber der Menge bleibt, wenn der Druck auf 10 Pa eingestellt wird. Der Druck wird auf nicht weniger als 10 Pa eingestellt, auch weil eine mechanische Druckerhöhungspumpe, nicht eine Turbomolekularpumpe, verwendet werden kann, um den Druck auf 10 Pa einzustellen. Der Druck wird auf nicht mehr als 90 kPa eingestellt, da es schwierig ist, den Druck in einer Vakuumvorrichtung auf mehr als 90 kPa einzustellen. Mit dem plasmalosen Chlortrifluorid (ClF3)-Gas kann das Ätzen über einen Druckbereich von nicht weniger als 10 Pa und nicht mehr als 90 kPa (abs) durchgeführt werden. Aus diesem Grund wird der Druckbereich auf nicht weniger als 10 Pa und nicht mehr als 90 kPa (abs) eingestellt. Das Chlortrifluorid (ClF3)-Gas kann Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titannitrid (TiN) und Molybdän (Mo) ätzen. Aus diesem Grund werden Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titannitrid (TiN) und Molybdän (Mo) als Material für das Werkstück verwendet.

Die Temperatur wird auf nicht weniger als den Siedepunkt jedes Fluorids im Material für Werkstück 1 eingestellt, da die Ätzrate in jedem Material durch diese Einstellung gewährleistet werden kann. Die Temperatur wird auf weniger als 200°C eingestellt, da eine maximale Temperatur beim Abtrennen („Dicing“) der auf Werkstück 1 gebildeten Vorrichtungen 200°C beträgt.

**[0045]** In der ersten Variante des Schneidverfahrens gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst das Material für das Werkstück 1 mindestens eines von Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titannitrid (TiN) und Molybdän (Mo). In diesem Fall wird in dem Schritt des Schneidens des Werkstücks der Trockenätzprozess unter Verwendung eines plasmalosen Chlortrifluorid- (ClF3-) Gases als Ätzgas auf Halogenbasis bei einem Druck von nicht weniger als 10 Pa und nicht mehr als 90 kPa (abs) und bei einer Temperatur von nicht weniger als dem Siedepunkt jedes Fluorids im Material und weniger als 200°C durchgeführt. Infolgedessen kann das Werkstück 1, das mindestens eines von Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titannitrid (TiN) und Molybdän (Mo) umfasst, geätzt werden.

**[0046]** Als nächstes wird eine zweite Variante des Schneidverfahrens gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Als die zweite Variante kann ein Isolierfilm auf der beabsichtigten Schnittlinie des Werkstücks gebildet werden. In diesem Fall kann mindestens eines von Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), Siliziumoxynitrid (SiON) und Siliziumnitrid (SiNx) als Material für den Isolierfilm verwendet werden. Es ist anzumerken, dass SiNx im Zusammensetzungsvorhältnis (x) um Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> variieren kann, wobei ein Verhältnis der Anzahl der Atome (Zusammensetzung), die eine SiN-Verbindung bilden, gemäß der chemischen Formel vorliegt. Der Wert von x darf beispielsweise nicht kleiner als 1,0 und nicht größer als 1,5 sein. In diesem Fall umfasst das Werkstück (Halbleitersubstrat) den Substratkörper, die funktionellen Vorrichtungen und den Isolierfilm.

**[0047]** Daher kann das Material für das Werkstück mindestens eines von Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), Siliziumoxynitrid (SiON) und Siliziumnitrid (SiNx) umfassen. In diesem Fall können in dem Schritt des Schneidens des Werkstücks der erste Trockenätzprozess und der zweite Trockenätzprozess mit wasserfreiem Fluorwasserstoff (HF) durchgeführt werden, der dem Ätzgas auf Halogenbasis hinzugefügt wird. Das Ätzgas, das wasserfreien Fluorwasserstoff (HF) umfasst, und der dem Ätzgas auf Halogenbasis hinzugefügt wird, kann Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), Siliziumoxynitrid (SiON) und Siliziumnitrid (SiNx) ätzen. Aus diesem Grund umfasst das Ätzgas wasserfreien

Fluorwasserstoff (HF), der dem Ätzgas auf Halogenbasis hinzugefügt wird.

**[0048]** In der zweiten Variante des Schneidverfahrens gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Material für das Werkstück mindestens eines von Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), Siliziumoxynitrid (SiON) und Siliziumnitrid (SiN<sub>x</sub>) umfassen. In diesem Fall können in dem Schritt des Schneidens des Werkstücks der Trockenätzprozess mit wasserfreiem Fluorwasserstoff (HF) durchgeführt werden, der dem Ätzgas auf Halogenbasis hinzugefügt wird. Infolgedessen kann das Werkstück 1, das mindestens eines von Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), Siliziumoxynitrid (SiON) und Siliziumnitrid (SiN<sub>x</sub>) umfasst, geätzt werden.

**[0049]** In der Vielzahl von plasmalosen Trockenätzprozessen in der ersten Variante und der zweiten Variante des Schneidverfahrens gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Volumendichte von Gasmolekülen innerhalb eines Bereichs von nicht weniger als 10 mal und nicht mehr als 10000 mal im Vergleich zur Volumendichte während eines Druckminderungsprozesses, der jedem Trockenätzprozess unmittelbar vorausgeht, variiert werden.

**[0050]** Als nächstes wird eine dritte Variante des Schneideverfahrens gemäß einem Beispiel beschrieben. Als dritte Variante können eine TEG und ein Isolierfilm auf der beabsichtigten Schnittlinie des Werkstücks gebildet werden. In diesem Fall kann mindestens eines von Wolfram (W), Titan (Ti), Titanitrid (TiN) und Molybdän (Mo) als Material für die TEG verwendet werden, und mindestens eines von Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), Siliziumoxynitrid (SiON) und Siliziumnitrid (SiN<sub>x</sub>) kann als Material für den Isolierfilm verwendet werden.

**[0051]** Daher kann das Material für das Werkstück mindestens eines aus Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titanitrid (TiN), Molybdän (Mo), Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), Siliziumoxynitrid (SiON) und Siliziumnitrid (SiN<sub>x</sub>) umfassen. In diesem Fall können in dem Schritt des Schneidens des Werkstücks der Trockenätzprozess mit mindestens einem von Kohlenstofftetrafluorid (CF<sub>4</sub>), Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>), Methantrifluorid (CHF<sub>3</sub>), Fluorwasserstoff (HF) und Sauerstoff (O<sub>2</sub>) in einem Plasmazustand als Ätzgas bei einem Druck von nicht weniger als 10 Pa und nicht mehr als 0,8 kPa (abs) und bei einer Temperatur von weniger als 200°C durchgeführt werden. Dieser Druck ist der Druck in der Kammer. Diese Temperatur ist die Temperatur des Werkstücks.

**[0052]** Kohlenstofftetrafluorid (CF<sub>4</sub>), Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>), Methantrifluorid (CHF<sub>3</sub>), Fluorwasserstoff (HF) und Sauerstoff (O<sub>2</sub>) im Plasmazustand können Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titan-

nitrid (TiN), Molybdän (Mo), Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), Siliziumoxynitrid (SiON) und Siliziumnitrid (SiN<sub>x</sub>) ätzen. Aus diesem Grund werden Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titanitrid (TiN), Molybdän (Mo), Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), Siliziumoxynitrid (SiON) und Siliziumnitrid (SiN<sub>x</sub>) als Material für das Werkstück verwendet. Der Druck wird auf nicht mehr als 0,8 kPa (abs) eingestellt, da die maximale Leistung im Remote-Plasma einen Druck von 0,8 kPa aufweist.

**[0053]** In der dritten Variante des Schneidverfahrens kann das Material für das Werkstück mindestens eines aus Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titanitrid (TiN), Molybdän (Mo), Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), Siliziumoxynitrid (SiON) und Siliziumnitrid (SiN<sub>x</sub>) umfassen. In diesem Fall können in dem Schritt des Schneidens des Werkstücks der Trockenätzprozess mit mindestens einem von Kohlenstofftetrafluorid (CF<sub>4</sub>), Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>), Methantrifluorid (CHF<sub>3</sub>), Fluorwasserstoff (HF) und Sauerstoff (O<sub>2</sub>) in einem Plasmazustand als Ätzgas bei einem Druck von nicht weniger als 10 Pa und nicht mehr als 0,8 kPa (abs) und bei einer Temperatur von weniger als 200°C durchgeführt werden. Dadurch kann das Werkstück, das mindestens eines aus Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titanitrid (TiN), Molybdän (Mo), Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), Siliziumoxynitrid (SiON) und Siliziumnitrid (SiN<sub>x</sub>) umfasst, geätzt werden.

**[0054]** Als nächstes wird eine vierte Variante des Schneideverfahrens gemäß einem weiteren Beispiel beschrieben. Als vierte Variante können ein Aluminiumfilm und eine TEG auf der beabsichtigten Schnittlinie des Werkstücks gebildet werden. In diesem Fall kann Aluminium (Al) als Material für den Aluminiumfilm verwendet werden, und mindestens eines von Wolfram (W), Titan (Ti), Titanitrid (TiN) und Molybdän (Mo) kann als Material für die TEG verwendet werden.

**[0055]** Daher kann das Material für das Werkstück mindestens eines aus Aluminium (Al), Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titanitrid (TiN) und Molybdän (Mo) umfassen. In diesem Fall kann in dem Schritt des Schneidens des Werkstücks der Trockenätzprozess mit mindestens einem von Chlor (Cl<sub>2</sub>), Bromwasserstoff (HBr), Chlorwasserstoff (HCl) und Bortrichlorid (BCl<sub>3</sub>) in einem Plasmazustand als Ätzgas bei einem Druck von nicht weniger als 10 Pa und nicht mehr als 0,8 kPa (abs) und einer Temperatur von weniger als 200°C durchgeführt werden. Dieser Druck ist der Druck in der Kammer. Diese Temperatur ist die Temperatur des Werkstücks.

**[0056]** Chlor (Cl<sub>2</sub>), Bromwasserstoff (HBr), Chlorwasserstoff (HCl) und Bortrichlorid (BCl<sub>3</sub>) im Plasmazustand können Aluminium (Al), Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titanitrid (TiN) und Molybdän (Mo) ätzen. Aus diesem Grund werden Alumi-

nium (Al), Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titanitrid (TiN) und Molybdän (Mo) als Material für das Werkstück verwendet.

**[0057]** In der vierten Variante des Schneidverfahrens umfasst das Material für das Werkstück mindestens eines aus Aluminium (Al), Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titanitrid (TiN) und Molybdän (Mo). Im Schritt des Schneidens des Werkstücks kann der Trockenätzprozess mit mindestens einem von Chlor (Cl<sub>2</sub>), Bromwasserstoff (HBr), Chlorwasserstoff (HCl) und Bortrichlorid (BCl<sub>3</sub>) im Plasmazustand als Ätzgas bei einem Druck von nicht weniger als 10 Pa und nicht mehr als 0,8 kPa (abs) und bei einer Temperatur von weniger als 200°C durchgeführt werden. Dadurch kann das Werkstück, das mindestens eines aus Aluminium (Al), Silizium (Si), Wolfram (W), Titan (Ti), Titanitrid (TiN) und Molybdän (Mo) umfasst, geätzt werden.

**[0058]** Bei der Vielzahl von Trockenätzprozessen in der Plasmaabführung in der dritten Variation und der vierten Variation des Schneidverfahrens kann der Druck in einem Bereich von nicht weniger als 10% und nicht mehr als 100% gegenüber dem Druckminderungsprozess, der jedem Trockenätzprozess unmittelbar vorausgeht, variiert werden.

**[0059]** Im Falle einer nachgeschalteten Plasmabehandlung, bei der ein Gasabführungsraum und ein substratinstallierter („substrate-installed“) Raum durch ein Abführungsdruckregelventil abgetrennt sind, kann der Druck im substratinstallierten Raum in einem Bereich von mindestens 1/10 und höchstens 1/10000 des Drucks im Gasabführungsraum variiert werden, während der Abführungsdruck konstant gehalten wird.

**[0060]** Es ist zu verstehen, dass die hierin offenbarsten Ausführungsformen in jeder Hinsicht illustrativ und nicht einschränkend sind. Der Umfang der vorliegenden Erfindung wird durch die Begriff der Ansprüche definiert, nicht durch die vorstehende Beschreibung, und soll alle Änderungen im Sinne und Umfang einschließen, die äquivalent zu dem Begriff der Ansprüche sind.

#### Erläuterung der Referenzzeichen

**[0061]** 1 Werkstück; 3 Vorderfläche; 4 Rückfläche; 5 beabsichtigte Schnittlinie; 7 umgebildeter Bereich; 9 Nut; 100 Laserbearbeitungsvorrichtung; 200 Ätzvorrichtung; 201 Kammer; 202 Bühne; 203 Manometer; 204 Thermometer; 205, 207, 208, 211 Ventil; 206 Vakuumpumpe; 209, 212 Durchflussregler; 210 erste Gaszufuhrvorrichtung; 213 zweite Gaszufuhrvorrichtung.

#### Patentansprüche

1. Schneideverfahren zum Schneiden eines Werkstücks (1) in Form einer Platte entlang einer beabsichtigten Schnittlinie (5), wobei das Schneideverfahren umfasst:  
 Bilden eines umgebildeten Bereichs (7) im Werkstück (1) entlang der beabsichtigten Schnittlinie (5) durch Anwenden eines Laserstrahls (L), während ein Kondensationspunkt (P) im Werkstück (1) positioniert wird; und  
 nach dem Bilden des umgebildeten Bereichs (7) im Werkstück (1), Schneiden des Werkstücks (1) entlang der beabsichtigten Schnittlinie (5), wobei beim Schneiden des Werkstücks (1), ein Trockenätzprozess von einer Vorderfläche (3) in Richtung einer Rückfläche (4) des Werkstücks (1) durchgeführt wird, während das Werkstück (1) zumindest unter seinem Eigengewicht oder durch Ansaugen auf einem Trägerelement (202) befestigt ist, um eine Nut (9) von der Vorderfläche (3) zu bilden, um die Rückfläche (4) des Werkstücks (1) zu erreichen, wobei beim Schneiden ein Ätzgas auf Halogenbasis für den Trockenätzprozess verwendet wird, wobei ein Material für das Werkstück (1) mindestens eines aus Silizium, Wolfram, Titan, Titanitrid und Molybdän umfasst, und  
 wobei beim Schneiden des Werkstücks (1) der Trockenätzprozess unter Verwendung eines plasmalosen Chlortrifluoridgases als Ätzgas auf Halogenbasis bei einem Druck von nicht weniger als 10 Pa und nicht mehr als 90 kPa (abs) und bei einer Temperatur von nicht weniger als einem Siedepunkt jedes Fluorids im Material und weniger als 200°C durchgeführt wird.

2. Schneideverfahren nach Anspruch 1, wobei das Material für das Werkstück (1) mindestens eines von Siliziumdioxid, Siliziumoxynitrid und Siliziumnitrid umfasst, und  
 beim Schneiden des Werkstücks (1) der Trockenätzprozess mit wasserfreiem Fluorwasserstoff durchgeführt wird, der dem halogenbasierten Ätzgas hinzugefügt wird.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

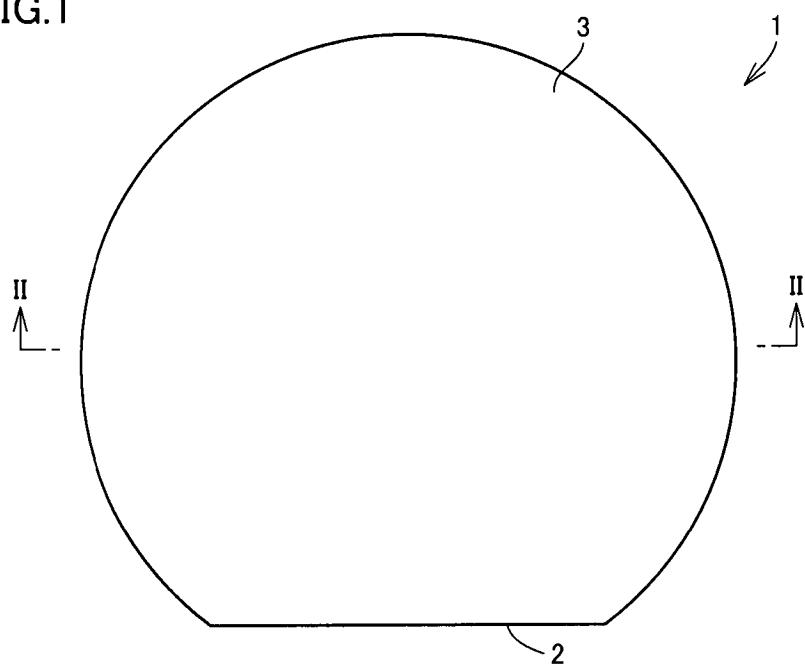


FIG.2



FIG.3

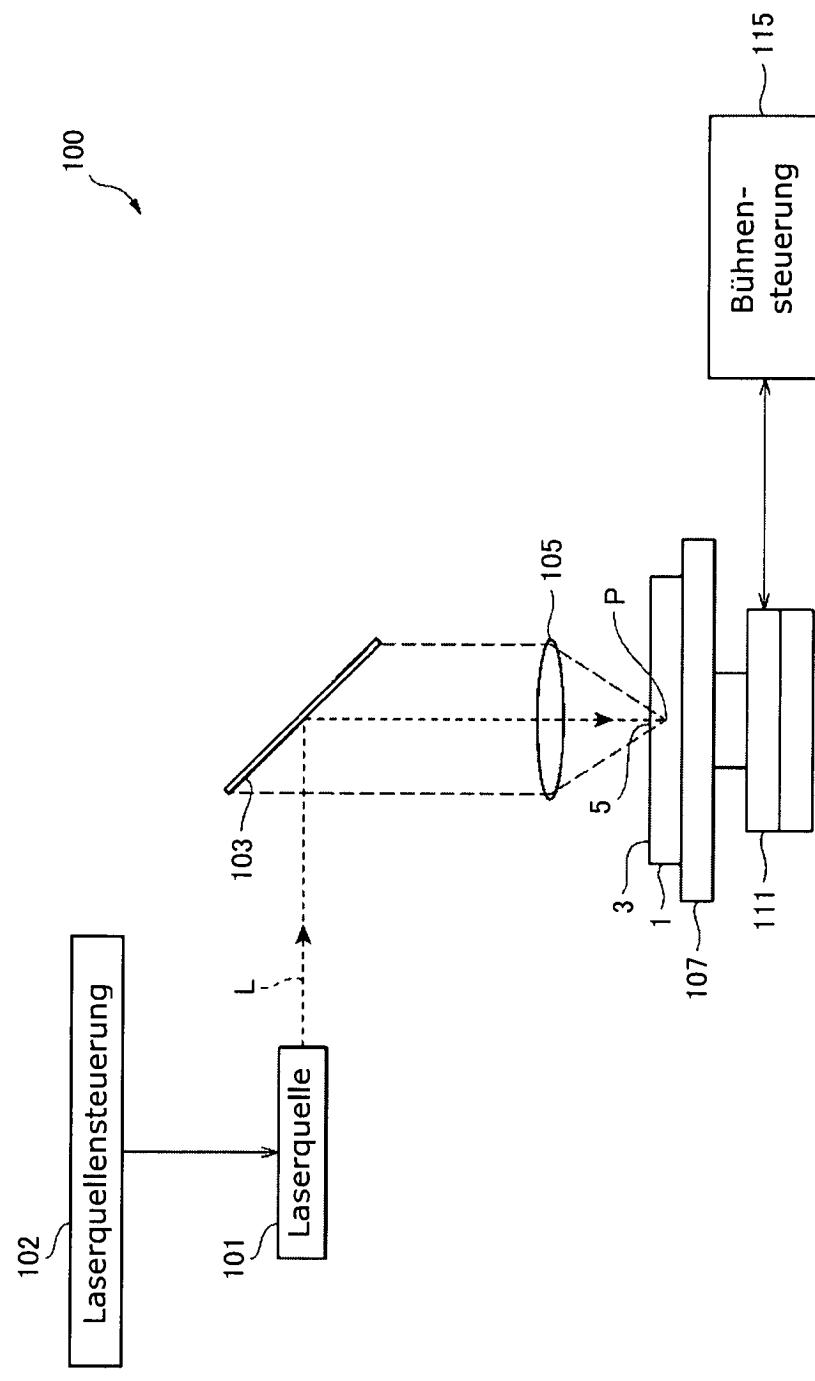


FIG.4

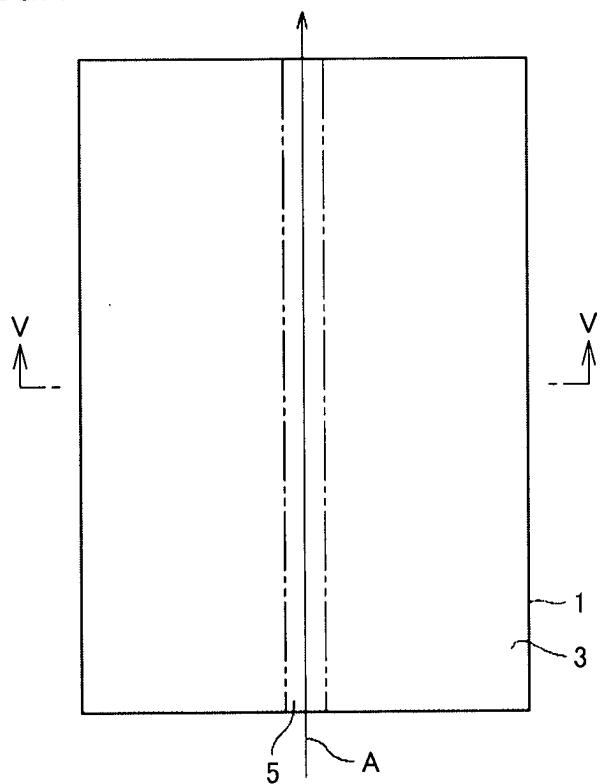


FIG.5

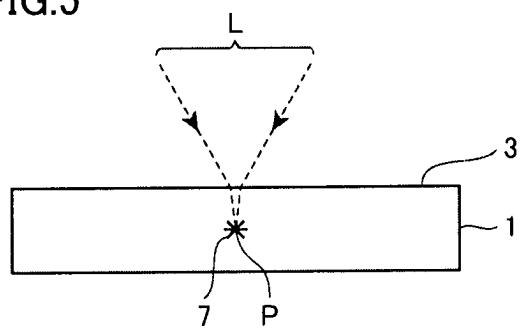


FIG.6

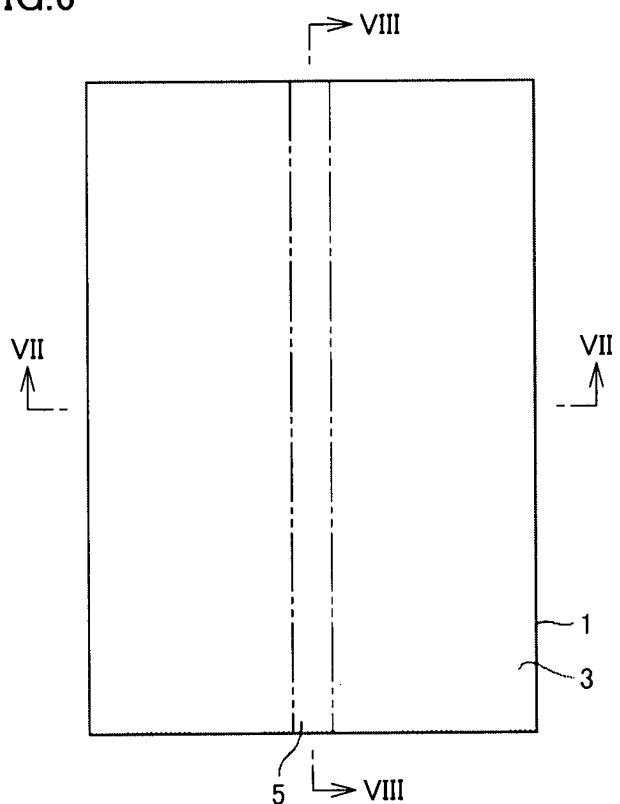


FIG.7

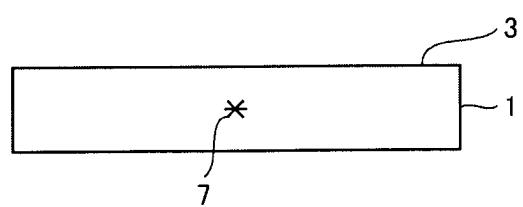


FIG.8

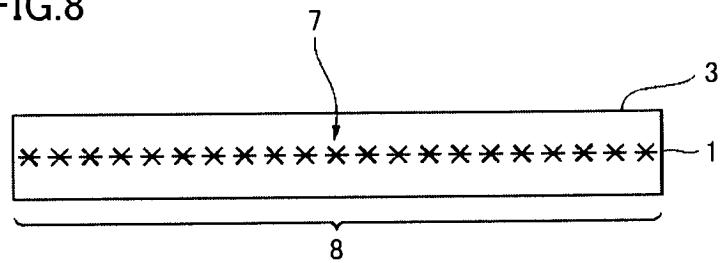


FIG.9

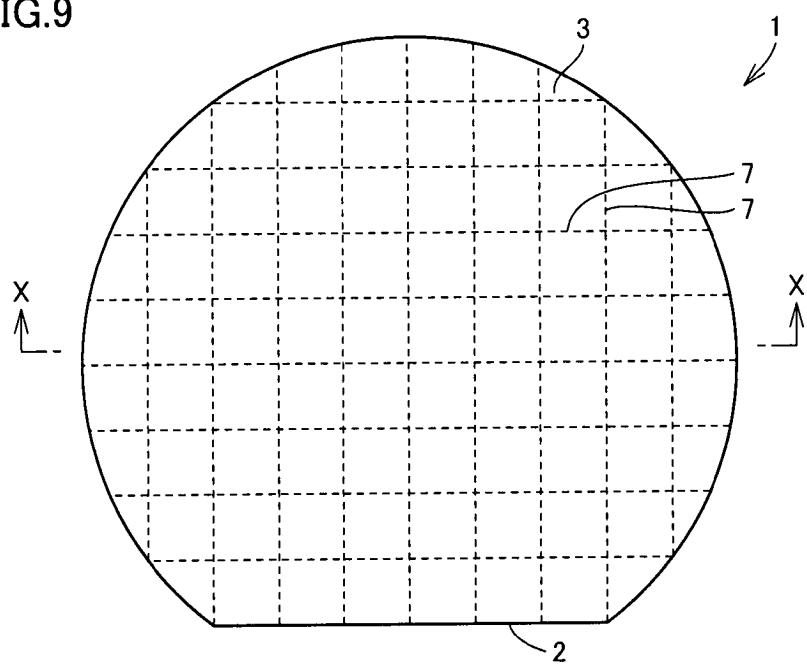


FIG.10

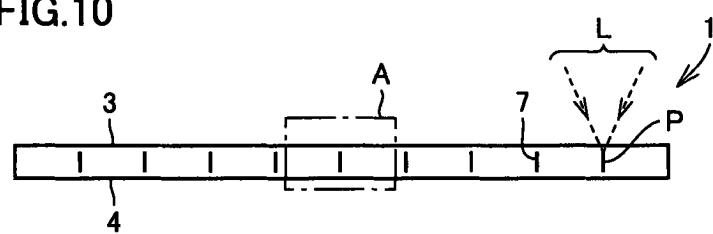


FIG.11

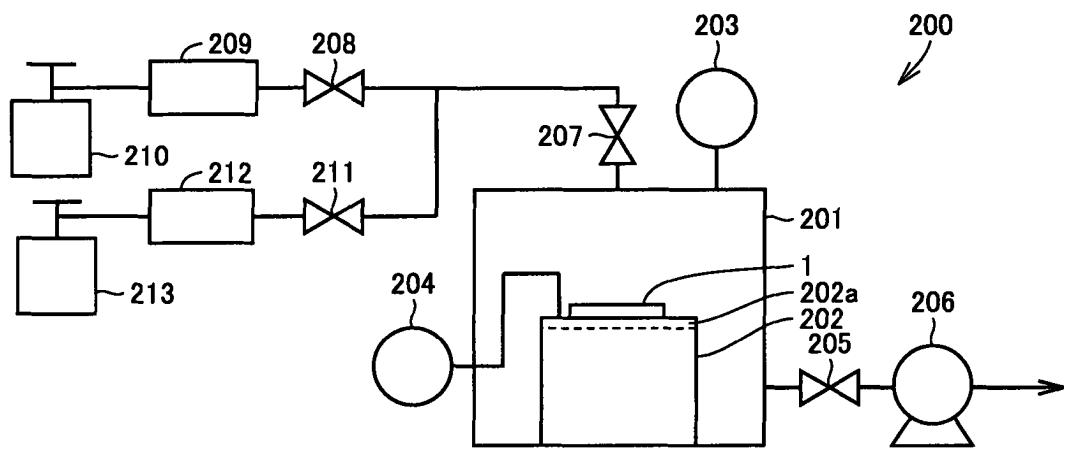


FIG.12

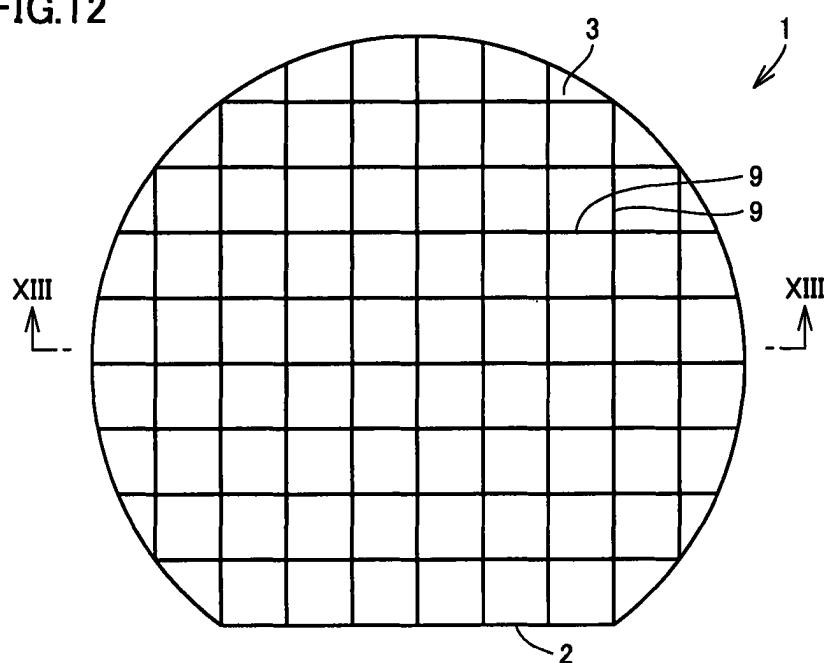


FIG.13

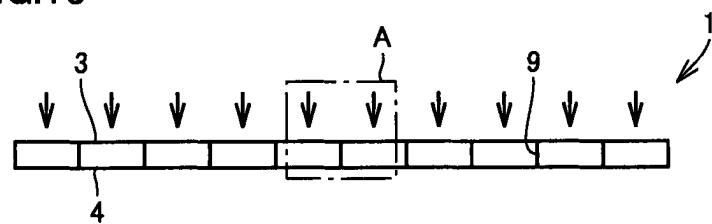


FIG.14

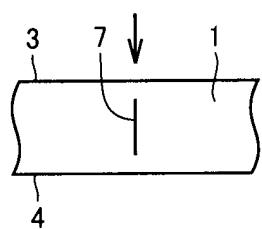


FIG.15

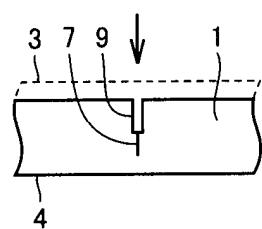


FIG.16

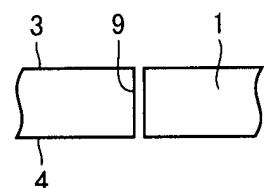


FIG.17

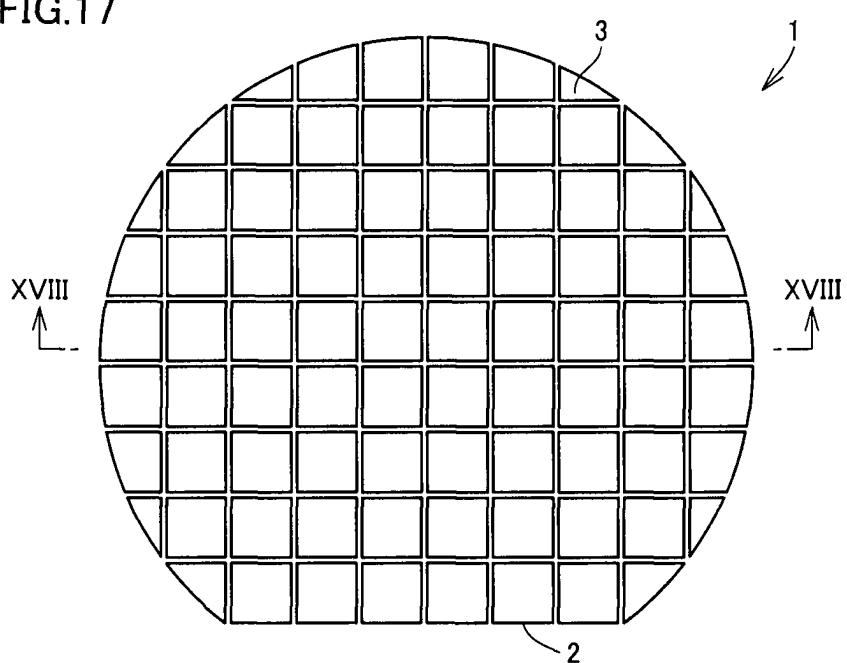


FIG.18

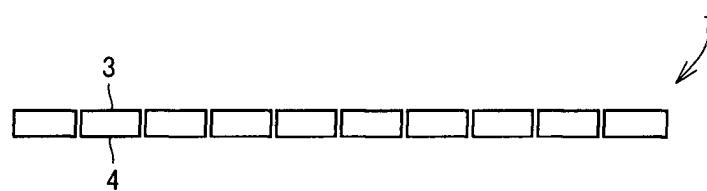


FIG.19

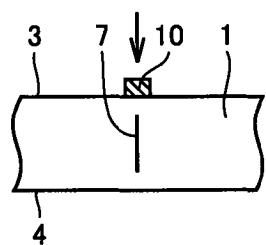


FIG.20

