



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2008 000 396 T5** 2010.01.07

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2008/102521**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2008 000 396.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2008/000101**
(86) PCT-Anmeldetag: **29.01.2008**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **28.08.2008**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **07.01.2010**

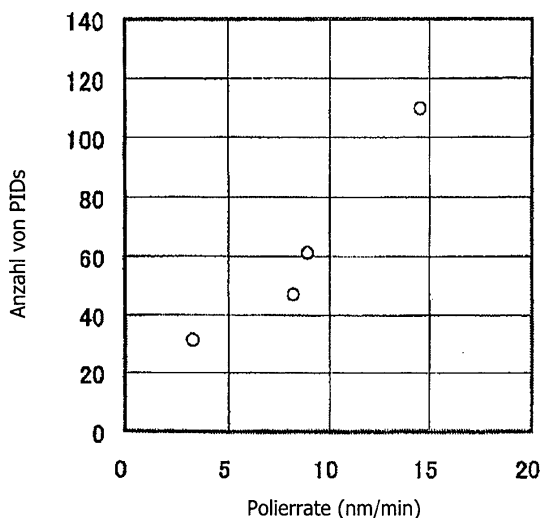
(51) Int Cl.⁸: **H01L 21/304** (2006.01)
B24B 37/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2007-038937 20.02.2007 JP
(71) Anmelder:
Shin-Etsu Handotai Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP
(74) Vertreter:
**WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und
Rechtsanwälte, 81541 München**

(72) Erfinder:
**Iizuka, Naoto, Tokyo, JP; Kurimoto, Hirota,
Jyoetsu-shi, Niigata, JP; Kosaka, Koichi,
Chikuma-shi, Nagano, JP; Maruyama, Fumiaki,
Takasaki-shi, Gunma, JP**

(54) Bezeichnung: **Endpolierverfahren für Einkristall-Siliziumwafer und Einkristall-Siliziumwafer**

(57) Hauptanspruch: Endpolierverfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer, wobei die Polierrate auf 10 nm/min oder weniger eingestellt wird, um ein Endpolieren in einem Endpolierschritt als einem abschließenden Schritt unter einer Vielzahl von Polierschritten zum Polieren des Einkristall-Siliziumwafers durchzuführen, wobei ein Polierschlamm zwischen dem Einkristall-Siliziumwafer und einem Polierkissen eingebracht ist.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Endpolieren als einem abschließenden Schritt unter einer Vielzahl von Polierschritten zum Polieren eines Einkristall-Siliziumwafers sowie einen Einkristall-Siliziumwafer, welcher poliert wird.

STAND DER TECHNIK

[0002] Bei einer herkömmlichen Technologie schließt ein Verfahren zur Fertigung eines Einkristall-Siliziumwafers, welcher als ein Halbleiter-Substratmaterial verwendet wird, das z. B. in verschiedenen Halbleitervorrichtungen genutzt wird, allgemein ein Einkristall-Züchtungsverfahren zur Fertigung eines Einkristall-Ingots z. B. durch ein Czochralski-(CZ-)Verfahren oder ein Zonenschmelz-Verfahren und ein Wafer-Fertigungs-(Bearbeitungs-)Verfahren zum Schneiden dieses Einkristall-Ingots und Spiegelverarbeiten mindestens einer Hauptoberfläche ein. Eine Vorrichtung wird auf dem so hergestellten spiegelpolierten Wafer gefertigt.

[0003] Um eine weitere ausführliche Erläuterung des Wafer-Fertigungs-(Bearbeitungs-)Verfahrens zu geben, so weist dieses Verfahren einen Schneideschnitt zum Schneiden eines Einkristall-Ingots, um dünne scheibenförmige Wafer zu erhalten, einen Abschrägungs- bzw. Abkantungsschritt zum Abschrägen bzw. Abkanten eines peripheren Außenbereichs jedes Wafers, um Risse oder Späne von jedem Wafer zu vermeiden, die im Schneideschnitt erhalten werden, einen Läppschrift zum Abflachen dieses Wafers, einen Ätzschritt zum Entfernen eines mechanischen Schadens, der in dem abgeschrägten und geläppten Wafer zurückbleibt, einen Polierschritt zur Endbearbeitung einer Waferoberfläche als eine Spiegeloberfläche, einen Reinigungsschritt zum Reinigen des polierten Wafers, um ein Poliermittel oder einen Fremdkörper bzw. Fremdmaterial, die an diesem Wafer haften geblieben sind, zu entfernen, und Sonstiges ein. Die Hauptschritte des Wafer-Bearbeitungsverfahrens sind weiter oben beschrieben, und Schritte wie ein Oberflächenschleifschritt oder ein Wärmebehandlungsschritt können hinzugefügt werden, ein bestimmter Schritt kann in einer Vielzahl von Stufen durchgeführt werden, oder es kann die Reihenfolge der Schritte verändert werden.

[0004] Insbesondere wird der Polierschritt in einen primären Polierschritt, welcher als Grobpolieren bezeichnet wird, und einen Endpolierschritt, welcher als Präzisionspolieren bezeichnet wird, aufgeteilt. Darüber hinaus wird in einigen Fällen der primäre Polierschritt weiter in zwei oder mehr Schritte aufgeteilt, und diese Schritte werden z. B. als primäre und sekundäre Polierschritte bezeichnet. Bei jedem Polierschritt wird die Zusammensetzung des Polierschlammes, der Polierdruck und Sonstiges so verändert, um für jeden Schritt geeignete Bedingungen bereitzustellen.

[0005] In dem Polierschritt werden zum Beispiel ein Polierkissen, das an einer Oberseite eines drehbaren Drehtellers angebracht ist, und ein geätzter Einkristall-Siliziumwafer oder dergleichen, der von einer Wafer-Trägerplatte eines Polierkopfes getragen wird, zum Polieren unter Anwendung eines angemessenen Drucks miteinander in Kontakt gebracht. Zu diesem Zeitpunkt wird eine alkalische Lösung (die als ein Polierschlamm oder Poliermittel bezeichnet wird), welche ein kolloidales Silica enthält, verwendet. Wenn ein solches Poliermittel einer Kontaktoberfläche des Polierkissens und des Einkristall-Siliziumwafers hinzugefügt wird, bewirken der Polierschlamm und der Einkristall-Siliziumwafer einen mechanochemischen Effekt, wodurch das Polieren vorangebracht wird.

[0006] Inzwischen ist mit der Weiterentwicklung der Miniaturisierung einer Vorrichtungsnorm, die Größe eines Defekts, welcher bei der Vorrichtungsfertigung ein Problem sein kann, reduziert worden. Weiterhin zogen kleine vorpringende Defekte, die bei der herkömmlichen Technologie nicht als ein Problem anerkannt sind, die Aufmerksamkeit auf sich. Darüber hinaus sind solche Defekte Mikrodefekte, die durch einen herkömmlichen Detektor kaum erkannt werden, doch können solche Mikrodefekte z. B. mit Hilfe eines Lasermikroskops mit konfokalem optischem System, das in der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 2004-193529 offenbart ist, festgestellt werden. Als Mikrodefekte sind eine einzelne Protrusion, eine Vielzahl von Protrusions, eine lineare Protrusion, ein Mikro-LPD (Lichtpunktdefekt) und Andere bestätigt.

[0007] Es gibt auch zahlreiche solcher Mikrodefekte, die mit dem Polierschritt eingeführt werden. Die mit dem Polierschritt eingeführten Defekte werden allgemein als PIDs (durch Polieren herbeigeführte Defekte) bezeichnet.

[0008] Darüber hinaus musste, wie weiter oben erläutert, die Erzeugung der Mikro-PIDs, die in der herkömm-

lichen Technologie nicht zu einem Problem werden, verhindert werden.

[0009] Um die Erzeugung des PID zu unterdrücken, schlägt zum Beispiel die ungeprüfte japanische Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 2005-45102 die Verwendung eines vorgegebenen Polierschlamms vor. Wenn jedoch ein derartiges Verfahren zum Einsatz kommt, ist die Unterdrückung der PIDs unzureichend.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0010] Angesichts des oben erläuterten Problems ist es ein Hauptziel der vorliegenden Erfindung, ein Endpolierverfahren bereitzustellen, mit welchem ein Einkristall-Siliziumwafer mit weniger PIDs erhalten werden kann.

[0011] Um dieses Ziel zu erreichen, stellt die vorliegende Erfindung ein Endpolierverfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer bereit, in dem die Polierate auf 10 nm/min oder niedriger eingestellt ist, um das Endpolieren in einem Endpolierschritt als einem abschließenden Schritt unter einer Vielzahl an Polierschritten zum Polieren des Einkristall-Siliziumwafers durchzuführen, wobei ein Polierschlamm zwischen dem Einkristall-Siliziumwafer und einem Polierkissen eingebracht wird.

[0012] Wenn ein solches Endpolierverfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer, welches die Polierate auf 10 nm/min oder niedriger einstellt, zur Durchführung des Endpolierens in dem Endpolierschritt, angewandt wird, kann die Erzeugung von PIDs während des Nachpolierschritts unterdrückt werden. Wenn darüber hinaus die Polierate auf eine niedrige Rate, z. B. 5 nm/min oder niedriger eingestellt wird, ist diese Einstellung stärker bevorzugt. Als eine Folge davon kann ein Einkristall-Siliziumwafer mit weniger PIDs bereitgestellt werden.

[0013] In diesem Fall ist es bevorzugt, die Polierate beim Endpolieren durch Einstellen einer relativen Geschwindigkeit des zu polierenden Einkristall-Siliziumwafers und des Polierkissens einzustellen.

[0014] Wenn die Polierate beim Endpolieren durch Einstellen der relativen Geschwindigkeit des zu polierenden Einkristall-Siliziumwafers und des Polierkissens auf diese Weise eingestellt wird, kann die Polierate durch das einfache Einstellungsverfahren eingestellt werden, und es kann ein ausreichender Effekt erzielt werden.

[0015] Weiterhin ist es bevorzugt, eine Poliermaterialentfernung beim Endpolieren auf 5 nm oder höher einzustellen.

[0016] Wenn eine solche Poliermaterialentfernung beim Endpolieren auf 5 nm oder höher eingestellt wird, kann eine Trübung auf einer Einkristall-Siliziumwaferoberfläche mit größerer Sicherheit reduziert werden.

[0017] Weiterhin ist es bevorzugt, eine Polierrate zumindest am Ende des Endpolierschritts auf 10 nm/min oder niedriger einzustellen.

[0018] Wenn die Polierrate zumindest am Ende des Endpolierschritts auf 10 nm/min oder niedriger eingestellt wird, ist der PID-Reduzierungseffekt zureichend. Wenn darüber hinaus die Polierrate zuerst auf mehr als 10 nm/min im Endpolierschritt eingestellt wird und dann die Polierrate auf 10 nm/min oder niedriger eingestellt wird, kann das Endpolieren ohne eine wesentliche Verringerung der Produktivität durchgeführt werden.

[0019] Darüber hinaus stellt die vorliegende Erfindung einen Einkristall-Siliziumwafer bereit, welcher einem Endpolieren durch das Endpolierverfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer unterzogen wird, in dem die Zahl der PIDs auf einer Waferoberfläche weniger als 100 bezüglich eines Wafers mit einem Durchmesser von 300 mm beträgt.

[0020] Wenn der Einkristall-Siliziumwafer, welcher einem Endpolieren durch das Endpolierverfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer unterzogen wird, bereitgestellt wird, kann es sich um den Einkristall-Siliziumwafer handeln, bei welchem die Zahl der PIDs auf einer Waferoberfläche weniger als 100 bezüglich eines Wafers mit einem Durchmesser von 300 mm beträgt, wodurch der unkonventionelle Einkristall-Siliziumwafer von hoher Qualität mit weniger PIDs bereitgestellt wird.

[0021] Gemäß dem Endpolierverfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer der vorliegenden Erfindung kann die Erzeugung von PIDs während des Endpolierschritts unterdrückt werden, wodurch der Einkristall-Siliziumwafer mit weniger PIDs bereitgestellt wird. Wenn darüber hinaus ein solcher Einkristall-Siliziumwafer einem Vorrichtungsverfahren unterzogen wird, kann eine Vorrichtung mit einem hervorragenden Ausbeuteverhältnis

gefertigt werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0022] Die [Fig. 1](#) ist eine Grafik, welche eine Beziehung zwischen der Poliertrate und der Zahl der PIDs auf einer Waferoberfläche in einem Endpolierschritt in den Versuchsbeispielen 1 und 2 zeigt;

[0023] die [Fig. 2](#) ist eine Grafik, welche eine Beziehung zwischen der Poliertrate und der Zahl der PIDs auf einer Waferoberfläche bei einem Endpolierschritt in dem Versuchsbeispiel 3 zeigt;

[0024] die [Fig. 3](#) ist eine Grafik, welche eine Beziehung zwischen der Poliertrate und der Zahl der PIDs auf einer Waferoberfläche in einem Endpolierschritt in dem Versuchsbeispiel 4 zeigt;

[0025] die [Fig. 4](#) ist eine Grafik, welche eine Beziehung zwischen der Poliermaterialentfernung und der Zahl der PIDs auf einer Waferoberfläche in dem Nachpolierschritt in dem Versuchsbeispiel 3 zeigt;

[0026] die [Fig. 5](#) ist eine erläuternde Zeichnung einer Hypothese eines Grundprinzips der Erzeugung von PIDs während des Polierschritts;

[0027] die [Fig. 6](#) ist eine schematische Querschnittsansicht, die ein Beispiel einer einseitigen Poliervorrichtung zeigt; und

[0028] die [Fig. 7](#) sind Bilder, die durch bildliche Darstellung einer linearen Protrusion durch ein Lasermikroskop mit konfokalem optischem System und ein Rasterkraftmikroskop erhalten werden.

BESTE WEGE ZUR DURCHFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0029] Die vorliegende Erfindung wird nun im Folgenden ausführlicher erläutert, jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt.

[0030] Wie weiter oben erläutert, wird die Unterdrückung der Erzeugung von Mikro-PIDs, die bei der herkömmlichen Technologie nicht zu einem Problem werden, gefordert.

[0031] Es wurde herkömmlicherweise in Betracht gezogen, dass PIDs hauptsächlich beim primären Polieren und sekundären Polieren eingeführt werden und das Endpolieren nahezu keinen Einfluss bei einer sehr geringen Poliermaterialentfernung besitzt. Allerdings ergab eine durch die gegenwärtigen Erfinder durchgeführte Untersuchung, dass das Endpolieren die Erzeugung von PIDs in keinem geringen Maße beeinflusst.

[0032] Eine Hypothese, die durch die gegenwärtigen Erfinder als eines der Grundprinzipien der Erzeugung einer linearen Protrusion als einem typischen PID hervorgebracht wurde, wird nun in Bezug auf eine Situation erläutert, in der ein Polierverfahren drei Schritte aufweist, nämlich das primäre Polieren, das sekundäre Polieren und das Endpolieren unter Bezugnahme auf die [Fig. 5](#).

[0033] Obgleich der lineare Defekt ein Mikro-PID ist, der kaum durch eine herkömmliche Prüfvorrichtung erkannt wird, wird dieser dagegen ohne Weiteres z. B. mit Hilfe eines Lasermikroskops mit konfokalem optischem System zur Betrachtung einer Oberfläche eines Einkristall-Siliziumwafers festgestellt (**Fig. 7(a)**). Als Charakteristika, wie in den **Fig. 7(b)** und (c) gezeigt, ist bei der Feststellung des linearen Defekts mit Hilfe eines Rasterkraftmikroskops (AFM) der lineare Defekt ein linearer vorspringender Defekt mit einer Höhe von 5 nm oder weniger, einer Breite von 100 bis 300 nm und einer Länge von ungefähr 0,5 µm oder mehr.

[0034] Eine Hypothese eines Grundprinzips der Erzeugung eines PID während des Polierschritts wird nunmehr unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert.

[0035] Die **Fig. 5(a)** zeigt einen Einkristall-Siliziumwafer nach Beendigung des primären Polieren und vor dem Beginn des sekundären Polierens. Ein PID wird sogar nach dem primären Polieren erzeugt. Allerdings wird der infolge des primären Polierens erzeugte PID nicht zu einem Problem, weil die Poliermaterialentfernung beim sekundären Polieren hoch ist.

[0036] Die **Fig. 5(b)** zeigt einen Zustand während des sekundären Polierens.

[0037] Fremdkörper werden in einen Polierschlamm getrennt von Polierpartikeln (z. B. einem kolloidalen Silica) eingemischt. Als solche Fremdkörper können zum Beispiel die Kontamination eines Polierschlamm-Rohrleitungssystems, einer gelierten Substanz eines kolloidalen Silica, eines anderen Partikels als Silica in einem Polierschlamm-Rohmaterial, eines Fremdkörpers einer aus dem Polierkissen ausgerissenen Faser und Sonstige gelten. Diese Fremdkörper liegen in einem höheren oder geringeren Maße vor und besitzen allgemein keine Polierfähigkeit. Aus diesem Grund wird das Polieren eines Teils, an welchem diese Fremdkörper haften geblieben sind, verzögert, was zu einem Mikroprotrusionsdefekt führt (**Fig. 5(c)**).

[0038] Die **Fig. 5(d)** zeigt einen Zustand während des Endpolierens.

[0039] Obwohl die beim sekundären Polieren erzeugte lineare Protrusion teilweise beim Endpolieren entfernt wird, so bleibt sie doch teilweise bestehen. Ferner bewirkt derselbe Mechanismus wie beim sekundären Polieren ebenfalls die Erzeugung einer linearen Protrusion infolge des Endpolierens während des Endpolierens.

[0040] Es wurde angenommen, dass ein PID infolge des sekundären Polierens und ein PID infolge des Endpolierens auf der polierten Oberfläche des Einkristall-Siliziumwafers nach dem Ende des Endpolierens auf diese Weise erzeugt werden, wie in **Fig. 5(e)** gezeigt ist.

[0041] Auf Basis einer solchen Hypothese zogen die gegenwärtigen Erfinder in Erwägung, dass die Reduzierung der Polierrate in dem Polierschritt, um das Polieren langsam durchzuführen, das Entfernen eines Fremdkörpers, der an der Oberfläche des Einkristall-Siliziumwafers haften geblieben ist, bevor sich eine Protrusion bildet, ermöglicht.

[0042] Ein Zweck der Durchführung des Endpolierens in Bezug auf den Einkristall-Siliziumwafer ist das Abflachen der Waferoberfläche, bis die Trübung beseitigt ist, und das saubere Endbearbeiten dieser Oberfläche. Außerdem werden das Poliermaterial, die Polierbedingungen, die Poliermaterialentfernung und Sonstige so gehandhabt, um diesen Zweck zu erreichen. Allerdings ist die Polierrate im Endpolierschritt durchweg eine ermittelte Folge unter den festgelegten Polierbedingungen, und es erfolgt keine spezielle Spezifizierung oder spezielle Einstellung eines Bereichs. Das bedeutet, bei der herkömmlichen Technologie ist die Poliermaterialentfernung beim Endpolieren in der Regel sehr gering wie ungefähr 10 bis 80 nm oder niedriger, die Polierrate muß nicht geregelt werden, und das Polieren wird gerade solange durchgeführt, bis der Trübungsgrad einem Standard entspricht. Darüber hinaus wird die Polierrate zur Erleichterung der Produktion so stark wie möglich erhöht.

[0043] Allerdings stellten sich die gegenwärtigen Erfinder auf Basis der weiter oben erläuterten Erkenntnis, zu der die gegenwärtigen Erfinder kamen, vor, dass die Handhabung und Regelung der Polierrate selbst im Endpolierschritt das Unterdrücken eines PID, insbesondere einer linearen Protrusion, die im Endpolierschritt erzeugt wird, ermöglicht wird und die Gesamtmenge der in dem gesamten Polierschritt erzeugten PIDs dadurch unterdrückt werden kann, wodurch die vorliegenden Erfindung zur Vollendung gebracht wird.

[0044] Eine Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung wird nun im Anschluss im Detail erläutert.

[0045] Obwohl ein Beispiel, in dem ein Poliervorgang drei Schritte aufweist, nämlich das primäre Polieren, das sekundäre Polieren und das Endpolieren, im Folgenden erklärt wird, ist die vorliegende Erfindung jedoch nicht auf diese beschränkt und kann auf ein Einkristall-Siliziumwafer-Herstellungsverfahren mit einer Vielzahl von Polierschritten angewandt werden.

[0046] Zunächst wird ein Einkristall-Siliziumwafer hergestellt, und es werden verschiedene Arten der Bearbeitung vor einem Polierschritt durchgeführt. Es muss darauf hingewiesen werden, dass der Einkristall-Siliziumwafer einen Wafer, welcher völlig aus einem Einkristall-Siliziumwafer gebildet wird, sowie einen Wafer, bei welchem zumindest die Polierzieloberfläche aus einem Einkristall-Siliziumwafer gebildet wird, in dieser Patentschrift einschließt. Zum Beispiel kann die vorliegende Erfindung auf das Endpolieren z. B. für einen SOI-(Silizium-auf-Isolator-)Wafer angewandt werden, bei welchem eine Einkristall-Siliziumschicht auf einem Isolator gebildet wird.

[0047] Danach werden das primäre Polieren und das sekundäre Polieren in Bezug auf diesen Einkristall-Siliziumwafer mit Hilfe eines üblichen Verfahrens durchgeführt. Ein Polierverfahren in diesem Beispiel unterliegt keiner speziellen Beschränkung. Als Poliermaschine kann entweder eine doppelseitige Poliermaschine oder eine einseitige Poliermaschine zum Einsatz kommen. Darüber hinaus unterliegen verschiedenen Bedingungen, z. B. die Zusammensetzung des Polierschlammes, die Temperatur, der Polierdruck, die Poliermaterialentfer-

nung, die Poliertrate und Sonstiges keiner speziellen Beschränkung.

[0048] Das Endpolieren als einem abschließenden Schritt bei den Polierschritten wird mit einer Poliertrate (einer Poliermaterialentfernung pro Minute), die auf 10 nm/min oder niedriger bezüglich des Einkristall-Siliziumwafers eingestellt ist, welcher einem primären Polieren und einem sekundären Polieren unterzogen wird, durchgeführt. Es ist darauf hinzuweisen, dass dies nicht notwendigerweise die ständige Einstellung der Poliertrate auf 10 nm/min oder niedriger während des Endpolierschritts allein bedeutet, sondern eine Anpassung einschließt, in der die Poliertrate auf 10 nm/min oder niedriger in zumindest einem Teil des Endpolierschritts zur Durchführung des Polierens eingestellt ist. Insbesondere ist es bevorzugt, zuerst die Poliertrate auf eine hohe Rate einzustellen, welche höher als 10 nm/min in dem Endpolierschritt ist, danach die Poliertrate auf 10 nm/min oder niedriger einzustellen und die Poliertrate auf 10 nm/min oder niedriger zumindest am Ende des Endpolierschritts einzustellen.

[0049] Es ist darauf hinzuweisen, dass ein Grund für das Einstellen der Poliertrate auf 10 nm/min oder niedriger später erklärt wird.

[0050] Die vorliegende Erfindung kann entweder auf eine doppelseitige Poliermaschine oder eine einseitige Poliermaschine als einer Poliermaschine beim Endpolieren angewandt werden.

[0051] Die [Fig. 6](#) zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels der einseitigen Poliermaschine.

[0052] Diese einseitige Poliermaschine **21** schließt einen Drehteller **23** mit einem daran befestigten Polierkissen **22**, einen Polierkopf **25**, welcher einen Einkristall-Siliziumwafer W hält, eine Polierschlamm-Zuführeinrichtung **26** und Sonstige ein. Der Drehteller **23** und der Polierkopf **25** werden durch eine nicht dargestellte Antriebsquelle zum Rotieren gebracht, ein Wafer W befindet sich in Gleitkontakt mit dem Polierkissen **22**, und es wird eine Polierzieloberfläche des Einkristall-Siliziumwafers W poliert. Zum Zeitpunkt des Polierens wird ein Polierschlamm von einer Polierschlamm-Zuführeinrichtung **26** zugeführt.

[0053] Obwohl verschiedene Mittel zum Einsatz kommen können, um die Poliertrate einzustellen, ermöglicht das Einstellen der relativen Geschwindigkeit des zu polierenden Einkristall-Siliziumwafers und des Polierkissens das Einstellen der Poliertrate durch ein einfaches Einstellungsverfahren, und es kann ein ausreichender Effekt erzielt werden. Die Einstellung der relativen Geschwindigkeit des Einkristall-Siliziumwafers und des Polierkissens kann durch Einstellen der Rotationsgeschwindigkeit des Drehtellers **23** und der Rotationsgeschwindigkeit des Polierkopfes **25** durchgeführt werden, wenn z. B. die in [Fig. 6](#) dargestellte einseitige Poliermaschine zum Einsatz kommt.

[0054] Daneben kann die Poliertrate durch Einstellen der Zusammensetzung oder des pH-Wertes des Polierschlammes, des Typs oder der Betriebszeit des Polierkissens, der Temperatur zum Zeitpunkt des Polierens, des Polierdrucks und von Sonstigen eingestellt werden, und diese Bedingungen können in passender Weise gewählt werden.

[0055] Die spezifischen verschiedenen Bedingungen, die zum Einstellen der Poliertrate auf einen vorgegebenen Wert erforderlich sind, können experimentell z. B. durch tatsächliches Polieren des Einkristall-Siliziumwafers und Berechnen der Poliertrate aus der Messung einer Poliermaterialentfernung erhalten werden.

[0056] Wie weiter oben erläutert, kann die Erzeugung eines PID beim Endpolieren durch Einstellen der Poliertrate auf 10 nm/min oder niedriger im Endpolierschritt unterdrückt werden. Weiterhin ist es zudem bevorzugt, die Poliertrate auf eine niedrige Rate, z. B. 5 nm oder niedriger, einzustellen. Ferner wird insbesondere die Poliertrate zuerst auf höher als 10 nm/min in dem Endpolierschritt eingestellt, um eine Trübung wirksam zu reduzieren, danach wird die Poliertrate auf 10 nm/min oder niedriger eingestellt, und die Poliertrate wird auf 10 nm/min oder niedriger zumindest am Ende des Endpolierschritts eingestellt, wodurch PIDs ausreichend reduziert werden. Wenn eine solche Einstellung angepasst wird, kann das Endpolieren ohne wesentliche Verringerung der Produktivität durchgeführt werden, und es können sowohl die Trübung als auch die PIDs verringert werden, was bevorzugt ist. Eine Poliermaterialentfernung beim Polieren, wenn die Poliertrate auf 10 nm/min oder niedriger in diesem Beispiel eingestellt ist, kann z. B. auf 1 nm oder höher eingestellt sein, und es kann der Effekt einer ausreichenden Reduzierung von PIDs erzielt werden.

[0057] Es ist darauf hinzuweisen, dass das Einstellen einer Poliermaterialentfernung beim Endpolieren auf 5 nm oder höher zum Zwecke der Reduzierung der Trübung bevorzugt ist.

[0058] Ein Grund für die Einstellung der Polierate auf 10 nm oder niedriger und von Anderen wird nun in Hinsicht auf Versuchsbeispiele beschrieben, in denen ein Polierverfahren drei Schritte aufweist, nämlich das primäre Polieren, das sekundäre Polieren und das Endpolieren.

(Versuchsbeispiel 1)

[0059] Zwei Einkristall-Siliziumwafer, die verschiedenen Arten der Bearbeitung bis unmittelbar vor dem primären Polieren unterzogen wurden, wurden hergestellt. Jeder hergestellte Einkristall-Siliziumwafer ist ein CZ-Einkristall-Siliziumwafer vom P-Typ (Resistivität: 1 Ω cm oder höher) mit einem Durchmesser von 200 mm.

[0060] Danach wurde ein primäres Polieren unter Verwendung einer doppelseitigen Poliermaschine, eines Polierkissens aus Urethanschaumstoff und eines Polierschlamms aus einem kolloidalen Silica auf NaOH-Basis durchgeführt, wobei die Gesamt-Poliermaterialentfernung auf beiden Seiten auf ungefähr 20 μ m eingestellt war.

[0061] Im Anschluss wurde ein sekundäres Polieren unter Verwendung einer einseitigen Poliermaschine, eines Polierpads aus einem Polyurethan-Faservlies und eines Polierschlamms aus einem kolloidalen Silica auf NaOH-Basis durchgeführt, wobei die Gesamt-Poliermaterialentfernung auf ungefähr 0,5 bis 1,5 μ m eingestellt war.

[0062] Danach wurde ein Endpolieren unter Verwendung einer solchen einseitigen Poliermaschine wie in [Fig. 6](#) gezeigt, eines Polierkissens aus einem Polyurethan-Velourleder, das für ungefähr 1000 Minuten genutzt wurde, und eines Polierschlamms aus einem kolloidalen Silica auf NH_4OH -Basis durchgeführt, wobei die Polierzeit auf 2,5 Minuten eingestellt war, durchgeführt. In diesem Fall wurde die Drehgeschwindigkeit eines Drehtellers auf 25 U/min (Probe 1) und 40 U/min (Probe 2) eingestellt. Jede Poliermaterialentfernung beim Endpolieren wurde nach dem Polieren gemessen, die Poliermaterialentfernungen betrugen 8,30 nm (Probe 1) und 20,6 nm (Probe 2), und die Polierraten betrugen 3,32 nm/min (Probe 1) bzw. 8,24 nm/min (Probe 2).

[0063] Die Messung der PIDs auf einer Oberfläche jedes polierten Einkristall-Siliziumwafers wurde mit Hilfe eines Lasermikroskops mit konfokalem optischem System (MAGICS, hergestellt von der Lasertec Corporation) durchgeführt. Als Messbedingungen von MAGICS kamen Normal Scan und Slice Level 24 mV zur Anwendung, und es wurde der Messwert eines Wafers mit einem Durchmesser von 200 mm in die Zahl pro Fläche mit einem Durchmesser von 300 mm umgerechnet. Die Einschätzung, ob ein gemessener Defekt ein PID ist, welcher tatsächlich während des Polierschritts eingeführt wurde, ist schwierig, jedoch wird ein Defekt, welcher mit Hilfe eines Lasermikroskops mit konfokalem optischem System gemessen werden kann, als ein PID in dieser Patentschrift angesehen.

[0064] Die Anzahl der PIDs war 31 (Probe 1) bzw. 47 (Probe 2). Es ist darauf hinzuweisen, dass ungefähr 1/3 der PIDs lineare Protrusions waren, ungefähr 2/3 der PIDs Mikro-LPDs waren und die Zahl der anderen Defektarten in jeder Probe klein ist.

Versuchsbeispiel 2

[0065] Wie im Versuchsbeispiel 1 wurden zwei Einkristall-Siliziumwafer, die verschiedenen Arten der Bearbeitung unmittelbar vor dem primären Polieren unterzogen wurden, hergestellt. Jeder hergestellte Einkristall-Siliziumwafer ist ein CZ-Einkristall-Siliziumwafer vom P-Typ (Resistivität: 1 Ω cm oder höher) mit einem Durchmesser von 200 mm. In diesem Fall wurde ein Polierkissen, das für ungefähr 5000 Minuten genutzt wurde, verwendet, und die Drehgeschwindigkeit eines Drehtellers wurde auf 25 U/min (Probe 3) und 40 U/min (Probe 4) eingestellt, um das Endpolieren bezüglich der Einkristall-Siliziumwafer durchzuführen. Zu diesem Zeitpunkt betrugen die Poliermaterialentfernungen 22,4 nm (Probe 3) und 36,4 nm (Probe 4), und die Polierraten betrugen 8,96 nm/min (Probe 3) bzw. 14,6 nm/min (Probe 4).

[0066] Die Anzahl der PIDs wurde wie im Versuchsbeispiel 1 bestimmt, sie betrug 61 (Probe 3) und 110 (Probe 4), ungefähr 1/3 der PIDs waren lineare Protrusions, ungefähr 2/3 der PIDs waren Mikro-LPDs und die Zahl der anderen Defektarten war klein.

[0067] Die [Fig. 1](#) zeigt eine Beziehung zwischen der Polierrate und der Zahl der PIDs in dem Endpolierschritt, die aus den Versuchsbeispielen 1 und 2 erhalten wurden.

[0068] Es wird anhand von [Fig. 1](#) verständlich, dass die Polierrate und Zahl der PIDs eine positive Korrelation

aufweisen.

[0069] Da weiterhin die Polierkissen mit unterschiedlichen Nutzungsstunden (Kissen-Lebensdauer) im Versuchsbeispiel 1 und im Versuchsbeispiel 2 verwendet wurden, sind die Polierraten unterschiedlich, obgleich die Drehgeschwindigkeit des Drehtellers die gleiche ist, doch ermöglicht das Richten der Aufmerksamkeit auf die Beziehung zwischen der Polierrate und der Zahl der PIDs die Bestätigung des Vorhandenseins der Korrelation.

Versuchsbeispiel 3

[0070] Zuerst wurden sechs Einkristall-Siliziumwafer, die verschiedenen Arten der Bearbeitung bis unmittelbar vor dem primären Polieren unterzogen wurden, hergestellt. Jeder hergestellte Einkristall-Siliziumwafer ist ein CZ-Einkristall-Siliziumwafer vom P-Typ (Resistivität: 1 Ωcm oder höher) mit einem Durchmesser von 200 mm.

[0071] Danach wurde ein primäres Polieren unter Verwendung einer einseitigen Poliermaschine, eines Polierkissens aus einem Polyurethan-Faservlies und eines Polierschlammes aus einem kolloidalen Silica auf NaOH-Basis durchgeführt, wobei die Poliermaterialentfernung auf ungefähr 8 bis 12 μm eingestellt war.

[0072] Im Anschluss wurde ein sekundäres Polieren unter Verwendung einer einseitigen Poliermaschine, eines Polierkissens aus einem Polyurethan-Faservlies und eines Polierschlammes aus einem kolloidalen Silica auf NaOH-Basis durchgeführt, wobei die Poliermaterialentfernung auf ungefähr 0,5 bis 1,5 μm eingestellt war.

[0073] Danach wurde ein Endpolieren unter Verwendung einer solchen einseitigen Poliermaschine wie in [Fig. 6](#) gezeigt, eines Polierkissens aus Polyurethan-Velourleder und eines Polierschlammes aus einem kolloidalen Silica auf NH_4OH -Basis durchgeführt. In diesem Fall wurde das Polieren durchgeführt, wobei Drehgeschwindigkeit eines Polierkopfes auf einen festen Wert eingestellt war und die Drehgeschwindigkeit eines Drehtellers und die Polierzeit wie in der nachstehenden Tabelle 1 gezeigt eingestellt waren.

[0074] Als ein Ergebnis der Messung der Poliermaterialentfernungen beim Endpolieren nach dem Polieren wurden solche Poliermaterialentfernungen und Polierraten wie in Tabelle 1 gezeigt erzielt.

Tabelle 1

Probennummer	Wafer-Durchmesser (mm)	Drehgeschwindigkeit des Drehtellers	Polierzeit	Poliermaterialentfernung (nm)	Polierrate (nm/min)
5	200	10 U/min	6 Minuten	64,1	10,7
6	200	10 U/min	12 Minuten	119,4	10,0
7	200	5 U/min	6 Minuten	43,5	7,26
8	200	5 U/min	12 Minuten	72,1	6,01
9	200	2 U/min	12 Minuten	39,1	3,26
10	200	2 U/min	30 Minuten	75,3	2,51

[0075] Die Anzahl der PIDs bei den Proben 5 bis 10 wurde wie im Versuchsbeispiel 1 bestimmt, und die [Fig. 2](#) zeigt eine Beziehung zwischen der Polierrate und der Zahl der PIDs im Endpolierschritt.

[0076] Es wird anhand der [Fig. 2](#) verständlich, dass die Polierrate und die Zahl der PIDs eine positive Korrelation besitzen.

[0077] Weiterhin zeigt die [Fig. 4](#) eine Beziehung zwischen der Poliermaterialentfernung und der Anzahl der PIDs im Versuchsbeispiel 3. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, weisen die Proben, die einem Polieren bei im Wesentlichen der gleichen Polierrate und mit unterschiedlichen Poliermaterialentfernungen unterzogen wurden (d. h., die bei der gleichen Drehgeschwindigkeit des Drehtellers für unterschiedliche Zeiten polierten Proben), keine Korrelation auf. Das heißt, es ist zu erkennen, dass die Poliermaterialentfernung selbst und die Zahl der PIDs nicht direkt eine Korrelation aufweisen.

Versuchsbeispiel 4

[0078] Vier CZ-Einkristall-Siliziumwafer vom P-Typ (Resistivität: 1 Ωcm oder höher) wurden wie im Versuchsbeispiel 1 hergestellt, doch hatte jeder Wafer einen Durchmesser von 300 mm, und das Endpolieren wurde mit einer Drehgeschwindigkeit eines Drehtellers durchgeführt, die auf 43, 30, 20 und 10 U/min (Proben 11 bis 14) eingestellt war. Zu diesem Zeitpunkt betrugen die Poliermaterialentfernungen 44,6, 29,4, 18,2 und 6,17 nm, und die Polierraten waren 19,1, 12,6, 7,83 bzw. 2,65 nm/min.

[0079] Die Anzahl der PIDs bei den Proben 11 bis 14 wurde wie im Versuchsbeispiel 1 bestimmt, und die [Fig. 3](#) zeigt eine Beziehung zwischen der Polierrate und der Zahl der PIDs im Endpolierschritt.

[0080] Es lässt sich ebenfalls anhand von [Fig. 3](#) ersehen, dass die Polierrate und die Zahl der PIDs eine positive Korrelation besitzen.

[0081] Die Tabelle 2 zeigt eine Zusammenfassung von Polierbedingungen und die Zahl der PIDs beim Endpolieren von jedem der Versuchsbeispiele 1 bis 4.

Tabelle 2

Versuchsbeispiel Nummer	Probennummer	Wafer-Durchmesser (mm)	Polierrate (nm/min)	Zahl an PIDs (Anmerkung) bezüglich eines Wafers mit einem Durchmesser von 300 mm
1	1	200	3,32	31
	2		8,24	47
2	3	200	8,96	61
	4		14,6	110
3	5	200	10,7	102
	6		10,0	98
	7		7,26	82
	8		6,01	78
	9		3,26	61
	10		2,51	53
4	11	300	19,1	160
	12		12,6	110
	13		7,83	66
	14		2,65	36

[0082] Anhand der oben erläuterten Versuchsergebnisse wird verständlich, dass das Einstellen der Polierrate in dem Endpolierschritt auf 10 nm/min oder niedriger die wirksame Unterdrückung der Erzeugung von PIDs und die Bereitstellung des polierten Wafers mit einer sehr geringen Anzahl an PIDs, z. B. weniger als 100 bezüglich eines Wafers mit einem Durchmesser von 300 mm, ermöglicht. Weiterhin fand man heraus, dass eine weitere Reduzierung der Polierrate eine weitere Unterdrückung der Zahl der PIDs ermöglicht und das Einstellen der Polierrate z. B. auf 5 nm/min oder niedriger das Unterdrücken der Zahl der PIDs auf ungefähr 80 oder niedriger ermöglicht.

[0083] Es ist darauf hinzuweisen, dass eine Untergrenze der Polierrate im Endpolierschritt keiner speziellen Beschränkung unterliegt, jedoch auf Basis z. B. der Erzielung von Produktivität, einer Wirkung der Reduzierung von Trübung oder der Regulierbarkeit ermittelt wird und z. B. auf 0,1 nm/min oder höher eingestellt werden kann.

[0084] Es ist darauf hinzuweisen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die vorhergehenden Ausführungsformen beschränkt ist. Die vorhergehende Ausführungsform ist lediglich ein Beispiel, und jegliche Beispiele, die im Wesentlichen die gleichen Strukturen aufweisen und die gleichen Funktionen und Wirkungen wie jene in dem in den Ansprüchen der vorliegenden Erfindung beschriebenen technischen Konzept zeigen, sind im technischen Umfang der vorliegenden Erfindung eingeschlossen.

Zusammenfassung

Endpolierverfahren für Einkristall-Siliziumwafer und Einkristall-Siliziumwafer

[0085] Offenbart ist ein Endpolierverfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer als abschließendem Polierschritt unter einer Vielzahl von Polierschritten, wobei ein Einkristall-Siliziumwafer poliert wird, während ein Polierschlamm zwischen dem Einkristall-Siliziumwafer und einem Poliertuch eingreifend vorliegt. Bei diesem Endpolierverfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer wird die Polierate auf nicht mehr als 10 nm/min eingestellt. Ebenfalls ist ein Einkristall-Siliziumwafer offenbart, welcher durch ein solches Endpolierverfahren poliert worden ist. Dieses Endpolierverfahren ermöglicht es, einen Einkristall-Siliziumwafer zu erhalten, welcher bezüglich PID (durch Polieren herbeigeführte Defekte) verringert ist.

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 2004-193529 [\[0006\]](#)
- JP 2005-45102 [\[0009\]](#)

Patentansprüche

1. Endpolierv Verfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer, wobei die Polier rate auf 10 nm/min oder weniger eingestellt wird, um ein Endpolieren in einem Endpolierschritt als einem abschließenden Schritt unter einer Vielzahl von Polierschritten zum Polieren des Einkristall-Siliziumwafers durchzuführen, wobei ein Polierschlamm zwischen dem Einkristall-Siliziumwafer und einem Polierkissen eingebracht ist.

2. Endpolierv Verfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer gemäß Anspruch 1, wobei die Polier rate bei dem Endpolieren durch Einstellen der relativen Geschwindigkeit des zu polierenden Einkristall-Siliziumwafers und des Polierkissens eingestellt wird.

3. Endpolierv Verfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Poliermaterialentfernung bei dem Endpolieren auf 5 nm oder höher eingestellt ist.

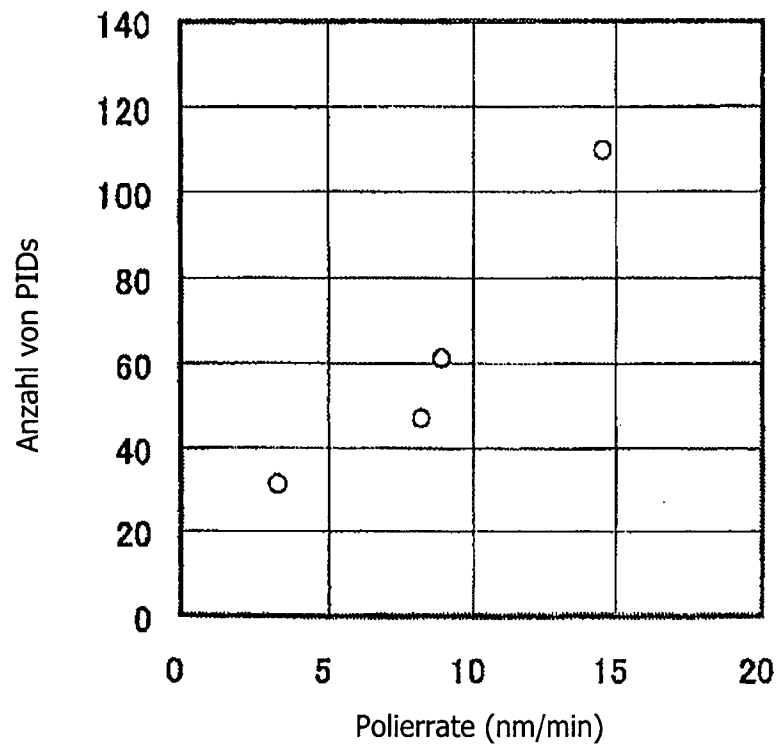
4. Endpolierv Verfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer gemäß einem Beliebigen der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Polier rate zumindest am Ende des Endpolierschritts auf 10 nm/min oder weniger eingestellt ist.

5. Einkristall-Siliziumwafer, welcher einem Endpolieren durch das Endpolierv Verfahren für einen Einkristall-Siliziumwafer gemäß einem Beliebigen der Ansprüche 1 bis 4 unterzogen wird, wobei die Zahl der PIDs auf einer Waferoberfläche weniger als 100 bezüglich eines Wafers mit einem Durchmesser von 300 mm beträgt.

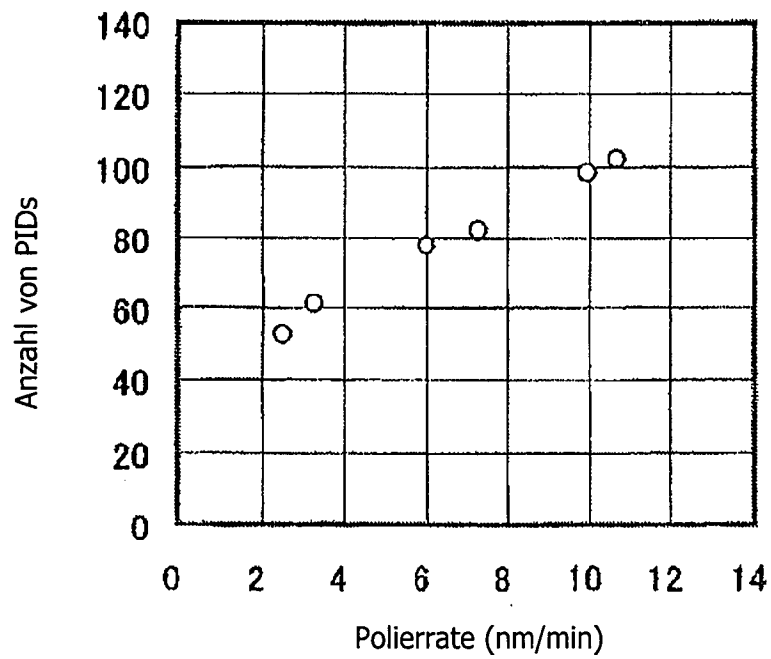
Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

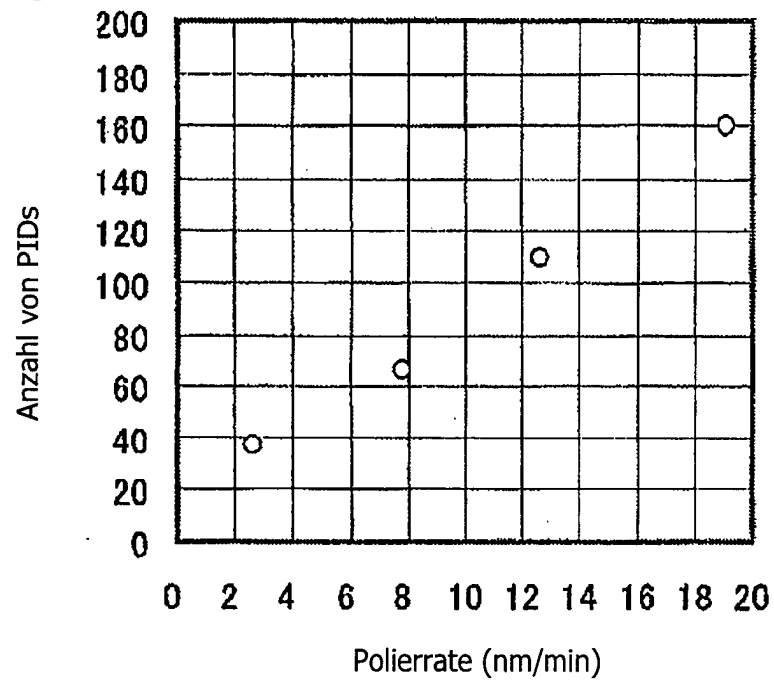
[Fig. 1]



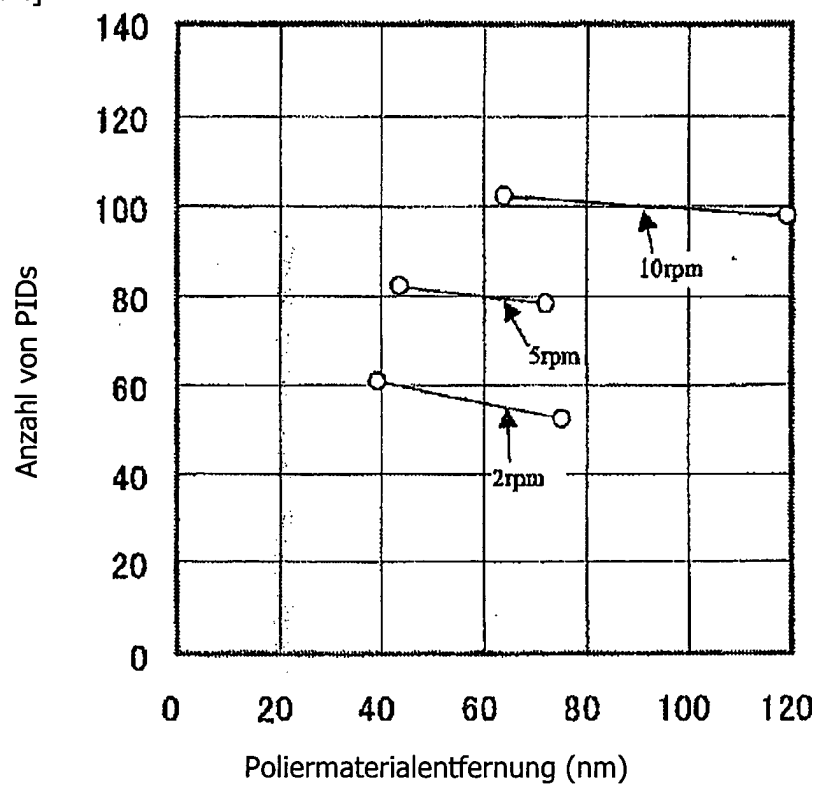
[Fig. 2]



[Fig. 3]

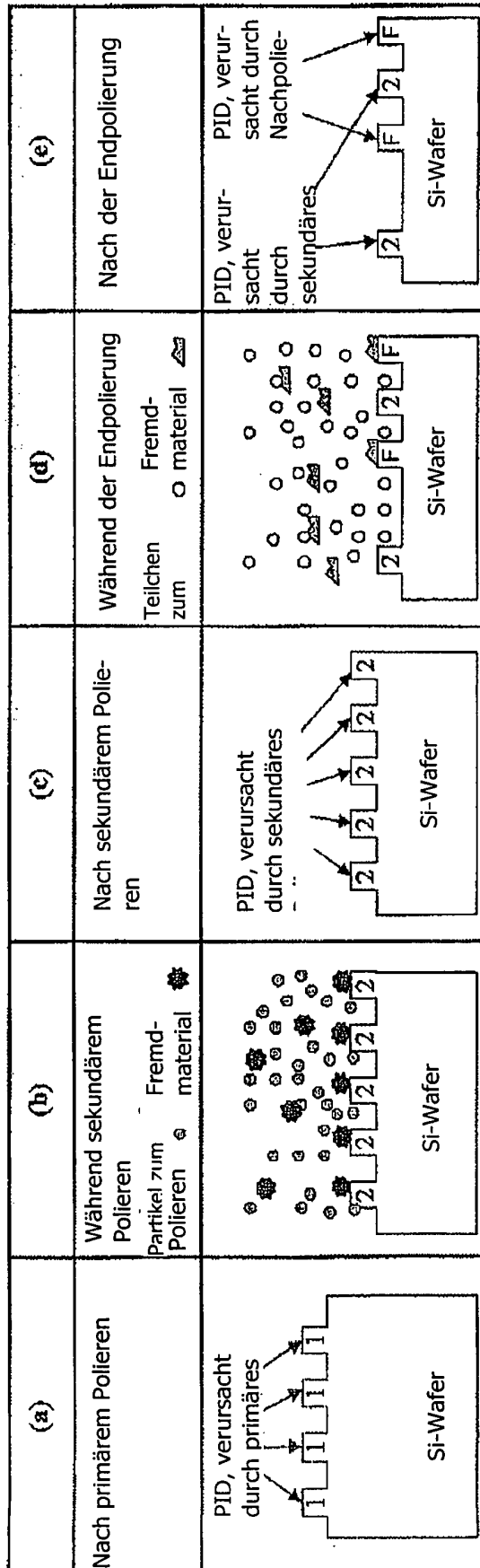


[Fig. 4]

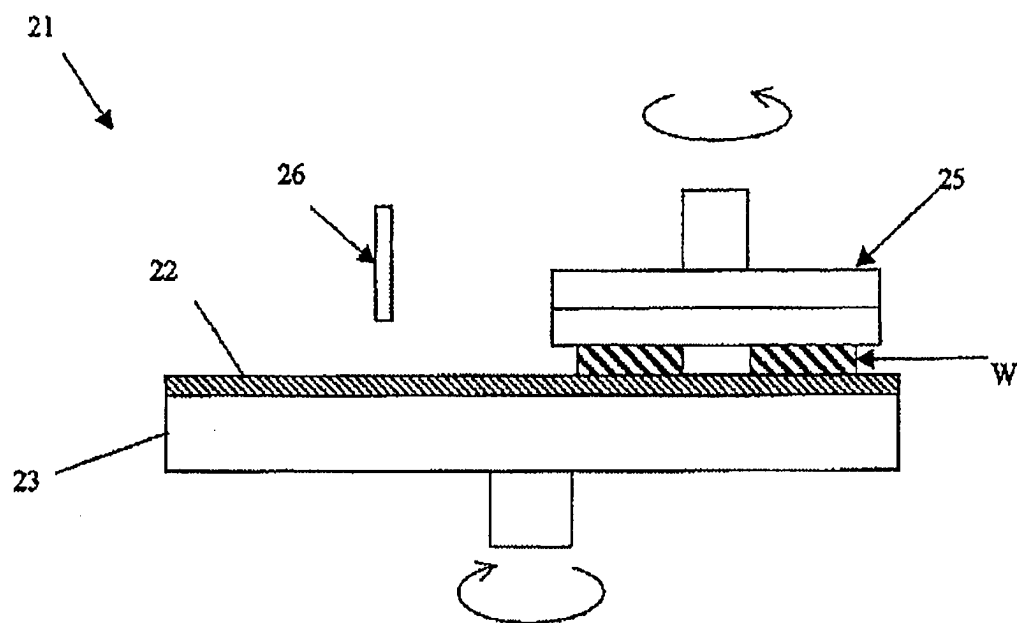


rpm = U/min

[Fig. 5]

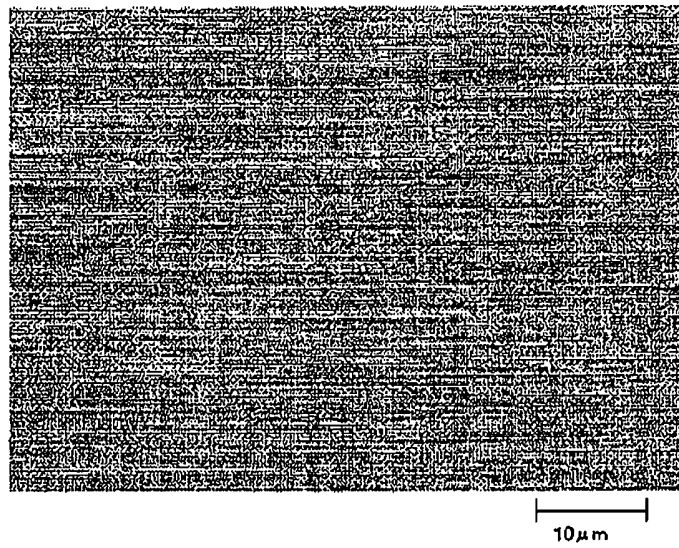


[Fig. 6]

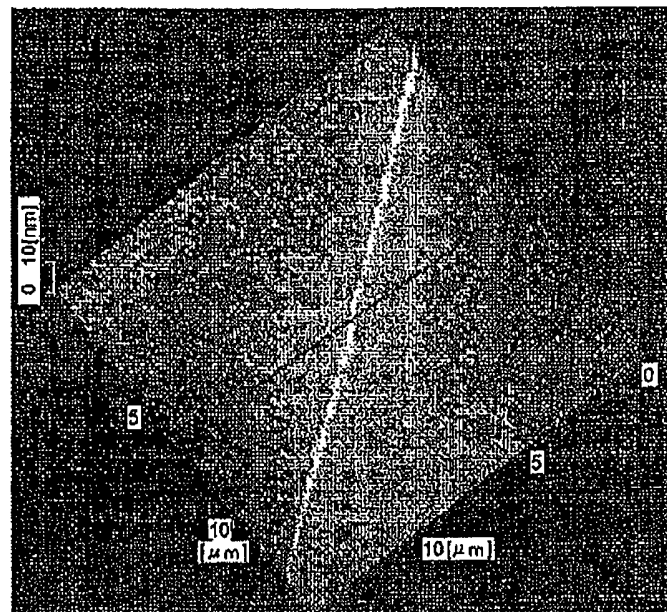


[Fig. 7]

(a)



(b)



(c)

