



(10) **DE 10 2012 204 089 A1** 2012.09.20

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 204 089.7**

(22) Anmeldetag: **15.03.2012**

(43) Offenlegungstag: **20.09.2012**

(51) Int Cl.: **B24B 49/03 (2012.01)**
B24B 7/17 (2012.01)

(30) Unionspriorität:

2011-060520 **18.03.2011** **JP**
2011-243137 **07.11.2011** **JP**

(74) Vertreter:

HOFFMANN - EITLE, 81925, München, DE

(71) Anmelder:

Koyo Machine Industries Co., Ltd., Osaka, JP

(72) Erfinder:

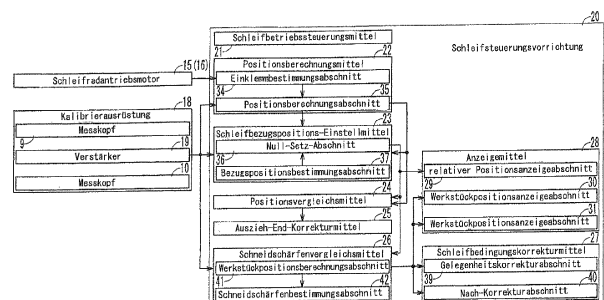
Shibanaka, Atsushi, Osaka, Yao-shi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Schleifen von dünnen blattförmigen Werkstücken und Doppelend-Oberflächenschleifer**

(57) Zusammenfassung: Zum Minimieren eines Unterschiedes einer Schneidschärfe zwischen einem Paar Schleifrädern, die beide Seitenoberflächen eines Werkstücks schleifen.

Ein Doppelend-Oberflächenschleifer gemäß der vorliegenden Erfindung enthält ein Paar statischer Druckbeläge 1 und 2, die ein dünnes blattförmiges Werkstück W halten, ein Paar Schleifräder 5 und 6, die beide Seitenoberflächen des Werkstücks W schleifen, das zwischen dem Paar statischer Druckbeläge 1 und 2 gehalten wird, ein Paar Messköpfe 9 und 10, die Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W, das geschliffen wird, messen, ein Berechnungsmittel 22, das eine relative Position X des Werkstücks W aus gemessenen Werten M1 und M2 der Messköpfe 9 und 10 berechnet, wenn eine Schleifpräzision des Werkstücks W innerhalb einer Bezugspräzision liegt, ein Positionsvergleichsmittel 24, das die relative Position X mit einer Schleifbezugsposition X0 vergleicht, an der das Werkstück W korrekt zwischen den statischen Druckbelägen 1 und 2 gehalten werden sollte, um eine Differenz zwischen diesen zu erhalten, und ein Auszieh-End-Korrekturmittel 25, das Schleif-Auszieh-Enden der Schleifräder 5 und 6 gemäß einer Differenz zwischen der relativen Position X und der Schleifbezugsposition X0 nach dem Schleifen des Werkstücks W korrigiert, wenn die relative Position X und die Schleifbezugsposition X0 voneinander abweichen.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schleifen eines dünnen blattförmigen Werkstücks und einen Doppelend-Oberflächenschleifer, der verwendet wird, wenn ein dünnes blattförmiges Werkstück, wie zum Beispiel ein Siliziumwafer, geschliffen wird.

Technischer Hintergrund

[0002] Wenn beide Seitenoberflächen eines dünnen blattförmigen Werkstücks, wie zum Beispiel eines Siliziumwafers, mit einem Schleifräderpaar abgeschliffen werden, indem ein Doppelend-Oberflächenschleifer verwendet wird, wird ein In-Prozess-Kalibrierschleifen angewendet, in dem die Dicke des Werkstücks, das geschliffen wird, mit einem Messmittel gemessen wird, das ein Messkopfpaar aufweist, indem eine Steuerung derart durchgeführt wird, dass der gemessene Wert mit einem Schleiferferenzwert übereinstimmt, das Werkstück wird zu einer vorbestimmten genauen Größe geschliffen (Patentdokument 1).

[0003] Beispielsweise zum Schleifen auf dieselbe Dicke wie die Dicke eines Masterwerkstücks, wird zuerst die Dicke des Masterwerkstücks mit einem Messmittel gemessen, wenn das Masterwerkstück abgeschliffen wird, und diese Dicke des Masterwerkstücks wird als ein Abschleißbezugswert unter der Abschleißumgebung angesehen und auf Null gesetzt. Wenn dann ein Werkstück tatsächlich abgeschliffen wird, wird die Dicke des Werkstücks während des Abschleifens mit demselben Messmittel gemessen, und als Folge auf ein Null-Signal, wenn der gemessene Wert den auf Null gesetzten Abschleißbezugswert erreicht, schaltet der Prozess zum Ausfeuern um und wird nach dem Ausfeuern über einen vorbestimmten Zeitraum fortgesetzt, wobei die Schleifräder zum Beenden des Schleifens zurückgezogen werden.

Dokument aus dem Stand der Technik

Patentdokument

[0004]

Patentdokument 1: Japanische veröffentlichte ungeprüfte Patentanmeldung Nr. 2003-71713

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Durch die Erfindung gelöste Aufgabe
Durch Anwenden dieses In-Prozess-Kalibrierschleifens kann ein Werkstück in derselben Schleifumgebung wie derjenigen des Masterwerkstücks geschliffen werden, sodass das Werkstück mit derselben Dicke wie derjenigen des Masterwerkstücks fertig ge-

stellt werden kann. Wenn sich jedoch die Schleifräder in ihrer Schnittschärfe voneinander unterscheiden, tritt eine große Differenz zwischen beiden Seitenoberflächen des Werkstücks beim Fertigstellungszustand auf, und eine vorbestimmte Schleifpräzision kann nicht über einen langen Zeitraum stabil aufrechterhalten werden.

[0006] Insbesondere in einem Doppelend-Oberflächenschleifer, wenn ein Werkstück geschliffen wird, das durch statische Drücke eines Paares statischer Druckbeläge von beiden Seiten mit einem Schleifräderpaar abgeschliffen wird, wie in [Fig. 14](#) gezeigt ist, wird das Werkstück durch Grobschleifen, Feinschleifen und Endschleifen auf eine vorbestimmte Schleifpräzision geschliffen. In diesem Fall ist es sehr wichtig, nachdem eine höhere Schleifgenauigkeit erforderlich wurde, dass das Paar Schleifräder während des Schleifens eines Werkstücks immer dieselbe Schnittschärfe aufweist.

[0007] Wenn die einzelnen Schleifräder des Paares die gleiche Schnittschärfe aufweisen, sind die Werkstückschleifmengen durch die Schleifräder gleich, wie durch die durchgezogene Linie in [Fig. 14](#) gezeigt ist. Es gibt jedoch eine individuelle Variation des Radverschleißvolumens zwischen den eigentlichen Schleifrädern, sodass, wegen des Unterschieds des Radverschleißvolumens zwischen den Schleifrädern, wenn die Schleifräder über einen langen Zeitraum verwendet werden, die Schleifräder in der Schnittschärfe stark voneinander abweichen.

[0008] In Bezug auf ein Schleifrad, dessen Radverschleißvolumen groß ist, setzt sich ein Selbstschärfeffekt abrasiver Körner fort und eine hohe Schneidschärfe wird aufrechterhalten, so dass die Schleifmenge ansteigt, wie durch die abwechselnd lang und kurz gestrichelte Linie in [Fig. 14](#) gezeigt ist. Andererseits ist in Bezug auf ein Schleifrad, dessen Radverschleißvolumen klein ist, eine Schnittschärfe wegen des Zusammenklebens usw. zwischen abrasiven Körnern niedrig, sodass die Schleifmenge abnimmt, wie durch die abwechselnd lang und doppelt kurz gestrichelte Linie in [Fig. 14](#) gezeigt ist. Obwohl die Werkstückfertigstellungsgröße dieselbe ist, unterscheiden sich als Folge die fertig gestellten Zustände der beiden Seitenoberflächen des Werkstücks wegen des Unterschieds der Schnittschärfe zwischen den Schleifrädern stark voneinander.

[0009] Eine Oberfläche des Werkstückschliffs mit einem Schleifrad mit hoher Schnittschärfe wird eine raue Oberfläche und eine Oberfläche des Werkstückschliffs mit einem Schleifrad mit niedriger Schnittschärfe wird eine Spiegeloberfläche wie eine polierte Oberfläche, sodass sich die fertig gestellten Zustände der beiden Seitenoberflächen des Werkstücks stark voneinander unterscheiden. Wenn das Werkstück in diesem Grundzustand so beibehalten

wird, wie es ist, kann das Werkstücks wegen des Unterschieds der Oberflächenfläche zwischen der rauhen Oberflächenseite und der Spiegeloberflächenseite des Werkstücks verkrümmt werden, sodass die raue Oberflächenseite mit der größeren Oberflächenfläche die Außenseite wird und die Spiegeloberflächenseite mit der kleineren Oberflächenfläche die Innenseite wird.

[0010] Es gibt beispielsweise Probleme, wenn ein Werkstück mit Schleifrädern geschliffen wird, die in ihrer Schnittschärfe voneinander abweichen, selbst wenn das Werkstück selbst eine vorbestimmte Fertigstellungsdicke aufweist, eine Spannung entsprechend dem Unterschied der Schleifmenge an die beiden Seitenoberflächen des Werkstücks angelegt wird und beiden Seitenoberflächen des Werkstücks gemäß dem Unterschied der Schleifmenge beschädigt werden, und wenn die Spannung und Beschädigung groß sind, weicht die Schleifpräzision von dem Referenzwert ab und wird das Werkstück fehlerhaft.

[0011] Ferner wird ein Werkstück zwischen dem Paar statischer Druckbeläge normalerweise gleichmäßig durch Haltewasser, das von den Halteoberflächenseiten der statischen Druckbeläge zugeführt wird, horizontal gehalten, sodass eine ideale Schleifposition des Werkstücks die Mitte zwischen den statischen Druckbelägen ist, und diese Position wird wünschenswert als eine Schleifbezugsposition eingestellt, wenn geschliffen wird. Aktuelle Materialformen von Werkstücken, wie zum Beispiel Siliziumwafern, werden jedoch nicht immer perfekte Ebenen, wie eine Oberfläche mit einer gekrümmten Seitenoberfläche, und ihre Dicken sind nicht gleich, sodass eine Position eines Werkstücks, wenn die Schleifpräzision, wie zum Beispiel Flachheit usw. innerhalb von Referenzwerten ist, nicht die Mitte zwischen den statischen Druckbelägen ist, und dies kann die Schnittschärfe des linken und rechten Schleifrades beeinflussen.

[0012] Obwohl die Schnittschärfen, die von dem Unterschied des Radverschleißvolumens zwischen den Schleifrädern abhängen, damit die Werkstückschleifpräzision stark beeinflussen, gibt es in Wirklichkeit einige weitere Faktoren, die den Verschleiß der Schleifräder bewirken, und es ist sehr schwierig, die Schleifbedingungen der Schleifräder so einzustellen, dass immer dieselben Schnittschärfen der Schleifräder mit diesen einigen weiteren Faktoren des Radverschleißes vorliegen. Daher entstehen wegen der Variation der Schnittschärfe, die durch den Unterschied des Radverschleißvolumens zwischen den Schleifrädern bewirkt wird, beim herkömmlichen Schleifen von Siliziumwafern usw. eine große Zahl von Ausfällen und führen als eine Folge zu einem Anstieg der Herstellungskosten und einer Verschlechterung der Produktivität.

[0013] Angesichts dieses herkömmlichen Problems ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Schleifen eines dünnen blattförmigen Werkstücks und einen Doppelend-Oberflächenschleifer bereitzustellen, die einen Unterschied der Schnittschärfe wegen eines Unterschieds des Radverschleißvolumens zwischen Schleifrädern minimieren und eine vorbestimmte Schleifpräzision über einen langen Zeitraum stabil aufrechterhalten.

MITTEL ZUM LÖSEN DER AUFGABE

[0014] Ein Verfahren zum Schleifen eines dünnen blattförmigen Werkstücks gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst, wenn beide Seitenoberflächen eines dünnen blattförmigen Werkstücks, das zwischen einem Paar statischer Druckbeläge gehalten wird, mit einem Schleifräderpaar geschliffen werden: Berechnen einer relativen Position des Werkstücks, das geschliffen wird; Vergleichen der relativen Position mit einer Schleifbezugsposition, an der das Werkstück korrekt gehalten werden sollte; und Berichtigen von Auszieh-Enden des Schleifens der Schleifräder gemäß einem Unterschied zwischen der relativen Position und der Schleifbezugsposition, wenn die relative Position und die Schleifbezugsposition nach dem Schleifen des Werkstücks unterschiedlich sind, sodass die Eintreib-Enden des Schleifens der Schleifräder während des nächsten Schleifens zueinander passen werden.

[0015] Eine Position des Werkstücks, wenn die Schleifpräzision des Werkstücks, das geschliffen wird, innerhalb der Bezugspräzision liegt, kann als die relative Position verwendet werden. Es ist auch möglich, dass eine Position des Werkstücks, wenn die Schleifpräzision des Werkstücks innerhalb der Bezugspräzision beim Vorschleifen ist, als die Schleifbezugsposition eingestellt wird, und diese Schleifbezugsposition fixiert wird. Es ist auch möglich, dass eine Position des Werkstücks, wenn ein Null-Signal, das eine vorbestimmte Größe des Werkstücks anzeigt, von einer Größenausrüstung beim Vorschleifen empfangen wird, als die Schleifbezugsposition eingestellt wird, und eine Position des Werkstücks, wenn ein Null-Signal von der Größenausrüstung empfangen wird, als die relative Position beim regulären Schleifen verwendet wird.

[0016] Es ist auch möglich, dass ein Abweichungsmaß und eine Abweichungsrichtung der relativen Position in Bezug auf die Schleifbezugsposition durch Vergleichen der relativen Position mit der Schleifbezugsposition berechnet werden, und auf der Grundlage des Abweichungsmaßes und der Abweichungsrichtung werden die Schleif-Auszieh-Enden der Schleifräder korrigiert. Es ist auch möglich, dass eine absolute Position des Werkstücks zwischen den statischen Druckbelägen, wenn die Schleifpräzision des Werkstücks innerhalb der Bezugspräzision beim

Vorschleifen ist, berechnet wird, und eine Schleifbezugsposition wird eingestellt, wenn diese absolute Position kleiner als eine Quelle ist, die auf der Grundlage der Schleifpräzision bestimmt wird.

[0017] Ein Doppelend-Oberflächenschleifer gemäß der vorliegenden Erfindung schleift beide Seitenoberflächen eines dünnen blattförmigen Werkstücks, das zwischen einem Paar statischer Druckbeläge gehalten wird, mit einem Paar Schleifrädern und umfasst: ein Paar Messköpfe, die Positionen beider Seitenoberflächen des Werkstücks, das geschliffen wird, messen; ein Berechnungsmittel, das eine relative Position des Werkstücks aus den gemessenen Werten der Messköpfe berechnet, wenn die Schleifpräzision des Werkstücks innerhalb der Referenzpräzision ist; ein Positionsvergleichsmittel, das die relative Position und eine Schleifbezugsposition, an der das Werkstück korrekt zwischen den statischen Druckbelägen gehalten werden sollte, vergleicht, um eine Differenz zwischen diesen zu erhalten; und ein Ausziehen-Berichtigungsmittel, das Schleif-Ausziehen-Enden der Schleifräder gemäß einer Differenz der relativen Position und der Schleifbezugsposition nach dem Schleifen des Werkstücks korrigiert, wenn die relative Position und die Schleifbezugsposition voneinander abweichen.

EFFEKT DER ERFINDUNG

[0018] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine relative Position eines zu schleifenden Werkstücks berechnet, diese relative Position wird mit einer Schleifbezugsposition verglichen, an der das Werkstück korrekt gehalten werden sollte, und wenn diese voneinander abweichen, werden Schielt-Ausziehen-Enden der Schleifräder gemäß dem Unterschied zwischen der relativen Position und der Schleifbezugsposition korrigiert, nachdem das Werkstück geschliffen ist, sodass Schleif-Eintreib-Enden der Schleifräder einander während des nächsten Schleifens gleichen und daher ein Unterschied des Radverschleißvolumens zwischen den Schleifrädern des Paares, die beide Seitenoberflächen eines Werkstücks schleifen, minimiert werden können, und eine vorbestimmte Schleifpräzision kann stabil über einen langen Zeitraum aufrechterhalten werden. Daher gibt es Vorteile, in denen die Werkstückschleifpräzision verbessert wird, die Produktkosten reduziert werden können und die Produktivität verbessert werden kann.

KURZE FIGURENBESCHREIBUNG

[0019] [Fig. 1](#) ist eine Konfigurationsdraufsicht eines horizontalen Doppelend-Oberflächenschleifers, die eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0020] [Fig. 2](#) ist eine Seitenansicht desselben.

[0021] [Fig. 3](#) ist ein Blockdiagramm eines Steuerungssystems desselben.

[0022] [Fig. 4](#) ist eine erklärende Ansicht eines Anzeigemittels desselben.

[0023] [Fig. 5](#) ist eine erklärende Ansicht eines Positionsmessverfahrens desselben.

[0024] [Fig. 6](#) ist eine Schnittdraufsicht einer Positionsmessaufspannvorrichtung usw. desselben.

[0025] [Fig. 7](#) ist eine Seitenansicht der Positionsmessaufspannvorrichtung usw. desselben.

[0026] [Fig. 8](#) ist eine erklärende Ansicht eines Positionsmessverfahrens desselben.

[0027] [Fig. 9](#) ist ein Flussdiagramm eines Probe-schleifens desselben.

[0028] [Fig. 10](#) ist ein Flussdiagramm eines regulären Schleifens desselben.

[0029] [Fig. 11](#) ist eine erklärende Ansicht einer Schnittschärfendifferenz desselben.

[0030] [Fig. 12](#) ist ein Blockdiagramm, das eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0031] [Fig. 13](#) ist eine erklärende Ansicht einer Schleifwasser-Strömungsvolumeneinstellung desselben.

[0032] [Fig. 14](#) ist eine erklärende Ansicht eines Schleifmaßunterschieds, der durch einen Unterschied der Schnittschärfe zwischen Schleifrädern bewirkt wird.

BESTER WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0033] Hiernach werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Detail auf der Grundlage der Zeichnungen beschrieben. [Fig. 1](#) bis [Fig. 11](#) illustrieren einen horizontal Doppelend-Oberflächenschleifer, der die vorliegende Erfindung anwendet. Dieser horizontale Doppelend-Oberflächenschleifer enthält, wie in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt ist, ein Paar linker und rechter statischer Druckbeläge **1** und **2**, die auf der linken und rechten Seite angeordnet sind, sodass sie einander gegenüber liegen und ein dünnes blattförmiges Werkstück **W** halten, ein Paar linker und rechter Schleifräder **5** und **6**, die um horizontale Achsen drehbar angeordnet sind, um Ausnehmungsabschnitten **3** und **4** der statischen Druckbeläge **1** und **2** zu entsprechen, und linke und rechte Seitenoberflächen des Werkstücks **W** schleifen, das durch die statischen Druckbeläge **1** und **2** gehalten

wird, einen Träger (nicht gezeigt), der das Werkstück W, das durch die statischen Druckbeläge **1** und **2** gehalten wird, um die Mitte rotiert, und ein Paar linker und rechter Messköpfe **9** und **10**, die auf der linken und rechten Seite des Werkstücks W so angeordnet sind, dass sie ausgenommenen Abschnitten **7** und **8** der statischen Druckbeläge **1** und **2** entsprechen.

[0034] Die statischen Druckbeläge **1** und **2** sind in der Links-Rechtsrichtung zwischen vorausgehenden Positionen, an denen die Beläge das Werkstück W halten, und zurückgezogenen Positionen, an denen die Teile von dem Werkstück W zurückgezogen sind, beweglich, und in der vorgeschobenen Position halten die statischen Druckbeläge das Werkstück W mit statischen Drücken über ein Haltefluid, wie zum Beispiel Haltewasser, das den Halteoberflächen, die dem Werkstück W gegenüberliegen, zugeführt wird.

[0035] Die Schleifräder **5** und **6** haben Becherformen usw. und sind an den Spitzen von Radwellen **13** und **14** vorgesehen, die drehbar durch Lagerboxen **11** und **12** gehalten werden, und werden angetrieben, um durch Schleifradantriebsmotoren **15** und **16** zu rotieren. Die Lagerboxen **11** und **12** sind in der Links-Rechtsrichtung über gleitende Führungsmechanismen (nicht gezeigt) beweglich gehalten und bewegen sich in der Links-Rechtsrichtung über Schnittachsen (nicht gezeigt) und die Gleitführungsmechanismen usw., indem Schnittachsenantriebsmotoren (nicht gezeigt) angetrieben werden, und bewegen die Schleifräder **5** und **6** in der Links-Rechtsrichtung zwischen den Schleif-Eintreib-Enden und den Schleif-Auszieh-Enden.

[0036] Die Messköpfe **9** und **10** messen die Positionen beider Seitenoberflächen des Werkstücks W und werden schwingfähig durch ein Halteelement **17** auf der festen Seite über Schwenkabschnitte **9a** und **10a** fixiert, und geben elektrische Signale aus, die Winkelveränderungen um die Schwenkabschnitte **9a** und **10a** der Messköpfe **9** und **10** entsprechen, wenn Sensoren **9b** und **10b**, die an den Spitzen der Messköpfe vorgesehen sind, in Kontakt mit den Seitenoberflächen des Werkstücks W kommen. Die Messköpfe **9** und **10** können auch die Positionen der statischen Druckbeläge **1** und **2** über das Werkstück W in Kontakt mit den statischen Druckbelägen **1** und **2** messen.

[0037] Die Messköpfe **9** und **10** bilden einen Teil einer Kalibrierungsausrüstung **18** zum In-Prozesskalibrieren, und ihre Ausgangsendseiten sind mit einem Verstärker **19** verbunden. Die Kalibrierungsausrüstung **18** ist mit einer Schleifsteuerungsvorrichtung **20** verbunden. Die Kalibrierungsausrüstung **18** gibt ein Null-Signal aus, wenn eine Schleifpräzision des Werkstücks W während des Schleifens (zum Beispiel wenn die Dicke des Werkstücks W eine vorbestimm-

te Dicke erreicht) innerhalb der Bezugspräzision ist, und verschiebt den Prozess zum Ausfeuern oder einer anderen vorbestimmten Operation durch Steuerung eines Schleifbetriebssteuerungsmittels **21** der Schleifsteuerungsvorrichtung **20**.

[0038] Die Schleifsteuerungsvorrichtung **20** enthält, wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, zusätzlich zu einem herkömmlich bekannten Schleifbetriebssteuerungsmittel **21**, das eine Reihe Schleifverfahren vom Einsetzen zum Herausnehmen eines Werkstücks W steuert, ein Positionsberechnungsmittel **22**, das eine Position eines Werkstücks W in Echtzeit auf der Grundlage gemessener Werte M1 und M2 berechnet, die von den Messköpfen **9** und **10** zugeführt werden, ein Schleifbezugspositionseinstellungsmittel **23**, das eine relative Position X des Werkstücks W bestimmt, wenn eine Schleifpräzision des Werkstücks W beim Vorschleifen, wie zum Beispiel Probeschleifen des Werkstücks W, als eine Schleifbezugsposition X0 innerhalb der Bezugspräzision ist, was ein Schleifziel des regulären Schleifens ist, und die Schleifbezugsposition X0 auf Null setzt (die Schleifbezugsposition X0 in einem Speichermittel speichert), ein Positionsvergleichsmittel **24**, das einen Unterschied zwischen der relativen Position X des Werkstücks W, das durch das Positionsberechnungsmittel **22** in jedem regulären Schleifen des Werkstücks W berechnet wird, und der Schleifreferenzposition X0, die bereits durch das Vergleichen dieser gespeichert wurde, (Positionsabweichung zwischen den beiden) erhält, ein Auszieh-End-Korrekturmittel **25**, das Schleif-Auszieh-Enden der Schleifräder **5** und **6** korrigiert, wenn die relative Position X des Werkstücks W und die Schleifbezugsposition X0 von einander gemäß dem Unterschied nachdem das Schleifen des Werkstücks W beendet ist, abweichen, sodass die Schleif-Eintreib-Enden der Schleifräder **5** und **6** während des nächsten Schleifens zueinander passen werden (die gemessenen Werte M1 und M2 von den Messköpfen **9** und **10**, die gemessen werden, wenn die Schleifräder **5** und **6** zu den Schleif-Eintreib-Enden vorausgehen, zu Bezugswerten Mir und M2r von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W passen, wenn die Schleifbezugsposition X0 bestimmt ist), ein Schnittschärfen-Vergleichsmittel **26**, das Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W durch Subtraktion zwischen den gemessenen Werten M1 und M2 beider Seitenoberflächen des Werkstücks W von den gemessenen Köpfen **9** und **10** und den Referenzwerten Mir und M2r von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W, wenn die Schleifreferenzposition X0 bestimmt ist, berechnet, und die Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen in Echtzeit vergleicht, um eine Differenz des Radverschleißvolumens zwischen den Schleifrädern **5** und **6** zu berechnen, und eine Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** auf der Grundlage der Differenz des Radverschleißvolumens erhält, ein Schleifbedingungskorrekturmittel **27**, das Schleif-

bedingungen korrigiert, die sich auf Schneidschärfen der Schleifräder **5** und **6** beziehen, gemäß einer Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6**, sodass die Schleifräder **5** und **6** im Hinblick auf die Schneidschärfe gleich werden, wenn die Schleifräder **5** und **6** voneinander in der Schneidschärfe abweichen, und ein Anzeigemittel **28**, das eine Veränderung der relativen Position X des Werkstücks W in Bezug auf die Schleifbezugsposition X0, Positionen R1 und R2 usw. von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W anzeigt, und besteht aus einem Mikrocomputer usw. inklusive einem ROM, einem RAM und einem CPU usw.

[0039] Durch Vergleichen der Positionen R1 und R2 beider Seitenoberflächen des Werkstücks W in Echtzeit kann eine Gesamtschleifmenge des Werkstücks W durch die Schleifräder **5** und **6** berechnet werden, so wie die Radverschleißvolumina der Schleifräder **5** und **6** auf der Grundlage der Differenz zwischen den Positionen R1 und R2 beider Seitenoberflächen.

[0040] Das Anzeigemittel **28** enthält, wie in **Fig. 4** gezeigt ist, einen Relativpositionsanzeigeabschnitt **29**, der ein Balkendiagramm der relativen Position X des Werkstücks W zeigt, und Werkstückpositionsanzeigeabschnitte **30** und **31**, die Balkendiagramme der Positionen R1 und R2 der linken und rechten beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W zeigen. Der Relativpositionsanzeigeabschnitt **29** weist eine horizontale lange Form auf, die in der Links-Rechtsrichtung lang ist, und dieser Relativpositionsanzeigeabschnitt **29** wird um eine auf Null gesetzte Schleifreferenzposition X0 graduert, wie in der Links-Rechtsrichtung vorbestimmt ist, und eine Veränderung der Relativposition X des Werkstücks W in Bezug auf die Schleifreferenzposition X0 wird durch einen Anzeigeabschnitt **29a**, wie zum Beispiel eine Anzeigenadel, angezeigt.

[0041] Die Werkstückpositionsanzeigeabschnitte **30** und **31** weisen vertikal lange Formen auf, die in der Auf-Ab-Richtung lang sind, und nebeneinander links und rechts entsprechend den linken und rechten beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W angeordnet sind. Die Werkstückpositionsanzeigeabschnitte **30** und **31** sind graduert, wie in der Auf-Ab-Richtung vorbestimmt ist, und Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W sind durch Anzeigeabschnitte **30a** und **31a** angezeigt, die sich von der Unterseite nach oben erstrecken (oder von der Oberseite nach unten). Die Richtungen des Relativpositionsanzeigeabschnitts **29** und der Werkstückpositionsanzeigeabschnitte **30** und **31** sind beliebig und der Relativpositionsanzeigeabschnitt **29** und die Werkstückpositionsanzeigeabschnitte **30** und **31** können die Relativposition X und die Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W numerisch anzeigen. Das Anzeigemittel **28** enthält eine Anzeige (nicht gezeigt), die jedes Infor-

mationsstück, das später als nötig beschrieben wird, anzeigt.

[0042] Während des Schleifens eines Werkstücks W, wie zum Beispiel eines Siliziumwafers, mit einem Doppelend-Oberflächenschleifer verändern sich die Schneidschärfe der Schleifräder **5** und **6**, die relative Position X des Werkstücks W und die Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W momentan, wegen des Entferns von ein paar abrasiven Körnern wegen des Verschleißes der Schleifräder **5** und **6**, eines geringen Unterschieds der Form des Werkstücks W, eines Einflusses unterschiedlicher Veränderungen usw. von Wasserfilmen zwischen dem Werkstück W und dem Paar statischer Druckbeläge **1** und **2** und insbesondere eines Einflusses einer Variation des Radverschleißvolumens der Schleifräder **5** und **6**.

[0043] Durch Bereitstellen des Relativpositionsanzeigeabschnitts **29** und der Werkstückpositionsanzeigeabschnitte **30** und **31** in dem Anzeigemittel **28** und das Anzeigen der Relativposition X des Werkstücks W durch den Relativpositionsanzeigeabschnitt **29** und das Anzeigen der Positionen R1 und R2 beider Seitenoberflächen des Werkstücks W auf den Werkstückpositionsanzeigeabschnitten **30** und **31**, können die Veränderungen der Schneidschärfen der Schleifräder **5** und **6**, die Relativposition des Werkstücks W und die Positionen R1 und R2 beider Seitenoberflächen des Werkstücks W visualisiert werden.

[0044] Das Positionsberechnungsmittel **22** enthält einen Einklemmbestimmungsabschnitt **34**, der bestimmt, ob ein Werkstück W zwischen den Schleifrädern **5** und **6** eingeklemmt ist, basierend auf Erhöhungen des Laststromes und Verringerungen der Anzahl von Umdrehungen der Schleifradantriebsmotoren **15** und **16** usw., und einen Positionsberechnungsabschnitt **35**, der gemessene Werte M1 und M2 von den Messköpfen **9** und **10** misst, nachdem das Einklemmen des Werkstücks W bestätigt wird, und eine Relativposition X des Werkstücks W usw. zwischen den statischen Druckbelägen **1** und **2** berechnet.

[0045] Der Einklemmbestimmungsabschnitt **34** kann einen Zeitpunkt zum Überwachen der Position eines Werkstücks W auf Schleifbedingungen durch Verwenden der Tatsache, dass die Dicke T des Werkstücks W bekannt ist, korrekt einstellen und ein Einklemmen des Werkstücks W zwischen Schleifrädern **5** und **6** bestimmen, wenn der Zeitpunkt nach dem Beginn eines Schleifzyklus beginnt. Der Positionsberechnungsabschnitt **35** berechnet eine Absolutposition Xabs, die eine absolute Position des Werkstücks W in Bezug auf die Mittelposition zwischen den statischen Druckbelägen **1** und **2** ist, eine Schleifbezugsposition X0, an der das Werkstück W korrekt zwi-

schen den statischen Druckbelägen **1** und **2** gehalten werden sollte, und eine Relativposition X des Werkstücks W, das zwischen den statischen Druckbelägen **1** und **2** gehalten wird, wie auf der Grundlage von gemessenen Werten M1 und M2 von den Messköpfen **9** und **10** gemessen wird, und speichert diese.

[0046] Das Schleifreferenzpositionseinstellmittel **23** enthält einen Nullstellabschnitt **36**, der die Schleifbezugsposition X0 auf Null setzt, und einen Bezugspositionsbestimmungsabschnitt **37**, der bestimmt, ob die Schleifbezugsposition X0 korrekt auf einem Absolutwert |Xabs| der Absolutposition Xabs basiert.

[0047] Der Nullstellabschnitt **36** liest eine Relativposition X von dem Positionsrechnungsabschnitt **35** aus, der auf der Grundlage von gemessenen Werten M1 und M2 der Messköpfe **9** und **10** zu einem Zeitpunkt berechnet wird, zu dem eine Schleifgenauigkeit des Werkstücks W innerhalb der Bezugspräzision während eines Vorschleifens, beispielsweise Probeschleifens, liegt, zum Beispiel zu einem Zeitpunkt, an dem der Nullstellabschnitt eine Nullsignalausgabe von der Kalibrierungsausrüstung **18** erhält, und setzt diese Relativposition X als eine Schleifbezugsposition X0, die ein Schleifziel darstellt, auf Null. Daher stellt der Relativpositionsanzeigeabschnitt **29** die Schleifbezugsposition X0 auf Null und zeigt einen Wechsel der Relativposition X während des Schleifens des Werkstücks W in Bezug auf die Schleifbezugsposition X0 durch eine Position in der Links-Rechtsrichtung des Anzeigeabschnitts **29a** an.

[0048] Der Bezugspositionsbestimmungsabschnitt **37** liest eine absolute Position Xabs zwischen den statischen Druckbelägen **1** und **2** des Werkstücks W, wenn die Schleifbezugsposition X0, die durch den Positionsrechnungsabschnitt **35** berechnet wird, auf Null gesetzt wird, und bestimmt, ob der Absolutwert |Xabs| der absoluten Position Xabs kleiner als ein Schwellenwert ist, der gemäß einer Schleifpräzision im Voraus eingestellt wurde, und beispielsweise, wenn der Absolutwert |Xabs| kleiner als der Schwellenwert ist, zeigt der Bezugspositionsbestimmungsabschnitt an, dass die Position innerhalb eines Abschleifbezugspositionseinstellbereichs an dem Anzeigemittel **28** ist und vervollständigt das Auf-Null-Setzen der Abschleifbezugsposition X0, und auf der anderen Seite, wenn der Absolutwert |Xabs| höher als der Schwellenwert ist, zeigt der Bezugspositionsbestimmungsabschnitt korrekt an, dass die Position außerhalb des Abschleifbezugspositionseinstellbereichs an dem Anzeigemittel **28** ist, und drängt einen Benutzer dazu, die Präzision zu bestätigen und einzustellen.

[0049] Wenn die Schleifpräzision des Werkstücks W innerhalb der Bezugspräzision ist, empfängt beispielsweise das Positionsvergleichsmittel **24** eine Nullsignalausgabe von der Kalibrierungsausrüstung **18**

bei jedem regulären Schleifen, das Positionsvergleichsmittel **24** liest eine Relativposition X aus, die durch den Positionsrechnungsabschnitt **35** basierend auf gemessenen Werten M1 und M2 der Messköpfe **9** und **10** zu diesem Zeitpunkt berechnet wird, vergleicht diese relative Position X mit der Schleifbezugsposition X0 und bestimmt, ob die relative Position X eine Differenz (Positionsabweichung) von der Schleifbezugsposition X0 aufweist. Das Positionsvergleichsmittel **24** berechnet eine Abweichungsrichtung und ein Abweichungsmaß der Relativposition X des Werkstücks W in Bezug auf die Schleifbezugsposition X0.

[0050] Das Auszieh-Enden-Berichtigungsmittel **25** berichtigt Schleif-Auszieh-Enden der Schneidachsen, das heißt Schleif-Auszieh-Enden der Schleifräder **5** und **6** gemäß einer Abweichrichtung und einem Abweichmaß einer Relativposition X des Werkstücks W, so dass Schleif-Eintreib-Enden der Schleifräder **5** und **6** mit Bezugswerten M1r und M2r von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W an der Schleifbezugsposition X0 während des nächsten Schleifens übereinstimmen, nach einem Ausfeuern, das über einen vorbestimmten Zeitraum ab dem Empfangen eines Null-Signals durchgeführt wird, wenn die Relativposition X des Werkstücks W von der Schleifbezugsposition X0 abweicht, als eine Folge einer Berechnung des Positionsvergleichsmittels **24**.

[0051] Eine vorbestimmte Zeit ab dem Beginn bis zum Ende des Ausfeuerns wird in Übereinstimmung mit Schleifbedingungen bestimmt. Die Positionen (Bezugswerte M1r und M2r) von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W an der Schleifbezugsposition X0 bedeuten die Schleif-Eintreib-Enden der Schleifräder **5** und **6**. Eine Korrektur der Schleif-Auszieh-Enden der Schnittachsen, das heißt die Schleif-Auszieh-Enden der Schleifräder **5** und **6**, funktioniert als ein Teil der Schneidschärfeensteuerung für die Schleifräder **5** und **6**, sodass entweder eines des Paares von Schleifrädern **5** und **6** als ein Bezugspunkt eingestellt wird und das andere korrigiert wird oder beide Schleifräder in entgegen gesetzter Richtung korrigiert werden.

[0052] Das Schneidschärfevergleichsmittel **26** enthält einen Werkstückpositionsrechnungsabschnitt **41**, der Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W durch Subtraktion zwischen gemessenen Werten M1 und M2, die von den Messköpfen **9** und **10** zugeführt werden, und den Bezugswerten M1r und M2r von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W an der Schleifbezugsposition X0 berechnet, und einen Schnittschärfebestimmungsabschnitt **42**, der einen Unterschied der Schneidschärfe auf der Grundlage eines Unterschieds des Radverschleißvolumens zwischen den Schleifrädern **5** und **6** durch Berechnen des Unterschieds des Radverschleißvolumens durch Vergleich

chen der Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W und Berechnen einer Differenz zwischen diesen bestimmt. Der Schneidschärfebestimmungsabschnitt **42** berechnet eine Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** und Korrekturrichtungen. Die Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W, die durch den Werkstückpositionsberechnungsabschnitt **41** berechnet wurden, werden als eine Veränderung der Anzeigeabschnitte **30a** und **31a** der Werkstückpositionsanzeigeabschnitte **30** und **31** angezeigt.

[0053] Das Schleifbedingungskorrekturmittel **27** enthält einen Gelegenheitskorrekturabschnitt **39**, der bei Bedarf Schleifbedingungen in Echtzeit korrigiert, um eine Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** während des Schleifens zu eliminieren und einen Nachkorrekturabschnitt **40**, der die Schleifbedingungen nachkorrigiert, um eine Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** in Vorbereitung des nächsten Schleifens, nachdem das Schleifen des vorliegenden Werkstücks W beendet wurde, zu eliminieren.

[0054] Der Gelegenheitsberichtigungsabschnitt **39** wird dazu konfiguriert, Abschleifbedingungen zu steuern, die keinen Einfluss auf die Abschleifpräzision haben, zum Beispiel Strömungsvolumina von Schleifwasser (Schleiffluid), das zwischen den Schleifrädern **5** und **6** und den statischen Druckbelägen **1** und **2** von der Mittelseite der Schleifräder **5** und **6** zugeführt wird, um einen Unterschied der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** gemäß dem Unterschied der Schneidschärfe der Schleifräder **5** und **6**, die in Echtzeit durch das Schneidschärfevergleichsmittel **26** berechnet wurden, zu eliminieren.

[0055] Der Nach-Korrekturabschnitt **60** steuert Bedingungen, um eine Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** zu eliminieren, zu dem Zeitpunkt des Empfangens eines Null-Signals gemäß dem Unterschied der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** nach dem Ausfeuern, das nach einer vorbestimmten Zeit ab dem Empfangen des Null-Signals, das in den Schleifbedingungen bestimmt ist, endet. In diesem Fall ist, während der Berichtigung in Echtzeit durch den Gelegenheitsberichtigungsabschnitt **39** eine Steuerung usw. des Strömungsvolumens des Schleifwassers, das keinen Einfluss auf die Schleifpräzision hat, eine Korrektur der Schleifbedingungen durch den Nach-Korrekturabschnitt **40** eine Steuerung der Schleifbedingungen, die die Schleifpräzision beeinflussen, wenn sie während des Schleifens beispielsweise die Anzahl der Umdrehungen der Schleifräder **5** und **6** und/oder die Schneidgeschwindigkeiten der Schleifräder **5** und **6** steuern. Eine Korrektur der Schleifbedingungen wird auf der Grundlage einer Differenz der Schneidschär-

fe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** und Korrekturrichtungen durchgeführt.

[0056] Als nächstes werden eine Berechnung eines Abstandes D zwischen den statischen Druckbelägen **1** und **2** und einer Erkennung der Position des Werkstücks W zwischen den statischen Druckbelägen **1** und **2** mit Bezug auf **Fig. 5(a)** bis **Fig. 5(c)** beschrieben. Wie in **Fig. 5(a)** gezeigt ist, werden, um zu bestimmen, wo das Werkstück W in den Abstand D zwischen den linken und rechten statischen Druckbelägen **1** und **2** im Abstand D positioniert ist, die Positionen der statischen Druckbeläge **1** und **2** mit den Messköpfen **9** und **10** gemessen und die gemessenen Werte A1 und B2 werden im Voraus gespeichert.

[0057] In diesem Fall können die Messköpfe **9** und **10** wegen der Strukturen der Messköpfe nicht unmittelbar die Positionen der statischen Druckbeläge **1** und **2** messen, sodass sie durch das folgende Verfahren gemessen werden. Wie beispielsweise in **Fig. 5(a)** gezeigt ist, wird ein Werkstück W mit einer bekannten Dicke T zwischen die statischen Druckbeläge **1** und **2** positioniert und gemessene Werte M1 und M2 der Messköpfe **9** und **10** werden abgelesen. Als nächstes werden, wie in **Fig. 5(b)** gezeigt ist, gemessene Werte A1 und A2 der Messköpfe **9** und **10**, wenn das Werkstück W in Kontakt mit dem linken statischen Druckbelag **1** gebracht wird, abgelesen und ferner werden, wie in **Fig. 5(c)** gezeigt ist, gemessene Werte B1 und B2 der Messköpfe **9** und **10**, wenn das Werkstück W in Kontakt mit dem rechten statischen Druckbelag **2** gebracht wird, abgelesen und gespeichert.

[0058] Die Positionen des linken und rechten statischen Druckbelags **1** und **2** können berechnet werden, indem ein gemessener Wert eines des linken oder rechten Messkopfes **9** oder **10** ergriffen wird. Beispielsweise in einem Fall, wo ein gemessener Wert M2 des rechten Messkopfes **10** als ein Bezugswert eingestellt wird (hiernach wird der rechte als ein Bezugswert eingestellt), wenn ein gemessener Wert des Messkopfes **10**, wenn das Werkstück W in Kontakt mit dem rechten statischen Druckbelag **2** gebracht wird, wie in **Fig. 5(c)** gezeigt ist, als B2 definiert wird und ein gemessener Wert des rechten Messkopfes **10**, wenn das Werkstück W in Kontakt mit dem linken statischen Druckbelag **1** gebracht wird, wie in **Fig. 5(b)** gezeigt ist, als A2 definiert wird, ist die Dicke T des Werkstücks W bekannt, sodass die Position des linken statischen Druckbelags **1** gleich $A2 - T$ ist, der Abstand D zwischen dem linken und rechten statischen Druckbelag **1** und **2** kann durch einen arithmetischen Ausdruck von $D = B2 - (A2 - T)$ berechnet werden. Diese Messung wird durchgeführt, nachdem der Schleifer oder die statischen Druckbeläge **1** und **2** ersetzt werden, und muss nicht notwendigerweise für jedes normale Schleifen durchgeführt werden.

[0059] Wenn das Werkstück W eingeführt oder ausgeführt wird, wenn die statischen Druckbeläge 1 und 2 das Werkstück W durch ein Vakuummittel ansaugen und das Werkstück ausliefern, wird das Werkstück W durch die statischen Druckbeläge 1 und 2 durch Verwendung der Vakuummittel angesaugt. Beispielsweise in einem Fall, wo der rechte Druckbelag 2 des Paares statischer Druckbeläge 1 und 2 ein Vakuummittel aufweist und der linke statische Druckbelag 1 ein Vakuummittel nicht aufweist, wird eine Platte 44 mit einer bekannten Dicke T an dem linken statischen Druckbelag 1 durch Verwendung einer Aufspannvorrichtung 43, die wie in Fig. 6 und Fig. 7 gezeigt konfiguriert ist, befestigt, und Sonden 9b und 10b der Messköpfe 9 und 10 werden in Kontakt mit der Platte 44 gebracht, um die Messung durchzuführen.

[0060] Diese Aufspannvorrichtung 43 enthält einen plattenförmigen Hauptkörperabschnitt 45, der abnehmbar an dem Ausnehmungsabschnitt 7 des statischen Druckbelags 1 von der radial äußeren Seite aus angebracht ist, einen stehenden Abschnitt 46, der von der Innenendseite des Hauptkörperabschnitts 45 zu der rückseitigen Oberflächenseite des linken statischen Druckbelags 1 steht, und einen Halteabschnitt 47, der zu beiden Seiten des Ausnehmungsabschnitts 7 von der äußeren Endseite des Hauptkörperabschnitts 45 vorsteht.

[0061] Die Platte 44, die in Kontakt mit der Halteoberfläche 1a des linken statischen Druckbelags 1 kommt, ist an dem Hauptkörperabschnitt 45 über Befestigungselemente 48, wie zum Beispiel ein Paar Anbringungsschrauben, abnehmbar befestigt. Der stehende Abschnitt 46 ist mit einem Kontaktabschnitt 49 versehen und der Kontaktabschnitt 49 wird durch eine Feder usw. vorgespannt und in einem elastischen Kontakt mit der rückseitigen Oberflächenseite des linken statischen Druckteils 1 sein. Der Halteabschnitt 47 wird abnehmbar an dem Hauptkörperabschnitt 45 über Befestigungselemente 50, wie beispielsweise Anbringungsschrauben, befestigt. An den Enden des Halteabschnitts 47 sind Kontaktabschnitte 51, die durch Federn usw. vorgespannt werden, um in elastischen Kontakt mit dem rechten statischen Druckbelag 2 zu gelangen, vorgesehen. Der Hauptkörperabschnitt 45 ist mit einer Öffnung 52 versehen, die es den Sonden 9b und 10b ermöglicht, in Kontakt mit der Platte 44 zu kommen.

[0062] Um die Platte 44 an dem linken statischen Druckbelag 1 über diese Aufspannvorrichtung 43 zu befestigen, wird der Hauptkörperabschnitt 45 derart in den Ausnehmungsabschnitt 7 des linken statischen Druckbelags 1 eingesetzt, dass die äußere Umfangskante der Platte 44 in Kontakt mit der Halteoberfläche 1a des linken statischen Druckbelags 1 gebracht oder nahe herangebracht wird. Dann wird der Kontaktabschnitt 49 des stehenden Abschnitts

46 in Kontakt mit der rückseitigen Oberfläche des statischen Druckbelags 1 gebracht, und durch diese Druckkraft werden die Aufspannvorrichtung 43 und die Platte 44 an dem linken statischen Druckteil 1 angebracht. Wenn die statischen Druckbeläge 1 und 2 danach näher aneinander gebracht werden, wird der Kontaktabschnitt 51 des Halteabschnitts 47 gegen den rechten statischen Druckteil 2 gedrückt und die statischen Druckbeläge 1 und 2 klemmen die Platte 44 so ein, dass die äußere Umfangskante der Platte 44 entlang der Halteoberfläche 1a des linken statischen Druckteils 1 befestigt werden kann, wie in Fig. 6 und Fig. 7 gezeigt ist.

[0063] Nachdem die Platte 44 damit an dem linken statischen Druckbelag 1 angebracht ist, wie durch die abwechselnd lang und zwei kurz gestrichelten Linien in Fig. 6 gezeigt ist, werden die Sonden 9b und 10b in Kontakt mit beiden Seiten der Platte 44 gebracht, und gemessene Werte M1 und M2 der Messköpfe 9 und 10 werden ausgelesen und dementsprechend kann die Position des linken statischen Druckbelags 1, der kein Vakuummittel aufweist, auch leicht gemessen werden.

[0064] Die Position des Werkstücks W zwischen den statischen Druckbelägen 1 und 2 wird wie folgt erkannt. Wenn ein Werkstück W, das noch nicht geschliffen wurde, zwischen die statischen Druckbeläge 1 und 2 eingesetzt wird, wird dieses Werkstück W zwischen den statischen Druckbelägen 1 und 2, wie beispielsweise in Fig. 8(a) gezeigt ist, gehalten. Der rechtsseitige Abstand D2 zwischen dem Werkstück W und dem rechten statischen Druckbelag 2 in diesem Fall kann durch einen arithmetischen Ausdruck von $D2 = B2 - M2$ aus einem gemessenen Wert M2 der rechtsseitigen Oberfläche des Werkstücks W im Fall von Fig. 8(a) und einem gemessenen Wert B2 des Messkopfes 10, wenn das Werkstück W in Kontakt mit dem rechten statischen Druckbelag 2 kommt, wie in Fig. 8(b) gezeigt ist, berechnet werden.

[0065] Auf dieselbe Weise kann auch der linksseitige Abstand D1 zwischen dem Werkstück W und dem linken statischen Druckbelag 1 durch einen arithmetischen Ausdruck von $D1 = A1 - M1$ aus einem gemessenen Wert M1 der linksseitigen Oberfläche des Werkstücks W in einem Fall von Fig. 8(a) und einem gemessenen Wert A1 des Messkopfes 9, wenn das Werkstück W in Kontakt mit dem linken statischen Druckbelag 1 kommt, wie in Fig. 8(c) gezeigt ist, berechnet werden.

[0066] Daher können die Abstände D1 und D2 von dem Werkstück W zu den statischen Druckbelägen 1 und 2 bekannt sein, sodass die Position des Werkstücks W zwischen den statischen Druckbelägen 1 und 2, beispielsweise eine absolute Position Xabs und eine relative Position X überwacht werden können, und wenn $D1 = D2$ ist, ist das Werkstück in der

Mitte zwischen den statischen Druckbelägen **1** und **2** positioniert.

[0067] Als nächstes wird ein Verfahren zum Bestimmen einer Schleifbezugsposition X_0 als ein Schleifziel und zum Null-Setzen der Schleifbezugsposition X_0 mit Bezug auf das Flussdiagramm der [Fig. 9](#) beschrieben. Zuerst wird beim Probeschleifen ein Werkstück W eingesetzt (Schritt S1), und der Schleifzyklus wird begonnen (Schritt S2). Gemäß dem Start des Schleifzyklus bewegen sich die statischen Druckbeläge **1** und **2** zu vorbestimmten Positionen vor und halten das Werkstück W durch statische Drücke, und danach bewegen sich die Schleifräder **5** und **6** vor und schleifen beide Seitenoberflächen des Werkstücks W . Die Position des Werkstücks W ist jedoch instabil, bevor die Schleifräder **5** und **6** das Werkstück W einklemmen, so dass, nachdem der Einklemmbestimmungsabschnitt **34** des Positionsberechnungsmittels **22** ein Einklemmen des Werkstücks W zwischen den Schleifrädern **5** und **6** bestätigt (Schritt S3), der Positionsberechnungsabschnitt **35** gemessene Werte M_1 und M_2 der Messköpfe **9** und **10** lädt und ein Überwachen der Position des Werkstücks W beginnt (Schritt S4).

[0068] Nachdem das Überwachen der Position des Werkstücks W begonnen wurde, berechnet zuerst der Positionsberechnungsabschnitt **35** eine absolute Position X_{abs} des Werkstücks W in Bezug auf die Mittelposition zwischen den statischen Druckbelägen **1** und **2** (Schritt S5) und zeigt die absolute Position X_{abs} auf dem Anzeigemittel **28** an (Schritt S6). Die absolute Position X_{abs} des Werkstücks W kann durch $(D_2 - D_1)/2$ berechnet werden. Ferner berechnet der Positionsberechnungsabschnitt **35** eine relative Position X des Werkstücks W (Schritt S7) und wenn es zuvor auf Null gesetzte Bezugswerte M_{1r} und M_{2r} gibt (Schritt S8), berechnet der Positionsberechnungsabschnitt eine relative Position X in Bezug auf die Referenzwerte M_{1r} und M_{2r} und zeigt sie an (Schritt S9). Diese relative Position X wird durch einen arithmetischen Ausdruck von $\{(M_1 - M_{1r}) - (M_2 - M_{2r})\}/2$ berechnet. Wenn es keine auf Null gesetzten Positionen gibt, werden gemessene Werte M_1 und M_2 der Messköpfe **9** und **10** so angezeigt, wie sie sind (Schritte S8 und S10).

[0069] Wenn das Werkstück W beim Probeschleifen eine vorbestimmte Dicke erreicht, wird ein Null-Signal von der Kalibrierungsausrüstung **18** ausgegeben (Schritt S11), sodass als Antwort auf dieses Null-Signal ein Ausfeuern begonnen wird (Schritt S12). Dann, wenn das Ausfeuern begonnen wird, stoppen Schneidachsen und die Messköpfe **9** und **10** ziehen sich von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W zurück. Auf der anderen Seite wird gleichzeitig mit dem Beginn des Ausfeuerns eine Relativposition X des Werkstücks W zum Zeitpunkt des Empfangens des Null-Signals, das durch den Positionsberechnungsabschnitt

35 empfangen wird, gelesen (Schritt S13) und der Nullsetzabschnitt **36** setzt diese relative Position X als eine Schleifbezugsposition X_0 , die ein Schleifziel ist (Schritt S14), auf Null und zeigt die Schleifbezugsposition X_0 auf dem Anzeigemittel **28** als Null an.

[0070] Gleichzeitig mit dem Beginn des Ausfeuerns liest der Bezugspositionsbestimmungsabschnitt **37** einen Absolutwert $|X_{abs}|$ einer absoluten Position X_{abs} des Werkstücks W zwischen den statischen Druckbelägen **1** und **2** zum Zeitpunkt des Empfangens des Null-Signals (wenn die Schleifbezugsposition X_0 auf Null gesetzt wird), das durch den Positionsberechnungsabschnitt **35** berechnet wurde, vergleicht diesen Absolutwert $|X_{abs}|$ mit einem Schwellenwert im Voraus auf der Grundlage von benötigter Schleifpräzision, und bestimmt, ob die Schleifbezugsposition X_0 als eine auf Null gesetzte Position korrekt ist (Schritt S15). Wenn die absolute Position X_{abs} des Werkstücks W kleiner als der Schwellenwert ist, bestimmt der Bezugspositionsbestimmungsabschnitt, dass die absolute Position innerhalb eines Schleifbezugspositionseinstellbereichs liegt und zeigt dies auf dem Anzeigemittel **28** an und vollendet das Auf-Null-Setzen (Schritt S16). Wenn der Absolutwert $|X_{abs}|$ größer als der Schwellenwert ist, bestimmt der Bezugspositionsbestimmungsabschnitt, dass der Absolutwert außerhalb des Schleifbezugspositionseinstellbereichs ist und zeigt dies auf dem Anzeigemittel **28** an (Schritt S17) und drängt einen Benutzer dazu, die Präzision zu bestätigen und einzustellen.

[0071] Dieses Auf-Null-Stellen der Schleifbezugsposition X_0 wird gleichzeitig mit dem Beginn des Ausfeuerns durchgeführt. Der Zeitpunkt des Ausfeuerns wird zuvor auf der Grundlage von Schleifbedingungen auf einen vorbestimmten Zeitpunkt eingestellt, und wenn der vorbestimmte Zeitraum ausläuft und das Ausfeuern abgeschlossen ist (Schritte S18 und S19), bewegen sich die Schneidachsen zu den Schleif-Auszieh-Enden (Schritt S20) und der Schleifzyklus endet (Schritt S21), sodass das Werkstück W , das auf Probe geschliffen wurde, herausgenommen wird (Schritt S22) und das geschliffene Werkstück W künstlich vermessen wird (Schritt S23) und die Schleifpräzision bestimmt wird (Schritt S24).

[0072] Als eine Folge der Bestimmung der Schleifpräzision, wenn die vorbestimmte Schleifpräzision nicht erhalten wird, das heißt die auf Null gesetzte Schleifbezugsposition, X_0 ist außerhalb des Schleifbezugspositionseinstellbereichs, wird eine Präzisionseinstellung so ausgeführt, dass die vorbestimmte Schleifpräzision erhalten wird, und danach wird ein Schleifen ab dem Einsetzen des Werkstücks W wieder versucht und eine korrekte Schleifbezugsposition X_0 wird bestimmt und auf Null gesetzt.

[0073] Als nächstes werden mit Bezug auf das Flussdiagramm der [Fig. 10](#) ein Überwachen der Position des Werkstücks W und eine Schneidschärfe-steuerung der Schleifräder **5** und **6** beim regulären Schleifen beschrieben. Als erstes wird ein Werkstück W eingesetzt (Schritt S30) und der Schleifzyklus wird begonnen (Schritt S31). Dann, wenn der Schleifzyklus gestartet wird, nachdem der Einklemmbestimmungsabschnitt **34** ein Einklemmen des Werkstücks W zwischen Schleifrädern **5** und **6** bestätigt (Schritt S32), überwacht der Positionsrechnungsabschnitt **35** die Position des Werkstücks W, während gemessene Werte M1 und M2 der Messköpfe **9** und **10** in Echtzeit geladen werden (Schritt S33).

[0074] Nach dem Laden der gemessenen Werte M1 und M2 der Messköpfe **9** und **10** berechnet der Positionsrechnungsabschnitt **35** eine gegenwärtige Relativposition X des Werkstücks W auf der Grundlage der gemessenen Werte M1 und M2 (Schritt S34) und zeigt die gegenwärtige Position in Bezug auf die auf Null gesetzte Schleifbezugsposition X0 durch den Anzeigeabschnitt **29a**, wie zum Beispiel eine Anzeigenadel in Echtzeit an (Schritt S35).

[0075] Zum gleichen Zeitpunkt bestimmt das Schneidschärfevergleichsmittel **26** einen Unterschied der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6**. Besonders liest das Schneidschärfevergleichsmittel Bezugswerte M1r und M2r von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W aus, wenn die Schleifbezugsposition X0 aus gespeicherten Daten bestimmt wird (Schritt S36), und der Werkstückpositionsrechnungsabschnitt **41** berechnet Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W in Bezug auf die Bezugswerte M1r und M2r durch Subtraktion zwischen den Bezugswerten M1r und M2r und den gemessenen Werten M1 und M2, die zu diesem Zeitpunkt gemessen werden (Schritt S37), und dann berechnet der Schnittschärfebestimmungsabschnitt **42** einen Unterschied des Radverschleißvolumens zwischen den Schleifrädern **5** und **6** durch Vergleichen der Positionen R1 und R2 beider Seitenoberflächen und bestimmt, ob die Schleifräder **5** und **6** in ihrer Schneidschärfe voneinander abweichen, basierend auf dem Unterschied des Radverschleißvolumens (Schritt S38).

[0076] Wenn beispielsweise das Radverschleißvolumen des linken Schleifrades **5** kleiner als das des rechten Schleifrades **6** ist und die Schneidschärfe des linken Schleifrades **5** niedriger als diejenige des rechten Schleifrades **6** ist, ist das Werkstück W2, das geschliffen wird, in einem Zustand, in dem es durch das Schleifrad **5** mit der niedrigeren Schneidschärfe nach rechts gedrückt und zu der Seite des Schleifrades **6** bewegt wird, das eine höherer Schneidschärfe aufweist, wie in [Fig. 11](#) gezeigt ist.

[0077] Deshalb können jeweils die Position R1 der linken Seitenoberfläche des Werkstücks W2, wenn das Werkstück W2, das geschliffen wird, in Bezug auf das Werkstück W1 die Positionsbeziehung aus [Fig. 11](#) aufweist, wenn die Schleifbezugsposition X0 auf der Grundlage der Bezugswerte M1r und M2r des Werkstücks W1 und der gemessenen Werte M1 und M2 des Werkstücks W2 zum derzeitigen Zeitpunkt bestimmt wird, durch einen arithmetischen Ausdruck von $R1 = M1 - M1r$ berechnet werden und die Position R2 der rechten Oberfläche durch einen arithmetischen Ausdruck von $R2 = M2 - M2r$ berechnet werden.

[0078] Dann kann durch Berechnen einer Differenz $\Delta R (= R1 - R2)$ zwischen den Positionen R1 und R2 der linken und rechten beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W eine Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** bekannt sein, und zum gleichen Zeitpunkt kann bekannt sein, welches von den Schleifrädern **5** und **6** eine niedrigere Schneidschärfe aufweist. Im Fall von [Fig. 11](#), $\Delta R < 0$, und dies zeigt, dass das linke Schleifrad **5** in seiner Schneidschärfe gering ist. $\Delta R = 0$ zeigt, dass die Schleifräder **5** und **6** einander in der Schneidschärfe gleichen. $\Delta R > 0$ ist das Gegenteil von [Fig. 11](#) und zeigt, dass das rechte Schleifrad **6** in der Schneidschärfe gering ist.

[0079] Wenn das Ergebnis der Bestimmung der Schneidschärfe $\Delta R < 0$ oder $\Delta R > 0$ ist (Schritt S38), korrigiert der Gelegenheitsberichtigungsabschnitt **39** die Strömungsvolumina von Schleifwasser, die keinen Einfluss auf die Schleifpräzision haben, in Echtzeit, wenn es angemessen ist, um die Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** während des Schleifens zu eliminieren (Schritt S39). In diesem Fall wird eine Steuerungskarte, in der die Strömungsvolumina von Schleifwasser gemäß dem Unterschied ΔR zwischen der linken und rechten Korrekturrichtung (\pm) veränderlich sind, im Voraus präpariert und auf der Grundlage dieser Steuerungskarte werden die Strömungsvolumina von Schleifwasser bevorzugt gemäß dem Grad des Unterschieds ΔR zwischen links und rechts und positiv/negativ der Differenz verändert. Diese Einstellung der Strömungsvolumina von Schleifwasser kann fortgesetzt werden, bis die Schleifräder **5** und **6** einander in der Schneidschärfe gleichen, oder die Strömungsvolumina können auf der Grundlage der Steuerungskarte einfach gesteuert werden.

[0080] Auf der Grundlage beider Seitenoberflächen des Werkstücks W an der Schleifbezugsposition X0 zeigen die Werkstückpositionsanzeigeabschnitte **30** und **31** des Anzeigemittels **28** die vorliegenden Positionen R1 und R2 beider Seitenoberflächen während des Schleifens des Werkstücks W. Wenn das linke und rechte Schleifrad **5** und **6** im Wesentlichen eine gleiche Schneidschärfe aufweisen, zei-

gen die Werkstückpositionsanzeigeabschnitte **30** und **31** des Anzeigemittels **28** im Wesentlichen denselben Level, und wenn die Schleifräder **5** und **6** in der Schneidschärfe voneinander abweichen, zeigen die Werkstückpositionsanzeigeabschnitte Levels, die dem Schneidschärfeunterschied entsprechen, wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist.

[0081] Beispielsweise in dem in [Fig. 11](#) gezeigten Fall ist gemäß einem Unterschied der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6**, wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, der Level des Anzeigeabschnitts **30a** des Werkstückpositionsanzeigeabschnitts **30** niedrig und der Level des Anzeigeabschnitts **31a** des Werkstückpositionsanzeigeabschnitts **31** ist hoch. Durch Bezugnahme auf die Anzeigen der Werkstückpositionsanzeigeabschnitte **30** und **31** kann deshalb ein Unterschied der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** leicht als Änderung der Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W, das geschliffen wird, erfasst werden.

[0082] Wenn das linke Schleifrad **5** eine geringe Schneidschärfe aufweist, wie in [Fig. 11](#) gezeigt ist, wird gemäß dem Grad der Schneidschärfe das Strömungsvolumen des Schneidwassers, das zwischen dem linken Schleifrad **5** und dem Werkstück W zugeführt wird, reduziert. Folglich wird eine Abgabe von abrasiven Körnern, die aus dem Schleifrad **5** herauskommen, langsamer und eine Zeit, während der die abrasiven Körner zwischen dem Schleifrad **5** und dem Werkstück W bleiben, wird länger, sodass die abrasiven Körner als ein Schärfstein dienen und einen Abrieb des Schleifrades vorantreiben, sodass die Schneidschärfe verbessert wird. Folglich kann der Unterschied der Schneidschärfe zwischen dem linken und rechten Schleifrad minimiert werden.

[0083] Es ist auch möglich, dass das Strömungsvolumen des Schleifwassers an der Seite des Schleifrades **5** oder **6** mit hoher Schneidschärfe fixiert wird und das Strömungsvolumen des Schleifwassers auf der Seite des Schleifrades **5** oder **6** mit niedriger Schneidschärfe wird reduziert und im Gegensatz dazu ist es auch möglich, dass das Strömungsvolumen des Schleifwassers an der Seite des Schleifrades **5** oder **6** mit hoher Schneidschärfe erhöht wird. Alternativ können die Strömungsvolumina vom Schleifwasser auf beiden Schleifrädern **5** und **6** erhöht/reduziert werden, derart, dass, während das Strömungsvolumen des Schleifwassers auf der Seite des Schleifrades **5** oder **6** mit hoher Schneidschärfe erhöht wird, das Strömungsvolumen des Schleifwassers auf der Seite des Schleifrades **5** oder **6** mit niedriger Schneidschärfe reduziert wird.

[0084] Wenn das Werkstück W eine Zieldicke erreicht, wird ein Null-Signal von der Kalibrierungsrüs-

tung **18** empfangen (Schritt S40), die Schneidachsen stoppen und die Messköpfe **9** und **10** ziehen sich zurück und ein Ausfeuern wird begonnen (Schritt S41). Zum selben Zeitpunkt berechnet das Positionsvergleichsmittel **24** eine relative Position X des Werkstücks W zum Zeitpunkt des Empfangens des Null-Signals, das durch das Positionsberechnungsmittel **22** berechnet wurde (Schritt S42), und vergleicht diese relative Position X mit der Schleifbezugsposition X0 als einem Schleifziel, um ein Abweichungsmaß und eine Abweichungsrichtung des Werkstücks W in Bezug auf die Schleifbezugsposition X0 zu erhalten (Schritt S43). Zur selben Zeit wird aus den gemessenen Werten M1 und M2 zur Zeit des Empfangens des Null-Signals eine Differenz ΔR zwischen den Positionen R1 und R2 der linken und rechten beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W zu diesem Zeitpunkt berechnet (Schritt S44), um eine Korrektur der Schleif-Auszieh-Enden der Schnittachsen vorzubereiten, nachdem das Schleifen des Werkstücks W beendet wurde.

[0085] Der Zeitpunkt des Ausfeuerns wird vor einem vorbestimmten Zeitpunkt auf der Grundlage von Schleifbedingungen eingestellt und, nachdem die vorbestimmte Zeit verstrichen und das Ausfeuern vervollständigt ist (Schritt S45, S46) und der Schleifzyklus endet und das Schleifen des Werkstücks W beendet wird (Schritt S47), bewegen sich die Schneidachsen zu den Schleif-Auszieh-Enden (Schritt S48).

[0086] Zum Zeitpunkt des Empfangens des Null-Signals, wenn eine Positionsabweichung der relativen Position X des Werkstücks W in Bezug auf die Schleifbezugsposition X0 detektiert wird, korrigiert als Teil der Schneidschärfensteuerung der Schleifräder **5** und **6** das Auszieh-End-Korrekturmittel **25** die Positionen der Schleif-Auszieh-Enden der Schleifräder **5** und **6**, das heißt die Positionen der Schleif-Auszieh-Enden der Schnittachsen, sodass die Schleif-Eintreib-Enden während des nächsten Schleifens mit der Schleifbezugsposition X0 zusammenpassen werden. Während des nächsten Schleifens des Werkstücks W schneiden deshalb die Schleifräder **5** und **6** das Werkstück W in einem Zustand, in dem sie eine Positionsabweichung der relativen Position X des Werkstücks W absorbieren, sodass die Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W zu der Schleifbezugsposition X0 zurückgeführt werden können.

[0087] Zur selben Zeit, wenn es eine Differenz ΔR zwischen den linken und rechten beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W gibt, korrigiert und aktualisiert der Nachkorrekturabschnitt **40** Schleifbedingungen, die die Schneidschärfen der Schleifräder **5** und **6** beeinflussen, in Vorbereitung des nächsten Schleifens (Schritt S49). Hier können Schleifbedingungen, die während des Schleifens nicht verändert werden

konnten, beispielsweise die Anzahl an Umdrehungen der Schleifräder **5** und **6** und/oder die Schneidgeschwindigkeiten der Schleifräder **5** und **6** verändert werden. Die Korrektur wird auf der Grundlage des Grades der linken und rechten Differenz ΔR und der Korrekturrichtungen durchgeführt.

[0088] Durch Korrigieren der Zahl von Umdrehungen der Schleifräder **5** und **6** und/oder der Schneidgeschwindigkeiten der Schleifräder **5** und **6** können die Schneidschärfe der Schleifräder **5** und **6** eingestellt werden. Beispielsweise durch Verlangsamen der Anzahl von Rotationen oder Erhöhen der Schneidgeschwindigkeit des Schneidrades **5**, **6** steigt eine Schleiflast, wenn das Schleifrad **5**, **6** das Werkstück **W** schleift, und ein Herauskommen von abrasiven Körnern wird verbessert und neue abrasive Körner kommen nacheinander heraus, sodass, selbst wenn das Schleifrad **5**, **6** in seiner Schneidschärfe schlecht ausgebildet ist, seine Schneidschärfe durch eine Verbesserung von Abnutzung des Schleifrades verbessert werden kann.

[0089] Durch Korrigieren der Schleif-Auszieh-Enden der Schleifräder **5** und **6** auf der Grundlage einer Positionsabweichung der relativen Position **X** des Werkstücks **W** und Korrigieren von Schleifbedingungen der Schleifräder **5** und **6** auf der Grundlage einer Positionsdifferenz ΔR zwischen beiden Seitenoberflächen des Werkstücks **W**, wird die Beschädigung und das Verkrümmen usw. des geschliffenen Werkstücks **W** kleiner als in der Fall, wo Schleifbedingungen von nur einem der Schleifräder **5** und **6** korrigiert werden, sodass die Schleifpräzision des Werkstücks **W** weiter verbessert werden kann.

[0090] Danach wird das Werkstück **W** herausgenommen und der Prozess wird beendet (Schritt **S50**).

[0091] Folglich kann die Unausgeglichenheit der Schneidschärfe, die durch Variation des Radabnutzungsvolumens der Schleifräder **5** und **6** erzeugt wird, quantifiziert werden, und auf dieser Grundlage kann eine automatische Steuerung so durchgeführt werden, dass die Schneidschärfe der Schleifräder **5** und **6** gleich wird. Um nacheinander eine große Anzahl von Werkstücken **W** zu schleifen, werden die Operationen und Steuerungen usw. auf dieselbe Weise wiederholt.

[0092] [Fig. 12](#) illustriert eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In dieser zweiten Ausführungsform wird ein Schneidschärfevergleichsmittel **26** vorgesehen, das eine Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** in Echtzeit auf der Grundlage einer Differenz zwischen einer relativen Position **X** des Werkstücks **W**, das geschliffen wird, und einer Schleifreferenzposition **X0**, an der das Werkstück **W** korrekt durch die statischen Druckbeläge **1** und **2** gehalten werden soll,

durch Vergleichen dieser berechnet, ein Schleifbedingungskorrekturmittel **27** ist vorgesehen, das eine Korrektur von Schleifbedingungen in den Schleifrädern **5** und **6** durchführt, wie zum Beispiel ein Steuern von Strömungsvolumina von Schleifwasser, das zwischen den Schleifrädern **5** und **6** und dem Werkstück **W** zugeführt wird, sodass die Schleifräder **5** und **6** im Hinblick auf die Schneidschärfe auf der Grundlage einer Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** im Wesentlichen zueinander passen.

[0093] Wenn Radverschleißvolumina der Schleifräder **5** und **6** sich wegen langer Benutzungszeiträume usw. voneinander unterscheiden, unterscheiden sich die Schleif-Eintreib-Enden der Schleifräder **5** und **6** voneinander, selbst wenn die Schneidmengen der Schleifräder **5** und **6** gleich sind. Auf der anderen Seite wird das Schleifrad **5** oder **6** mit dem größeren Radverschleißvolumen in der Schneidschärfe durch seinen Selbstschärfeffekt verbessert und erhöht die Schleifmenge, sodass das Werkstück durch das Schleifrad **5** oder **6** mit dem kleineren Radverschleißvolumen zu dem Schleifrad **5** oder **6** mit dem größeren Radverschleißvolumen gedrückt wird, und die relative Position des Werkstücks **W** weicht zu der Seite des Schleifrades **5** oder **6** mit dem größeren Radverschleißvolumen und der höheren Schneidschärfe ab.

[0094] Während des Schleifens des Werkstücks **W** wird daher die relative Position **X** des Werkstücks **W** in Echtzeit erhalten und durch das Schneidschärfevergleichsmittel **26** werden die relative Position **X** und die Schleifbezugsposition **X0** miteinander verglichen, und auf der Grundlage einer Differenz zwischen diesen wird eine Positionsabweichung des Werkstücks **W** wegen einer Schneidschärfendifferenz zwischen den Schleifrädern **5** und **6** und dem Grad der Positionsabweichung und Abweichungsrichtung berechnet.

[0095] Dann, wenn die relative Position **X** des Werkstücks **W** von der Schleifbezugsposition **X0** abweicht, werden durch das Schleifbedingungskorrekturmittel **27** gemäß einer Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6**, das heißt gemäß einem Maß der Positionsabweichung und der Abweichungsrichtung, die Strömungsvolumina von Schleifwasser, das den Schleifrädern **5** und **6** und dem Werkstück **W** zuzuführen ist, kontrolliert. Folglich kann die Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** eliminiert werden.

[0096] Darüber hinaus wird, wenn die Strömungsvolumina des Schleifwassers für die Schleifräder **5** und **6** gemäß dem Maß der Positionsabweichung der relativen Position **X** und der Abweichungsrichtung gesteuert werden, beispielsweise diese Steuerung gemäß der Beziehung durchgeführt, wie sie in

Fig. 13 gezeigt ist, unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren, wie zum Beispiel Schleifbedingungen.

[0097] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wurden oben im Detail beschrieben, die vorliegende Erfindung sollte jedoch nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt sein und kann verschiedentlich innerhalb des Schutzbereiches modifiziert werden, ohne vom Grundgedanken der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Beispielsweise illustrieren die Ausführungsformen einen horizontalen Doppelend-Oberflächenschleifer, die vorliegende Erfindung ist jedoch auch auf einen vertikalen Doppelend-Oberflächenschleifer anwendbar.

[0098] Es gibt ein Verfahren zum Bestimmen einer Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** auf der Grundlage einer Differenz des Radverschleißvolumens zwischen den Schleifrädern **5** und **6** durch Berechnen von Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen eines Werkstücks W, das geschliffen wird, und Berechnen der Differenz des Radverschleißvolumens zwischen den Schleifrädern **5** und **6** durch Vergleichen der Positionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen, und ein Verfahren zum Bestimmen einer Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** auf der Grundlage einer Differenz durch Berechnen einer relativen Position X des Werkstücks W, das geschliffen wird, Vergleichen der relativen Position X mit einer Schleifbezugsposition X0, an der das Werkstück W korrekt zwischen den statischen Druckbelägen **1** und **2** gehalten werden sollte, durch Vergleichen dieser. Es kann jedoch auch ein weiteres Verfahren angewendet werden, solange die Schneidschärfen der Schleifräder **5** und **6** auf der Grundlage von Messpositionen R1 und R2 von beiden Seitenoberflächen eines Werkstücks W, das durch das Verfahren geschliffen wird, bestimmt werden.

[0099] Selbst wenn ein Differenz ΔR zwischen den Positionen R1 und R2 der linken und rechten beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W berechnet wird und die Schleifbedingungen gesteuert werden, ist es auch möglich, dass eine Differenz der Schneidschärfe zwischen den Schleifrädern **5** und **6** auf der Grundlage der Differenz ΔR zwischen der linken und rechten bestimmt wird und eine Steuerung durchgeführt wird, um die Schneidschärfen im Wesentlichen gleich zu machen, oder es ist auch möglich, dass eine Differenz des Radverschleißvolumens zwischen den Schleifrädern **5** und **6** auf der Grundlage der Differenz ΔR zwischen der linken und rechten bestimmt wird und eine Steuerung durchgeführt wird, um die Radverschleißvolumina im Wesentlichen gleich zu machen.

[0100] Bei der Messung der Distanz D zwischen den statischen Druckbelägen **1** und **2**, beispielsweise

se wenn das Vakuummittel nur für den rechten statischen Druckbelag **2** bereitgestellt wird und die Aufspannvorrichtung **43** nicht bereitgestellt wird, kann die Distanz D direkt mit einer kommerziell erhältlichen Schieblehre gemessen werden. Die linke Position D1 des Werkstücks W kann auch durch den folgenden arithmetischen Ausdruck berechnet werden: $D1 = D - D2 - T$, unter Verwendung einer Belagposition D2 des rechten statischen Druckbelags **2**, Belagdistanz D, die mit der Schieblehre aufgenommen wird, und einer bekannten Dicke T des Werkstücks W. Dann, wenn die linke Position D1 des Werkstücks W bekannt ist, wird auf der Grundlage dieses Wertes die linke Belagposition A1 berechnet, und von dieser linken Belagposition A1 und dem gemessenen Wert M1 oder M2 des linken Messkopfes **9** kann auch die linke Belagposition A1 durch den folgenden arithmetischen Ausdruck berechnet werden: $A1 = D1 + M1$.

[0101] Es ist am besten, das Null-Setzen auf der Grundlage der Schleifbezugsposition X0 durchzuführen, wenn das Werkstück W die fertig gestellte Größe erreicht. Um jedoch Risse auf dem Werkstück W zu vermeiden, selbst nachdem ein Null-Signal von der Kalibrier-ausrüstung **18** erhalten wird und sich die Messköpfe **9** und **10** von dem Werkstück W zurückziehen, ist das Werkstück W für nur eine Ausfeuerungszeit geschliffen, die in den Schleifbedingungen eingestellt wird, sodass das Auf-Null-Setzen mit der fertig gestellten Größe schwierig ist. Daher wird das Auf-Null-Setzen bevorzugt zu dem Zeitpunkt des Empfangens des Null-Signals von der Kalibrier-ausrüstung **18** durchgeführt.

[0102] Während des Schleifens, wobei das Werkstück W, das in einem Zustand rotiert, in dem es durch die statischen Druckbeläge **1** und **2** von beiden Seiten gehalten wird, durch die rotierenden Schleifräder **5** und **6** geschliffen wird, werden beide Seitenoberflächen des Werkstücks W mit den Messköpfen **9** und **10** in Echtzeit gemessen, sodass es immer eine leichte Variation der gemessenen Werte M1 und M2 beider Seitenoberflächen gibt. Daher wird die relative Position X des Werkstücks W bevorzugt durch Anwenden einer Bewegungsdurchschnittsverarbeitung auf die gemessenen Werte M1 und M2 der Messköpfe **9** und **10** berechnet.

[0103] In den Ausführungsformen werden die Messköpfe **9** und **10** der Kalibrier-ausrüstung **18** verwendet und ein Null-Signal von der Kalibrier-ausrüstung **18** wird verwendet, es ist jedoch auch möglich, dass beide Seitenoberflächen eines Werkstücks W mit einem ausschließlichen Messmittel gemessen werden, das die Messköpfe **9** und **10** enthält, und ein Auf-Null-Setzen usw. wird als Folge auf eine Signalausgabe durchgeführt anstelle des Null-Signals von der Kalibrier-ausrüstung **18**, wenn das Werkstück W eine vorbestimmte Schleifpräzision erreicht.

[0104] Als die Messköpfe **9** und **10** können ein Kontakttyp, der in Kontakt mit beiden Seitenoberflächen eines Werkstücks W gelangt, ein Nicht-Kontakt-Typ, wie zum Beispiel ein Laserverschiebe-Typ oder ein kapazitiver Typ ebenfalls verwendet werden, und das Messverfahren ist kein Problem, solange Positionen von beiden Seitenoberflächen des Werkstücks W gemessen werden können.

[0105] Der Schleifpositionsausrichtungsbetrieb nach dem Rückplatzieren der Schleifräder **5** und **6** kann durch Verwenden der Positionsüberwachung des Werkstücks W durch die Messköpfe **9** und **10** und das Positionsberechnungsmittel **22** automatisiert werden. Folglich kann die Zeit für die anfängliche Einrichtung usw. reduziert werden und eine Schleifpositionsfehlausrichtung kann nicht durch menschliche Faktoren bewirkt werden. Insbesondere wenn keine Ausrichtungseinstellung auf das Paar statischer Druckbeläge **1** und **2** angewendet wird, verändern sich die Schleifpositionen der Schleifräder **5** und **6** nicht sehr gegenüber denjenigen vor der Rückplatzierung, sodass die Positionen der statischen Druckbeläge **1** und **2** mit der Position des Werkstücks W innerhalb des Referenzwertes mit vorbestimmter Präzision vor der Rückplatzierung der Schleifräder **5** und **6** ausgerichtet werden, und diese Position wurde in der Ausrüstung gespeichert, sodass die Positionsausrichtung leicht automatisiert werden kann.

Bezugszeichenliste

W	Werkstück
M1, M2	gemessener Wert
X	relative Position
X0	Schleifbezugsposition
M1r, M2r	Bezugswert
R1, R2	Position einer Seitenoberflächen
Xabs	absolute Position
1, 2	statischer Druckbelag
5, 6	Schleifrad
9, 10	Messkopf
20	Schleifsteuerungsvorrichtung
22	Positionsberechnungsmittel
23	Schleifreferenzpositionseinstellmittel
24	Positionsvergleichsmittel
25	Auszieh-End-Korrekturmittel
26	Schneidschärfevergleichsmittel
27	Schleifbedingungskorrekturmittel

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 2003-71713 [[0004](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schleifen eines dünnen blattförmigen Werkstücks mit einem Paar Schleifräder, umfassend, wenn beide Seitenoberflächen eines dünnen blattförmigen Werkstücks geschliffen werden, das zwischen einem Paar statischer Druckbeläge gehalten wird: Berechnen einer relativen Position des Werkstücks, das geschliffen wird; Vergleichen der relativen Position mit einer Schleifbezugsposition, an der das Werkstück korrekt gehalten werden sollte; und Korrigieren von Schleif-Auszieh-Enden der Schleifräder gemäß einer Differenz zwischen der relativen Position und der Schleifbezugsposition, wenn die relative Position und die Schleifbezugsposition sich nach dem Schleifen des Werkstücks unterscheiden, sodass Schleif-Eintreib-Enden der Schleifräder während des nächsten Schleifens zueinander passen.

2. Verfahren zum Schleifen eines dünnen blattförmigen Werkstücks nach Anspruch 1, wobei eine Position des Werkstücks als die relative Position verwendet wird, wenn eine Schleifpräzision des Werkstücks, das geschliffen wird, innerhalb der Bezugspräzision liegt.

3. Verfahren zum Schleifen eines dünnen blattförmigen Werkstücks nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Position des Werkstücks, wenn die Schleifpräzision des Werkstücks innerhalb der Bezugspräzision beim Vorschleifen ist, als die Schleifbezugsposition eingestellt wird und die Schleifbezugsposition fixiert wird.

4. Verfahren zum Schleifen eines dünnen blattförmigen Werkstücks nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine Position des Werkstücks, in der ein Null-Signal, das eine vorbestimmte Größe des Werkstücks anzeigt, von einer Kalibrierungsausrüstung während des Vorschleifens aufgenommen wird, als Schleifbezugsposition eingestellt wird und eine Position des Werkstücks, in der ein Null-Signal von der Kalibrierungsausrüstung aufgenommen wird, als die relative Position in dem regulären Schleifen verwendet wird.

5. Verfahren zum Schleifen eines dünnen blattförmigen Werkstücks nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein Abweichungsmaß und eine Abweichungsrichtung der relativen Position in Bezug auf die Schleifbezugsposition durch Vergleichen der relativen Position mit der Schleifbezugsposition berechnet werden, und auf der Grundlage des Abweichungsmaßes und der Abweichungsrichtung Schleif-Auszieh-Enden der Schleifräder korrigiert werden.

6. Verfahren zum Schleifen eines dünnen blattförmigen Werkstücks nach Anspruch 3, wobei eine absolute Position des Werkstücks zwischen den stati-

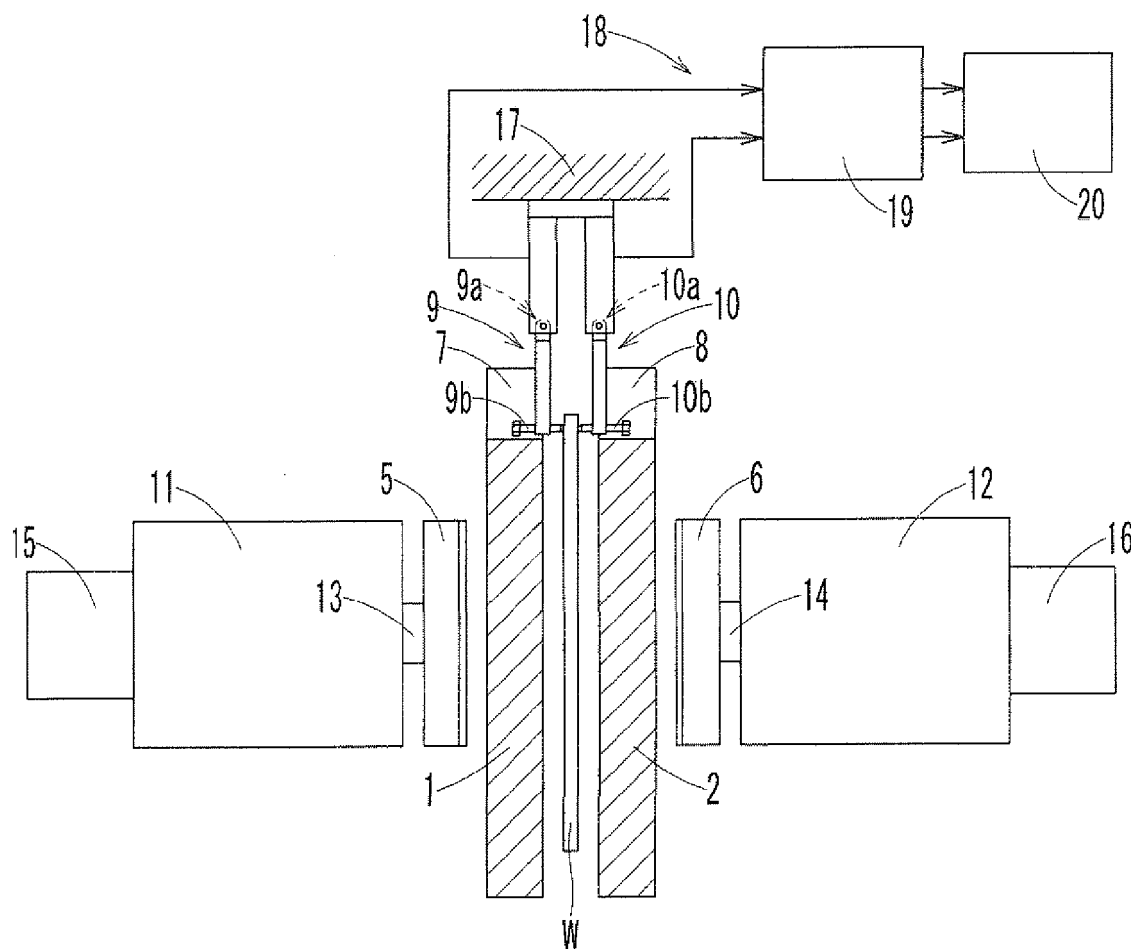
schen Druckbelägen, wenn die Schleifpräzision des Werkstücks innerhalb der Bezugspräzision beim Vorschleifen ist, berechnet wird, und eine Schleifbezugsposition eingestellt wird, wenn die absolute Position kleiner als ein Schwellenwert ist, der auf der Grundlage der Schleifbezugsposition bestimmt wird.

7. Doppelend-Oberflächenschleifer, der beide Seitenoberflächen eines dünnen blattförmigen Werkstücks schleift, das zwischen einem Paar statischer Druckbeläge gehalten wird, mit einem Paar Schleifrädern, umfassend: ein Paar Messköpfe, die Positionen beider Seitenoberflächen des geschliffenen Werkstücks messen; ein Berechnungsmittel, das eine relative Position des Werkstücks aus gemessenen Werten der Messköpfe berechnet, wenn die Schleifpräzision des Werkstücks innerhalb der Bezugspräzision ist; ein Positionsvergleichsmittel, das die relative Position und eine Schleifbezugsposition vergleicht, an der das Werkstück korrekt zwischen den statischen Druckbelägen gehalten werden sollte, um eine Differenz zwischen ihnen zu erhalten; und ein Auszieh-Enden-Korrekturmittel, das Schleif-Auszieh-Enden der Schleifräder gemäß einer Differenz zwischen der relativen Position und der Schleifbezugsposition nach dem Schleifen des Werkstücks korrigiert, wenn die relative Position und die Schleifbezugsposition voneinander abweichen.

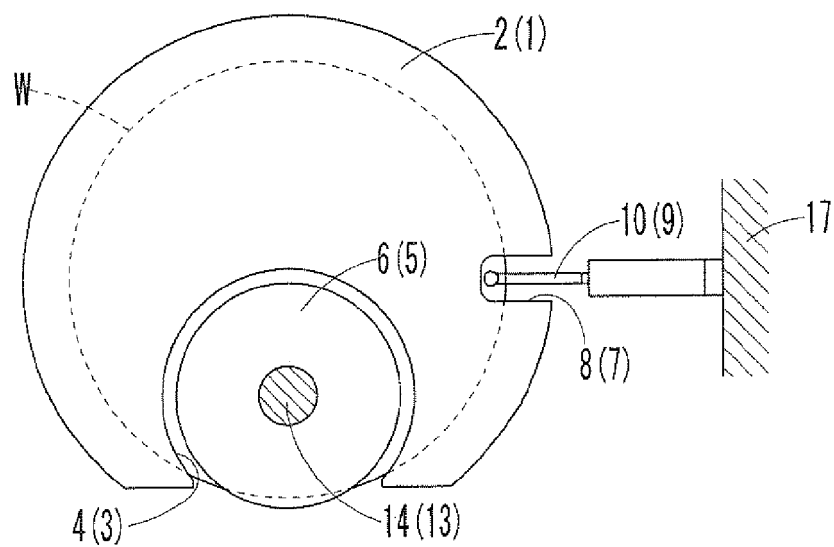
Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

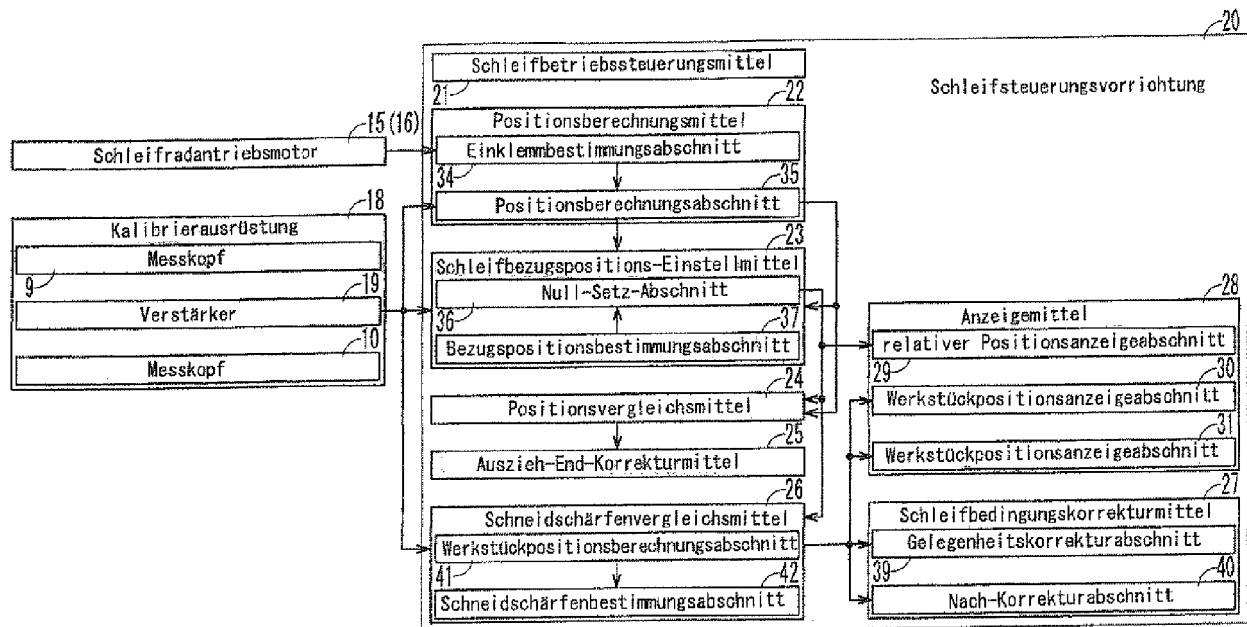
【 F i g . 1 】



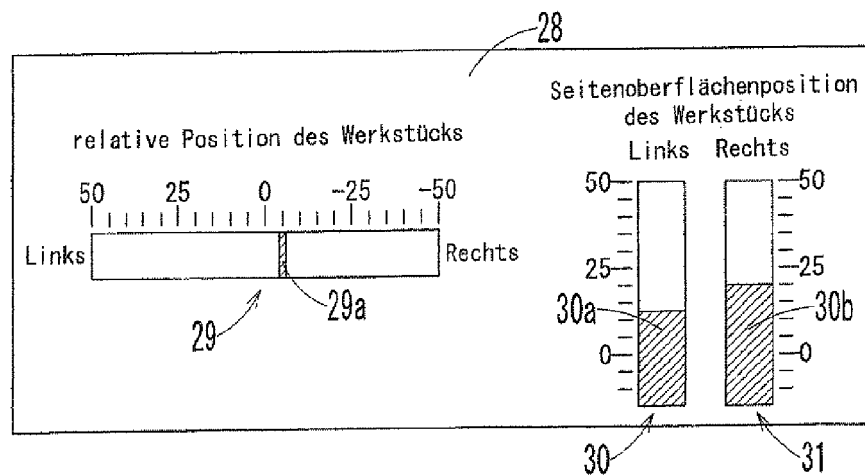
【 F i g . 2 】



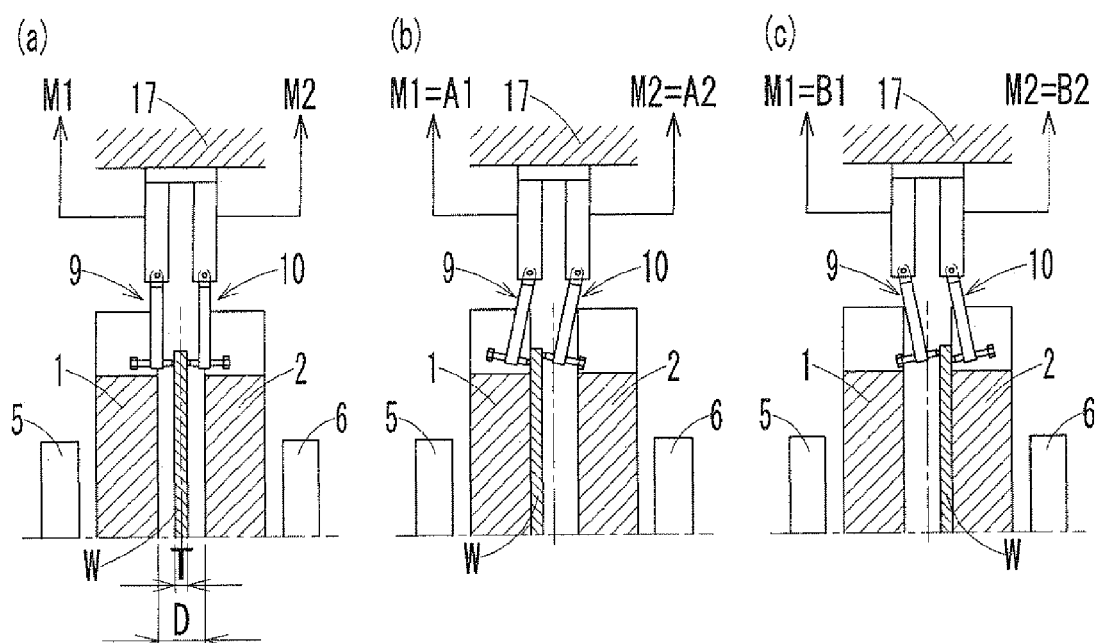
【Fig. 3】



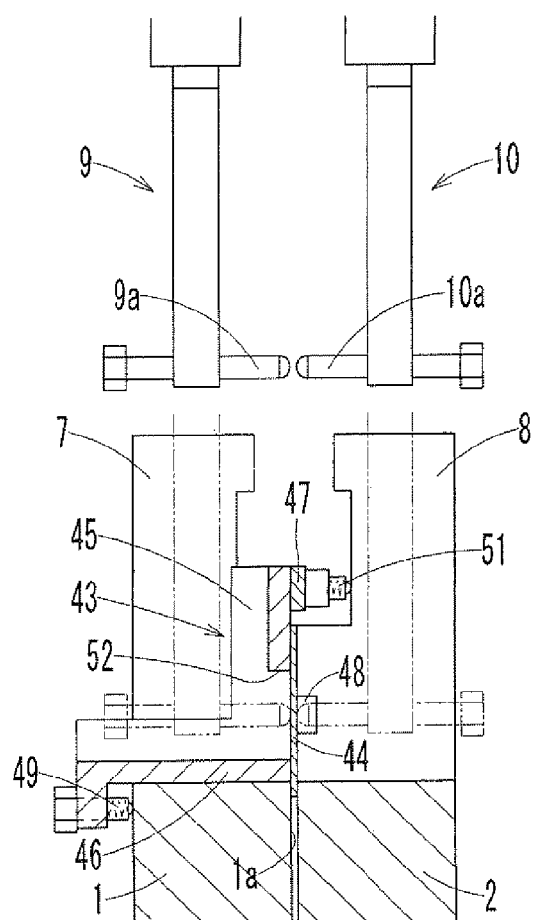
【Fig. 4】



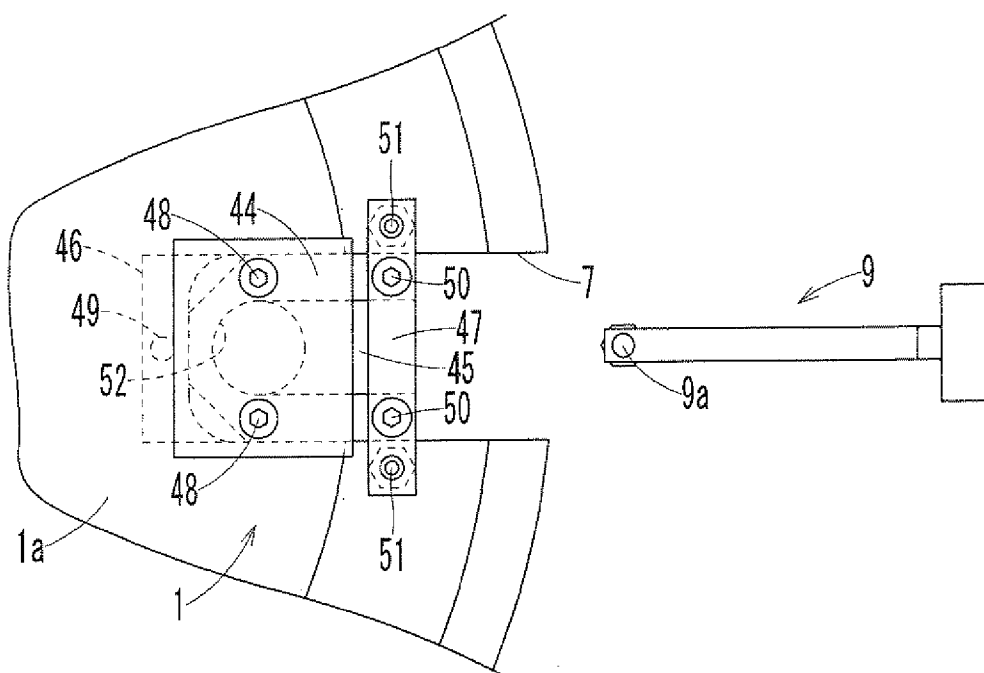
【F i g . 5】



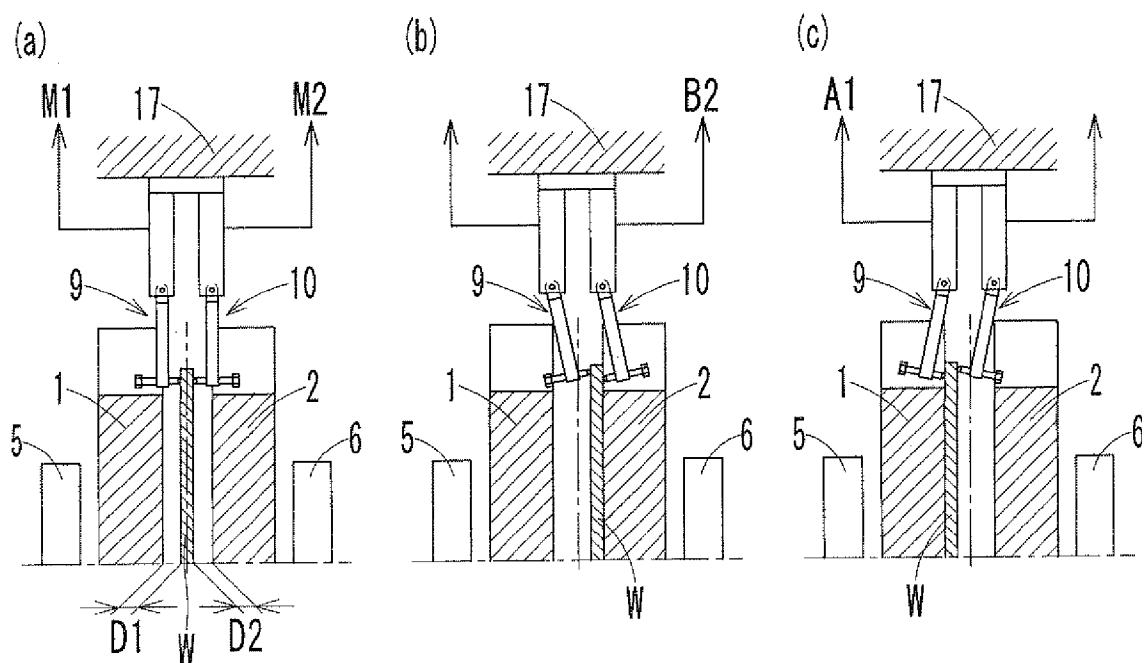
【 F i g . 6 】



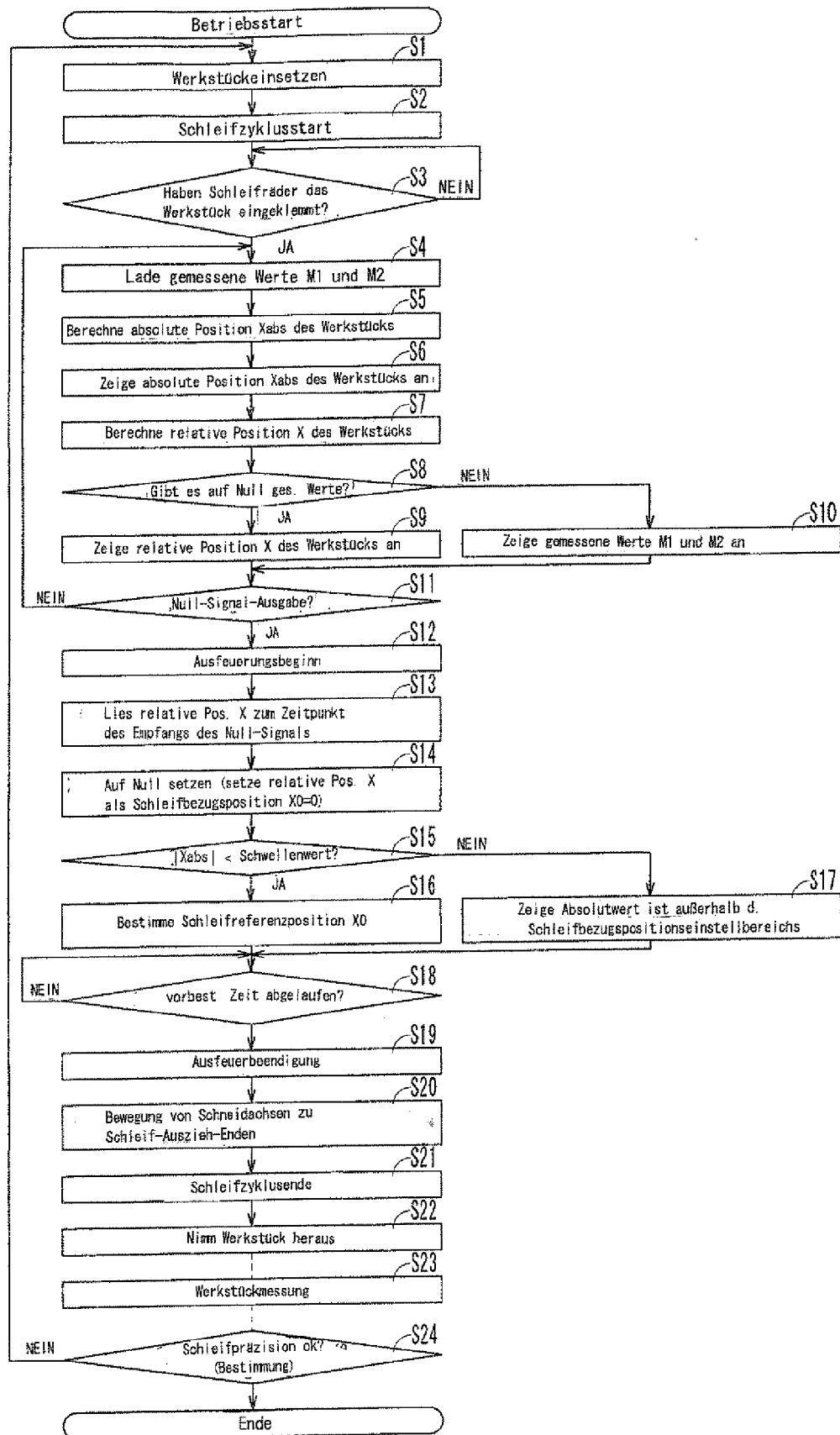
【 F i g . 7 】



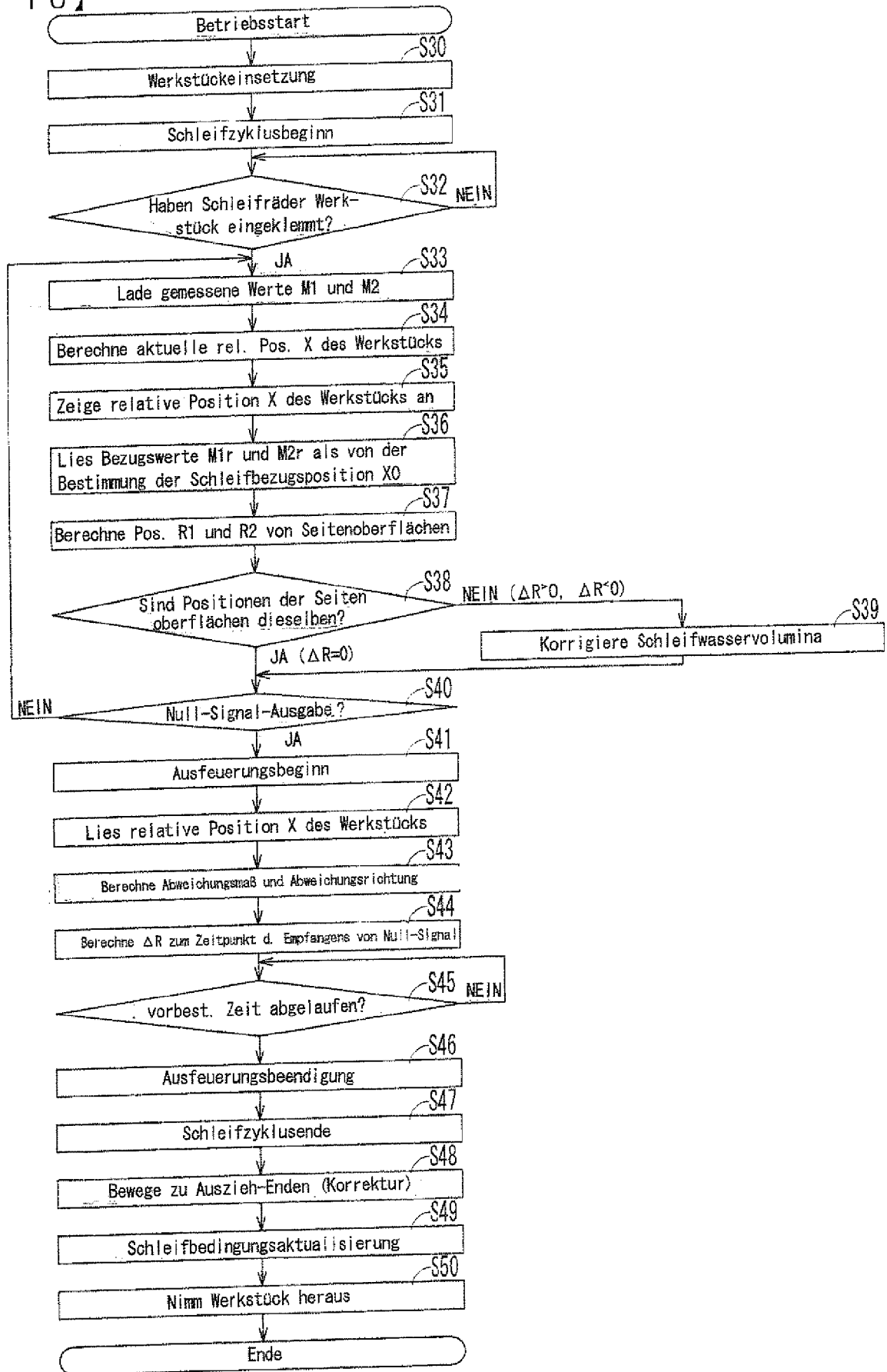
【 F i g . 8 】



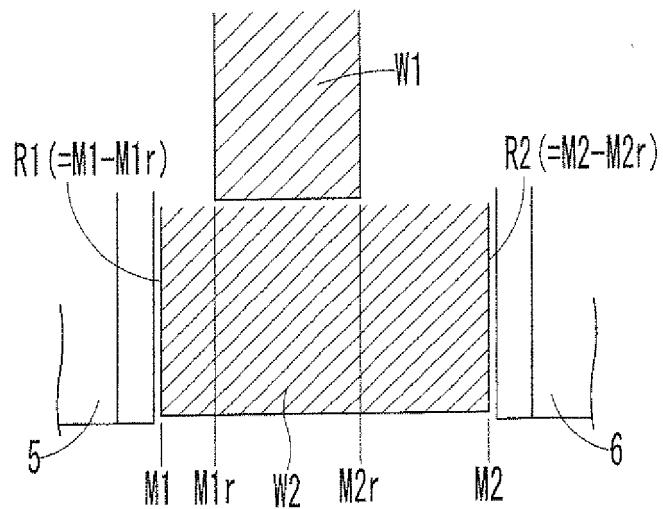
【Fig. 9】



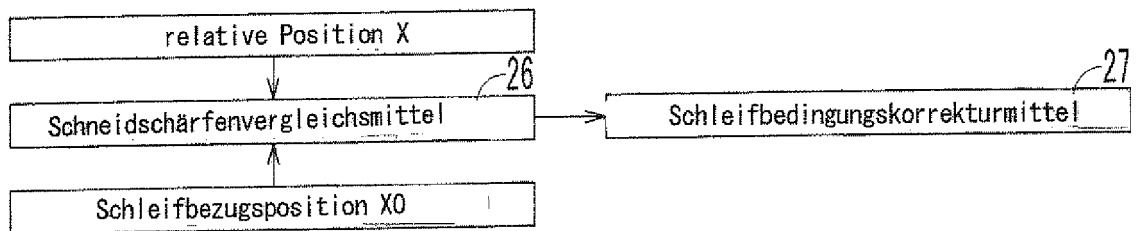
【Fig. 10】



【F i g. 1 1】



【F i g. 1 2】



【F i g. 1 3】

Werkstückposition	Schleifwasserströmungsvolumen	
	Links	Rechts
$5 < X \leq 10$	+10%	-5%
$1 < X \leq 5$	+10%	0%
$0 < X \leq 1$	+5%	0%
$-1 \leq X < 0$	0%	+5%
$-5 \leq X < -1$	0%	+10%
$-10 \leq X < -5$	-5%	+10%

【 F i g . 1 4 】

