



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.11.2023 Patentblatt 2023/46

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B24B 37/005 (2012.01)

(21) Anmeldenummer: **23163159.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B24B 37/005; B24B 37/08; B24B 37/10

(22) Anmeldetag: **21.03.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Lapmaster Wolters GmbH**
24768 Rendsburg (DE)

(72) Erfinder: **Möller, Helge**
24943 Flensburg (DE)

(74) Vertreter: **Hauck Patentanwaltspartnerschaft mbB**
Postfach 11 31 53
20431 Hamburg (DE)

(30) Priorität: **12.05.2022 DE 102022111924**

(54) **VERFAHREN ZUM EINRICHTEN EINER DOPPEL- ODER EINSEITEN-BEARBEITUNGSMASCHINE SOWIE DOPPEL- ODER EINSEITEN-BEARBEITUNGSMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einrichten einer Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine mit einer vorzugsweise ringförmigen ersten Arbeitsscheibe und einem vorzugsweise ringförmigen Gegenlagerelement, wobei die erste Arbeitsscheibe und das Gegenlagerelement relativ zueinander drehend antreibbar sind, und wobei zwischen der ersten Arbeitsscheibe und dem Gegenlagerelement ein vorzugsweise ringförmiger Arbeitsspalt zum doppelseitigen oder einseitigen Bearbeiten flacher Werkstücke, vorzugsweise Wafer, gebildet ist, umfassend die folgenden Schritte:

- a) eine Steuereinrichtung steuert Mittel zum schrittweisen oder kontinuierlichen Verformen der ersten Arbeitsscheibe zwischen einer konkaven Form und einer konvexen Form an,
- b) während des schrittweisen oder kontinuierlichen Verformens der ersten Arbeitsscheibe wird schrittweise oder kontinuierlich die Arbeitsspaltweite an mindestens zwei radial beabstandeten Orten der ersten Arbeitsscheibe gemessen und die Messwerte werden an die Steuereinrichtung gegeben,
- c) die Steuereinrichtung bestimmt aus den Messwerten der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten jeweils einen Messwertmittelwert,
- d) die Steuereinrichtung bestimmt das Minimum der Messwertmittelwerte und gibt auf Grundlage des bestimmten Minimums einen Sollwert für die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe als Startwert für die Bearbeitung von flachen Werkstücken in der Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine vor.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine.

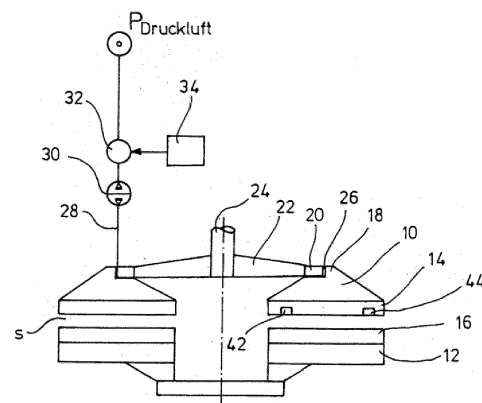


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einrichten einer Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine mit einer vorzugsweise ringförmigen ersten Arbeitsscheibe und einem vorzugsweise ringförmigen Gegenlagerelement, wobei die erste Arbeitsscheibe und das Gegenlagerelement relativ zueinander drehend antreibbar sind, und wobei zwischen der ersten Arbeitsscheibe und dem Gegenlagerelement ein vorzugsweise ringförmiger Arbeitsspalt zum doppelseitigen oder einseitigen Bearbeiten flacher Werkstücke, vorzugsweise Wafer, gebildet ist

[0002] Die Erfindung betrifft außerdem eine Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine mit einer vorzugsweise ringförmigen ersten Arbeitsscheibe und einem vorzugsweise ringförmigen Gegenlagerelement, wobei die erste Arbeitsscheibe und das Gegenlagerelement relativ zueinander drehend antreibbar sind, und wobei zwischen der ersten Arbeitsscheibe und dem Gegenlagerelement ein vorzugsweise ringförmiger Arbeitsspalt zum doppelseitigen oder einseitigen Bearbeiten flacher Werkstücke, vorzugsweise Wafer, gebildet ist.

[0003] Beispielsweise in Doppelseiten-Poliermaschinen werden zwischen vorzugsweise ringförmigen Arbeitsscheiben flache Werkstücke, wie Wafer, poliert. Zwischen den Arbeitsscheiben ist ein vorzugsweise ringförmiger Arbeitsspalt angeordnet, in dem die flachen Werkstücke, zum Beispiel Wafer, während der Bearbeitung gehalten sind. Dazu sind in dem Arbeitsspalt üblicherweise sogenannte Läuferscheiben angeordnet mit Ausnehmungen, in denen die Werkstücke schwimmend gelagert sind. Die Arbeitsscheiben werden zur Bearbeitung mittels eines Drehantriebs relativ zueinander drehend angetrieben und die Läuferscheiben drehen sich über eine Außenverzahnung der Läuferscheiben, die in eine entsprechende Verzahnung von Stiftkränzen eingreift, ebenfalls in dem Arbeitsspalt. Dadurch werden die Werkstücke während der Bearbeitung entlang zyklischer Bahnen durch den Arbeitsspalt gefördert. Beim Doppelseitenpolieren wird darüber hinaus ein Poliermittel, eine sogenannte Slurry, in den Arbeitsspalt gegeben, die für die abrasive Bearbeitung sorgt. Die Arbeitsscheiben weisen bei Doppelseiten-Poliermaschinen darüber hinaus auf ihren den Arbeitsspalt begrenzenden Oberflächen regelmäßig Poliertücher, sogenannte Polierpads, auf.

[0004] Ziel der Bearbeitung ist eine möglichst planparallele Form der fertig bearbeiteten Werkstücke. Hierzu ist die Arbeitsspaltgeometrie von entscheidender Bedeutung. Aus DE 10 2006 037 490 B4 ist eine Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine bekannt mit Mitteln zum Erzeugen einer globalen Verformung einer der Arbeitsscheiben. Insbesondere kann die obere Arbeitsscheibe zwischen einer global konkaven und einer global konvexen Form verformt werden. Die konkave oder konvexe Form der Arbeitsscheibe ergibt sich bei einer solchen globalen Verformung in radialer Richtung gesehen erst über den gesamten Durchmesser der Arbeitsscheibe. Die den Arbeitsspalt begrenzende Ringfläche der vorzugsweise

ringförmigen Arbeitsscheibe bleibt dabei in sich eben, gegenüberliegende Ringabschnitte der Ringfläche sind jedoch zueinander verformt, so dass sich insgesamt eine konkave oder konvexe Form ergibt.

[0005] Aus DE 10 2016 102 223 A1 ist weiterhin eine Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine bekannt mit Mitteln zum Erzeugen einer lokalen Verformung einer der Arbeitsscheiben, insbesondere zwischen einer lokal konvexen und einer lokal konkaven Form. Bei einer solchen lokalen Verformung ergibt sich die konvexe bzw. konkave Form in radialer Richtung zwischen dem inneren und äußeren Rand der beispielsweise ringförmigen Arbeitsscheibe. Anders als bei einer globalen Verformung sind bei einer lokalen Verformung also die Ringabschnitte selbst konkav oder konvex verformt.

[0006] Die beiden vorgenannten Ausgestaltungen können in einer Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine kombiniert werden. Auf diese Weise können unterschiedlichste Arbeitsspaltgeometrien erzeugt werden. So kann beispielsweise bei teilweisem Verschleiß der Poliertücher oder bei sich ändernden Temperaturen der den Arbeitsspalt definierenden Komponenten jederzeit eine möglichst planparallele Bearbeitung der Werkstücke bzw. eine für die Werkstückqualität bevorzugte Einstellung des Arbeitsspalts, sei diese parallel oder nicht, sichergestellt werden.

[0007] Die Geometrie des Arbeitsspalts hat entscheidenden Einfluss auf die Form und die Ebenheit der bearbeiteten Werkstücke. Ein optimales Bearbeitungsergebnis wird nur in einem schmalen Parameterfenster erreicht. Bedingt durch Fertigungstoleranzen und variierende Geometrien von beispielsweise Poliertüchern, aber auch bei veränderten Materialien bestimmter Komponenten der Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine, wie der Polierscheiben, oder einer Veränderung eines üblicherweise vorgesehenen Kühlkreislaufs in den Arbeitsscheiben zum Temperieren während der Bearbeitung, ist die Lage dieses Parameterfensters nicht inhärent für eine bestimmte Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine und ändert sich im Übrigen zwischen unterschiedlichen Doppelseiten-Bearbeitungsmaschinen auch desselben Typs. Die richtigen Bearbeitungsparameter für einen optimalen Arbeitsspalt müssen in aufwendiger Weise manuell bestimmt werden. Übliche Methoden sind iterativ. Es wird also wiederholt eine Versuchsbearbeitung durchgeführt, die bearbeiteten Werkstücke werden vermessen, und die Parameter werden angepasst bis eine geeignete Arbeitsspaltgeometrie vorliegt. Alternativen sind statistische Design of Experiments (DoE) Prozesse. Bei den Vorgehensweisen ist gemein, dass sie eine erhebliche Anzahl von Datenpunkten (Versuchen) benötigen, um mit algebraischen oder statistischen Methoden den gewünschten Arbeitspunkt hinreichend genau zu bestimmen. Neben dem erheblichen zeitlichen und materiellen Aufwand dieses Vorgehens werden mit den Bearbeitungsversuchen viele Werkstücke produziert, die außerhalb der Spezifikation liegen und entsprechend Ausschuss bilden.

[0008] Ausgehend von dem erläuterten Stand der Technik liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit denen das Einrichten für die Bearbeitung der Werkstücke mit geringerem zeitlichem und materiellem Aufwand möglich ist.

[0009] Die Erfindung löst die Aufgabe durch die unabhängigen Ansprüche 1 und 9. Vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren.

[0010] Für ein Verfahren der eingangs genannten Art löst die Erfindung die Aufgabe durch die folgenden Schritte:

- a) eine Steuereinrichtung steuert Mittel zum schrittweisen oder kontinuierlichen Verformen der ersten Arbeitsscheibe zwischen einer konkaven Form und einer konvexen Form an,
- b) während des schrittweisen oder kontinuierlichen Verformens der ersten Arbeitsscheibe wird schrittweise oder kontinuierlich die Arbeitsspaltweite an mindestens zwei radial beabstandeten Orten der ersten Arbeitsscheibe gemessen und die Messwerte werden an die Steuereinrichtung gegeben,
- c) die Steuereinrichtung bestimmt aus den vorzugsweise gewichteten Messwerten der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten jeweils einen Messwertmittelwert,
- d) die Steuereinrichtung bestimmt das Minimum der vorzugsweise gewichteten Messwertmittelwerte und gibt auf Grundlage des bestimmten Minimums einen Sollwert für die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe als Startwert für die Bearbeitung von flachen Werkstücken in der Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine vor.

[0011] Für eine Vorrichtung der eingangs genannten Art löst die Erfindung die Aufgabe dadurch,

- dass eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, die dazu ausgebildet ist, Mittel zum schrittweisen oder kontinuierlichen Verformen der ersten Arbeitsscheibe zwischen einer konkaven Form und einer konvexen Form anzusteuern,
- dass Messeinrichtungen vorgesehen sind, die dazu ausgebildet sind, während des schrittweisen oder kontinuierlichen Verformens der ersten Arbeitsscheibe schrittweise oder kontinuierlich die Arbeitsspaltweite an mindestens zwei radial beabstandeten Orten der ersten Arbeitsscheibe zu messen und die Messwerte an die Steuereinrichtung zu geben,
- dass die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, aus den vorzugsweise gewichteten Messwerten der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten jeweils einen Messwertmittelwert zu bestimmen,
- dass die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, das

Minimum der vorzugsweise gewichteten Messwertmittelwerte zu bestimmen und auf Grundlage des bestimmten Minimums einen Sollwert für die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe als Startwert für die Bearbeitung von flachen Werkstücken in der Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine vorzugeben.

[0012] Bei der erfindungsgemäßen Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine kann es sich insbesondere um eine Doppel- oder Einseiten-Poliermaschine handeln. Es kann sich bei der Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine aber auch um eine Doppel- oder Einseiten-Läppmaschine oder Doppel- oder Einseiten-Schleifmaschine handeln. Die Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine weist eine vorzugsweise ringförmige erste Arbeitsscheibe und ein vorzugsweise ringförmiges Gegenlagerelement auf. Bei einer Einseiten-Bearbeitungsmaschine kann das Gegenlagerelement zum Beispiel als einfaches Gewicht oder Druckzylinder ausgestaltet sein. Bei dem Gegenlagerelement kann es sich bevorzugt um eine vorzugsweise ringförmige zweite Arbeitsscheibe handeln. Die erste Arbeitsscheibe und das Gegenlagerelement sind relativ zueinander drehend antreibbar und zwischen der ersten Arbeitsscheibe und dem Gegenlagerelement ist ein vorzugsweise ringförmiger Arbeitsspalt zum Bearbeiten flacher Werkstücke, wie Wafer, gebildet. Insbesondere wenn es sich um eine Doppel- oder Einseiten-Poliermaschine handelt, kann zumindest die erste Arbeitsscheibe, vorzugsweise auch das Gegenlagerelement bzw. die zweite Arbeitsscheibe, einen Polierbelag (Polierpad) auf ihrer den Arbeitsspalt begrenzenden Oberfläche(n) aufweisen. Während der Bearbeitung kann darüber hinaus in an sich bekannter Weise ein Poliermittel, insbesondere eine Polierflüssigkeit (Slurry), in den Arbeitsspalt gegeben werden. Auch können die Arbeitsscheiben mit Temperierkanälen versehen sein, durch die im Betrieb eine Temperierflüssigkeit, zum Beispiel Kühlwasser, zum Temperieren der Arbeitsscheibe(n) geleitet wird.

[0013] Die Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine dient insbesondere zum planparallelen Bearbeiten flacher Werkstücke. Die Werkstücke können zur Bearbeitung in an sich bekannter Weise in Ausnehmungen von in dem Arbeitsspalt angeordneten Läuferscheiben schwimmend aufgenommen werden. Die erste Arbeitsscheibe und das Gegenlagerelement werden im Betrieb relativ zueinander drehend angetrieben, beispielsweise über eine entsprechende Antriebswelle und mindestens einen Antriebsmotor. Es ist möglich, dass nur eines von erster Arbeitsscheibe und Gegenlagerelement drehend angetrieben wird. Es können aber auch sowohl die erste Arbeitsscheibe als auch das Gegenlagerelement drehend angetrieben werden, dann in der Regel gegenläufig. Beispielsweise bei einer Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine können durch eine geeignete Kinematik die Läuferscheiben im Zuge der Relativedrehung zwischen erster Arbeitsscheibe und Gegenlagerelement ebenfalls

drehend durch den Arbeitsspalt bewegt werden, so dass in den Ausnehmungen der Läuferscheiben angeordnete Werkstücke zyklische Bahnen in dem Arbeitsspalt beschreiben. Beispielsweise können die Läuferscheiben an ihrem äußeren Rand eine Verzahnung aufweisen, die in eine zugeordnete Verzahnung von Stiftkränzen eingreift. Derartige Maschinen bilden eine sogenannte Planetenkinematik.

[0014] Die erste Arbeitsscheibe und/oder das Gegenlagerelement können jeweils von einer Trägerscheibe gehalten werden. Wie die erste Arbeitsscheibe und das Gegenlagerelement können auch die Trägerscheiben ringförmig ausgebildet sein oder zumindest ringförmige Trägerabschnitte besitzen.

[0015] Erfindungsgemäß ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe zwischen einer konkaven Form und einer konvexen Form schrittweise oder kontinuierlich zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe zwischen der konkaven Form und der konvexen Form ansteuert. Während des schrittweisen oder kontinuierlichen Verformens der ersten Arbeitsscheibe zwischen der konvexen Form und der konkaven Form wird entsprechend schrittweise oder kontinuierlich die Dicke bzw. Weite des Arbeitsspalts an mindestens zwei radial beabstandeten Orten durch Messeinrichtungen gemessen. Beispielsweise bei einer schrittweisen Verformung der ersten Arbeitsscheibe wird zu jedem Verformungsschritt die Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei Orten gemessen. Die Arbeitsspaltweite ist definiert durch den Abstand zwischen den den Arbeitsspalt begrenzenden Oberflächen der ersten Arbeitsscheibe und des Gegenlagerelements. Sofern die erste Arbeitsscheibe oder das Gegenlagerelement einen Arbeitsbelag, wie ein Poliertuch, aufweisen, kann der Abstand und damit die Arbeitsspaltweite entsprechend zwischen den Arbeitsbelägen gebildet sein. Das Messen der Arbeitsspaltweite kann durch die Messeinrichtungen zum Beispiel über Abstandssensoren erfolgen. Infrage kommen zum Beispiel optische Messeinrichtungen oder Wirbelstrommesseinrichtungen.

[0016] Nach abgeschlossener Verformung der ersten Arbeitsscheibe zwischen der konkaven Form und der konvexen Form liegen also mindestens zwei Messreihen für die Arbeitsspaltweite vor, nämlich für die mindestens zwei radial beabstandeten Messorte. Selbstverständlich könnte auch an mehr als zwei radial beabstandeten Messorten, zum Beispiel an drei radial beabstandeten Messorten, die Arbeitsspaltweite gemessen und erfindungsgemäß ausgewertet werden.

[0017] Die Steuereinrichtung bestimmt weiterhin aus den zu der jeweiligen Verformung der ersten Arbeitsscheibe aufgenommenen Messwerten der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Messorten jeweils einen Mittelwert. Die Mittelwerte werden also jeweils für einen bestimmten Verformungsgrad der ersten Arbeitsscheibe aus den Messwerten an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten der ersten Arbeitsscheibe gebildet. Der Mittelwert kann beispiels-

weise ein gewichteter Mittelwert sein, bei dem die Messwerte an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten mit einem Gewichtungsfaktor eingehen. Eine solche Gewichtung kann zum Beispiel bei nicht-symmetrisch zueinander angeordneten radialen Messpunkten gewünscht sein. Es liegt somit eine den Messreihen für die Arbeitsspaltweite entsprechende Mittelwertreihe vor.

[0018] Die Steuereinrichtung bestimmt nun weiterhin das Minimum dieser Mittelwertreihe. Die Messreihen und die Mittelwertreihe können beispielsweise bei einem schrittweisen Verformen der ersten Arbeitsscheibe durch einen Kurvenfit entlang der einzelnen Messpunkte bestimmt werden. Entsprechend kann auch die Mittelwertreihe durch einen Kurvenfit bestimmt werden. Auf dieser Grundlage die Steuereinrichtung mathematisch in einfacher Weise das Minimum der Mittelwertreihe ermitteln.

[0019] Auf Grundlage des bestimmten Minimums gibt die Steuereinrichtung einen Sollwert für die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe vor. Dieser Sollwert dient als Startwert für die Bearbeitung von flachen Werkstücken in der Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine. Das Vorgeben des Sollwerts bzw. der Sollwerte, kann derart erfolgen, dass der Sollwert bzw. die Sollwerte einer Bedienperson auf einer Bedienschnittstelle angezeigt werden, so dass die Bedienperson anschließend die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe entsprechend dem Sollwert bzw. den Sollwerten ansteuern kann. Es ist aber auch möglich, dass die Steuereinrichtung die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe automatisch auf Grundlage des aus dem Minimum der Messwertmittelwerte bestimmten Sollwert ansteuert. In diesem Fall kann das erfindungsgemäße Einrichten der Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine durch die Steuereinrichtung vollautomatisch erfolgen. Bei der Steuereinrichtung kann es sich auch um eine Steuer- und Regeleinrichtung handeln.

[0020] Jedenfalls wird durch die Steuereinrichtung eine teilautomatische Einrichtung der Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine als Setup realisiert. Das Einrichten der Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine kann entsprechend ohne iterative Bearbeitung von Werkstücken und anschließender Messung erfolgen. Der mit der Einrichtung verbundene zeitliche Aufwand ist erheblich kürzer als im Stand der Technik, insbesondere auch kürzer als ein einziger für eine iterative Bestimmung der Einrichtungsparameter erforderlicher Bearbeitungsvorgang. Bei einer iterativen Bestimmung muss zudem eine Vielzahl von Bearbeitungsvorgängen durchgeführt und ausgewertet werden. Bestenfalls kann erfindungsgemäß die Produktion von Ausschusswerkstücken vollständig vermieden werden.

[0021] Als Sollwerte für die Steuerwerte der Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe kommt zum Beispiel ein durch die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe ausgeübter Druck bzw. eine ausgeübte Kraft infrage. Ergebnis des erfindungsgemäßen Einrichtungs Vorgangs ist eine Arbeitsspaltgeometrie, insbeson-

dere eine Arbeitsspaltweite und eine globale und/oder lokale Verformung der ersten Arbeitsscheibe und gegebenenfalls des Gegenlagerelements, mit der ein zu Beginn des Prozesses zufriedenstellendes Bearbeitungsergebnis realisiert werden kann. Natürlich ist es gegebenenfalls möglich, den durch die Steuereinrichtung vorgegebenen Sollwert noch weiter zu bearbeiten, zum Beispiel mit einem bearbeitungsspezifischen oder maschinenspezifischen Offsetwert, zum Beispiel zu addieren.

[0022] Durch mehrfaches Durchführen des erfindungsgemäßen Einrichtungsprozesses kann darüber hinaus der Verschleiß von Komponenten der Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine beobachtet werden, zum Beispiel von Arbeitsbelägen, wie Poliertüchern. So führt ein Abnutzen der Arbeitsbeläge zu einer Veränderung der Arbeitsspaltweite. Aus entsprechenden Beobachtungen kann auf einen weiteren Verschleiß bzw. einen erforderlichen Austausch der Arbeitsbeläge geschlossen werden.

[0023] Nach einer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung die das Minimum der Messwertmittelwerte bildenden Messwerte der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten identifiziert, und dass die Steuereinrichtung die den identifizierten Messwerten der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten entsprechenden Ansteuerwerte der Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe als Sollwert vorgibt. Bei dieser Ausgestaltung identifiziert die Steuereinrichtung auf Grundlage des zuvor bestimmten Minimums der Messwertmittelwerte die mindestens zwei Messwerte an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten, deren Mittelwert das Minimum der Messwertmittelwerte bildet. Die diesen identifizierten Messwerten der Arbeitsspaltweite entsprechenden Werte zum Ansteuern der Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe werden dann von der Steuereinrichtung als Sollwert vorgegeben. Auf diese Weise kann das Vorgeben des Sollwerts in besonders einfacher Weise erfolgen.

[0024] Die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe können eine globale Verformung der ersten Arbeitsscheibe erzeugen. Zusätzlich oder alternativ ist es möglich, dass die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe eine lokale Verformung der ersten Arbeitsscheibe erzeugen. Auch ist es möglich, dass weiterhin Mittel zum globalen und/oder lokalen Verformen des Gegenlagerelements vorgesehen sind.

[0025] Wie eingangs erläutert, muss eine lokale konkave oder konvexe Verformung, wie sie beispielsweise aus DE 10 2016 102 223 A1 bekannt ist, unterschieden werden von einer globalen konkaven oder konvexen Verformung, wie sie beispielsweise aus DE 10 2006 037 490 B4 bekannt ist. Bei einer lokalen Verformung liegt die konvexe bzw. konkave Form bzw. Verformung in radialer Richtung zwischen dem inneren und äußeren Rand der beispielsweise ringförmigen Arbeitsscheibe bzw. der den Arbeitsspalt begrenzenden ringförmigen Arbeitsfläche der Arbeitsscheibe vor. Sofern die erste Arbeitsscheibe

nicht ringförmig ist, liegt die konvexe bzw. konkave Verformung in radialer Richtung zwischen dem Zentrum und dem äußeren Rand der Arbeitsscheibe vor. Bei einer globalen Verformung ergibt sich die konkave oder konvexe Form wie erläutert in radialer Richtung gesehen erst über den gesamten Durchmesser der Arbeitsscheibe. In radialer Richtung zwischen dem inneren und äußeren Rand einer ringförmigen Arbeitsscheibe bzw. zwischen dem Zentrum und dem äußeren Rand einer nicht ringförmigen Arbeitsscheibe ist die Arbeitsfläche bei einer ausschließlich globalen Verformung dagegen jeweils plan.

[0026] Erfindungsgemäß können die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe und/oder des Gegenlagerelements sowohl Mittel zum Erzeugen einer globalen Verformung als auch Mittel zum Erzeugen einer lokalen Verformung sein. Bei einer Kombination beider Verformungsarten kann der Arbeitsspalt in besonders flexibler und präziser Weise an die jeweiligen Erfordernisse angepasst werden.

[0027] Nach einer weiteren Ausstattung kann vorgesehen sein, dass in einem ersten Verfahrensabschnitt die Schritte a) bis d) mit Mitteln zum Erzeugen einer globalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe durchgeführt werden, und in einem zweiten, anschließenden Verfahrensabschnitt die Schritte a) bis d) mit Mitteln zum Erzeugen einer lokalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe oder des Gegenlagerelements erneut durchgeführt werden, wobei während des zweiten Verfahrensabschnitts die Mittel zum Erzeugen der globalen Verformung mit dem nach Durchführen des ersten Verfahrensabschnitts vorgegebenen Sollwert angesteuert werden.

[0028] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass in einem ersten Verfahrensabschnitt die Schritte a) bis d) mit Mitteln zum Erzeugen einer lokalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe durchgeführt werden, und in einem zweiten, anschließenden Verfahrensabschnitt die Schritte a) bis d) mit Mitteln zum Erzeugen einer globalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe oder des Gegenlagerelements erneut durchgeführt werden, wobei während des zweiten Verfahrensabschnitts die Mittel zum Erzeugen der lokalen Verformung mit dem nach Durchführen des ersten Verfahrensabschnitts vorgegebenen Sollwert angesteuert werden.

[0029] Bei diesen Ausgestaltungen wird das erfindungsgemäße Verfahren mit den Schritten a) bis d) zweimal nacheinander ausgeführt, nämlich zunächst mit einer globalen oder lokalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe zwischen einer konkaven Form und einer konvexen Form und einem Ermitteln eines Sollwerts für das Ansteuern der Mittel zum Erzeugen der globalen oder lokalen Verformung. Die Mittel zum Erzeugen der jeweils anderen von globaler oder lokaler Verformung werden während dieses ersten Verfahrensabschnitts konstant gehalten. Während des zweiten Verfahrensabschnitts, nun mit der jeweils anderen von globaler oder lokaler Verformung der ersten Arbeitsscheibe, oder bevorzugt des Gegenlagerelements in Form einer zweiten Arbeits-

scheibe, zwischen einer konkaven Form und einer konvexen Form werden die Mittel zum Erzeugen der ersten von globaler oder lokaler Verformung konstant auf dem angesteuerten zuvor im ersten Verfahrensabschnitt ermittelten Sollwert gehalten und es wird ein Sollwert als Ansteuerwert für die Mittel zum Erzeugen der jeweils anderen von globaler oder lokaler Verformung ermittelt und vorgegeben.

[0030] Auf diese Weise können nacheinander die Mittel zum Erzeugen der globalen Verformung und die Mittel zum Erzeugen der lokalen Verformung auf einen für das Bearbeitungsergebnis optimalen Sollwert eingestellt werden. Das Einstellen auf die Sollwerte und das Halten während der jeweiligen Verfahrensabschnitte kann wiederum automatisch durch die Steuereinrichtung erfolgen. Natürlich könnten die vorgenannten beiden Vorgehensweisen auch nacheinander durchgeführt werden, gegebenenfalls auch mehrfach.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung kann die Steuereinrichtung vor dem Verfahrensschritt a) Mittel zum Erzeugen einer axialen Relativbewegung zwischen der ersten Arbeitsscheibe und dem Gegenlagerelement einmal oder mehrmals so ansteuern, dass die erste Arbeitsscheibe und das Gegenlagerelement mit ihren den Arbeitsspalt begrenzenden Oberflächen aneinandergedrückt werden. Die Mittel zum Erzeugen der axialen Relativbewegung können insbesondere einen axialen Antrieb der ersten Arbeitsscheibe und/oder des Gegenlagerelements umfassen. Durch ein Zusammendrücken der ersten Arbeitsscheibe und des Gegenlagerelements mit ihren den Arbeitsspalt begrenzenden Oberflächen kann ein Arbeitsbelag der ersten Arbeitsscheibe und/oder des Gegenlagerelements komprimiert werden und etwaige in diesem enthaltene Restflüssigkeit herausgedrückt werden. Hierdurch werden vor Beginn des erfindungsgemäßen Einrichtungsvorgangs identische Ausgangsbedingungen auch mit Blick auf den Arbeitsbelag, zum Beispiel ein Poliertuch, sichergestellt.

[0032] Nach einer weiteren Ausgestaltung können die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe dazu ausgebildet sein, eine globale Verformung der ersten Arbeitsscheibe zu erzeugen. Es kann dann vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsscheibe an einer ersten Trägerscheibe befestigt ist, und dass ein Tragring vorgesehen ist, an dem die erste Trägerscheibe aufgehängt ist, wobei zwischen dem Tragring und einem radial außen vom Tragring liegenden Ringabschnitt der ersten Trägerscheibe durch die Steuereinrichtung steuerbare Mittel angeordnet sind, über die mit Hilfe eines Krafterzeugers eine radiale Kraft über den Umfang des Tragrings auf die erste Trägerscheibe aufgebracht wird. Eine solche Ausgestaltung zum Erzeugen einer globalen Verformung ist zum Beispiel bekannt aus DE 10 2006 037 490 B4. Sie kann wie in dieser Druckschrift beschrieben bei der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommen.

[0033] Grundsätzlich können die Mittel zum Erzeugen einer globalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe und/oder einer lokalen Verformung der ersten Arbeits-

scheibe oder des Gegenlagerelements hydraulische Mittel und/oder pneumatische Mittel und/oder mechanische Mittel sein. Es sind jeweils geeignete Aktoren zum Manipulieren der Geometrie der ersten Arbeitsscheibe und/oder des Gegenlagerelements vorgesehen. Die erste Arbeitsscheibe kann zum Beispiel eine obere Arbeitsscheibe sein und das Gegenlagerelement ein unteres Gegenlagerelement, beispielsweise eine untere Arbeitsscheibe.

[0034] Wie bereits erläutert, können die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe dazu ausgebildet sein, eine lokale Verformung der ersten Arbeitsscheibe zu erzeugen. Auch können Mittel zum Verformen des Gegenlagerelements vorgesehen sein, die dazu ausgebildet sind, eine lokale Verformung des Gegenlagerelements zu erzeugen.

[0035] Es kann dann weiter vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsscheibe an einer ersten Trägerscheibe befestigt ist und/oder dass das Gegenlagerelement an einer zweiten Trägerscheibe befestigt ist, wobei die Mittel zum Erzeugen der lokalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe und/oder des Gegenlagerelements ein zwischen der ersten Trägerscheibe und der ersten Arbeitsscheibe und/oder zwischen der zweiten Trägerscheibe und dem Gegenlagerelement ausgebildetes ringförmiges Druckvolumen umfassen, das mit einer Fluidversorgung verbunden ist, die durch die Steuereinrichtung derart ansteuerbar ist, dass in dem Druckvolumen ein Druck aufgebaut wird, der eine vorgegebene lokale Verformung der ersten Arbeitsscheibe und/oder des Gegenlagerelements erzeugt. Weiter kann vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsscheibe nur im Bereich ihres äußeren Randes und im Bereich ihres inneren Randes an der ersten Trägerscheibe befestigt ist und/oder dass das Gegenlagerelement nur im Bereich seines äußeren Randes und im Bereich seines inneren Randes an der zweiten Trägerscheibe befestigt ist. Diese Ausgestaltungen zum Erzeugen der lokalen Verformung sind beispielsweise bekannt aus DE 10 2016 102 223 A1. Sie können wie dort erläutert bei der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommen.

[0036] Wie ebenfalls bereits erläutert, kann vorgesehen sein, dass das Gegenlagerelement durch eine vorzugsweise ringförmige zweite Arbeitsscheibe gebildet ist, wobei die erste und zweite Arbeitsscheibe coaxial zueinander angeordnet und relativ zueinander drehend antreibbar sind, wobei zwischen den Arbeitsscheiben der Arbeitsspalt zum doppelseitigen oder einseitigen Bearbeiten flacher Werkstücke gebildet ist.

[0037] Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit der erfindungsgemäßen Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine durchgeführt werden. Entsprechend kann die erfindungsgemäße Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine, insbesondere ihre Steuereinrichtung und ihre Messeinrichtungen, zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet sein.

[0038] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert. Es zei-

gen schematisch:

- Figur 1 eine erfindungsgemäße Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine in teilweiser Darstellung nach einem ersten Ausführungsbeispiel,
- Figur 2 zwei Betriebszustände der in Figur 1 gezeigten Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine,
- Figur 3 eine erfindungsgemäße Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine in teilweiser Darstellung in einer Schnittansicht nach einem weiteren Ausführungsbeispiel,
- Figur 4 die Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine aus Figur 3 in einem weiteren Betriebszustand,
- Figur 5 die Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine aus Figur 3 in einem weiteren Betriebszustand,
- Figur 6 ein Diagramm zur Veranschaulichung des Einrichtvorgangs der in Figur 1 gezeigten Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine,
- Figur 7 ein Diagramm zur Veranschaulichung des Einrichtvorgangs der in Figur 3 gezeigten Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine.

[0039] Die in Figur 1 dargestellte Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine, bei der es sich zum Beispiel um eine Doppelseiten-Poliermaschine handeln kann, weist eine obere Trägerscheibe 10 und eine untere Trägerscheibe 12 auf, die jeweils mit einer Welle eines Drehantriebs verbunden sind, was nicht dargestellt ist. Mit der oberen Trägerscheibe 10 ist eine erste Arbeitsscheibe 14 verbunden und mit der unteren Trägerscheibe 12 ist eine zweite Arbeitsscheibe 16 verbunden. Die Arbeitsscheiben 14, 16 sind wie die Trägerscheiben 10, 12 jeweils ringförmig ausgebildet und bilden zwischen sich einen Arbeitsspalt s . Die Arbeitsscheiben 14, 16 können zum Beispiel jeweils einen Arbeitsbelag, zum Beispiel ein Poliertuch, an ihren den Arbeitsspalt s begrenzenden Oberflächen aufweisen. Die Trägerscheiben 10, 12 können außerdem mit einem geeigneten Temperierkanalsystem versehen werden, um im Betrieb durch Durchleiten einer Temperierflüssigkeit, zum Beispiel Kühlwasser, eine Temperierung, zum Beispiel Kühlung, herbeizuführen.

[0040] Die obere Trägerscheibe 10 weist annähernd in der Mitte der radialen Erstreckung ihrer Arbeitsfläche einen nach oben stehenden Ringabschnitt 18 auf. Innerhalb des Ringabschnitts 18 liegt ein Tragring 20, der über sternförmig angeordnete Arme 22 mit der oberen Welle 24 des Drehantriebs verbunden ist. Über in Figur 1 nicht dargestellte Mittel ist die Trägerscheibe 10 am Tragring aufgehängt, so dass auf diese Weise eine Drehung der Welle 24 auch eine Drehung der Arbeitsscheibe 14 bewirkt.

[0041] Zwischen dem Tragring 20 und dem Ringab-

schnitt 18 ist ein Ringschlitz 26 gebildet. Der Ringschlitz ist abgedichtet und mit dem Kanal 28 verbunden. Der Kanal ist mit einem Druckübersetzer 30 in Verbindung, der von einem Proportionalventil 32 mit variablem Druck versorgt wird. Die Darstellung ist nur schematisch. Es soll angedeutet werden, dass es mit Hilfe des Druckübersetzers 30 und des Proportionalventils 32 möglich ist, im Ringschlitz 26 einen vorgegebenen Druck zu erzeugen und aufrecht zu erhalten. Die Ansteuerung des Proportionalventils 32 erfolgt über eine Steuereinrichtung 34, die mit Hilfe von zwei in der ersten Arbeitsscheibe 14 eingelassenen Sensoren 42 bzw. 44 gemessene Messwerte der Arbeitsspaltweite des Arbeitsspalts s an zwei radial beabstandeten Messorten erhält.

[0042] In Figur 2 in der linken Darstellung ist gezeigt, wie die obere Arbeitsscheibe 14 durch Erzeugen eines geeigneten Drucks in dem Ringschlitz eine konvexe Form einnimmt. Es versteht sich, dass die Darstellung äußerst übertrieben ist. Die Konvexität bewegt sich in Bezug auf die untere Arbeitsscheibe 16 in Spaltbreitenunterschieden im μ -Bereich. In Figur 2 in der rechten Darstellung ist gezeigt, wie durch die beschriebene Verformung der oberen Trägerscheibe 10 und damit der oberen Arbeitsscheibe 14 diese nunmehr eine konkave Form einnimmt.

[0043] Zum Einrichten der Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine steuert die Steuereinrichtung 34 das Proportionalventil 32 als Teil der Mittel zum Erzeugen einer globalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe 14 zum schrittweisen oder kontinuierlichen Verformen der ersten Arbeitsscheibe 14 zwischen einer global konvexen Form wie in Figur 2 in der linken Darstellung gezeigt und einer global konkaven Form wie in Figur 2 in der rechten Darstellung gezeigt an. Während des schrittweisen oder kontinuierlichen Verformens der ersten Arbeitsscheibe 14 wird von den Sensoren 42 und 44 als Messeinrichtungen 42, 44 an den zwei radial beabstandeten Orten der ersten Arbeitsscheibe 14 die Weite des Arbeitsspalts s bzw. der Abstand zwischen den den Arbeitsspalt begrenzenden Oberflächen der Arbeitsscheiben 14, 16 gemessen und die Messwerte werden an die Steuereinrichtung 34 gegeben. Aus den Messwerten der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten bestimmt die Steuereinrichtung 34 jeweils einen Messwertmittelwert. Weiterhin bestimmt die Steuereinrichtung das Minimum der Messwertmittelwerte und gibt auf Grundlage des bestimmten Minimums einen Sollwert für die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe 14 als Startwert für die Bearbeitung von flachen Werkstücken in der Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine vor, vorliegend insbesondere einen ersten Sollwert für das Proportionalventil 32.

[0044] In den Figuren 3 bis 5 ist eine Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine nach einem weiteren Ausführungsbeispiel gezeigt. Bei dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 3 bis 5 sind Mittel zum Erzeugen einer lokalen Verformung der unteren, zweiten Arbeitsscheibe 16 vorgesehen. Dieses Ausführungsbeispiel kann mit

dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 bis 2 derart kombiniert werden, dass die Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine sowohl die in den Figuren 1 und 2 gezeigten Mittel zum Erzeugen einer globalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe 14 als auch die in den Figuren 3 bis 5 gezeigten Mittel zum Erzeugen einer lokalen Verformung der zweiten Arbeitsscheibe 16 aufweist. Der nachfolgend erläuterte Einrichtvorgang der Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine nach den Figuren 3 bis 5 kann entsprechend unabhängig von dem oben zu den Figuren 1 und 2 erläuterten Einrichtvorgang durchgeführt werden oder in einem zweiten Verfahrensabschnitt nachdem der oben erläuterte Einrichtvorgang zu den Figuren 1 und 2 im Rahmen eines ersten Verfahrensabschnitts abgeschlossen ist. Im letzteren Fall steuert die Steuereinrichtung 34 die Mittel zum Erzeugen der globalen Verformung nach den Figuren 1 und 2 auf den wie oben erläutert bestimmten Sollwert an und hält diesen während des Einrichtvorgangs zu den Figuren 3 bis 5, wie nachfolgend beschrieben, konstant.

[0045] In den Figuren 3 bis 5 sind teilweise identische Bezugszeichen wie zu den Figuren 1 und 2 verwendet. Es handelt sich insoweit um grundsätzlich funktionsgleiche Bauteile, die wie erläutert kombiniert werden können mit dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 und 2.

[0046] Wie zu dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 und 2 erläutert, weist auch die in den Figuren 3 bis 5 gezeigte erfindungsgemäße Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine eine ringförmige obere Trägerscheibe 10 und eine ebenfalls ringförmige untere Trägerscheibe 12 auf. An der oberen Trägerscheibe 10 ist wiederum eine erste ringförmige obere Arbeitsscheibe 14 befestigt und an der unteren Trägerscheibe 12 ist eine zweite ebenfalls ringförmige untere Arbeitsscheibe 16 befestigt. Zwischen den ringförmigen Arbeitsscheiben 14, 16 ist wiederum ein ebenfalls ringförmiger Arbeitsspalt *s* gebildet, in dem im Betrieb flache Werkstücke, beispielsweise Wafer, beidseitig bearbeitet werden. Bei der Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine kann es sich wie zu den Figuren 1 und 2 beispielsweise um eine Poliermaschine, eine Läppmaschine oder eine Schleifmaschine handeln.

[0047] Die obere Trägerscheibe 10 und mit ihr die obere Arbeitsscheibe 14 und/oder die untere Trägerscheibe 12 und mit ihr die untere Arbeitsscheibe 16 können durch eine geeignete Antriebseinrichtung, umfassend beispielsweise eine obere Antriebswelle und/oder eine untere Antriebswelle sowie mindestens einen Antriebsmotor relativ zueinander drehend angetrieben werden. Eine solche Antriebseinrichtung ist an sich bekannt und aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht näher dargestellt. In ebenfalls an sich bekannter Weise können die zu bearbeitenden Werkstücke schwimmend in Läuferscheiben in dem Arbeitsspalt *s* gehalten werden. Durch eine geeignete Kinematik, beispielsweise eine Planetenkinematik, kann sichergestellt werden, dass sich die Läuferscheiben im Zuge der Relativdrehung der Trägerscheiben 10, 12 bzw. Arbeitsscheiben 14, 16 ebenfalls durch den Arbeitsspalt *s* drehen. In der oberen Arbeitsscheibe

14 oder der oberen Trägerscheibe 10 und ggf. auch der unteren Arbeitsscheibe 16 oder der unteren Trägerscheibe 12 können Temperierkanäle ausgebildet sein, durch die im Betrieb ein Temperierfluid, beispielsweise eine Temperierflüssigkeit, wie Kühlwasser, geleitet werden kann. Dies ist ebenfalls an sich bekannt und nicht näher dargestellt.

[0048] Die in den Figuren 3 bis 5 dargestellte Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine weist wiederum Messeinrichtungen auf, die an mehreren, vorliegend drei radial beabstandeten Orten die Weite des Arbeitsspalts *s* messen, wie in Figur 3 bei dem Bezugszeichen 46, 48, 50 dargestellt. Wie die Messeinrichtungen 42, 44 bei den Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 und 2 messen auch die Messeinrichtungen nach dem Ausführungsbeispiel der Figuren 3 bis 5 insbesondere den Abstand zwischen den den Arbeitsspalt *s* begrenzenden Oberflächen der Arbeitsscheiben 14, 16. Wie zu erkennen, misst die bei dem Bezugszeichen 46 veranschaulichte Abstandsmesseinrichtung den Abstand zwischen der oberen Arbeitsscheibe 14 und der unteren Arbeitsscheibe 16 im Bereich des radial äußeren Rands des Arbeitsspalts *s*. Die bei dem Bezugszeichen 50 veranschaulichte Abstandsmesseinrichtung misst den Abstand zwischen der oberen Arbeitsscheibe 14 und der unteren Arbeitsscheibe 16 im Bereich des radial inneren Rands des Arbeitsspalts *s*. Die bei dem Bezugszeichen 48 veranschaulichte Abstandsmesseinrichtung misst den Abstand zwischen der oberen Arbeitsscheibe 14 und der unteren Arbeitsscheibe 16 in der Mitte des Arbeitsspalts *s*. Die durch die Messeinrichtungen gewonnenen Messwerte der Arbeitsspaltweite werden wiederum an die Steuereinrichtung 34 übergeben.

[0049] Die untere Arbeitsscheibe 16 ist vorliegend nur im Bereich ihres äußeren Randes und im Bereich ihres inneren Randes an der unteren Trägerscheibe 12 befestigt, beispielsweise jeweils entlang eines Teilkreises verschraubt, wie in Figur 1 bei den Bezugszeichen 52 und 54 veranschaulicht. Zwischen diesen Befestigungsorten 52 und 54 ist die untere Arbeitsscheibe 16 dagegen nicht an der unteren Trägerscheibe 12 befestigt. Vielmehr befindet sich zwischen diesen Befestigungsorten 52, 54 zwischen der unteren Trägerscheibe 12 und der unteren Arbeitsscheibe 16 ein ringförmiges Druckvolumen 56. Das Druckvolumen 56 ist über eine Staudruckleitung 58 mit einem in den Figuren nicht näher dargestellten Druckfluidreservoir, beispielsweise einem Flüssigkeitsreservoir, insbesondere einem Wasserreservoir, verbunden. In der Staudruckleitung 58 können eine Pumpe und ein Steuerventil angeordnet sein, die von der Steuereinrichtung 34 als Mittel zum Erzeugen einer lokalen Verformung der unteren Arbeitsscheibe 16 angesteuert werden können. Auf diese Weise kann durch in das Druckvolumen 56 eingeleitetes Fluid ein gewünschter Druck in dem Druckvolumen 56 aufgebaut werden, der dann auf die untere Arbeitsscheibe 16 wirkt. Über eine nicht näher dargestellte Druckmesseinrichtung kann der in dem Druckvolumen 56 herrschende Druck gemessen wer-

den. Die Messdaten der Druckmesseinrichtung können ebenfalls an der Steuereinrichtung 34 anliegen, so dass die Steuereinrichtung 34 einen vorgegebenen Druck in dem Druckvolumen 56 einstellen kann.

[0050] Aufgrund ihrer Bewegungsfreiheit zwischen den Befestigungsstellen 52, 54 kann die untere Arbeitsscheibe 16 durch Einstellen eines ausreichend hohen Drucks in dem Druckvolumen 56 lokal in eine konvexe Form gebracht werden, wie in Figur 4 gestrichelt bei dem Bezugszeichen 60 angedeutet. Geht man in dem Betriebszustand der Figur 3, in dem die untere Arbeitsscheibe 16 eine plane Form besitzt, von einem Druck p_0 in dem Druckvolumen 56 aus, so kann die in Figur 4 bei 60 gezeigte konvexe Verformung der unteren Arbeitsscheibe 16 erreicht werden, indem ein Druck $p_1 > p_0$ eingestellt wird. Andererseits kann durch Einstellen eines Drucks $p_2 < p_0$ in dem Druckvolumen 56 eine lokale konkave Verformung der unteren Arbeitsscheibe 16 erreicht werden, wie in Figur 5 bei dem Bezugszeichen 62 gestrichelt veranschaulicht.

[0051] Erkennbar ist dabei, dass die untere Arbeitsscheibe 16 in radialer Richtung gesehen zwischen ihrem inneren Rand, im Bereich des Befestigungsstellen 52 und ihrem äußeren Rand, im Bereich des Befestigungsstellen 54, eine lokal konvexe Form (Figur 4) bzw. eine lokal konkave Form (Figur 5) annehmen kann.

[0052] Wie oben zu den Figuren 1 und 2 erläutert, wird auch zu dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 3 bis 5 ein automatischer Einrichtvorgang durch die Steuereinrichtung 34 durchgeführt. Dazu steuert die Steuereinrichtung 34 zunächst die Mittel zum schrittweisen oder kontinuierlichen Verformen der ersten Arbeitsscheibe zwischen einer lokal konkaven Form und einer lokal konvexen Form an, wie in den Figuren 4 und 5 bei den Bezugszeichen 60 und 62 gezeigt. Während des schrittweisen oder kontinuierlichen Verformens der ersten Arbeitsscheibe 14 wird schrittweise oder kontinuierlich die Arbeitsspaltweite an vorliegend drei radial beabstandeten Orten der ersten Arbeitsscheibe 14 gemessen und die Messwerte werden an die Steuereinrichtung 34 gegeben. Auf dieser Grundlage bestimmt die Steuereinrichtung 34 jeweils einen Messwertmittelwert an den vorliegend drei radial beabstandeten Orten. Beispielsweise kann eine Gewichtung der Messwerte an den drei unterschiedlichen radialen Orten erfolgen, indem die Messwerte mit entsprechenden Gewichtungsfaktoren in die Mittelwertbestimmung eingehen. Weiterhin bestimmt die Steuereinrichtung 34 das Minimum der Messwertmittelwerte und gibt auf Grundlage des bestimmten Minimums einen Sollwert für die Mittel zum Verformen der zweiten Arbeitsscheibe 16 als Startwert für die Bearbeitung von flachen Werkstücken in der Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine vor. Insbesondere steuert die Steuereinrichtung 34 dazu den Druck in den Druckvolumen 56 über die Staudruckleitung 58 gemäß dem bestimmten Sollwert an.

[0053] Wie erläutert, kann das zu den Figuren 3 bis 5 beschriebene Verfahren insbesondere in einem zweiten

Verfahrensabschnitt nach dem zu den Figuren 1 und 2 beschriebenen ersten Verfahrensabschnitt durchgeführt werden. Auf diese Weise kann durch die Steuereinrichtung 34 eine vollständige automatische Einrichtung der Doppelseiten-Bearbeitungsmaschine einschließlich der für die Bearbeitung jeweils optimalen globalen und lokalen Arbeitsspaltgeometrie vorgegeben und eingestellt werden. Es ist aber auch denkbar, dass das zu den Figuren 3 bis 5 erläuterte Verfahren ohne das zu den Figuren 1 und 2 erläuterte Verfahren durchgeführt wird, wobei in diesem Fall die in den Figuren 3 bis 5 untere Arbeitsscheibe 16 die erste Arbeitsscheibe 16 sein kann.

[0054] In dem in Figur 6 gezeigten Diagramm wird der Einrichtvorgang nach den Figuren 1 und 2 näher erläutert. Insbesondere ist dort die Arbeitsspaltweite (Distance) über der Zeit (Time) während eines Verformens der ersten Arbeitsscheibe 14 zwischen einer global konkaven Form und einer global konvexen Form dargestellt. Die Kurve d_{outside} zeigt die entsprechenden Messwerte der am radial äußeren Ort die Arbeitsspaltweite messenden Messeinrichtung 44 und die Kurve d_{inside} zeigt die entsprechenden Messwerte der am radial inneren Ort messenden Messeinrichtung 42. Die Kurve $d_{\text{evaluated}}$ ist die zugehörige Mittelwertreihe, wie sie von der Steuereinrichtung 34 bestimmt wird. Das Minimum dieser Mittelwertreihe $d_{\text{evaluated}}$ kann nun als Idealwert angenommen werden. In dem gezeigten Beispiel entspricht es weitestgehend dem Kreuzungspunkt zwischen den Gruppen d_{inside} und d_{outside} . Das Minimum kann abhängig von verschiedenen Parametern, wie zum Beispiel dem Abrichtrezept bzw. Verschleiß der Polierbeläge, auch außerhalb des Kreuzungspunkts liegen.

[0055] Figur 7 zeigt ein entsprechendes Diagramm für den Einrichtvorgang nach den Figuren 3 bis 5. Die Kurve d_{outside} zeigt in diesem Fall die Messwertreihe während des lokalen Verformens der zweiten Arbeitsscheibe 16 zwischen einer lokal konkaven Form und einer lokal konvexen Form am Messort 46 in Figur 3, also am radial äußeren Messort. Die Kurve d_{inside} zeigt die Messwertreihe am radial inneren Messort 50. Die Kurve d_{middle} zeigt die Messwerte im mittleren Bereich 48 in Figur 3. Wiederum zeigt die Kurve $d_{\text{evaluated}}$ eine Mittelwertreihe zu den Messwertreihen. Das Minimum kann wiederum als Optimalwert für den Start des Bearbeitungsvorgangs angesehen werden.

Bezugszeichenliste

[0056]

s	Arbeitsspalt
d_{inside}	Kurve
d_{outside}	Kurve
d_{middle}	Kurve
$d_{\text{evaluated}}$	Kurve
10	obere Trägerscheibe
12	untere Trägerscheibe
14	erste Arbeitsscheibe

16 zweite Arbeitsscheibe
 18 Ringabschnitt
 20 Tragring
 22 Arme
 24 obere Welle
 26 Ringschlitz
 28 Kanal
 30 Druckübersetzer
 32 Proportionalventil
 34 Steuereinrichtung
 42 Sensor
 44 Sensor
 46 Abstandsmessung
 48 Abstandsmessung
 50 Abstandsmessung
 52 Befestigungsort
 54 Befestigungsort
 56 Druckvolumen
 58 Staudruckleitung
 60 Konvexe Verformung
 62 Konkave Verformung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einrichten einer Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine mit einer vorzugsweise ringförmigen ersten Arbeitsscheibe (14) und einem vorzugsweise ringförmigen Gegenlagerelement (16), wobei die erste Arbeitsscheibe (14) und das Gegenlagerelement (16) relativ zueinander drehend antreibbar sind, und wobei zwischen der ersten Arbeitsscheibe (14) und dem Gegenlagerelement (16) ein vorzugsweise ringförmiger Arbeitsspalt (s) zum doppelseitigen oder einseitigen Bearbeiten flacher Werkstücke, vorzugsweise Wafer, gebildet ist, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:

a) eine Steuereinrichtung (34) steuert Mittel zum schrittweisen oder kontinuierlichen Verformen der ersten Arbeitsscheibe (14) zwischen einer konkaven Form und einer konvexen Form an,
 b) während des schrittweisen oder kontinuierlichen Verformens der ersten Arbeitsscheibe (14) wird schrittweise oder kontinuierlich die Arbeitsspaltweite an mindestens zwei radial beabstandeten Orten der ersten Arbeitsscheibe (14) gemessen und die Messwerte werden an die Steuereinrichtung (34) gegeben,
 c) die Steuereinrichtung (34) bestimmt aus den Messwerten der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten jeweils einen Messwertmittelwert,
 d) die Steuereinrichtung (34) bestimmt das Minimum der Messwertmittelwerte und gibt auf Grundlage des bestimmten Minimums einen Sollwert für die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe (14) als Startwert für die Bear-

beitung von flachen Werkstücken in der Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine vor.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (34) die das Minimum der Messwertmittelwerte bildenden Messwerte der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten identifiziert, und dass die Steuereinrichtung (34) die den identifizierten Messwerten der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten entsprechenden Ansteuerwerte der Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe (14) als Sollwert vorgibt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe (14) eine globale Verformung und/oder eine lokale Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) erzeugen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** weiterhin Mittel zum globalen und/oder lokalen Verformen des Gegenlagerelements (16) vorgesehen sind.

5. Verfahren einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Verfahrensabschnitt die Schritte a) bis d) mit Mitteln zum Erzeugen einer globalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) durchgeführt werden, und in einem zweiten, anschließenden Verfahrensabschnitt die Schritte a) bis d) mit Mitteln zum Erzeugen einer lokalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) oder des Gegenlagerelements (16) erneut durchgeführt werden, wobei während des zweiten Verfahrensabschnitts die Mittel zum Erzeugen der globalen Verformung mit dem nach Durchführen des ersten Verfahrensabschnitts vorgegebenen Sollwert angesteuert werden.

6. Verfahren einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Verfahrensabschnitt die Schritte a) bis d) mit Mitteln zum Erzeugen einer lokalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) durchgeführt werden, und in einem zweiten, anschließenden Verfahrensabschnitt die Schritte a) bis d) mit Mitteln zum Erzeugen einer globalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) oder des Gegenlagerelements (16) erneut durchgeführt werden, wobei während des zweiten Verfahrensabschnitts die Mittel zum Erzeugen der lokalen Verformung mit dem nach Durchführen des ersten Verfahrensabschnitts vorgegebenen Sollwert angesteuert werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (34) vor dem Verfahrensschritt a) Mittel

- zum Erzeugen einer axialen Relativbewegung zwischen der ersten Arbeitsscheibe (14) und dem Gegenlagerelement (16) einmal oder mehrmals so ansteuert, dass die erste Arbeitsscheibe (14) und das Gegenlagerelement (16) mit ihren den Arbeitsspalt (s) begrenzenden Oberflächen aneinander gedrückt werden.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mit einer Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach einem der nachfolgenden Ansprüche durchgeführt wird.
9. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine mit einer vorzugsweise ringförmigen ersten Arbeitsscheibe (14) und einem vorzugsweise ringförmigen Gegenlagerelement (16), wobei die erste Arbeitsscheibe (14) und das Gegenlagerelement (16) relativ zueinander drehend antreibbar sind, und wobei zwischen der ersten Arbeitsscheibe (14) und dem Gegenlagerelement (16) ein vorzugsweise ringförmiger Arbeitsspalt (s) zum doppelseitigen oder einseitigen Bearbeiten flacher Werkstücke, vorzugsweise Wafer, gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** eine Steuereinrichtung (34) vorgesehen ist, die dazu ausgebildet ist, Mittel zum schrittweisen oder kontinuierlichen Verformen der ersten Arbeitsscheibe (14) zwischen einer konkaven Form und einer konvexen Form anzusteuern,
 - **dass** Messeinrichtungen (42, 44, 46, 48, 50) vorgesehen sind, die dazu ausgebildet sind, während des schrittweisen oder kontinuierlichen Verformens der ersten Arbeitsscheibe (14) schrittweise oder kontinuierlich die Arbeitsspaltweite an mindestens zwei radial beabstandeten Orten der ersten Arbeitsscheibe (14) zu messen und die Messwerte an die Steuereinrichtung (34) zu geben,
 - **dass** die Steuereinrichtung (34) dazu ausgebildet ist, aus den Messwerten der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten jeweils einen Messwertmittelwert zu bestimmen,
 - **dass** die Steuereinrichtung (34) dazu ausgebildet ist, das Minimum der Messwertmittelwerte zu bestimmen und auf Grundlage des bestimmten Minimums einen Sollwert für die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe (14) als Startwert für die Bearbeitung von flachen Werkstücken in der Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine vorzugeben.
10. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Steuereinrichtung (34) dazu ausgebildet ist, die das Minimum der Messwertmittelwerte bildenden Messwerte der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten zu identifizieren, und dass die Steuereinrichtung (34) dazu ausgebildet ist, die den identifizierten Messwerten der Arbeitsspaltweite an den mindestens zwei radial beabstandeten Orten entsprechenden Ansteuerwerte der Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe (14) als Sollwert vorzugeben.
11. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Verformen der ersten Arbeitsscheibe (14) dazu ausgebildet sind, eine globale Verformung und/oder eine lokale Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) zu erzeugen.
12. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Arbeitsscheibe (14) an einer ersten Trägerscheibe (10) befestigt ist, und dass ein Tragring (20) vorgesehen ist, an dem die erste Trägerscheibe (10) aufgehängt ist, wobei zwischen dem Tragring (20) und einem radial außen vom Tragring (20) liegenden Ringabschnitt (18) der ersten Trägerscheibe (10) durch die Steuereinrichtung (34) steuerbare Mittel angeordnet sind, über die mit Hilfe eines Krafterzeugers eine radiale Kraft über den Umfang des Tragrings (20) auf die erste Trägerscheibe (10) gebracht wird.
13. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** weiterhin Mittel zum globalen und/oder lokalen Verformen des Gegenlagerelements (16) vorgesehen sind.
14. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Erzeugen einer globalen und/oder lokalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) und/oder die Mittel zum Erzeugen einer globalen und/oder lokalen Verformung des Gegenlagerelements (16) hydraulische Mittel und/oder pneumatische Mittel und/oder mechanische Mittel sind.
15. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Arbeitsscheibe (14) an einer ersten Trägerscheibe (10) befestigt ist und/oder dass das Gegenlagerelement (16) an einer zweiten Trägerscheibe (12) befestigt ist, wobei die Mittel zum Erzeugen der lokalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) und/oder des Gegenlagerelements (16) ein zwischen der ersten Trägerscheibe

- (10) und der ersten Arbeitsscheibe (14) und/oder zwischen der zweiten Trägerscheibe (12) und dem Gegenlagerelement (16) ausgebildetes ringförmiges Druckvolumen (56) umfassen, das mit einer Fluidversorgung verbunden ist, die durch die Steuereinrichtung (34) derart ansteuerbar ist, dass in dem Druckvolumen (56) ein Druck aufgebaut wird, der eine vorgegebene lokale Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) und/oder des Gegenlagerelements (16) erzeugt.
16. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Arbeitsscheibe (14) nur im Bereich ihres äußeren Randes und im Bereich ihres inneren Randes an der ersten Trägerscheibe (10) befestigt ist und/oder dass das Gegenlagerelement (16) nur im Bereich seines äußeren Randes und im Bereich seines inneren Randes an der zweiten Trägerscheibe (12) befestigt ist.
17. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegenlagerelement (16) durch eine vorzugsweise ringförmige zweite Arbeitsscheibe (16) gebildet ist, wobei die erste und zweite Arbeitsscheibe (14, 16) koaxial zueinander angeordnet und relativ zueinander drehend antreibbar sind, wobei zwischen den Arbeitsscheiben (14, 16) der Arbeitsspalt (s) zum doppelseitigen oder einseitigen Bearbeiten flacher Werkstücke gebildet ist.
18. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.
19. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (34) dazu ausgebildet ist, in einem ersten Verfahrensabschnitt die Verfahrensschritte a) bis d) mit Mitteln zum Erzeugen einer globalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) durchzuführen, und in einem zweiten, anschließenden Verfahrensabschnitt die Verfahrensschritte a) bis d) mit Mitteln zum Erzeugen einer lokalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) oder des Gegenlagerelements (16) erneut durchzuführen, und während des zweiten Verfahrensabschnitts die Mittel zum Erzeugen der globalen Verformung mit dem nach Durchführen des ersten Verfahrensabschnitts vorgegebenen Sollwert anzusteuern.
20. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (34) dazu ausgebildet ist, in einem ersten Verfahrensabschnitt die Verfahrensschritte a) bis d) mit Mitteln zum Erzeugen einer lokalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) durchzuführen, und in einem zweiten, anschließenden Verfahrensabschnitt die Verfahrensschritte a) bis d) mit Mitteln zum Erzeugen einer globalen Verformung der ersten Arbeitsscheibe (14) oder des Gegenlagerelements (16) erneut durchzuführen, und während des zweiten Verfahrensabschnitts die Mittel zum Erzeugen der lokalen Verformung mit dem nach Durchführen des ersten Verfahrensabschnitts vorgegebenen Sollwert anzusteuern.
21. Doppel- oder Einseiten-Bearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (34) dazu ausgebildet ist, vor dem Verfahrensschritt a) Mittel zum Erzeugen einer axialen Relativbewegung zwischen der ersten Arbeitsscheibe (14) und dem Gegenlagerelement (16) einmal oder mehrmals so anzusteuern, dass die erste Arbeitsscheibe (14) und das Gegenlagerelement (16) mit ihren den Arbeitsspalt (s) begrenzenden Oberflächen aneinander gedrückt werden.

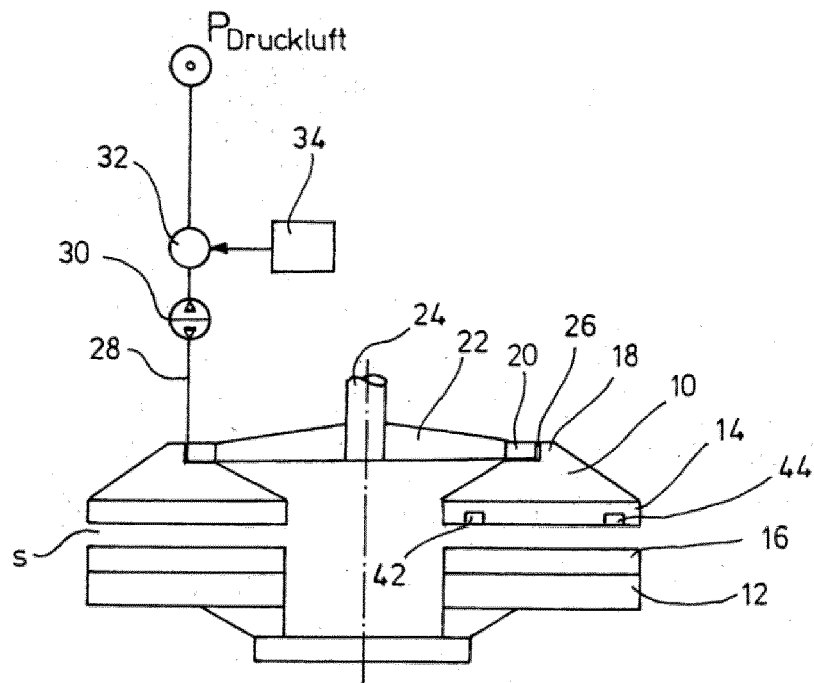


Fig. 1

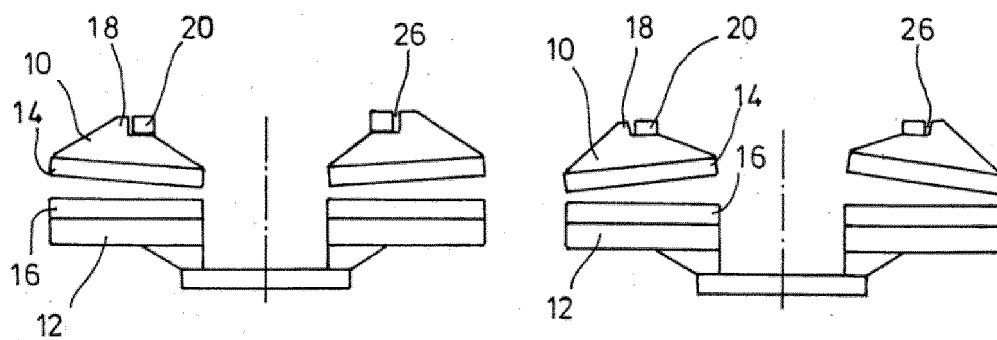


Fig. 2

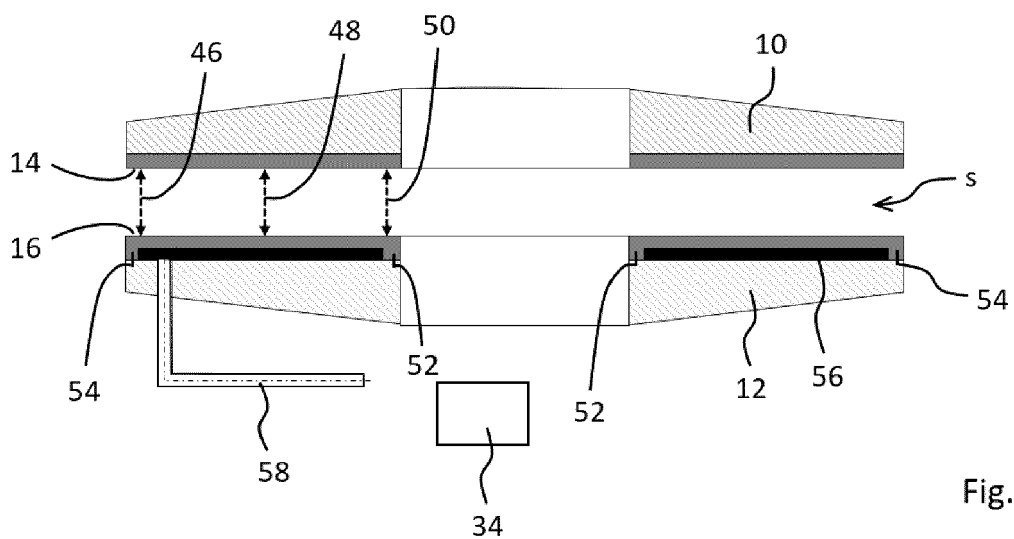


Fig. 3

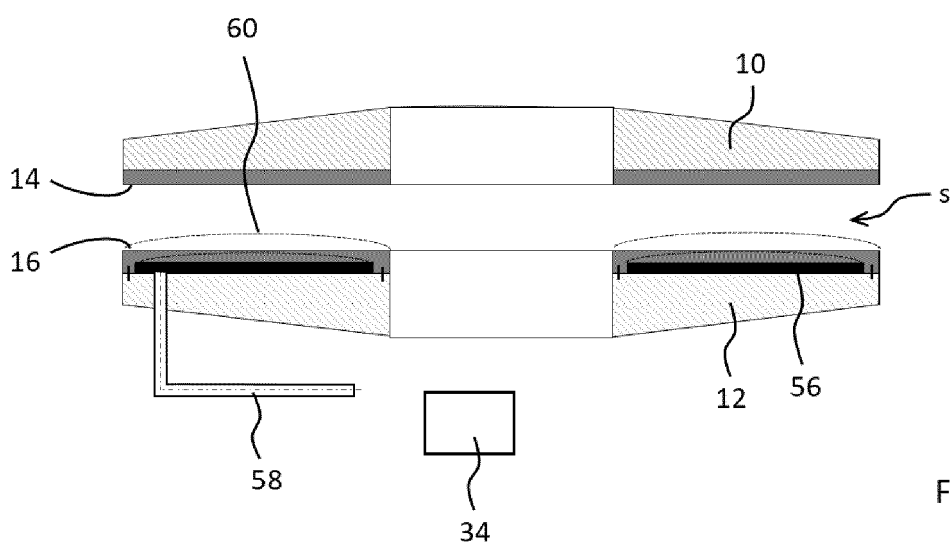


Fig. 4

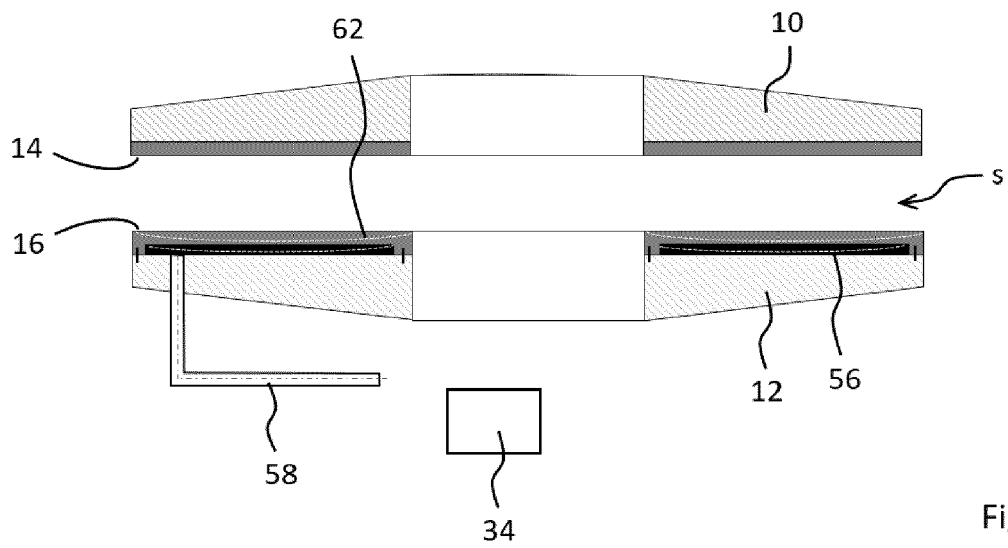


Fig. 5

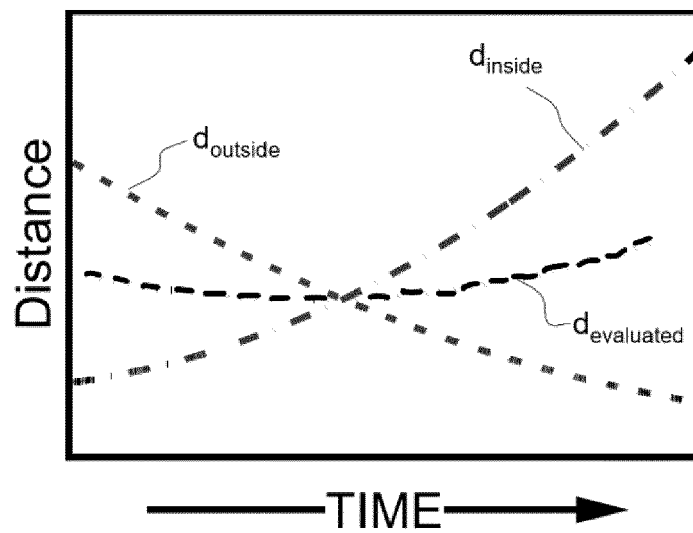


Fig. 6

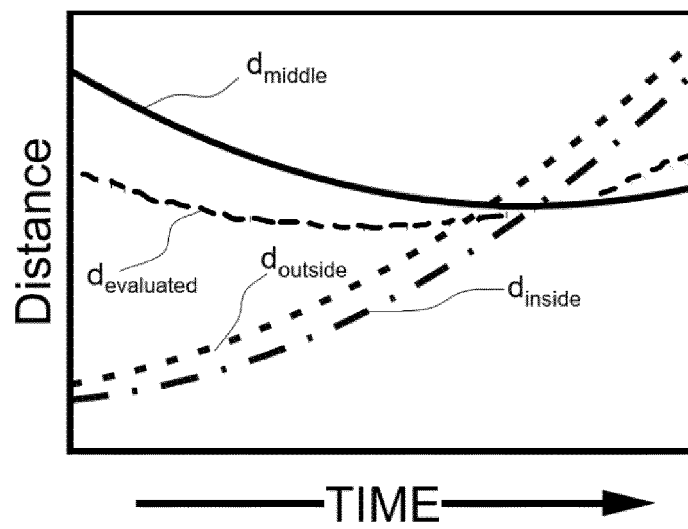


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 3159

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2007 013058 A1 (SILTRONIC AG [DE]; WOLTERS PETER FA [DE]) 25. September 2008 (2008-09-25) * Absätze [0005] - [0007], [0053], [0054], [0060], [0062] - [0064], [0072], [0075] - [0079], [0097]; Abbildungen 1, 3, 25a, 25b *	1, 3-9, 11-14, 16-18	INV. B24B37/005
X	US 2022/097205 A1 (BOLLER HANS-PETER [DE] ET AL) 31. März 2022 (2022-03-31) * Absätze [0016], [0027], [0028], [0035], [0045] - [0048]; Abbildungen 1-3 *	1, 9, 15, 19-21	
X	DE 10 2008 056276 A1 (WOLTERS PETER GMBH [DE]) 12. Mai 2010 (2010-05-12) * Absätze [0022], [0023], [0033]; Abbildungen 1-3 *	1, 2, 9, 10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. Oktober 2023	Prüfer Koller, Stefan
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 16 3159

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-10-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102007013058 A1	25-09-2008	KEINE	
15	US 2022097205 A1	31-03-2022	CN 114346788 A	15-04-2022
			DE 102020125246 A1	31-03-2022
			EP 3974108 A1	30-03-2022
			JP 2022055316 A	07-04-2022
			KR 20220043039 A	05-04-2022
20			TW 202212048 A	01-04-2022
			US 2022097205 A1	31-03-2022
	DE 102008056276 A1	12-05-2010	KEINE	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102006037490 B4 [0004] [0025] [0032]
- DE 102016102223 A1 [0005] [0025] [0035]