(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2009 001 747 T5** 2011.09.29

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2010/010657**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2009 001 747.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2009/002910**
(86) PCT-Anmeldetag: **25.06.2009**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **28.01.2010**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **29.09.2011**

(51) Int Cl.: ***B24B 27/06*** (2006.01)
B28D 5/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2008-191855 **25.07.2008** **JP**

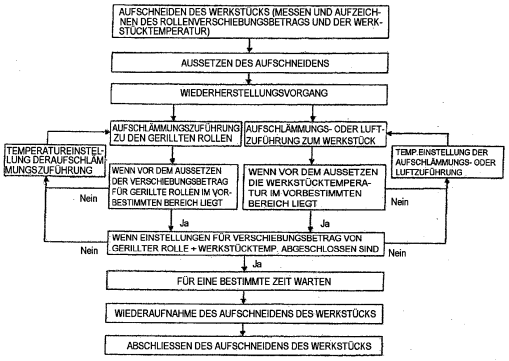
(71) Anmelder:
Shin-Etsu Handotai Co., Ltd., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und Rechtsanwälte, 81541, München, DE

(72) Erfinder:
Kitagawa, Koji, Nishishirakawa-gun, Fukushima, JP

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge und Drahtsäge**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge, umfassend die folgenden Schritte: Aufschneiden des Werkstücks, während ein Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und eine Temperatur des Werkstücks während des Aufschneidens des Werkstücks gemessen und aufgezeichnet werden; Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks; Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und der Temperatur des Werkstücks durch Zuführen von temperatureinstellenden Medien, die separat temperaturgesteuert werden, zu den gerillten Rollen und dem Werkstück, so dass diese gleich dem Verschiebungsbetrag und der Temperatur sind, die jeweils beim Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks aufgezeichnet werden, und zwar nach dem Aussetzen und vor der Wiederaufnahme des Aufschneidens des Werkstücks; und anschließend Wiederaufnahme des Aufschneidens. Als Ergebnis werden ein Verfahren zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge sowie die Drahtsäge zur Verfügung gestellt, mit denen eine Verschlechterung der Nanotopographie jedes aufgeschnittenen Wafers nach der Verarbeitung verhindert werden kann und das Aufschneiden zum Fertigstellen wieder aufgenommen werden kann, ohne dass Qualitätsprobleme in Bezug auf einen hergestellten Wafer erzeugt werden, selbst wenn das Aufschneiden des Werkstücks auf halbem Weg aufgrund eines Drahtbruchs und dergleichen während des Aufschneidens des Werkstücks, wie beispielsweise eines Halbleiterblocks, mit einer Drahtsäge ausgesetzt wird.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Drahtsäge zum Aufschneiden eines Werkstücks, wie beispielsweise eines Halbleiterblocks, durch Vorschieben desselben unter Zuführung einer Aufschlämmung zu einem Draht und insbesondere ein Verfahren zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge im Falle eines Drahtbruchs sowie die Drahtsäge.

STAND DER TECHNIK

[0002] Herkömmlicherweise ist eine Drahtsäge als Vorrichtung zum Aufschneiden eines Werkstücks, wie beispielsweise eines Halbleiterblocks, zu Wafern bekannt. Bei der Drahtsäge ist ein Draht zum Aufschneiden mehrere Male um mehrere gerillte Rollen gelegt, so dass sich eine Drahtreihe bildet, und während der Draht zum Aufschneiden axial mit hoher Geschwindigkeit angetrieben und eine Aufschlämmung in geeigneter Weise zugeführt wird, wird das Werkstück der Drahtreihe zugeführt, wobei so in es eingeschnitten wird, dass das Werkstück an einer Drahtposition aufgeschnitten wird.

[0003] Dabei wird ein Stabdraht mit einer hohen Abriebfestigkeit, einer hohen Zugfestigkeit und einer hohen Härte, wie beispielsweise ein Klavierdraht, als Draht für die Drahtsäge verwendet, und eine Harzwalze mit der vorbestimmten Härte wird für die gerillten Rollen verwendet, um eine Beschädigung des Drahts zu verhindern. Trotzdem gibt es Fälle, bei denen ein Aufschneiden zu Wafern nicht fortgeführt werden kann, da der Draht während des Aufschneidens des Werkstücks aufgrund eines Verschleißes oder einer Ermüdung des Drahts im Laufe der Zeit bricht.

[0004] In diesem Fall wird herkömmlicherweise nach dem Entnahmevorgang zum Entnehmen des Werkstücks, in das der Draht einschneidet, ein Ziehvorgang durchgeführt, bei dem die brechenden Teile des Drahts in geeigneter Weise von einer der gerillten Rollen nach außen herausgezogen werden, indem der Draht per Hand oder durch den manuellen Betrieb einer Antriebseinrichtung für die gerillten Rollen gezogen wird, um die gebrochenen Teile miteinander zu verbinden, und danach wird wieder am Draht so gezogen, dass das Verbindungsstück des Drahts an einer Stelle zu liegen kommt, die nicht direkt am Aufschneiden des Werkstücks beteiligt ist, oder es wird ein Austauschvorgang durchgeführt, bei dem der Draht gegen einen neuen ausgetauscht wird, wenn er nicht mehr zu gebrauchen ist.

[0005] Nach einem solchen Reparaturvorgang des Drahts wird ein Wiederherstellungsvorgang durchgeführt, um jeden Drahtverlauf mit jedem entsprechenden Einschnittteil des Werkstücks in Eingriff zu bringen, und das Aufschneiden des Werkstücks wird durch die Wiederaufnahme des Aufschneidens des Werkstücks abgeschlossen. Auf diese Weise wird der oben beschriebene Wiederherstellungsvorgang durchgeführt.

[0006] Abgesehen von dem Fall, in dem die Zeit, die zwischen dem Beginn des Wiederherstellens des Drahts und der Wiederaufnahme des Aufschneidens des Werkstücks liegt, äußerst kurz ist, zum Beispiel wenn der Drahtbruch an einer Stelle auftritt, an der der Draht nicht in die gerillten Rollen eingepasst ist, d. h. das Verfahren für den Draht nur aus dem Verbinden des Drahts besteht, werden allerdings in dem Fall, in dem der Reparaturvorgang des Drahts eine lange Zeit (1 Stunde oder mehr) erfordert, die gerillten Rollen, die aufgrund der durch die Reibung erzeugten Wärme an den Lagerteilen der gerillten Rollen oder des Drahts wärmeexpandiert sind, gekühlt und ziehen sich zusammen, und die Steigung der Drahtreihe wird im Vergleich zu dem Zustand, der während des Aufschneidens besteht, schmaler. Es tritt daher das Problem auf, dass bei der Wiederaufnahme des Aufschneidens des Werkstücks unter dieser Voraussetzung nicht korrigierbare Stufen auf einer aufgeschnittenen Fläche jedes aufgeschnittenen Wafers erzeugt werden.

[0007] Im Hinblick auf das oben beschriebene Problem werden ein Arbeitsneustartverfahren und eine Vorrichtung offenbart, bei der Kanäle zum Einführen eines Wärmeaustauschmediums zumindest in die Lagerteile der gerillten Rollen ausgebildet sind, das Drehen der gerillten Rollen und das Zuführen einer Aufschlämmung unterbrochen werden, wenn ein Drahtbruch auftritt, das Wärmeaustauschmedium in die Kanäle für das Wärmeaustauschmedium eingeführt wird, um die Wärmekontraktion zu regulieren, und danach der Wiederherstellungsvorgang für den Draht durchgeführt wird (siehe Patentliteratur 1).

[0008] Gemäß dem obigen Verfahren und der obigen Vorrichtung wird davon ausgegangen, dass die Stufen in den Wafern, die durch eine Änderung der Drahtsteigung als Ergebnis einer Kontraktion der gerillten Rollen hervorgerufen werden, nach dem Aussetzen des Aufschneidens auf innerhalb ein Viertel reduziert werden können, obwohl der Reparaturvorgang für den Draht lange dauert.

ENTGEGENHALTUNGSLISTE

[0009] Patentliteratur 1: japanische ungeprüfte Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. H10-202497

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0010] Da allerdings der Qualitätsanspruch für Halbleiterwafer mit der Miniaturisierung der Halbleiterbau-

teile in den letzten Jahren gestiegen ist und das Verfahren zum Prüfen eines Wafers hochempfindlich geworden ist, ist es möglich geworden, feine Stufen, die durch eine Stufenmessung direkt nach dem Aufschneiden mit der Drahtsäge nicht festgestellt werden können, mittels einer Nanotopographiemessung nach der Verarbeitung des Wafers festzustellen.

[0011] Die oben angegebenen feinen Stufen können durch das oben beschriebene herkömmliche Verfahren nicht vollständig vermieden werden. Eine weitere Qualitätsverbesserung ist daher erforderlich.

[0012] Die vorliegende Erfindung wurde im Hinblick auf die oben erläuterten Probleme erzielt, und ihre Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge sowie die Drahtsäge zur Verfügung zu stellen, mit denen eine Verschlechterung der Nanotopographie eines jeden Wafers nach der Verarbeitung vermieden werden kann und die Wiederaufnahme zum Fertigstellen des Aufschneidens durchgeführt werden kann, ohne dass bei einem produzierten Wafer Qualitätsprobleme auftreten, selbst wenn das Aufschneiden des Werkstücks auf halbem Weg aufgrund eines Drahtbruchs und dergleichen während des Aufschneidens des Werkstücks, wie beispielsweise eines Halbleiterblocks, mit der Drahtsäge ausgesetzt wird.

[0013] Um diese Aufgabe zu erzielen, stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge zur Verfügung, umfassend das Aussetzen des Aufschneidens eines Werkstücks auf halbem Weg und das Wiederaufnehmen des Aufschneidens, wobei in dem Betrieb ein Draht, der zwischen mehrere gerillte Rollen gelegt ist, sich axial in einer hin- und hergehenden Richtung bewegen gelassen wird; eine Aufschlämmung zum Aufschneiden dem Draht zugeführt wird; und das Werkstück gegen den Draht gedrückt wird, der sich in einer hin- und hergehenden Richtung bewegt und das Werkstück, in das hineingeschnitten wird, vorgeschoben bekommt, indem das Werkstück relativ gesehen nach unten gedrückt wird, so dass das Werkstück zu Wafern geschnitten wird, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Aufschneiden des Werkstücks, während der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und die Temperatur des Werkstücks während des Aufschneidens des Werkstücks gemessen und aufgezeichnet werden; Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks; Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und der Temperatur des Werkstücks durch Zuführen von temperatureinstellenden Medien, die separat temperaturgesteuert werden, zu den gerillten Rollen und dem Werkstück, so dass diese gleich dem Verschiebungsbetrag und der Temperatur sind, die jeweils beim Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks aufgezeichnet werden, und zwar nach dem Aussetzen und vor der Wiederaufnahme des Aufschneidens des Werkstücks; und danach Wiederaufnahme des Aufschneidens.

[0014] Wenn daher das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Aufschneiden des Werkstücks, während ein Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und die Temperatur des Werkstücks während des Aufschneidens des Werkstücks gemessen und aufgezeichnet werden; Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks; Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und der Temperatur des Werkstücks durch Zuführen von temperatureinstellenden Medien, die separat temperaturgesteuert werden, zu den gerillten Rollen und dem Werkstück, so dass diese gleich dem Verschiebungsbetrag und der Temperatur sind, die jeweils beim Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks aufgezeichnet werden, und zwar nach dem Aussetzen und vor der Wiederaufnahme des Aufschneidens des Werkstücks; und danach Wiederaufnahme des Aufschneidens, werden die Wärmeexpansionsbedingungen der gerillten Rollen und des Werkstücks in der Zeit vor dem Aussetzen des Aufschneidens bis nach dessen Wiederaufnahme nicht unterbrochen, und das Aufschneiden des Werkstücks kann abgeschlossen werden, wobei die Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und eine Verschlechterung der Nanotopographie verhindert werden.

[0015] In diesem Fall wird die Aufschlämmung, die beim Aufschneiden des Werkstücks verwendet wird, vorzugsweise als die temperatureinstellenden Medien verwendet, die den gerillten Rollen und dem Werkstück zugeführt werden.

[0016] Wenn daher die Aufschlämmung, die beim Aufschneiden des Werkstücks verwendet wird, als die temperatureinstellenden Medien verwendet wird, die den gerillten Rollen und dem Werkstück zugeführt werden, kann eine Durchführung leicht erfolgen, kann das Aufschneiden des Werkstücks nach dem Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und der Temperatur des Werkstücks schnell wieder aufgenommen werden und können die Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und die Verschlechterung der Nanotopographie wirksamer verhindert werden.

[0017] In diesem Fall wird die Aufschlämmung, die beim Aufschneiden des Werkstücks verwendet wird, vorzugsweise als temperatureinstellendes Medium verwendet, das den gerillten Rollen zugeführt wird, und ein Gas wird vorzugsweise als das temperatureinstellende Medium verwendet, das dem Werkstück zugeführt wird.

[0018] Wenn daher die Aufschlämmung, die beim Aufschneiden des Werkstücks verwendet wird, als das temperatureinstellende Medium verwendet wird, das den gerillten Rollen zugeführt wird, und ein Gas als das temperatureinstellende Medium verwendet wird, das dem Werkstück zugeführt wird, können die Temperaturen mit einer einfacheren und zweckmäßigeren Vorrichtung eingestellt werden, ohne dass ein neuer Aufschlämmungszuführkreis für das Werkstück vorgesehen wird. Außerdem kann auch das Aufschneiden des Werkstücks nach dem Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und der Temperatur des Werkstücks schnell wieder aufgenommen werden und können die Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und die Verschlechterung der Nanotopographie wirksamer verhindert werden.

[0019] Weiterhin stellt die vorliegende Erfindung eine Drahtsäge zur Verfügung, bei der ein Draht, der zwischen mehrere gerillte Rollen gelegt ist, sich axial in einer hin- und hergehenden Richtung bewegen gelassen wird; eine Aufschlämmung zum Aufschneiden dem Draht zugeführt wird; und ein Werkstück gegen den Draht gedrückt wird, der sich in einer hin- und hergehenden Richtung bewegt und das Werkstück, in das geschnitten wird, zugeführt bekommt, indem das Werkstück relativ gesehen nach unten geschoben wird, so dass das Werkstück zu Wafern geschnitten wird, wobei die Drahtsäge umfasst: eine Vorrichtung zum Messen und Aufzeichnen eines Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen während des Aufschneidens des Werkstücks; eine Vorrichtung zum Messen und Aufzeichnen einer Temperatur des Werkstücks während des Aufschneidens; und eine Vorrichtung zum Zuführen von temperatureinstellenden Medien, die separat temperaturgesteuert werden, zu den gerillten Rollen und dem Werkstück, wobei das Werkstück aufgeschnitten wird, während der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und die Temperatur des Werkstücks durch die Aufzeichnungsvorrichtung zum Aufzeichnen des Verschiebungsbetrags und die Aufzeichnungsvorrichtung zum Aufzeichnen der Temperatur gemessen und aufgezeichnet werden; der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und die Temperatur des Werkstücks eingestellt werden, indem die Medien den gerillten Rollen und dem Werkstück durch die Zuführvorrichtung zum Zuführen der temperatureinstellenden Medien zugeführt werden, so dass diese gleich dem Verschiebungsbetrag und der Temperatur sind, die jeweils beim Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks aufgezeichnet werden, und zwar nachdem Aufschneiden des Werkstücks ausgesetzt und bevor das Aufschneiden wieder aufgenommen wird; und danach das Aufschneiden wieder aufgenommen wird.

[0020] Wenn dabei das Werkstück aufgeschnitten wird, während der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und die Temperatur des Werkstücks durch die Aufzeichnungsvorrichtung zum Aufzeichnen des Verschiebungsbetrags und die Aufzeichnungsvorrichtung zum Aufzeichnen der Temperatur gemessen und aufgezeichnet werden; der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und die Temperatur des Werkstücks eingestellt werden, indem die Medien den gerillten Rollen und dem Werkstück durch die Zuführvorrichtung zum Zuführen der temperatureinstellenden Medien zugeführt werden, so dass diese gleich dem Verschiebungsbetrag und der Temperatur sind, die jeweils beim Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks aufgezeichnet werden, und zwar nach dem Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks und vor der Wiederaufnahme des Aufschneidens; und danach das Aufschneiden wieder aufgenommen wird, kann mit der Drahtsäge verhindert werden, dass die Wärmeausdehnungsbedingungen der gerillten Rollen und des Werkstücks in der Zeit vor dem Aussetzen des Aufschneidens bis nach dessen Wiederaufnahme unterbrochen werden, und das Aufschneiden des Werkstücks abgeschlossen kann, wobei die Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und die Verschlechterung der Nanotopographie verhindert werden.

[0021] In diesem Fall handelt es sich bei den temperatureinstellenden Medien, die den gerillten Rollen und dem Werkstück zugeführt werden, vorzugsweise um die Aufschlämmung, die beim Aufschneiden des Werkstücks verwendet wird.

[0022] Wenn es sich daher bei den temperatureinstellenden Medien, die den gerillten Rollen und dem Werkstück zugeführt werden, um die Aufschlämmung handelt, die beim Aufschneiden des Werkstücks verwendet wird, kann die Drahtsäge ohne Weiteres konfiguriert werden, schnell das Aufschneiden des Werkstücks nach dem Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und der Temperatur des Werkstücks wiederaufnehmen und wirksamer die Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und die Verschlechterung der Nanotopographie verhindern.

[0023] In diesem Fall ist es bevorzugt, dass das temperatureinstellende Medium, das den gerillten Rollen zugeführt wird, die Aufschlämmung ist, die beim Aufschneiden des Werkstücks verwendet wird, und dass das temperatureinstellende Medium, das dem Werkstück zugeführt wird, ein Gas ist.

[0024] Wenn daher das temperatureinstellende Medium, das den gerillten Rollen zugeführt wird, die Aufschlämmung ist, die beim Aufschneiden des Werk-

stücks verwendet wird, und das temperatureinstellende Medium, das dem Werkstück zugeführt wird, ein Gas ist, wird für die Drahtsäge das Hinzufügen eines neuen Aufschlämmungszuführkreises für das Werkstück nicht benötigt, so dass sie einfacher und zweckmäßiger ausgebildet werden kann. Darüber hinaus kann die Drahtsäge schnell das Aufschneiden des Werkstücks wieder aufnehmen, nachdem der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und die Temperatur des Werkstücks eingestellt wurden, und die Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und eine Verschlechterung der Nanotopographie wirksamer verhindern.

[0025] Bei der Drahtsäge gemäß der vorliegenden Erfindung wird das Werkstück aufgeschnitten, während der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und die Temperatur des Werkstücks mittels der Vorrichtung zum Aufzeichnen des Verschiebungsbetrags und der Vorrichtung zum Aufzeichnen der Temperatur gemessen und aufgezeichnet werden; werden der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und die Temperatur des Werkstücks eingestellt, indem die temperatureinstellenden Medien den gerillten Rollen und dem Werkstück durch die Zuführvorrichtung zum Zuführen von temperatureinstellenden Medien zugeführt werden, so dass diese gleich dem Verschiebungsbetrag und der Temperatur sind, die jeweils beim Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks aufgezeichnet werden, und zwar nach dem Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks auf halbem Weg und vor der Wiederaufnahme des Aufschneidens; und wird danach das Aufschneiden wieder aufgenommen. Die Wärmeausdehnungsbedingungen der gerillten Rollen und des Werkstücks werden daher in der Zeit vor dem Aussetzen des Aufschneidens bis nach dessen Wiederaufnahme nicht unterbrochen, und die Drahtsäge kann das Aufschneiden des Werkstücks abschließen, wobei die Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und die Verschlechterung der Nanotopographie vermieden werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER AUFZEICHNUNGEN

[0026] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel für die Drahtsäge gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0027] Fig. 2 ist eine schematische Ansicht, die ein anderes Beispiel für die Drahtsäge gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0028] Fig. 3 ist ein Fließdiagramm des Verfahrens zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0029] Fig. 4 ist eine Ansicht, die die Ergebnisse des Beispiels 1, des Beispiels 2, des Vergleichsbeispiels 1 und des Vergleichsbeispiels 2 zeigt, und

[0030] Fig. 5 ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel für eine herkömmliche Drahtsäge zeigt (Vergleichsbeispiel 1).

BESTES VERFAHREN ZUR DURCHFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0031] Nachfolgend wird eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert, wobei die vorliegende Erfindung aber nicht darauf beschränkt ist.

[0032] Herkömmlicherweise führt beim Aufschneiden eines Werkstücks, wie beispielsweise eines Halbleiterwafers, mit einer Drahtsäge der Fall, in dem das Aufschneiden des Werkstücks auf halbem Weg ausgesetzt wird, zum Beispiel aufgrund des Brechens des Drahts, und der Fall, in dem das Aufschneiden nach dem Wiederherstellungsvorgang, der eine lange Zeit (1 Stunde oder mehr) beansprucht, zur Wiederaufnahme des Aufschneidens wieder aufgenommen wird, zum Kühlen und Zusammenziehen des Werkstücks und der gerillten Rollen, die aufgrund der Wärme, die durch Reibung an den Lagerteilen der gerillten Rollen oder dem Draht erzeugt wird, wärmeausgedehnt sind, so dass die Steigung der Drahtreihe im Vergleich zu dem Zustand während des Aufschneidens schmaler wird. Dies führt zu dem Problem, dass bei der Wiederaufnahme des Aufschneidens des Werkstücks unter dieser Voraussetzung nicht korrigierbare Stufen auf der aufgeschnittenen Fläche jedes aufgeschnittenen Wafers erzeugt werden.

[0033] Die oben beschriebenen Stufen können durch ein herkömmliches Verfahren bis zu einem bestimmten Grad reduziert werden, aber die Erzeugung von feinen Stufen, die mittels einer Nanotopographiemessung nach dem Verarbeiten des Wafers festgestellt werden, können nicht vollständig vermieden werden. Daher ist eine weitere Qualitätsverbesserung des aufgeschnittenen Wafers erforderlich.

[0034] Im Hinblick darauf hat der vorliegende Erfinder wiederholt intensiv Studien durchgeführt, um die oben beschriebenen Probleme zu lösen. Als Ergebnis hat der vorliegende Erfinder festgestellt, dass die Zustände an die vor dem Drahtbruch angenähert werden können, indem der Verschiebungsbetrag von jeder der gerillten Rollen dem vor dem Aussetzen des Aufschneidens angeglichen wird und darüber hinaus indem eine Wärmeausdehnungsbedingung eines Blocks der vor dem Aussetzen angeglichen wird, und dass die Nanotopographie jedes aufgeschnittenen Wafers infolgedessen verbessert werden kann und dadurch die vorliegende Erfindung abgeschlossen ist.

[0035] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel der Drahtsäge gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0036] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, umfasst die Drahtsäge **1** gemäß der vorliegenden Erfindung hauptsächlich den Draht **2** zum Aufschneiden des Werkstücks W, die gerillten Rollen **3**, um die der Draht **2** gelegt ist, einen Drahtspannmechanismus **4** zum Spannen des Drahts **2**, einen Werkstückzuführmechanismus **5** zum Zuführen des relativ gesehen nach unten aufzuschneidenden Werkstücks W, einen Aufschlämmungsbehälter **10** zum Zuführen einer Aufschlämmung zum Draht **2** während des Aufschneidens, Aufschlämmungskühleinrichtungen **11**, Düsen **12** und dergleichen.

[0037] Der Draht **2** wird von einer Drahtspule **7** abgewickelt und erreicht die gerillten Rollen **3** über den Drahtspannmechanismus **4**, der aus einer Pulverkupplung (einem Motor **9** mit konstantem Drehmoment) besteht, eine Tänzerrolle (ein Eigengewicht) (nicht gezeigt) und dergleichen durch eine Verfahreinrichtung **8**. Der Draht **2** wird mit ungefähr 300 bis 400 Windungen um diese gerillten Rollen **3** gewickelt, um die Drahtreihe zu bilden, und wird dann über den anderen Drahtspannmechanismus **4'** von der Drahtspule **7'** aufgenommen.

[0038] Die Drahtspannmechanismus **4** kann dem Draht **2** während des Aufschneidens des Werkstücks eine geeignete Spannung verleihen.

[0039] Das Werkstück W wird an einer Andrückplatte angebracht und über die Andrückplatte und eine Werkstückplatte, die die Andrückplatte hält, mit dem Werkstückzuführmechanismus **5** gehalten. Der Werkstückzuführmechanismus **5** ermöglicht durch eine Computersteuerung das Zuführen des gehaltenen Werkstücks W mit einer zuvor programmierten Zuführgeschwindigkeit.

[0040] Darüber hinaus ist die Drahtsäge mit der Aufzeichnungsvorrichtung **15** für die Werkstücktemperatur ausgestattet, die die Temperatur des Werkstücks W während des Aufschneidens misst und aufzeichnet. Diese Aufzeichnungsvorrichtung **15** besitzt ein Thermometer **13** zum Messen der Temperatur des Werkstücks W während des Aufschneidens. Hier kann zum Beispiel ein Strahlungsthermometer als Thermometer **13** verwendet werden. Wenn die Temperatur des Werkstücks W wie oben beschrieben mittels des Strahlungsthermometers gemessen wird, kann sie vorteilhafterweise mit hoher Genauigkeit berührungslos gemessen werden.

[0041] Das Werkstück W wird dem sich unterhalb befindlichen Draht **2** mittels des Werkstückzuführmechanismus **5** während des Aufschneidens des Werkstücks W relativ gesehen zugeführt. Der Werkstückzuführmechanismus **5** drückt das Werkstück W gegen den Draht **2** und schiebt das Werkstück, in das geschnitten wird, vor, indem das Werkstück W relativ gesehen nach unten gedrückt wird, bis der Draht **2** die Andrückplatte erreicht. Dann wird das aufgeschnittene Werkstück W von der Drahtreihe abgenommen, indem die Vorschubrichtung des Werkstücks W umgekehrt wird, nachdem das Aufschneiden des Werkstücks W abgeschlossen ist.

[0042] Bei jeder der gerillten Rollen **3** handelt es sich um eine Walze, bei der ein Polyurethanharz in den Umfang eines Stahlzylinders gedrückt wird und Rillen mit einer festen Steigung an deren Oberfläche ausgebildet werden. Der gewickelte Draht **2** kann in einer hin- und hergehenden Richtung von einem Antriebsmotor (nicht gezeigt) angetrieben werden.

[0043] Darüber hinaus ist, wie in Fig. 1 gezeigt, die Drahtsäge **1** mit der Aufzeichnungsvorrichtung **16** für einen Verschiebungsbetrag ausgestattet, die den Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** misst und aufzeichnet. Diese Aufzeichnungsvorrichtung **16** besitzt einen Verschiebungssensor **14** zum Messen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3**. Hier kann zum Beispiel ein Wirbelstromverschiebungssensor als Verschiebungssensor **14** verwendet werden. Wenn der Verschiebungsbetrag von jeder der gerillten Rollen **3** wie oben beschrieben mittels des Wirbelstromverschiebungssensors gemessen wird, kann er vorteilhafterweise mit hoher Genauigkeit berührungslos gemessen werden.

[0044] Die Aufzeichnungsvorrichtung **15** für die Werkstücktemperatur und die Aufzeichnungsvorrichtung **16** für den Verschiebungsbetrag von jeder der gerillten Rollen werden mit einer Steuereinheit **17** verbunden. Die Steuereinheit **17** kann die Temperatur und den Verschiebungsbetrag lesen, die in einer vorbestimmten Zeit mittels der Aufzeichnungsvorrichtungen **15** und **16** aufgezeichnet werden.

[0045] Düsen **12** sind oberhalb des Drahts **2** angeordnet, der um die gerillten Rollen **3** gewickelt ist und sich axial in einer hin- und hergehenden Richtung während des Aufschneidens bewegt, so dass die Aufschlämmung zum Aufschneiden dem Draht **2** während des Aufschneidens des Werkstücks W zugeführt werden kann. Die Düsen **12** sind über die Aufschlämmungskühleinrichtungen **11** mit dem Aufschlämmungsbehälter **10** verbunden. Die zuzuführende Aufschlämmung kann von den Düsen **12** den gerillten Rollen **3** (dem Draht **2**) nach der Steuerung der Zuführtemperatur durch die Aufschlämmungskühleinrichtungen **11** zugeführt werden.

[0046] Hierbei ist die Art der Aufschlämmung, die während des Aufschneidens verwendet wird, nicht besonders beschränkt, es kann eine herkömmliche

Aufschlämmung verwendet werden. Zum Beispiel kann eine Aufschlämmung verwendet werden, die aus in einer Flüssigkeit dispergierten GC(Siliziumkarbid)-Schleifkörnern besteht.

[0047] Außerdem wird, wie in Fig. 1 gezeigt ist, die Drahtsäge **1** mit der Vorrichtung 6 zum Zuführen von temperatureinstellenden Medien, die separat temperaturgesteuert werden, zu den gerillten Rollen **3** und dem Werkstück W ausgestattet.

[0048] Bei der Drahtsäge **1** können der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und die Temperatur des Werkstücks W durch Zuführen der temperaturgesteuerten Medien zu den gerillten Rollen **3** und dem Werkstück W durch die Zuführvorrichtung **6** für diese zuführenden temperatureinstellenden Medien eingestellt werden.

[0049] Die Zuführvorrichtung **6** ist mit der Steuereinheit **17** verbunden. Mit der Steuereinheit **17** können der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und die Temperatur des Werkstücks W so gesteuert werden, dass sie gleich dem Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und der Temperatur des Werkstücks W sind, die mittels der Aufzeichnungsvorrichtung **15** und **16** aufgezeichnet werden, bzw. dem aufgezeichneten Verschiebungsbetrag und der Temperatur, die von der Steuereinheit **17** gelesen werden. Zum Beispiel können der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und die Temperatur des Werkstücks W eingestellt werden, indem die Aufschlämmung, die mittels der Steuerung der Aufschlämmungskühleinrichtungen **11** und **11'** temperaturgesteuert wird, den gerillten Rollen **3** und dem Werkstück W über die Düsen **12** und **12'** zugeführt wird.

[0050] Bei der Drahtsäge gemäß der vorliegenden Erfindung wird das Werkstück W aufgeschnitten, während der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und die Temperatur des Werkstücks W in regelmäßigen Abständen durch die Aufzeichnungsvorrichtungen **15** und **16** gemessen und aufgezeichnet werden, werden der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und die Temperatur des Werkstücks W eingestellt, indem die Medien zu den gerillten Rollen **3** und dem Werkstück W durch die Zuführvorrichtung **6** zum Zuführen der temperatureinstellenden Medien zugeführt werden, so dass diese gleich dem Verschiebungsbetrag und der Temperatur sind, die jeweils beim Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks W aufgezeichnet werden, und zwar nach dem Aufschneiden des Werkstücks W auf halbem Weg und vor der Wiederaufnahme des Aufschneidens, und wird danach das Aufschneiden wieder aufgenommen.

[0051] Die obige Drahtsäge kann verhindern, dass Wärmeausdehnungsbedingungen der gerillten Rollen **3** und des Werkstücks W in der Zeit vor dem Aussetzen des Aufschneidens bis nach dessen Wiederaufnahme unterbrochen werden, und mit ihr kann das Aufschneiden des Werkstücks so abgeschlossen werden, dass das Entstehen von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und die Verschlechterung der Nanotopographie verhindert werden.

[0052] Wenn daher der Verschiebungsbetrag von jeder der gerillten Rollen **3** und die Temperatur des Werkstücks W so eingestellt werden, dass sie gleich dem Verschiebungsbetrag und der Temperatur sind, die jeweils beim Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks W aufgezeichnet werden, ist es bevorzugt, dass der Unterschied zwischen dem eingestellten Verschiebungsbetrag und dem aufgezeichneten Verschiebungsbetrag beim Aussetzen innerhalb von ±1 μm liegt und dass der Unterschied zwischen der eingestellten Temperatur und der aufgezeichneten Temperatur beim Aussetzen innerhalb von ±1°C liegt. Wenn sie in einem vorbestimmten Bereich liegen, wie oben beschrieben, werden mit der vorliegenden Erfindung ausreichende Ergebnisse, d. h. das Verhindern der Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und der Verschlechterung der Nanotopographie, erzielt.

[0053] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, sind in diesem Fall die temperatureinstellenden Medien, die den gerillten Rollen **3** und dem Werkstück W zugeführt werden, vorzugsweise die Aufschlämmung, die zum Aufschneiden des Werkstücks W verwendet wird.

[0054] Wenn, wie oben beschrieben, die temperatureinstellenden Medien, die den gerillten Rollen **3** und dem Werkstück W zugeführt werden, die Aufschlämmung sind, die zum Aufschneiden des Werkstücks W verwendet wird, kann der Aufbau der Drahtsäge einfach und zweckmäßig sein, da ein anderes temperatureinstellendes Medium nicht hergestellt zu werden braucht, und kann mit der Drahtsäge das Aufschneiden des Werkstücks W ohne Unterbrechung der Aufschlämmungszufuhr nach dem Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und der Temperatur des Werkstücks W schnell wieder aufgenommen werden und können das Erzeugen von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und eine Verschlechterung der Nanotopographie wirksamer verhindert werden.

[0055] Wie in Fig. 2 gezeigt, ist es wahlweise möglich, dass das temperatureinstellende Medium, das den gerillten Rollen **3** zugeführt wird, die Aufschlämmung ist, die zum Aufschneiden des Werkstücks W verwendet wird, und dass die Drahtsäge mit einer Vorrichtung zum Zuführen von temperatureinstellen-

der Luft **18** zum Zuführen von temperaturgesteuerter Luft zum Werkstück W ausgestattet wird und das temperatureinstellende Medium, das dem Werkstück W zugeführt wird, ein Gas ist, das durch die Vorrichtung zum Zuführen von temperatureinstellender Luft **18** zugeführt wird.

[0056] Wenn, wie oben beschrieben, das temperatureinstellende Medium, das den gerillten Rollen **3** zugeführt wird, die Aufschlämmung ist, die zum Aufschneiden des Werkstücks W verwendet wird, und das temperatureinstellende Medium, das dem Werkstück W zugeführt wird, ein Gas ist, ist es nicht notwendig, für die Drahtsäge einen neuen Aufschlämmungszuführkreis für das Werkstück W vorzusehen, und diese kann daher eine einfachere und zweckmäßigere Vorrichtung sein. Zusätzlich dazu kann die Drahtsäge schnell das Aufschneiden des Werkstücks W wiederaufnehmen, ohne dass die Aufschlämmungszufuhr nach dem Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und der Temperatur des Werkstücks W unterbrochen wird, und dadurch können die Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und die Verschlechterung der Nanotopographie wirksamer verhindert werden.

[0057] Als nächstes wird das Verfahren zum Wiederaufnehmen des Betriebs einer Drahtsäge gemäß der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0058] Hier zeigt Fig. 3 ein Fließdiagramm des Verfahrens zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0059] Als Voraussetzung wird zuerst das Werkstück W an der Andrückplatte angebracht, und die Andrückplatte wird mit der Werkstückplatte gehalten, um das Werkstück W aufzuschneiden. Dann wird das Werkstück W mit dem Werkstückzuführmechanismus **5** durch die Andrückplatte und die Werkstückplatte gehalten.

[0060] Als nächstes wird der Draht **2** gespannt und sich in einer hin- und hergehenden Bewegung axial bewegen gelassen. Während die Aufschlämmung dem Draht **2** zugeführt wird, wird das Werkstück W zur Drahtreihe vorgeschoben, wobei in das Werkstück eingeschnitten wird, indem das Werkstück W, das mit dem Werkstückzuführmechanismus **5** gehalten wird, relativ gesehen nach unten gedrückt wird, so dass das Werkstück W aufgeschnitten wird.

[0061] Dabei werden in der vorliegenden Erfindung der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und die Temperatur des Werkstücks W in regelmäßigen Abständen durch die Aufzeichnungsvorrichtungen **15** und **16** während des Aufschneidens des Werkstücks W gemessen und aufgezeichnet.

[0062] Dann wird das Aufschneiden des Werkstücks W ausgesetzt, zum Beispiel weil ein Brechen des Drahts **2** aufgetreten ist. Wenn das Aufschneiden nach dem Aussetzen des Aufschneidens wieder aufgenommen wird, wird zuerst die Ursache für das Aussetzen behoben, und der Wiederherstellungsvorgang wird durchgeführt. Zum Beispiel wird in dem Fall des Auftretens des Brechens des Drahts **2** ein Reparaturvorgang für den Draht **2** durchgeführt, und danach wird der Wiederherstellungsvorgang durchgeführt, in dem jeder Verlauf der Drahtreihe mit jedem entsprechenden Einschnittteil des Werkstücks W in Eingriff gebracht wird. Nachdem der Wiederherstellungsvorgang abgeschlossen ist, werden die temperatureinstellenden Medien, die getrennt temperaturgesteuert sind, den gerillten Rollen **3** und dem Werkstück W zugeführt.

[0063] Danach werden der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und die Temperatur des Werkstücks W so gesteuert, dass sie von der Steuereinheit **17** so eingestellt werden, dass sie gleich dem Verschiebungsbetrag und der Temperatur sind, die jeweils beim Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks W aufgezeichnet werden.

[0064] Eine Steuerung findet dabei vorzugsweise derart statt, dass der Unterschied zwischen dem eingestellten Verschiebungsbetrag und dem aufgezeichneten Verschiebungsbetrag beim Aussetzen innerhalb von ±1 μm liegt und dass der Unterschied zwischen der eingestellten Temperatur und der aufgezeichneten Temperatur beim Aussetzen innerhalb von ±1°C liegt.

[0065] Nachdem das Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und das Einstellen der Temperatur des Werkstücks W abgeschlossen sind, wie oben beschrieben, wird das Aufschneiden des Werkstücks W wieder aufgenommen. Dabei werden die Temperatur des Werkstücks W und der Verschiebungsbetrag jeder der gerillten Rollen **3** vorzugsweise stabilisiert, indem eine bestimmte Zeit gewartet wird, bevor mit dem Aufschneiden wieder begonnen wird.

[0066] Wenn wie oben beschrieben das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Aufschneiden des Werkstücks W, während der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und die Temperatur des Werkstücks W während des Aufschneidens des Werkstücks gemessen und aufgezeichnet werden; Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks W; Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und der Temperatur des Werkstücks W durch Zuführen der temperatureinstellenden Medien, die separat temperaturgesteuert werden, zu den gerillten Rollen **3** und dem Werkstück W, so dass diese gleich

dem Verschiebungsbetrag und der Temperatur sind, die jeweils beim Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks W aufgezeichnet werden, und zwar nach dem Aussetzen und vor der Wiederaufnahme des Aufschneidens des Werkstücks W; und danach Wiederaufnahme des Aufschneidens, werden die Wärmeausdehnungsbedingungen der gerillten Rollen **3** und des Werkstücks W in der Zeit vor dem Aussetzen des Aufschneidens bis nach der Wiederaufnahme nicht unterbrochen, und das Aufschneiden des Werkstücks W kann abgeschlossen werden, wobei das Erzeugen von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und die Verschlechterung der Nanotopographie verhindert werden.

[0067] In diesem Fall wird die Aufschlämmung, die beim Aufschneiden des Werkstücks W verwendet wird, vorzugsweise als temperatureinstellende Medien verwendet, die den gerillten Rollen **3** und dem Werkstück W zugeführt werden.

[0068] Wenn wie oben beschrieben die Aufschlämmung, die beim Aufschneiden des Werkstücks W verwendet wird, als temperatureinstellende Medien verwendet wird, die den gerillten Rollen **3** und dem Werkstück W zugeführt werden, ist eine Durchführung ohne Weiteres möglich, da ein anderes Medium nicht hergestellt zu werden braucht, kann das Aufschneiden des Werkstücks W schnell wieder aufgenommen werden, ohne dass die Zuführung der Aufschlämmung nach dem Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und der Temperatur des Werkstücks W unterbrochen wird, und können die Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und die Verschlechterung der Nanotopographie wirksamer verhindert werden.

[0069] Dabei wird die Aufschlämmung, die beim Aufschneiden des Werkstücks W verwendet wird, vorzugsweise als das temperatureinstellende Medium verwendet, das den gerillten Rollen **3** zugeführt wird, und wird ein Gas vorzugsweise als das temperatureinstellende Medium verwendet, das dem Werkstück W zugeführt wird.

[0070] Wenn wie oben beschrieben die Aufschlämmung, die beim Aufschneiden des Werkstücks W verwendet wird, als das temperatureinstellende Medium verwendet wird, das den gerillten Rollen **3** zugeführt wird, und ein Gas als das temperatureinstellende Medium verwendet wird, das dem Werkstück W zugeführt wird, können die Temperaturen mit einer einfacheren und zweckmäßigeren Vorrichtung eingestellt werden, ohne dass ein neuer Aufschlämmungszuführkreis für das Werkstück W vorgesehen wird, kann das Aufschneiden des Werkstücks W nach dem Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen **3** und der Temperatur des Werkstücks W schnell wieder aufgenommen werden und können die Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und die Verschlechterung der Nanotopographie wirksamer verhindert werden.

[0071] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung ausführlicher auf der Grundlage der Beispiele und Vergleichsbeispiele erläutert, wobei die vorliegende Erfindung aber nicht darauf beschränkt ist.

(Beispiel 1)

[0072] Die Drahtsäge gemäß der vorliegenden Erfindung, die in Fig. 1 gezeigt ist, wurde verwendet, um einen Siliziumblock mit einem Durchmesser von 300 mm aufzuschneiden, und das Aufschneiden wurde auf halbem Weg ausgesetzt. Eine Stunde nach dem Aussetzen wurde das Aufschneiden auf der Grundlage des Verfahrens zur Wiederaufnahme des Betriebs gemäß der vorliegenden Erfindung wie in Fig. 3 gezeigt wieder aufgenommen, um 232 Siliziumwafer zu erhalten. Die aufgeschnittenen Wafer, die wie oben erhalten wurden, wurden einem Läppverfahren und einer Polierbehandlung unterworfen, und danach wurde die Nanotopographie gemessen und bewertet.

[0073] Fig. 4 zeigt das Ergebnis der gemessenen Nanotopographie. Wie in Fig. 4 gezeigt ist, betrug der Durchschnittswert der Nanotopographie 13,71 nm, und es wurde bestätigt, dass die Nanotopographie im Vergleich zu den Ergebnissen der nachfolgend erläuterten Vergleichsbeispiele 1 und 2 verbessert war.

[0074] Darüber hinaus betrug die Ausfallsrate der Nanotopographie 5 bis 10% und konnte niedrig gehalten werden.

[0075] Es wurde daher bestätigt, dass das Verfahren zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge und die Drahtsäge gemäß der vorliegenden Erfindung das Aufschneiden des fertigzustellenden Werkstücks ermöglichen, wobei die Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und die Verschlechterung der Nanotopographie verhindert werden.

(Beispiel 2)

[0076] Wie beim Beispiel 1 wurde mit Ausnahme der Verwendung der Drahtsäge gemäß der vorliegenden Erfindung, wie in Fig. 2 gezeigt, das Aufschneiden eines Werkstücks ausgesetzt und das Aufschneiden wurde wieder aufgenommen und dieselbe Bewertung wie im Beispiel 1 durchgeführt.

[0077] Fig. 4 zeigt das Ergebnis der gemessenen Nanotopographie. Wie in Fig. 4 gezeigt ist, betrug der Durchschnittswert der Nanotopographie 13,96 nm, und es wurde bestätigt, dass die Nanotopographie im

Vergleich zu den Ergebnissen der nachfolgend erläuterten Vergleichsbeispiele 1 und 2 verbessert wurde.

[0078] Darüber hinaus betrug die Ausfallrate der Nanotopographie 5 bis 10% und konnte niedrig gehalten werden.

[0079] Es wurde daher bestätigt, dass das Verfahren zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge und die Drahtsäge gemäß der vorliegenden Erfindung das Aufschneiden des zu fertigzustellenden Werkstücks ermöglichen, wobei die Erzeugung von Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers und die Verschlechterung der Nanotopographie verhindert werden.

(Vergleichsbeispiel 1)

[0080] Eine herkömmliche Drahtsäge, wie in Fig. 5 gezeigt, wurde verwendet, um einen Siliziumblock mit einem Durchmesser von 300 mm zu Wafern zu schneiden und das Aufschneiden wurde auf halbem Weg ausgesetzt. Genau 1 Stunde nach dem Aussetzen wurde das Aufschneiden ohne Einstellen des Verschiebungsbetrags von jeder der gerillten Rollen und der Temperatur des Werkstücks wieder aufgenommen, um 231 Siliziumwafer zu erhalten. Die aufgeschnittenen Wafer, die wie oben erhalten wurden, wurden einem Läppverfahren und einem Poliervorgang unterworfen, und anschließend wurde die Nanotopographie gemessen und bewertet.

[0081] Fig. 4 zeigt das Ergebnis. Wie in Fig. 4 gezeigt ist, betrug ein Durchschnittswert der Nanotopographie 20,86 nm und es wurde bestätigt, dass die Nanotopographie im Vergleich zu den Ergebnissen von Beispiel 1 und 2 schlechter war.

[0082] Darüber hinaus wurden Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers erzeugt. Alle Wafer zeigten einen Nanotopographiefehler.

(Vergleichsbeispiel 2)

[0083] Wie beim Vergleichsbeispiel 1 mit Ausnahme, dass bei einer herkömmlichen Drahtsäge, wie in Fig. 5 gezeigt, ein Zuführkreis zum Zuführen einer Aufschlämmung zu den gerillten Rollen und zum Einstellen des Verschiebungsbetrags von jeder der gerillten Rollen durch Zuführen der Aufschlämmung vor der Wiederaufnahme des Aufschneidens vorgesehen wurde, so dass diese gleich einem Zustand vor dem Aussetzen ohne Zuführen eines temperatureinstellenden Mediums zu einem Werkstück waren, wurde das Werkstück zu Wafern geschnitten und dieselbe Bewertung wie beim Vergleichsbeispiel 1 durchgeführt.

[0084] Wie in Fig. 4 gezeigt, betrug als Ergebnis der Durchschnittswert der Nanotopographie 18,43 nm, und es wurde bestätigt, dass die Nanotopographie im Vergleich zu den Ergebnissen von Beispiel 1 und 2 schlechter war.

[0085] Darüber hinaus wurden feine Stufen auf der Oberfläche jedes aufgeschnittenen Wafers erzeugt.

[0086] Es ist zu beachten, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die vorstehende Ausführungsform beschränkt ist. Die Ausführungsform ist nur eine Veranschaulichung und alle Beispiele, die weitgehend dasselbe Merkmal aufweisen und dieselben Funktionen und Wirkungen wie die im technischen Konzept zeigen, die in den Ansprüchen der vorliegenden Erfindung beschrieben sind, sind vom technischen Umfang der vorliegenden Erfindung umfasst.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 10202497 [**0009**]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge, umfassend das Aussetzen des Aufschneidens eines Werkstücks auf halbem Weg und die Wiederaufnahme des Aufschneidens, wobei bei dem Betrieb ein Draht, der zwischen mehrere gerillte Rollen gelegt ist, sich axial in einer hin- und hergehenden Richtung bewegen gelassen wird; eine Aufschlämmung zum Aufschneiden dem Draht zugeführt wird; und das Werkstück gegen den Draht gedrückt wird, der sich in einer hin- und hergehenden Richtung bewegt und das Werkstück, in das geschnitten wird, zugeführt bekommt, indem das Werkstück relativ gesehen nach unten gedrückt wird, so dass das Werkstück zu Wafern geschnitten wird, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
Aufschneiden des Werkstücks, während ein Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und eine Temperatur des Werkstücks während des Aufschneidens des Werkstücks gemessen und aufgezeichnet werden;
Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks;
Einstellen des Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und der Temperatur des Werkstücks durch Zuführen der temperatureinstellenden Medien, die separat temperaturgesteuert werden, zu den gerillten Rollen und dem Werkstück, so dass diese gleich dem Verschiebungsbetrag und der Temperatur sind, die jeweils beim Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks aufgezeichnet werden, und zwar nach dem Aussetzen und vor der Wiederaufnahme des Aufschneidens des Werkstücks; und anschließend
Wiederaufnahme des Aufschneidens.

2. Verfahren zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge nach Anspruch 1, wobei die Aufschlämmung, die beim Aufschneiden des Werkstücks verwendet wird, als temperatureinstellende Medien verwendet wird, die den gerillten Rollen und dem Werkstück zugeführt werden.

3. Verfahren zur Wiederaufnahme des Betriebs einer Drahtsäge nach Anspruch 1, wobei die Aufschlämmung, die beim Aufschneiden des Werkstücks verwendet wird, als das temperatureinstellende Medium verwendet wird, das den gerillten Rollen zugeführt wird, und ein Gas als das temperatureinstellende Medium verwendet wird, das dem Werkstück zugeführt wird.

4. Drahtsäge, bei der sich ein Draht, der zwischen mehrere gerillte Rollen gelegt ist, in einer hin- und hergehenden Richtung axial bewegen gelassen wird; eine Aufschlämmung zum Aufschneiden dem Draht zugeführt wird; und ein Werkstück gegen den Draht gedrückt wird, der sich in einer hin- und hergehenden Richtung bewegt und das Werkstück, in das hineingeschnitten wird, zugeführt bekommt, indem das Werkstück relativ gesehen nach unten gedrückt wird, so dass das Werkstück zu Wafern geschnitten wird, wobei die Drahtsäge umfasst:
eine Vorrichtung zum Messen und Aufzeichnen eines Verschiebungsbetrags in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen während des Aufschneidens des Werkstücks;
eine Vorrichtung zum Messen und Aufzeichnen einer Temperatur des Werkstücks während des Aufschneidens; und
eine Vorrichtung zum Zuführen von temperatureinstellenden Medien, die separat temperaturgesteuert werden, zu den gerillten Rollen und dem Werkstück, wobei das Werkstück aufgeschnitten wird, während der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und die Temperatur des Werkstücks durch die Aufzeichnungsvorrichtung zum Aufzeichnen des Verschiebungsbetrags und die Aufzeichnungsvorrichtung zum Aufzeichnen der Temperatur gemessen und aufgezeichnet werden;
der Verschiebungsbetrag in axialer Richtung von jeder der gerillten Rollen und die Temperatur des Werkstücks eingestellt werden, indem die Medien den gerillten Rollen und dem Werkstück mittels der Zuführvorrichtung zum Zuführen der temperatureinstellenden Medien zugeführt werden, so dass diese gleich dem Verschiebungsbetrag und der Temperatur sind, die jeweils beim Aussetzen des Aufschneidens des Werkstücks aufgezeichnet werden, und zwar nachdem das Aufschneiden des Werkstücks auf halbem Weg ausgesetzt wird und bevor das Aufschneiden wieder aufgenommen wird; und anschließend
das Aufschneiden wieder aufgenommen wird.

5. Drahtsäge nach Anspruch 4, wobei es sich bei den temperatureinstellenden Medien, die den gerillten Rollen und dem Werkstück zugeführt werden, um die Aufschlämmung handelt, die beim Aufschneiden des Werkstücks verwendet wird.

6. Drahtsäge nach Anspruch 4, wobei das temperatureinstellende Medium, dass den gerillten Rollen zugeführt wird, die Aufschlämmung ist, die beim Aufschneiden des Werkstücks verwendet wird, und das temperatureinstellende Medium, das dem Werkstück zugeführt wird, ein Gas ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

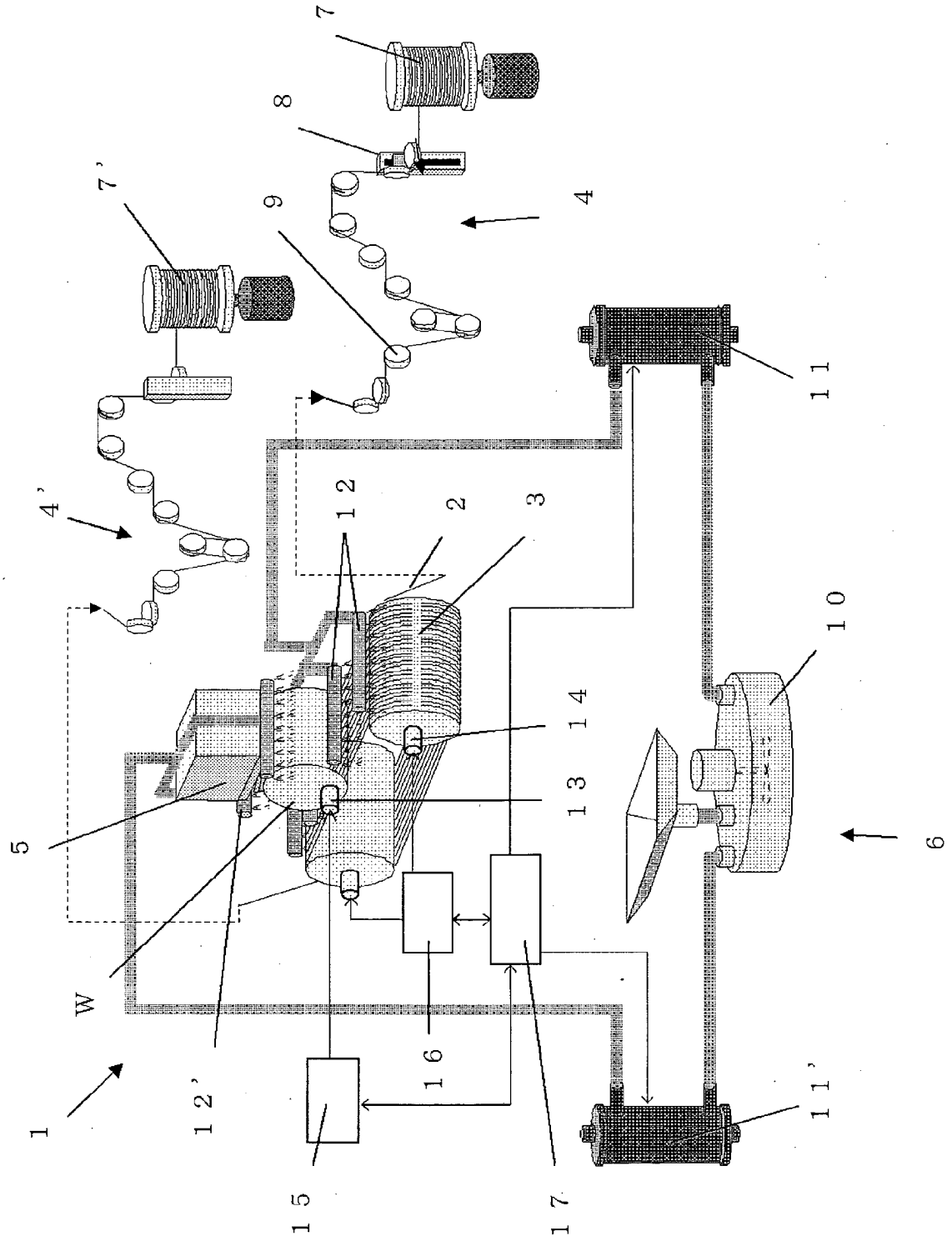


FIG. 2

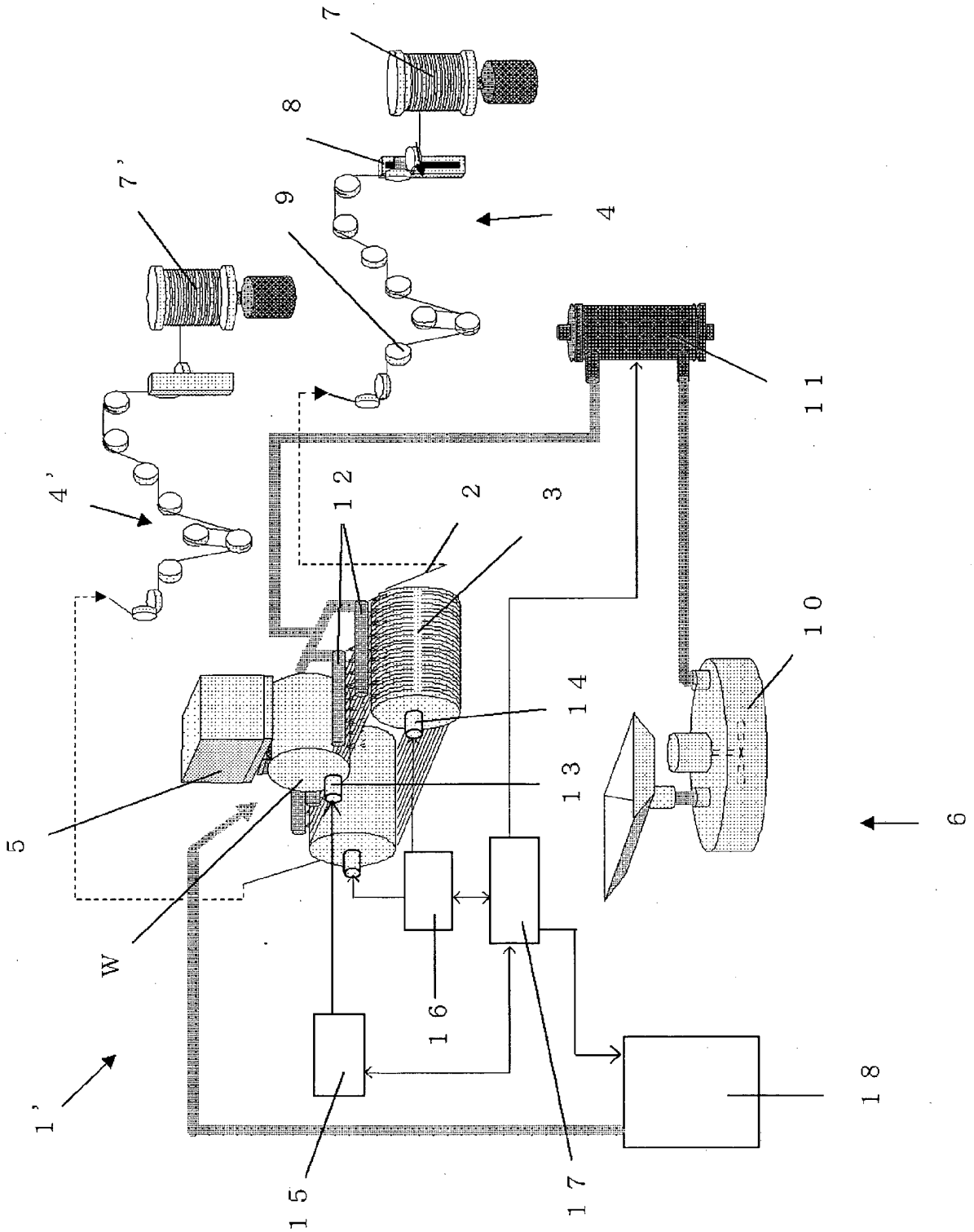


FIG. 3

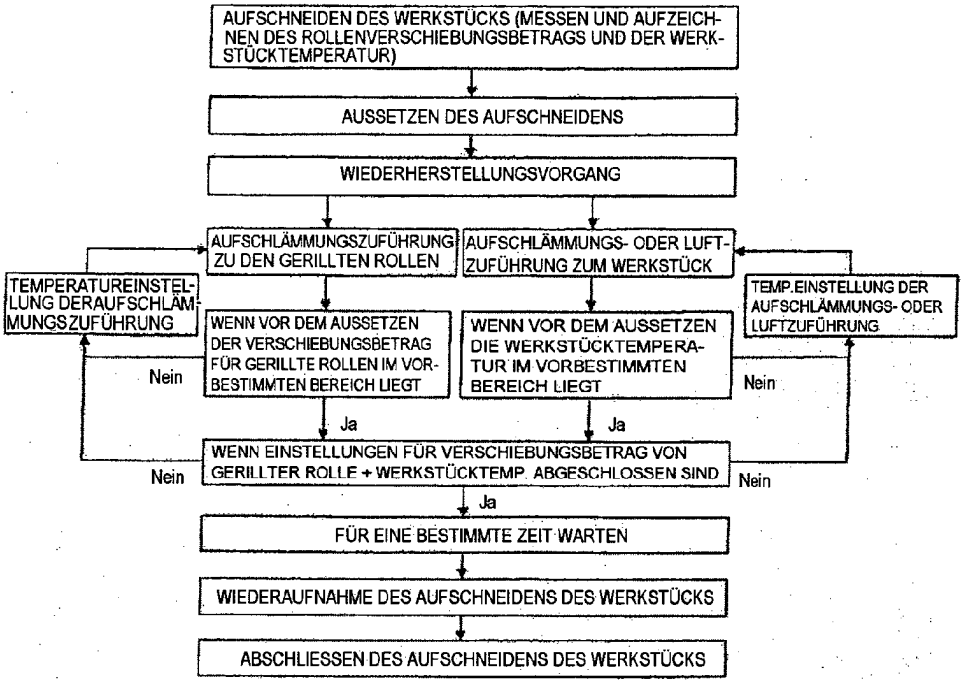

AUFSCHNEIDEN DES WERKSTÜCKS (MESSEN UND AUFZEICHNEN DES ROLLENVERSCHIEBUNGSBETRAGS UND DER WERKSTÜCKTEMPERATUR)
AUSSETZEN DES AUFSCHNEIDENS
WIEDERHERSTELLUNGSVORGANG
AUFSCHLÄMMUNGSZUFÜHRUNG ZU DEN GERILLTEN ROLLEN
AUFSCHLÄMMUNGS- ODER LUFTZUFÜHRUNG ZUM WERKSTÜCK
TEMPERATUREINSTELLUNG DERAUFSCHLÄMMUNGSZUFÜHRUNG
TEMP.EINSTELLUNG DER AUFSCHLÄMMUNGS- ODER LUFTZUFÜHRUNG
WENN VOR DEM AUSSETZEN DER VERSCHIEBUNGSBETRAG FÜR GERILLTE ROLLEN IM VORBESTIMMTEN BEREICH LIEGT
WENN VOR DEM AUSSETZEN DIE WERKSTÜCKTEMPERATUR IM VORBESTIMMTEN BEREICH LIEGT
Nein
Ja
WENN EINSTELLUNGEN FÜR VERSCHIEBUNGSBETRAG VON GERILLTER ROLLE + WERKSTÜCKTEMP. ABGESCHLOSSEN SIND
FÜR EINE BESTIMMTE ZEIT WARTEN
WIEDERAUFNAHME DES AUFSCHNEIDENS DES WERKSTÜCKS
ABSCHLIESSEN DES AUFSCHNEIDENS DES WERKSTÜCKS

FIG. 4

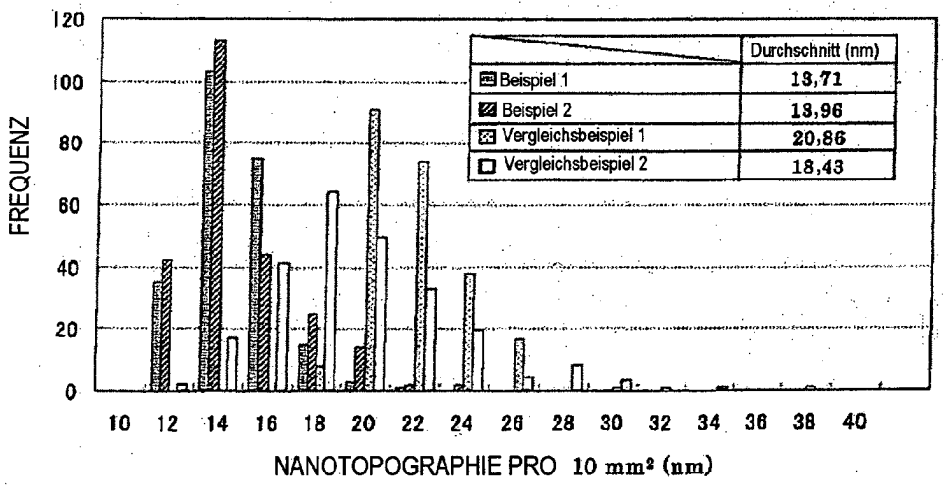

FREQUENZ
120
100
80
60
40
20
0
10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40
NANOTOPOGRAPHIE PRO 10 mm² (nm)
Durchschnitt (nm)
Beispiel 1 13,71
Beispiel 2 13,96
Vergleichsbeispiel 1 20,86
Vergleichsbeispiel 2 18,43

FIG. 5

