



(11)

EP 1 652 619 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.05.2006 Patentblatt 2006/18

(51) Int Cl.:
B24B 13/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05109787.1**

(22) Anmeldetag: **20.10.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

- **Buchenauer, Helwig**
35232 Dautphetal-Buchenau (DE)
- **Börner, Ulf**
35037 Marburg (DE)
- **Krämer, Klaus**
35232 Dautphetal-Friedensdorf (DE)

(30) Priorität: **29.10.2004 DE 102004052945**

(71) Anmelder: **Schneider GmbH + Co. KG**
35239 Steffenberg (DE)

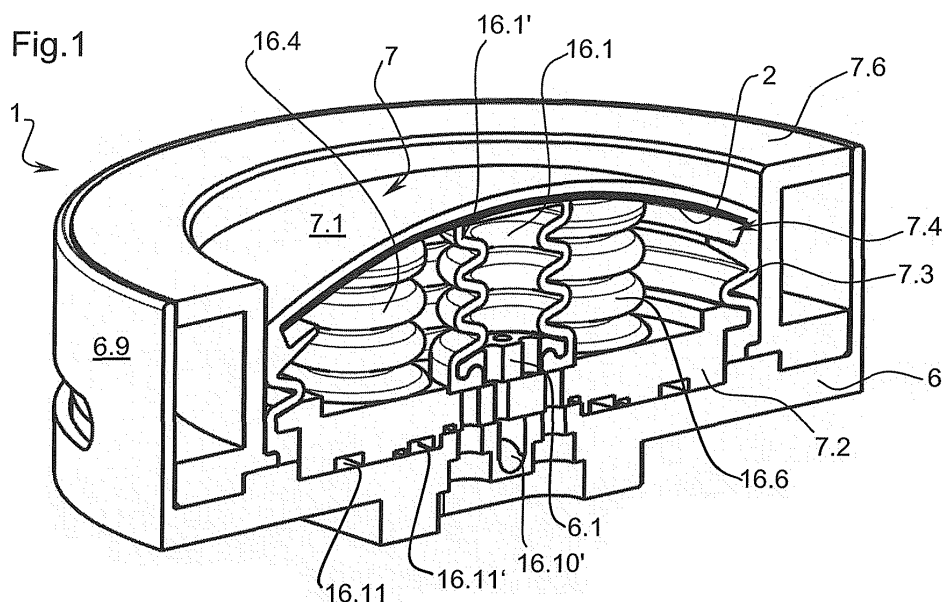
(72) Erfinder:
• **Schneider, Gunter**
35037 Marburg (DE)

(74) Vertreter: **Thews, Karl et al**
Patentanwaltskanzlei
Sartorius - Thews & Thews
Helmholtzstraße 35
68723 Schwetzingen (DE)

(54) Polierwerkzeug mit mehreren Druckzonen

(57) Die Erfindung bezieht sich ferner auf ein Polierwerkzeug (1) für optische Linsen (10) mit mindestens einem an die Form einer Linsenoberfläche (10.1) zumindest teilweise anpassbaren und über die Antriebswelle (3) antreibbaren Pollerkissen (7), wobei durch das Polierkissen (7) eine Anlagekraft zumindest rechtwinklig zur Linsenoberfläche (10.1) übertragbar ist, und einem zwischen dem Polierkissen (7) und der Linse (10) anbring-

baren Versteifungselement (2) für eine Polierauflage (9), das in einer Richtung parallel zur Linsenoberfläche (10.1) formstabil und in einer Richtung rechtwinklig zur Linsenoberfläche (10.1) flexibel und/oder biegeweich ausgebildet ist, wobei das Versteifungselement (2) über ein Kuppelungsstück (5.2) mit der Antriebswelle (3) verbindbar ist und das Versteifungselement (2) zumindest eine mit einer Zuführleitung (5.1) für Poliermittel verbindbare Ausparung (2.1,5.3) aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Polierwerkzeug für optische Linsen mit mindestens einem an die Form einer Linsenoberfläche der Linsen zumindest teilweise anpassbaren und über eine Antriebswelle antreibbaren Polierkissen mit einer Membrane, wobei durch das Polierkissen eine Anlagekraft der Membrane zumindest in Richtung rechtwinklig bzw. normal zu einer Linsenoberfläche übertragbar ist, und einem mit der Membrane verbindbaren Versteifungselement, das in einer Richtung parallel zu einer Oberfläche der Membrane formstabil und in einer Richtung rechtwinklig bzw. normal zur Oberfläche der Membrane flexibel und/oder biegeweich ausgebildet ist.

[0002] Es ist bereits eine Vorrichtung aus der DE 103 19 945 A1 bekannt. Diese zeigt ein Polierwerkzeug für optische Linsen mit mindestens einem an die Form einer Linsenoberfläche zumindest teilweise anpassbaren und über eine Antriebswelle angetriebenen Polierkissen, wobei durch das Polierkissen eine Anlagekraft zumindest rechtwinklig zur Linsenoberfläche übertragbar ist. Zwischen dem Polierkissen und der Linse ist gemäß Ausführungsbeispiel Figur 4 eine in das Polierkissen integrierte Armierung vorgesehen, gegen welche die Polierauflage anliegt. Die Armierung ist derart ausgebildet, dass sie in einer Richtung parallel zur Linsenoberfläche formstabil und in einer Richtung rechtwinklig zur Linsenoberfläche flexibel und/oder biegeweich ist.

[0003] Die WO 03/059572 zeigt ein Polierwerkzeug für optische Linsen mit einem an die Form einer Linsenoberfläche anpassbaren und über eine Antriebswelle angetriebenen Polierkissen. Daneben ist ein oberhalb des Polierkissens angeordnetes Vorspannelement vorgesehen, das punktuell über mehrere elastische Andrückarme das Polierkissen umfangsseitig gegen die Polierauflage andrückt bzw. vorspannt.

[0004] Die EP 0 971 810 B1 zeigt ein Läppwerkzeug für Augenkorrekturlinsen mit einer Läpp-Membrane, die mit einer Zylinderanordnung in Wirkkontakt steht, so dass die Membrane gegen die zu bearbeitende Oberfläche anlegbar und relativ zu dieser bewegbar ist. Die jeweilige Zylinderachse weist dabei eine vorgegebene Stirnseitengeometrie auf, so dass in Abhängigkeit von der Relativbewegung die Förderung von Poliermittel möglich ist.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Werkzeug zum Polieren von Linsen derart auszubilden und anzuordnen, dass ein gleichmäßiger Poliervorgang und eine kontinuierliche Anpassung des Werkzeugs gewährleistet ist.

[0006] Gelöst wird die Aufgabe durch die Merkmale des Hauptanspruchs. Hierdurch wird erreicht, dass die Membrane des Polierkissens mittels der innerhalb angeordneten Druckkissen abweichend von einer symmetrischen bzw. sphärischen Form verformt und somit an die Linsenoberfläche optimal angepasst werden kann. Das Druckkissen drückt dabei über seine Druckmembrane

gegen die Polierkissenmembrane bzw. das darin enthaltene Versteifungselement und wölbt diese partiell im Bereich der Form und Größe der Druckmembrane aus. Die Druckmembrane ist elastisch, so dass sie sich den Anlageverhältnissen anpasst, d. h. die Druckmembrane kann jegliche Oberflächenform annehmen und bezüglich der so gestalteten Oberfläche gleichmäßig Druckkraft generieren.

[0007] Vorteilhaft ist es hierzu auch, dass die Druckmembrane bezogen auf eine gegen die Membrane oder das Versteifungselement anlegbare Fläche mindestens 20 % kleiner ausgebildet ist als eine an die Linsenoberfläche anpassbare Fläche der Membrane. Zwecks Anpassung an die Linsenoberfläche und mit Rücksicht auf die in der Linse vorhandenen Krümmungsradien gewährleistet eine relativ kleine Druckmembrane die Ausbildung einer Krümmungszone innerhalb der Membrane. Innerhalb der Krümmungszone weicht die Krümmung der Membrane von ihrer Grundkrümmung ab. Bei dem Einsatz mehrerer Druckmembrane ist der Flächenanteil mindestens 50 % kleiner als jener der Membrane. Es ist auch vorgesehen, eine Druckmembrane einzusetzen, die mit Bezug auf die Form ihrer Anlagefläche an die gewünschte Krümmungszone angepasst ist.

[0008] Hierzu ist es vorteilhaft, dass die Druckmembrane bezogen auf die gegen die Membrane oder das Versteifungselement anlegbare Fläche rund, oval oder knochenförmig ausgebildet ist. Die Form der Druckmembrane ist derart ausgebildet, dass sich die gewünschte Wölbung des Polierkissens bzw. des Versteifungselements mit Rücksicht auf die anliegende Linsenoberfläche ergibt. Neben einer runden bzw. ovalen Form der Druckmembrane stellt die knochenförmige Form die Möglichkeit dar, mittels einer Druckmembrane vorzugsweise gegenüberliegend zum Mittelpunkt des Polierkissens einen entsprechenden Druck auf die Membrane des Polierkissens zu generieren, um somit innerhalb dieser beiden Bereiche eine Anlage des Polierkissens an die Linsenoberfläche zu gewährleisten. Andere Formen der Druckmembrane, die eine Anlage des Polierkissens bzw. dessen Membrane an die Oberfläche der Linse gewährleisten, insbesondere solche Formen, die eine gewünschte geometrische Fläche entstehen lassen, sind ebenfalls vorgesehen.

[0009] Vorteilhaft ist es hierzu auch, dass mindestens drei Druckkissen vorgesehen sind, wobei mindestens ein erstes Druckkissen, ein zweites Druckkissen und ein drittes Druckkissen nebeneinander angeordnet sind. Beim Einsatz von drei Druckkissen kann eine Wölbung des Polierkissens in der Ebene der Druckkissen generiert werden, wobei das mittlere Druckkissen über die beiden benachbarten Druckkissen hervorsteht, wohingegen die beiden benachbarten Druckkissen einen sanften Auslauf der so gebildeten Wölbung gewährleisten. Zudem ist das Polierkissen rotationssymmetrisch ausgebildet und weist eine Symmetrieachse S auf, wobei das erste Druckkissen konzentrisch zu einer Symmetrieachse S angeordnet ist und das zweite Druckkissen sowie das

dritte Druckkissen diametral angeordnet sind. Somit kann die Bearbeitung der Linse ganzflächig erfolgen. Eine zonale Bearbeitung der Linsenoberfläche, die neben der Polierbewegung eine überlagerte Bahnführung des Polierwerkzeugs auf der Linsenoberfläche vorsieht, ist nicht notwendig. Die Polierauflage kommt ganzflächig gegen die Linsenoberfläche zur Anlage und wird über die Druckkissen und das Versteifungselement entsprechend gegen die Oberfläche gedrückt bzw. an diese angepasst, so dass mit Einsetzen der Polierbewegung, vorzugsweise Schwingungs- bzw. Exzenterbewegung, jeder Punkt auf der Linsenoberfläche gleichmäßig und gleichermaßen bearbeitet wird.

[0010] Vorteilhaft ist es auch, dass fünf oder sieben Druckkissen vorgesehen sind, wobei vier oder sechs Druckkissen um das konzentrisch angeordnete erste Druckkissen herum angeordnet sind. Beim Einsatz von fünf Druckkissen können ausgehend von den zentrischen Druckkissen wie vorstehend beschrieben zwei verschiedene Krümmungsradien des Polierkissens generiert werden. Beim Einsatz von weiteren Druckkissen können entsprechend den Geometrieverhältnissen, insbesondere den Symmetrieverhältnissen ausgehend vom zentrisch angeordneten Druckkissen, entsprechende Wölbungsformen des Polierkissens bzw. der Membrane gewährleistet werden.

[0011] Schließlich ist es von Vorteil, dass alle weiteren Druckkissen gleichmäßig verteilt gegenüberliegend zu den diametral angeordneten Druckkissen angeordnet sind. Die Gleichverteilung der Druckkissen gewährleistet eine symmetrische Ausbildung der so generierbaren Wölbung des Polierkissens.

[0012] Daneben ist es von Vorteil, dass ein Anschlussflansch zum Befestigen der Membrane und je ein Anschlussflansch zum Befestigen der jeweiligen Druckmembrane vorgesehen sind. Die aus Anschlussflansch und Membrane bzw. Druckmembrane gebildeten Kissen werden über den Anschlussflansch befestigt und mit Druckluft versorgt. Die jeweilige Membrane bzw. Druckmembrane weist eine vorzugsweise wellenförmige Seitenwand auf, die an den jeweiligen Anschlussflansch dichtend angeschlossen werden kann.

[0013] Von besonderer Bedeutung ist für die vorliegende Erfindung, dass die Druckkissen relativ zueinander mit verschiedenen Innendrücker beaufschlagbar sind und der erste Anschlussflansch für das erste Druckkissen, der zweite und dritte Anschlussflansch für das zweite und dritte Druckkissen und die weiteren Anschlussflansche für die weiteren Druckkissen jeweils an gleiche oder an verschiedene Druckniveaus anschließbar sind. Die verschiedenen Innendrücker bzw. Druckniveaus gewährleisten die gewünschte, vorzugsweise bogenförmige Auswölbung des Polierkissens mit Rücksicht auf die gewünschten Anlagezonen zwischen dem Polierkissen und der Linsenoberfläche.

[0014] Außerdem ist es vorteilhaft, dass das Versteifungselement zumindest teilweise in die Membrane eingeschlossen oder integriert ist oder das Versteifungsele-

ment innerhalb des Polierkissens angeordnet ist und von innen gegen die Membrane anlegbar ist. Das Versteifungselement dient der verlustfreien Übertragung der Polierbewegung in Richtung parallel zur Linsenoberfläche und ist daher an die Membrane angebunden. Die Einbindung in die Membrane selbst in Form einer Armierung stellt dabei eine sehr feste und verlustfreie Verbindungsvariante zwischen den beiden Teilen dar. Alternativ kann das Versteifungselement aber auch von innen gegen die Membrane anliegen und vorzugsweise im Randbereich des Versteifungselements mit der Membrane kraft- und/oder formschlüssig verbunden sein, so dass die vom Werkzeug über die Membrane auf das Versteifungselement generierte Polierbewegung parallel zur Linsenoberfläche möglichst verlustfrei auch im Zentrum des Polierkissens generiert wird.

[0015] Ferner ist es vorteilhaft, dass das Versteifungselement aus Blech, Kunststoff und/oder faserverstärktem Kunststoff gebildet ist. Die Ausbildung aus Blech bzw. faserverstärktem Kunststoff gewährleistet die gewünschte Steifigkeit in Richtung parallel zur Linsenoberfläche mit Rücksicht auf eine Krafteinleitungsstelle, an der das Versteifungselement unmittelbar mit dem Polierwerkzeug bzw. einer Antriebsachse fest verbunden ist.

[0016] Eine zusätzliche Möglichkeit ist gemäß einer Weiterbildung, dass das Versteifungselement in einer Richtung rechtwinklig bzw. normal zur Membrane bzw. zur Linsenoberfläche flexibel ausgebildet ist und eine Dicke zwischen 0,1 mm und 5 mm, zwischen 0,2 mm und 0,8 mm, insbesondere 0,3 mm aufweist, wobei eine flexible und universelle Anpassung des Versteifungselements an verschiedenste Linsenoberflächen vorgesehen ist. Trotz der Festigkeiten bzw. Steifigkeiten der verwendeten Materialien wie Blech oder faserverstärkter Kunststoff gewährleistet die sehr dünne Ausbildung des Versteifungselements die gewünschte Anpassung an die Linsenoberfläche, also im Wesentlichen in eine Richtung normal zur Linsenoberfläche. Dadurch, dass das Versteifungselement während der Bearbeitung über die Polierauflage gegen die Linsenoberfläche angelegt bzw. angeformt ist, ist trotz sehr dünner Wandstärken ein Ausknicken bzw. Einknicken des Versteifungselements nicht möglich. Je nach Form der Linsenoberfläche und den darin enthaltenen Radien bzw. Krümmungen wird durch Anpassung der Dicke des Versteifungselements mit Rücksicht auf den verwendeten Werkstoff die gewünschte Flexibilität des Versteifungselements, und damit die gleichmäßige und universelle Anlage bzw. Anformung desselben an Formen von Linsenoberflächen von Linsen unterschiedlichster optischer Stärke bzw. unterschiedlichster Krümmungsradien gewährleistet.

[0017] Im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Ausbildung und Anordnung ist es von Vorteil, dass das Versteifungselement mittels der Druckkissen in eine torische Grundform verformbar ist. Die torische Grundform des Versteifungselements dient der groben bzw. insoweit möglichen Anpassung an die jeweils zu bearbeitende Linsenoberfläche, auch bereits ohne Anlage an

die Linse. Die Anpassung an die jeweilige spezifische Linse und deren Oberflächengeometrie wird durch das bzw. die Druckkissen in Verbindung mit der Elastizität des Versteifungselements gewährleistet. Der Polierprozess ist ein kontinuierlicher Vorgang, der eine kontinuierliche bzw. dynamische Anpassung der Druckkissen, des Versteifungselements und der Membrane an die sich lokal verändernde Oberflächengeometrie der relativ bewegten Linse voraussetzt. Die Anpassung der durch die Druckkissen generierten Krümmungen der Membrane des Polierkissens ist durch Variation der Druckverhältnisse in dem bzw. den Kissen während der Bearbeitung ebenfalls vorgesehen.

[0018] Letztlich ist es von Vorteil, dass das Polierkissen zur Aufnahme in ein Antriebsfutter einen Halteflansch mit einer zylinderförmigen Lagerfläche aufweist, der zur radialen Führung der Membrane dient. Das Polierkissen ist innerhalb dieses zylinderförmigen Halteflansches angeordnet, so dass die Polierbewegung des Halteflansches über die Außenwand des Polierkissens auf die Membrane und somit auf das Versteifungselement übertragen wird. Das Versteifungselement ist hierzu vorzugsweise im Randbereich der Membrane mit dieser verbunden, so dass der Formschluss zwischen dem Halteflansch bzw. dessen zylinderförmiger Lagerfläche und dem Versteifungselement über einen Teil der Membrane gegeben ist.

[0019] Vorteilhaft ist es hierzu auch, dass die Lagerfläche einen Innendurchmesser d_i , der einem Außendurchmesser d_a der Membrane entspricht, sowie eine Höhe h_H , die einer Höhe h_R der Membrane entspricht, aufweist. Somit ist vorgenannte Anlage zwischen der Lagerfläche und der Membrane gewährleistet.

[0020] Vorteilhaft ist es hierzu auch, dass der Halteflansch mehrere Druckmittelanschlüsse für mehrere Druckmittelkanäle aufweist, an die jeweils mindestens ein Anschlussflansch anschließbar ist. Da aufgrund der Symmetrieverhältnisse verschiedene Druckkissen mit gleichem Druck beaufschlagt werden, ist der Einsatz von Druckmittelkanälen, die über entsprechende Anschlussbohrungen mit den jeweiligen Anschlussflanschen verbindbar sind, vorteilhaft und gewährt eine entsprechend symmetrische Druckverteilung.

[0021] Dabei ist es vorteilhaft, dass die Druckmittelanschlüsse mit jeweils mindestens einer antriebsseitigen Druckmittelsteuerleitung verbindbar sind und die Druckmittelsteuerleitung antriebsseitig in das Antriebsfutter für den Halteflansch integriert und mit dem Antriebsfutter an den Halteflansch anschließbar ist. Bei Aufnahme des Werkzeugs kann dieses ohne weitere Anschlussstätigkeiten unmittelbar durch Aufnehmen desselben im Antriebsfutter mit den entsprechenden Druckmittelsteuerleitungen verbunden werden. Da das Antriebsfutter den Halteflansch zwangsläufig klemmt, steht diese Klemmkraft als Anschlusskraft zwischen den antriebsseitigen Druckmittelsteuerleitungen und den Druckmittelanschlüssen zur Verfügung. Entsprechende Kupplungsstücke können eventuell federvorbelastet sein, so dass eine Über-

bestimmung der Haltelager des Halteflansches innerhalb des Antriebsfutters verhindert wird.

[0022] Beim Bearbeitungsablauf ist es vorteilhaft, dass das erste Druckkissen vor und/oder während der Bearbeitung der Linse mit einem größeren oder kleineren Innendruck beaufschlagt wird als die übrigen Druckkissen und dass das zweite Druckkissen und das dritte Druckkissen vor und/oder während der Bearbeitung der Linse mit einem größeren oder kleineren Innendruck beaufschlagt werden als die übrigen Druckkissen. Somit kann eine optimale Anpassung des Polierkissens an die Oberflächenform der Linse gewährleistet werden. Je nach Polierbewegung des Polierkissens, insbesondere je nach Größe der Schwenkamplitude, ist auch während der Bearbeitung eine Steuerung der verschiedenen Druckniveaus der verschiedenen Druckkissen möglich. Daneben ist aufgrund der relativen Drücke die Anpassung der Membrane an eine konkave oder an eine konvexe Linsenoberfläche möglich.

[0023] Die Erfindung umfasst auch ein Polierwerkzeug für optische Linsen mit mindestens einem an die Form einer Linsenoberfläche zumindest teilweise anpassbaren und über eine Antriebswelle antreibbaren Polierkissen, wobei durch das Polierkissen eine Anlagekraft zumindest rechtwinklig bzw. normal zur Linsenoberfläche übertragbar ist, und einem zwischen dem Polierkissen und der Linse anbringbaren Versteifungselement für eine Polierauflage, das in einer Richtung parallel zur Linsenoberfläche formstabil und in einer Richtung rechtwinklig zur Linsenoberfläche flexibel und/oder biegeweich ausgebildet ist, wobei das Versteifungselement über ein Kupplungsstück mit der Antriebswelle verbindbar ist und das Versteifungselement zumindest eine mit einer Zuführleitung für Poliermittel verbindbare Aussparung aufweist. Hierdurch wird erreicht, dass die durch das Polierwerkzeug antriebsseitig generierte Polierbewegung, die vorzugsweise eine alternierende oder exzentrische Kurzhubbewegung ist, ganzflächig und in größtmöglichem Umfang auf die Polierauflage (mit möglichst wenig Verlust) übertragen wird. Die Elastizitäten, die ein im Stand der Technik bekanntes Polierwerkzeug zwecks Anpassung an die Form der Linsenoberfläche aufweist, bringen zwangsläufig Verluste betreffend die oben genannte relative Kurzhubbewegung zwischen dem Werkzeug und der Linsenoberfläche mit sich. Ein durch das Werkzeug generierter Exzenterhub von beispielsweise 1 mm wird zwar unmittelbar an den Krafteinleitungsstellen auf die entsprechende Membrane und damit auf die Polierauflage übertragen. Aufgrund der Elastizität der Membrane jedoch wird dieser Hub proportional zum Abstand zum Krafteinleitungspunkt abnehmen. Die fächer- und/oder lamellenförmige Ausbildungsform des Versteifungselements gewährleistet die notwendige Anpassbarkeit an die Linsenoberfläche, wobei die erfindungsgemäße Steifigkeit parallel zur Linsenoberfläche die Übertragung der Relativbewegung vom Polierwerkzeug bzw. dem Gehäuse auf die Polierauflage ganzflächig und umfänglich gewährleistet. Die Antriebsbewe-

gung wird ohne Verluste von der Antriebs- bzw. Exzenterwelle auf das Versteifungselement und damit auf die Polieraufgabe übertragen. Somit kann das Poliermittel mit Rücksicht auf die runde bzw. ovale Grundform der Linsenoberfläche zentrisch bzw. mittig zugegeben werden und wird von dort ausgehend aufgrund der Polierbewegung und dem Poliermittel-Förderdruck kontinuierlich unter Gewährleistung der Polierwirkung nach außen, also zum Linsenrand hin gefördert.

[0024] Ferner ist es vorteilhaft, dass das Aufnahmelement oder das Ringsegment zumindest in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung zur Exzenterachse E verlaufende Schlitze aufweist und an die Linsenoberfläche anlegbar ist. Die Schlitze gewährleisten die notwendigen Ausgleichsbewegungen des Versteifungselements in Umfangsrichtung aufgrund der sich kontinuierlich ändernden Anlage- bzw. Anformungsverhältnisse. Die Schlitze sind dabei äußerst schmal ausgebildet, so dass aufgrund der Bewegungs- bzw. Bearbeitungsamplitude eine Überbrückung der durch die Schlitze gegebenen Unterbrechung der Anlageverhältnisse gewährleistet ist. Daneben gewährleisten bzw. unterstützen die Schlitze den Transport des Poliermittels ausgehend von der zentrischen Einspeisung über die Poliermittelleitung.

[0025] Vorteilhaft ist es hierzu auch, dass das Versteifungselement zumindest teilweise durch das Polierkissen eingeschlossen bzw. integriert ist oder das Versteifungselement als Teil des Polierkissens ausgebildet ist. Somit ist neben dem Polierkissen nicht unbedingt ein separates Versteifungselement notwendig. Die Funktion des Versteifungselements kann aufgrund entsprechender Ausbildung des Polierkissens der Art und dem Material nach, z. B. durch Verwendung einer Armierung auch erfüllt werden.

[0026] Vorteilhaft ist es hierzu, dass das Polierkissen durch eine Ringmembrane und einen Anschlussflansch gebildet ist, wobei die Ringmembrane mittelbar über das Versteifungselement an die Linsenoberfläche anformbar ist. Die Ringmembrane gewährleistet damit die Anformung des Versteifungselements an die Linsenoberfläche. Sie wird dabei gleichmäßig über das als Luftkissen ausgebildete Polierkissen gegen die Linsenoberfläche gedrückt und weist aufgrund ihrer elastischen Eigenschaften die erforderliche Flexibilität bzw. Anpassbarkeit auf. Neben dem Polierkissen, über das die Anlagekraft in axialer Richtung zur Exzenterachse E regulierbar ist, ist eine axiale Anfahrbewegung des Polierwerkzeugs zwecks Werkzeug- und Werkstückwechsel vorgesehen.

[0027] Ferner ist es vorteilhaft, dass die Antriebswelle und/oder die Exzenterwelle die als Zuführleitung für Poliermittel ausgebildete Ausnehmung aufweisen, die mit der Aussparung des Versteifungselements mittel- oder unmittelbar in Durchflussverbindung bringbar ist. Innerhalb dieser Ausnehmung kann wahlweise eine insoweit flexible, die Exzenterbewegung gewährleistende Poliermittelleitung vorgesehen sein, die mit der Aussparung des Versteifungselements in Durchflussverbindung

steht.

[0028] Vorteilhaft ist es hierzu auch, dass dem als Luftkissen ausgebildeten Polierkissen eine Druckluftsteuerleitung zugeordnet ist, die eine die Exzenterbewegung gewährleistende Anbindung an das Polierkissen bzw. an das Luftkissen aufweist, die zumindest in radialer Richtung zur Exzenterachse E flexibel ausgebildet ist. Die Anbindung erfolgt dabei zumindest mittelbar über das Gehäuse des Polierwerkzeugs an eine entsprechende Druckluft- bzw. Druckmittelleitung zwecks Versorgung des Luftkissens.

[0029] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind in den Patentansprüchen und in der Beschreibung erläutert und in den Figuren dargestellt. Dabei zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Darstellung des Polierkissens in Schnitt A-A;

Figur 2 eine Schnittdarstellung A-A des Polierkissens;

Figur 3 eine perspektivische Darstellung des Polierkissens in Schnitt B-B;

Figur 4 eine Schnittdarstellung B-B des Polierkissens;

Figur 5 eine Ansicht von oben durch die Membrane;

Figur 6a eine perspektivische Darstellung des Polierkissens von unten;

Figur 6b eine perspektivische Darstellung des Polierkissens von oben;

Figur 7 eine Querschnittdarstellung des Polierwerkzeugs sowie eine mit Abstand angeordnete Linse;

Figur 8 eine Querschnittdarstellung des Versteifungselements gemäß der Schnittlinie C-C aus Figur 9;

Figur 9 eine Draufsicht des Versteifungselements.

[0030] Ein in Figur 1 dargestelltes Polierwerkzeug 1 weist einen Halteflansch 6 für eine nicht dargestellte Werkzeugaufnahme einer nicht dargestellten Werkzeugmaschine auf. Der Halteflansch 6 weist eine als Mantel ausgebildete, zylinderförmige Führungswand 6.9 auf, wobei innerhalb des so gebildeten Halteflansches 6 ein Polierkissen 7 angeordnet ist. Das Polierkissen 7 besteht aus einer Membrane 7.1, die über einen Anschlussflansch 7.2 mit dem Halteflansch 6 verbunden ist. Die Membrane 7.1 ist kuppelförmig ausgebildet und weist einen gefalteten, zylinderförmigen Randbereich 7.3 auf, der die Verbindung zum Anschlussflansch 7.2 bildet.

[0031] Innerhalb des Polierkissens 7 sind mehrere

Druckkissen 16.1, 16.4, 16.6 angeordnet, die aufgrund ihres Innendrucks eine lokale Auswölbung der Membrane 7.1 gewährleisten. Das Druckkissen 16.1 weist eine Druckmembrane 16.1' auf, die über einen Anschlussflansch 6.1 mit dem Anschlussflansch 7.2 verbunden ist. Entsprechendes gilt für die weiteren Druckkissen bzw. Druckmembrane 16.4, 16.6. Über einen hier teilweise dargestellten Druckmittelkanal 6.10' des Halteflansches 6 wird das Druckkissen 16.1 mit Druckluft versorgt. Zwecks Versorgung der übrigen Druckkissen 16.4, 16.6 weist der Anschlussflansch 7.2 zwei Ringkanäle 6.11, 6.11' auf, die jeweils eine nicht dargestellte Durchflussverbindung zu den einzelnen Druckkissen 16.4, 16.6 bilden. Die Ringkanäle 6.11, 6.11' sind über weitere Druckmittelkanäle 6.10 gemäß Figur 4 mit Druckmittel versorgbar.

[0032] Zwischen den einzelnen Druckkissen 16.1, 16.4, 16.6 und der Membrane 7.1 ist ein ebenfalls kupelförmiges Versteifungselement 2 angeordnet. Das Versteifungselement 2 ist im Randbereich 7.3, d. h. zirkumferenziell in einer dafür vorgesehenen Haltenut 7.4 der Membrane 7.1 angeordnet. Die Polierbewegung des Polierwerkzeugs 1, die über die nicht dargestellte Werkzeugaufnahme auf den Halteflansch 6 übertragen wird, wird über die Führungswand 6.9 auf den Randbereich 7.3 der Membrane 7.1 übertragen und von dort auf das Versteifungselement 2. Neben der formschlüssigen Verbindung zwischen dem Versteifungselement 2 und der Membrane 7.1 im Randbereich 7.3 bzw. in der Haltenut 7.4 ist das Versteifungselement 2 über die verschiedenen Druckkissen 16.1, 16.4, 16.6 kraftschlüssig mit der Membrane 7.1 verbunden.

[0033] Zwischen der zylinderförmigen Führungswand 6.9 und der Membrane 7.1 ist ein Zwischenelement 7.6 vorgesehen, das die Polierbewegung von der zylinderförmigen Führungswand 6.9 auf die Membrane 7.1 bzw. deren Randbereich 7.3 überträgt.

[0034] Die Schnittdarstellung gemäß Figur 2 zeigt ein ähnliches Ausführungsbeispiel wie Figur 1. Das rechte und das linke Druckkissen 16.4, 16.6 sind symmetrisch zu einer Symmetrieachse S angeordnet, wobei das mittlere Druckkissen 16.1 koaxial zur Symmetrieachse S platziert ist. Der Anschlussflansch 6.1 für das mittlere Druckkissen 16.1 weist einen Druckmittelkanal 6.1' auf, der das über den Halteflansch 6 geleitete Druckmittel an das mittlere bzw. erste Druckkissen 16.1 weiterführt. Die übrigen Anschlussflansche 6.2 bis 6.7 weisen entsprechende Druckmittelkanäle 6.2' bis 6.7' auf. Der Randbereich 7.3 der Membrane 7.1 liegt dabei unmittelbar an dem zylinderförmigen Mantel bzw. der zylinderförmigen Führungswand 6.9 an.

[0035] Figur 3 zeigt eine weitere perspektivische Schnittdarstellung in einer Ebene senkrecht zu der Schnittebene gemäß Figur 1. Neben dem ersten Druckkissen 16.1 sind weitere Druckkissen, ein zweites Druckkissen 16.2 und ein drittes Druckkissen 16.3, geschnitten dargestellt. Die drei Druckkissen 16.1 bis 16.3 sind hintereinander, diametral zur Membrane 7.1 platziert. Der

Anschlussflansch 6.1 weist einen Druckmittelanschluss 6.14' auf, der in den Druckmittelkanal 6.10' führt, wobei der Druckmittelkanal 6.10' über entsprechende Verbindungskanäle 6.16 bis 6.16'' des Anschlussflansches 7.2 mit dem jeweiligen Anschlussflansch 6.1 bis 6.3 für das erste, zweite und dritte Druckkissen 16.1 bis 16.3 in Durchflussverbindung steht. Über einen weiteren Druckmittelanschluss 6.14 für den nicht weiter dargestellten Druckmittelkanal 6.10 gemäß Figur 4 werden die Ringkanäle 6.11 bzw. 6.11' für die übrigen Druckkissen mit Druckmittel versorgt. Der zylinderförmige Mantel bzw. die zylinderförmige Führungswand 6.9 weist umfangsseitig mehrere in Umfangsrichtung versetzt angeordnete Austrittsöffnungen 6.9' für Poliermittel auf.

[0036] Figur 4 zeigt ein ähnliches Ausführungsbeispiel wie Figur 3 im Schnitt. Neben dem ersten Druckmittelkanal 6.10' zur Versorgung des zentrischen Druckkissens 16.1 ist der weitere Druckmittelkanal 6.10 mit seinem Druckmittelanschluss 6.14 dargestellt, der den Ringkanal 6.11' und über den Ringkanal 6.11' das zweite Druckkissen 16.2 und das dritte Druckkissen 16.3 mit Druckmittel versorgt.

[0037] Figur 5 zeigt eine Ansicht von oben. Innerhalb der zylinderförmigen Führungswand 6.9 sind sieben Druckkissen 16.1 bis 16.7 angeordnet. Das erste Druckkissen 16.1 ist koaxial zur zylinderförmigen Führungswand 6.9 und der darin angeordneten Membrane 7.1 platziert, wohingegen das zweite Druckkissen 16.2 und das dritte Druckkissen 16.3 diametral dazu angeordnet sind. Die weiteren Druckkissen 16.4, 16.5 und die Druckkissen 16.6, 16.7 sind paarweise gegenüberliegend zu den ersten drei Druckkissen 16.1 bis 16.3 angeordnet. In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel sind lediglich fünf Druckkissen 16.1 bis 16.5 vorgesehen, wobei jeweils drei Druckkissen diametral angeordnet sind, so dass sich eine kreuzförmige Ausrichtung der Druckkissen 16.1 bis 16.5 ergibt.

[0038] Die perspektivische Darstellung gemäß Figur 6a zeigt den Halteflansch 6 seitlich von unten. Neben dem Druckmittelanschluss 6.14' für das zentrische erste Druckkissen 16.1 ist ein weiterer Druckmittelanschluss 6.14'' vorgesehen, der den Ringkanal 6.11 gemäß Figur 4 mit Druckmittel versorgt. In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel befinden sich die Druckmittelanschlüsse 6.14 bis 6.14'' im Bereich einer hier nicht weiter dargestellten Klemmfläche des Halteflansches 6, so dass diese beim Festsetzen des Halteflansches 6 in dem hier nicht dargestellten Werkzeugfutter unmittelbar an eine Druckluftsteuerleitung 1.3 des Werkzeugfutters angekoppelt werden.

[0039] Figur 6b zeigt die perspektivische Draufsicht seitlich von oben mit der Membrane 7.1 und den darin angeordneten Druckkissen 16.1 bis 16.7.

[0040] Das Polierwerkzeug 1 gemäß Figur 7 weist eine Antriebswelle 3 auf, die über teilweise dargestellte Antriebswellenlager 3.2 innerhalb eines Gehäuseteils 1.2 um eine Mittelachse M drehbar gelagert ist. Stirnseitig ist an die Antriebswelle 3 eine Exzenterwelle 4 mit einer

Exzenterachse E über eine Flanschverbindung 3.1, 3.1' angeflanscht. Die Exzenterwelle 4 ist dabei relativ zur Antriebswelle 3 in radialer Richtung versetzt angeordnet. Zwischen der Exzenterachse E, der Mittelachse M und der Antriebswelle 3 ist dabei ein Abstand e (Exzentrizität) vorgesehen.

[0041] Auf der Exzenterwelle 4 ist über ein Rillenkugellagerpaar 4.1 eine Poliereinheit, bestehend aus dem Anschlusssteil 6, dem Polierkissen 7 mit der Ringmembrane 7.1, dem Versteifungselement 2 mit darauf angeordneter Polierauflage 9 sowie einem Kupplungsring 11 angeordnet. Die Poliereinheit ist dabei über eine flexible Manschette 8, die auf den Kupplungsring 11 einerseits sowie auf ein weiteres Gehäuseteil 1.1 andererseits aufgeschoben ist, in axialer Richtung auf der Exzenterwelle 4 gehalten. Hierzu ist ein Lageraußenring 4.3 des Rillenkugellagerpaars 4.1 fest mit dem Anschlusssteil 6 verbunden, wobei ein korrespondierender Lagerinnenring 4.2 über eine Steckverbindung auf die Exzenterwelle 4 aufschieb- bzw. abziehbar ist. Der Lageraußenring 4.3 ist über ein axial wirkendes Klemmelement 4.4 am Anschlusssteil 6 befestigt bzw. damit in axialer Richtung gesichert.

[0042] In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Lageraußenring 4.3 über eine Steckverbindung mit dem Anschlusssteil 6 verbunden und der Lagerinnenring 4.2 auf der Exzenterwelle 4 axial fixiert. Das Rillenkugellagerpaar 4.1 verbleibt somit beim Werkzeugwechsel auf der Exzenterwelle 4 und muss somit im Rahmen der Werkzeugbevorratung nicht berücksichtigt werden.

[0043] An dem über das Rillenkugellagerpaar 4.1 gelagerten Anschlusssteil 6 ist umfangseitig der Kupplungsring 11 vorgesehen, der einerseits über eine Umfangsnut 11.1 zur Aufnahme der Manschette 8 dient und andererseits die Ringmembrane 7.1 umfangseitig an das Anschlusssteil 6 klemmt. Hierzu weist das Anschlusssteil 6 den radial hervorstehenden, umfangseitigen Anschlussflansch 6.1 auf.

[0044] Die Ringmembrane 7.1 ist neben ihrer äußeren Lagerung am Anschlussflansch 6.1 mittig über das Halteteil 7.2 mit dem Anschlusssteil 6 verbunden. Hierzu weist das Anschlusssteil 6 eine mit dem Halteteil 7.2 korrespondierende Halteklemme 6.8 auf. Das Halteteil 7.2 ist in axialer Richtung in die Halteklemme 6.8 einführbar, wobei sowohl das Halteteil 7.2 als auch die Halteklemme 6.8 jeweils eine flexible Haltenase aufweisen, die gegenseitig in Eingriff stehen. Ausgehend von dem Halteteil 7.2 erstreckt sich die Ringmembrane 7.1 einteilig und materialidentisch in radialer Richtung nach außen und schließt letztlich an den Anschlussflansch 6.1 an. Die Ringmembrane 7.1 bildet eine insoweit bogenförmige, konvexe Oberflächenform und ist über das so gebildete Luft- bzw. Polierkissen 7 aufgrund ihrer Elastizität an die Form einer Linsenoberfläche 10.1 anpassbar. Zwecks Übertragung der durch die Exzenterwelle 4 auf das Anschlusssteil 6 übertragenen Bewegungs- bzw. Bearbeitungsamplituden ist das auf die Oberseite der Ringmem-

brane 7.1 anlegbare Versteifungselement 2 vorgesehen bzw. angeordnet. In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Versteifungselement 2 in das Polierkissen 7 bzw. in die Ringmembrane 7.1 integriert. Das Versteifungselement 2 ist dabei mit dem Halteteil 7.2 verbunden und erstreckt sich ausgehend von dieser zentrischen Anbindung in radialer Richtung unmittelbar oberhalb der Ringmembrane 7.1. Das Versteifungselement 2 weist dabei ebenfalls eine Symmetrieachse S auf, die koaxial zur Exzenterachse E ausgerichtet ist. Das Versteifungselement 2 stellt somit die mechanische Verbindung zwischen dem Polierkissen 7 und der Linsenoberfläche 10.1 dar.

[0045] Das Versteifungselement 2 weist eine bogenförmige bzw. im mittleren Bereich eine trichterförmige Querschnittsform auf, wobei der trichterförmige Teil zumindest teilweise ein Kupplungssegment 2.3 darstellt, welches über ein aus einer Klemmschraube 5.2 und einer mit der Klemmschraube 5.2 verbindbaren Klemmmutter 5.5 gebildetes Kupplungsstück 5.2 mit dem Halteteil verbindbar ist. Zwecks Anformung an die Form der Linsenoberfläche 10.1 ist unmittelbar im Bereich des Kupplungsstücks 5.2 eine Einlage bzw. ein Futter 13 vorgesehen, so dass die auf dem Versteifungselement 2 bzw. auf der Einlage 13 aufliegende Polierauflage 9 ganzflächig und gleichmäßig gegen die Linsenoberfläche 10.1 anlegbar ist.

[0046] Innerhalb des Anschlusssteils 6 ist zwecks Versorgung des Luftkissens 7 eine Druckluftsteuerleitung 14 vorgesehen, die mit dem Gehäuseteil 1.1 und der darin vorgesehenen Druckluftsteuerleitung 1.3 verbunden ist. Zwecks Ausgleich der Exzenterbewegungen weist die Druckluftsteuerleitung 14 sowohl am Anschlusssteil 6 als auch am Gehäuseteil 1.1 eine insoweit flexible Anbindung bzw. Lagerung 14.1, 14.2 auf. Die Anbindung 14.1, 14.2 ist dabei als ein innerhalb einer Nut vorgesehener O-Ring ausgebildet, der dichtend gegen die Innenseite des Anschlusssteils bzw. des Gehäuseteils 1.1 anliegt.

[0047] Das erste Gehäuseteil 1.1 und das zweite Gehäuseteil 1.2 sind dabei über Verbindungsschrauben 1.5 miteinander verbunden.

[0048] Zwischen dem ersten Gehäuseteil 1.1 und dem zweiten Gehäuseteil 1.2 ist daneben ein Gehäuse-Adapterteil 1.4 vorgesehen, welches den axialen Anschlag für die teilweise dargestellten Antriebswellenlager 3.2 bildet. Das Gehäuse-Adapterteil 1.4 ist dabei ebenfalls über Verbindungsschrauben 1.5' an das zweite Gehäuseteil 1.2 angeschlossen.

[0049] Eine Linse 10 ist über ein Blockstück 12 mit einem nicht dargestellten Werkstückhalter fest verbindbar.

[0050] Das Versteifungselement 2 weist gemäß Figur 8 eine tellerförmige Querschnittsform Q auf, die über ein bogenförmiges Ringsegment 2.2 und das trichterförmige Kupplungssegment 2.3 gebildet wird. Das Ringsegment 2.2 weist dabei mehrere Schlitze 2.4 bis 2.4" auf, so dass im Ganzen ein segmentartiger bzw. fächerförmiger Aufbau gegeben ist.

[0051] Koaxial zur Symmetrieachse S weist das Versteifungselement 2 eine Aussparung 2.1 auf, die zur Aufnahme des Kupplungsstücks 5.2 dient. Das Kupplungsstück 5.2 ist dabei zweigeteilt und wird beidseitig am Versteifungselement 2 angelegt und über eine Gewindeverbindung 5.4 mit dem Versteifungselement 2 fest verklemmt.

[0052] Innerhalb des Kupplungsstücks 5.2 ist eine Aussparung 5.3 vorgesehen, welche mit einer Poliermittel-Leitung 15 gemäß Figur 7 in Durchflussverbindung steht. Auf der zur Linsenoberfläche 10.1 hin ausgerichteten Seite des Kupplungsstücks 5.2 ist die Einlage 13 angeordnet, die mit Rücksicht auf die ganzflächige Anlage der Polierauflage 9 gegen die Linsenoberfläche 10.1 das trichterförmige Kupplungssegment 2.3 überbrückt. Die Einlage 13 weist ebenfalls eine Aussparung 13.1 auf, so dass das Poliermittel nach außen zwischen die Linsenoberfläche 10.1 und die Polierauflage 9 treten kann.

[0053] In Figur 9 ist der lamellen- bzw. fächerförmige Aufbau deutlich zu erkennen. Die jeweiligen Schlitze 2.4 bis 2.4'' verlaufen dabei ausgehend vom Kupplungssegment 2.3 in radialer Richtung nach außen.

Bezugszeichenliste

[0054]

1	Polierwerkzeug
1.1	Gehäuseteil
1.2	Gehäuseteil
1.3	Druckluftsteuerleitung
1.4	Gehäuse-Adapterteil
1.5	Verbindungsschraube
1.5'	Verbindungsschraube
2	Versteifungselement
2.1	Aussparung
2.2	Ringsegment
2.3	Kupplungssegment
2.4	Schlitze
2.4'	Schlitze
2.4''	Schlitze
3	Antriebswelle
3.1	Flanschverbindung, Schraube
3.1'	Flanschverbindung, Schraube
3.2	Antriebswellenlager, Rillenkugellager
4	Exzenterwelle
4.1	Gleit- oder Wälzlager, Rillenkugellagerpaar
4.2	Lagerinnenring
4.3	Lageraußenring
4.4	Klemmelement
5.1	Ausnehmung, Zuführleitung
5.2	Klemmschraube, Kupplungsstück
5.3	Aussparung
5.4	Gewindeverbindung
5.5	Klemmmutter
6	Halteflansch, Anschlussstück
6.1	Anschlussflansch
6.1'	Druckmittelkanal

6.2	Anschlussflansch
6.2'	Druckmittelkanal
6.3	Anschlussflansch
6.3'	Druckmittelkanal
5 6.4	Anschlussflansch
6.4'	Druckmittelkanal
6.5	Anschlussflansch
6.5'	Druckmittelkanal
6.6	Anschlussflansch
10 6.6'	Druckmittelkanal
6.7	Anschlussflansch
6.7'	Druckmittelkanal
6.8	Halteklemme
6.9	Mantel, zylinderförmige Führung(swand)
15 6.9'	Austrittsöffnung für Poliermittel
6.10	Druckmittelkanal
6.10'	Druckmittelkanal
6.11	Ringkanal
6.11'	Ringkanal
20 6.14	Druckmittelanschluss
6.14'	Druckmittelanschluss
6.14''	Druckmittelanschluss
6.16	Verbindungskanal
6.16'	Verbindungskanal
25 6.16''	Verbindungskanal
7	Polierkissen, Luftkissen
7.1	Ringmembrane, Membrane
7.2	Halteflansch, Anschlussflansch
7.3	Randbereich
30 7.4	Haltenut
7.6	Zwischement
8	Manschette
9	Polierauflage
35 10	Linse
10.1	Linsenoberfläche
11	Kupplungsring
11.1	Umfangsnut
12	Blockstück
40 13	Einlage, Futter
13.1	Aussparung
14	Druckluftsteuerleitung
14.1	Anbindung, Lagerung
14.2	Anbindung, Lagerung
45 15	Poliermittel-Leitung
16.1	Druckkissen
16.1'	Druckmembrane
16.2	Druckkissen
16.2'	Druckmembrane
50 16.3	Druckkissen
16.3'	Druckmembrane
16.4	Druckkissen
16.4'	Druckmembrane
16.5	Druckkissen
55 16.5'	Druckmembrane
16.6	Druckkissen
16.6'	Druckmembrane
16.7	Druckkissen

16.7'	Druckmembrane
d_a	Außendurchmesser
d_i	Innendurchmesser
e	Exzentrizität
E	Exzenterachse
h_H	Höhe des Mantels 6.9
h_R	Höhe der Ringmembrane
M	Mittelachse
Q	Querschnittsform
S	Symmetrieachse

Patentansprüche

1. Polierwerkzeug (1) für optische Linsen (10) mit mindestens einem an die Form einer Linsenoberfläche (10.1) der Linsen (10) zumindest teilweise anpassbaren und über eine Antriebswelle (3) antreibbaren Polierkissen (7) mit einer Membrane (7.1), wobei durch das Polierkissen (7) eine Anlagekraft der Membrane (7.1) zumindest in Richtung rechtwinklig zu einer Linsenoberfläche (10.1) übertragbar ist, und einem mit der Membrane (7.1) verbindbaren Versteifungselement (2), das in einer Richtung parallel zu einer Oberfläche der Membrane (7.1) formstabil und in einer Richtung rechtwinklig zur Oberfläche der Membrane (7.1) flexibel und/oder biegeweich ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet ,
dass innerhalb des Polierkissens (7) mindestens ein Druckkissen (16.1) mit einer Druckmembrane (16.1') angeordnet ist, die mittel- oder unmittelbar gegen die Membrane (7.1) oder das Versteifungselement (2) anlegbar und/oder vorspannbar ist.
2. Polierwerkzeug (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Druckmembrane (16.1') bezogen auf eine gegen die Membrane (7.1) oder das Versteifungselement (2) anlegbare Fläche mindestens 20 % kleiner ausgebildet ist als eine an die Linsenoberfläche (10.1) anpassbare Fläche der Membrane (7.1).
3. Polierwerkzeug (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Druckmembrane (16.1') bezogen auf die gegen die Membrane (7.1) oder das Versteifungselement (2) anlegbare Fläche rund, oval oder knochenförmig ausgebildet ist.
4. Polierwerkzeug (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet ,
dass mindestens drei Druckkissen (16.1 - 16.3) vorgesehen sind, wobei mindestens ein erstes Druckkissen (16.1), ein zweites Druckkissen (16.2) und ein drittes Druckkissen (16.3) nebeneinander angeordnet sind.

5. Polierwerkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das Polierkissen (7) rotationssymmetrisch ausgebildet ist und eine Symmetrieachse S aufweist, wobei das erste Druckkissen (16.1) konzentrisch zu der Symmetrieachse S angeordnet ist und das zweite Druckkissen (16.2) sowie das dritte Druckkissen (16.3) diametral angeordnet sind.
6. Polierwerkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
dass fünf oder sieben Druckkissen (16.1 - 16.7) vorgesehen sind, wobei vier oder sechs Druckkissen (16.2 - 16.7) um das konzentrisch angeordnete erste Druckkissen (16.1) herum angeordnet sind.
7. Polierwerkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
dass alle weiteren Druckkissen (16.4 - 16.7) gleichmäßig verteilt gegenüberliegend zu den diametral angeordneten Druckkissen (16.1 - 16.3) angeordnet sind.
8. Polierwerkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
dass ein Anschlussflansch (6) zum Befestigen der Membrane (7.1) und je ein Anschlussflansch (6.1 - 6.7) zum Befestigen der jeweiligen Druckmembrane (16.1' - 16.7') vorgesehen sind.
9. Polierwerkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Druckkissen (16.1 - 16.7) relativ zueinander mit verschiedenen Innendrücken beaufschlagbar sind.
10. Polierwerkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
dass der erste Anschlussflansch (6.1) für das erste Druckkissen (16.1), der zweite und dritte Anschlussflansch (6.2, 6.3) für das zweite und dritte Druckkissen (16.2, 16.3) und die weiteren Anschlussflansche (6.4 - 6.7) für die weiteren Druckkissen (16.4 - 16.7) jeweils an gleiche oder an verschiedene Druckniveaus anschließbar sind.
11. Polierwerkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet , dass das Versteifungselement (2) zumindest teilweise in die Membrane (7.1) eingeschlossen oder integriert ist oder das Versteifungselement (2) innerhalb des Polierkissens (7)

angeordnet ist und von innen gegen die Membrane (7.1) anlegbar ist.

12. Polierwerkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das Versteifungselement (2) aus Blech, Kunststoff und/oder faserverstärktem Kunststoff gebildet ist.
13. Polierwerkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das Versteifungselement (2) in einer Richtung normal zur Membrane (7.1) eine Dicke zwischen 0,1 mm und 5 mm, zwischen 0,2 mm und 0,8 mm, insbesondere 0,3 mm aufweist.
14. Polierwerkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das Versteifungselement (2) mittels der Druckkissen (16.1 - 16.7) in eine torische Grundform verformbar ist.
15. Polierwerkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das Polierkissen (7) zur Aufnahme in ein Antriebsfutter einen Halteflansch (6) mit einer zylinderförmigen Führungswand (6.9) aufweist, der zur radialen Führung der Membrane (7.1) dient.
16. Polierwerkzeug (1) nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Führungswand (6.9) einen Innendurchmesser d_i aufweist, der einem Außendurchmesser d_a der Membrane (7.1) entspricht.
17. Polierwerkzeug (1) nach Anspruch 15 oder 16,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Führungswand (6.9) eine Höhe h_H aufweist, die einer Höhe h_R der Membrane (7.1) entspricht.
18. Polierwerkzeug (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 17,
dadurch gekennzeichnet ,
dass der Halteflansch (6) mehrere Druckmittelanschlüsse (6.14, 6.14') für mehrere Druckmittelkanäle (6.10, 6.10') aufweist, an die jeweils mindestens ein Anschlussflansch (6.1 - 6.7) anschließbar ist.
19. Polierwerkzeug (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 18,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Druckmittelanschlüsse (6.14, 6.14') mit jeweils mindestens einer antriebsseitigen Druckmittel-

steuerleitung (1.3) verbindbar sind.

20. Polierwerkzeug (1) nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Druckmittelsteuerleitung (1.3) antriebsseitig in das Antriebsfutter für den Halteflansch (6) integriert ist und mit dem Antriebsfutter an den Halteflansch (6) anschließbar ist.
21. Verfahren zum Betreiben eines Polierwerkzeugs (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das erste Druckkissen (16.1) vor und/oder während der Bearbeitung der Linse (10) mit einem größeren oder kleineren Innendruck beaufschlagt wird als die übrigen Druckkissen (16.2 - 16.7).
22. Verfahren zum Betreiben eines Polierwerkzeugs (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das zweite Druckkissen (16.2) und das dritte Druckkissen (16.3) vor und/oder während der Bearbeitung der Linse (10) mit einem größeren oder kleineren Innendruck beaufschlagt werden als die übrigen Druckkissen (16.4 - 16.7) .
23. Polierwerkzeug (1) für optische Linsen (10) mit mindestens einem an die Form einer Linsenoberfläche (10.1) zumindest teilweise anpassbaren und über die Antriebswelle (3) antreibbaren Polierkissen (7), wobei durch das Polierkissen (7) eine Anlagekraft zumindest rechtwinklig zur Linsenoberfläche (10.1) übertragbar ist, und einem zwischen dem Polierkissen (7) und der Linse (10) anbringbaren Versteifungselement (2) für eine Polieraufgabe (9), das in einer Richtung parallel zur Linsenoberfläche (10.1) formstabil und in einer Richtung rechtwinklig zur Linsenoberfläche (10.1) flexibel und/oder biegeweich ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das Versteifungselement (2) über ein Kuppelungsstück (5.2) mit der Antriebswelle (3) verbindbar ist und das Versteifungselement (2) zumindest eine mit einer Zuführleitung (5.1) für Poliermittel verbindbare Aussparung (2.1, 5.3) aufweist.
24. Polierwerkzeug (1) nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das Versteifungselement (2) zumindest teilweise durch das Polierkissen (7) eingeschlossen ist oder das Versteifungselement (2) als Teil des Polierkissens (7) ausgebildet ist.
25. Polierwerkzeug (1) nach Anspruch 23 oder 24,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das Versteifungselement (2) zumindest in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung zur Exzenterachse E verlaufende Schlitze (2.4) aufweist.

26. Polierwerkzeug (1) nach einem der Ansprüche 23 bis 25,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das Polierkissen (7) durch eine Ringmembrane (7.1) und ein Halteteil (7.2) gebildet ist, wobei die Ringmembrane (7.1) mittelbar über das Versteifungselement (2) an die Linsenoberfläche (10.1) anformbar ist. 5
27. Polierwerkzeug (1) nach einem der Ansprüche 23 bis 26,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Antriebswelle (3) und/oder die Exzenterwelle (4) die als Zuführleitung für Poliermittel ausgebildete Ausnehmung (5.1) aufweisen, die mit der Aussparung (2.1) des Versteifungselements (2) mittel- oder unmittelbar in Durchflussverbindung bringbar ist. 10 15
28. Polierwerkzeug (1) nach einem der Ansprüche 23 bis 27,
dadurch gekennzeichnet ,
dass dem als Luftkissen ausgebildeten Polierkissen (7) eine Druckluftsteuerleitung (14) zugeordnet ist, die eine die Exzenterbewegung gewährleistende Anbindung (14.1) an das Polierkissen (7) aufweist, die zumindest in radialer Richtung zur Exzenterachse E flexibel ausgebildet ist. 20 25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

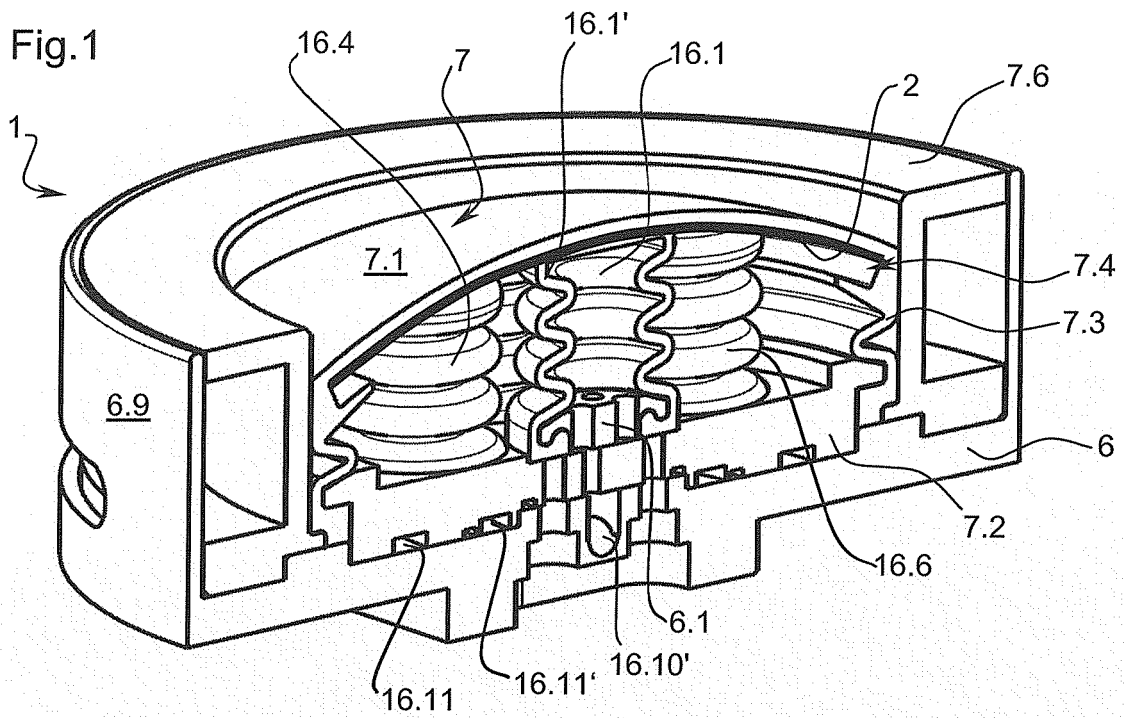


Fig.2

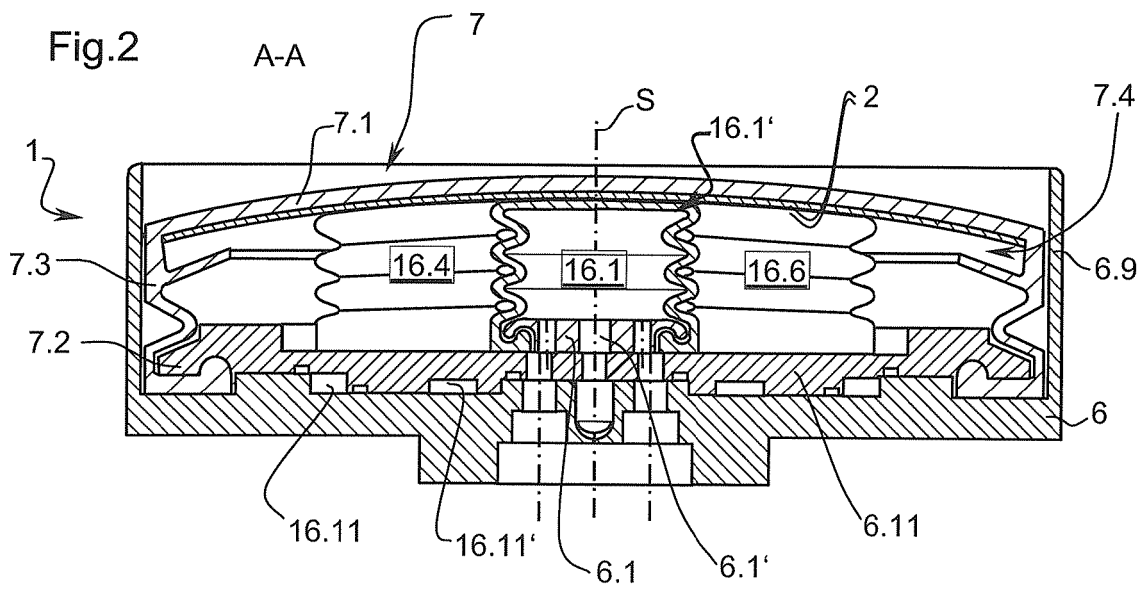


Fig. 3

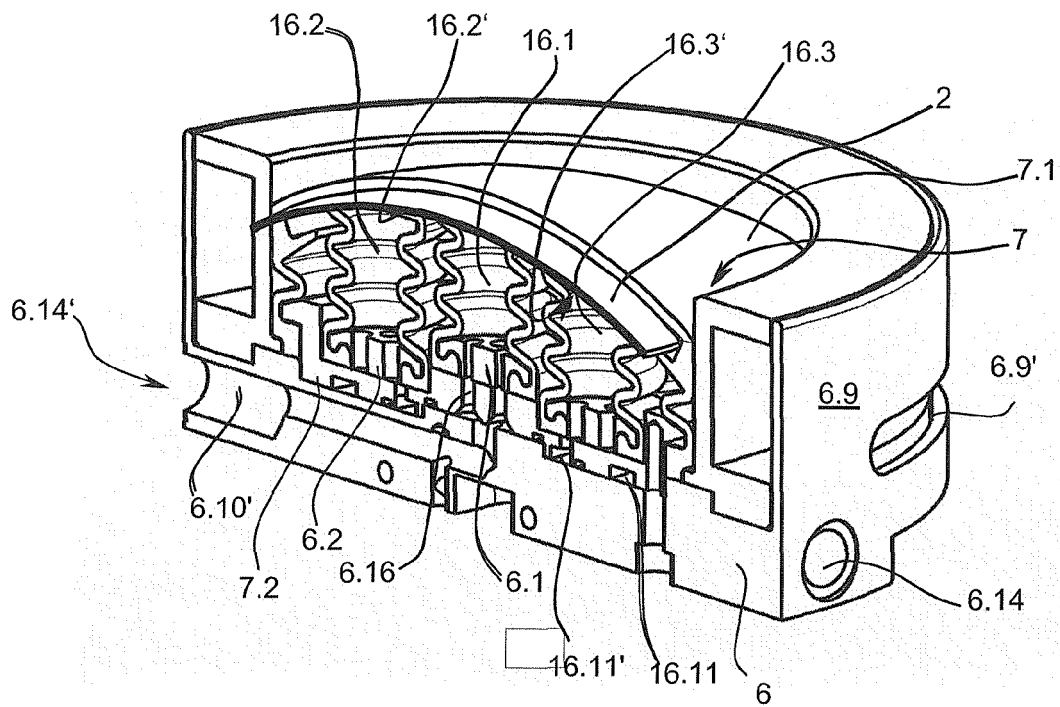


Fig. 4

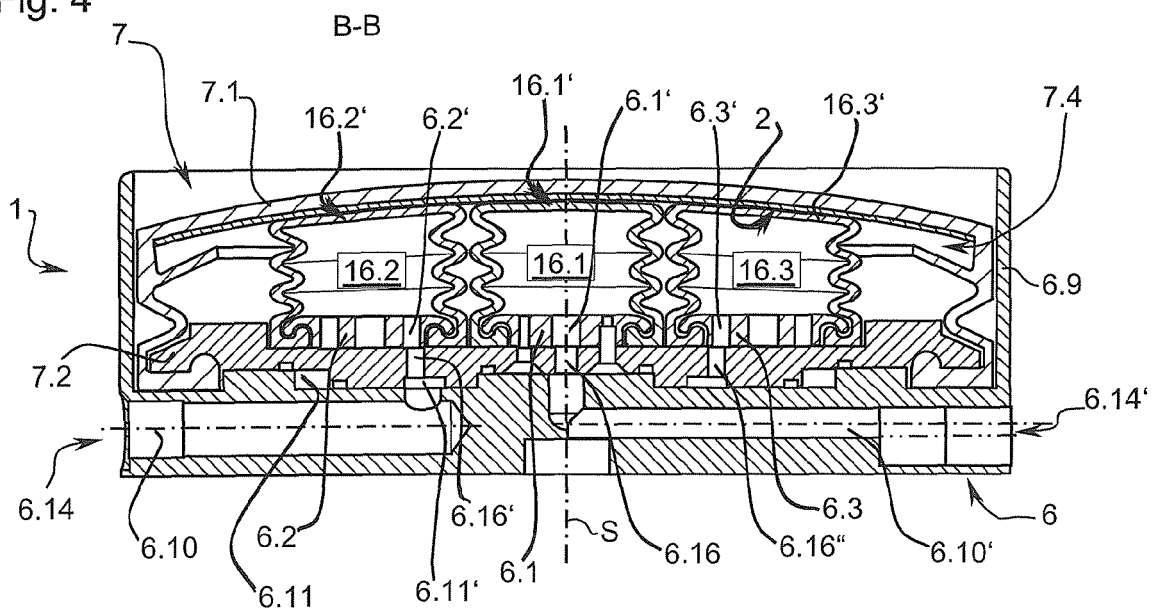


Fig. 5

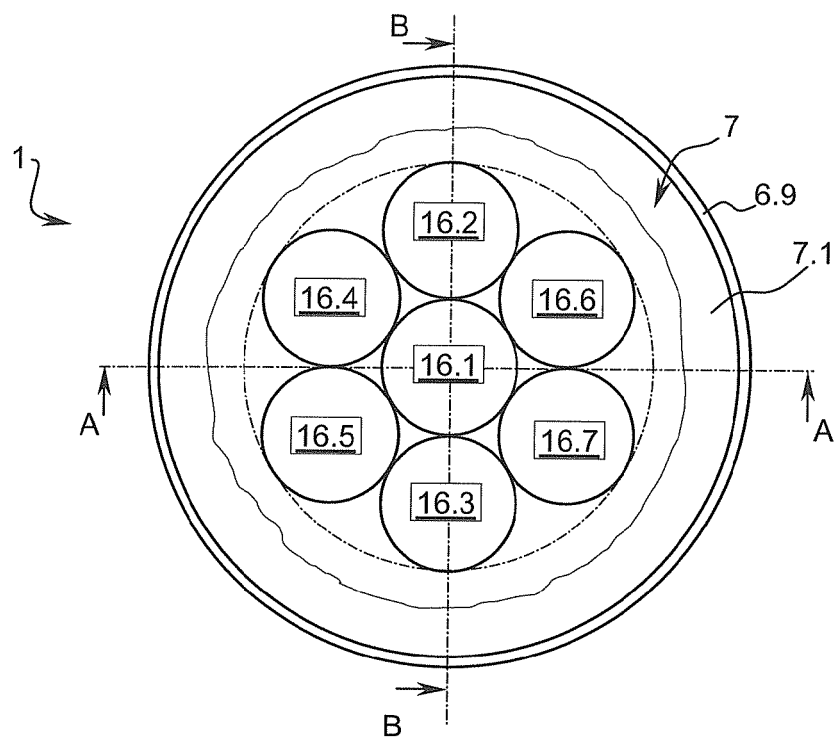


Fig. 6a

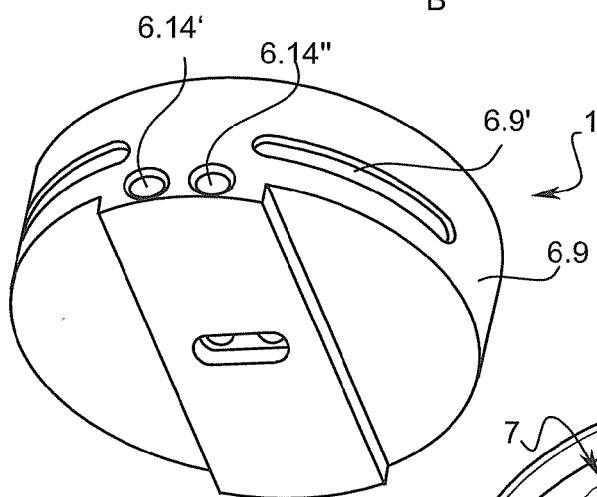


Fig. 6b

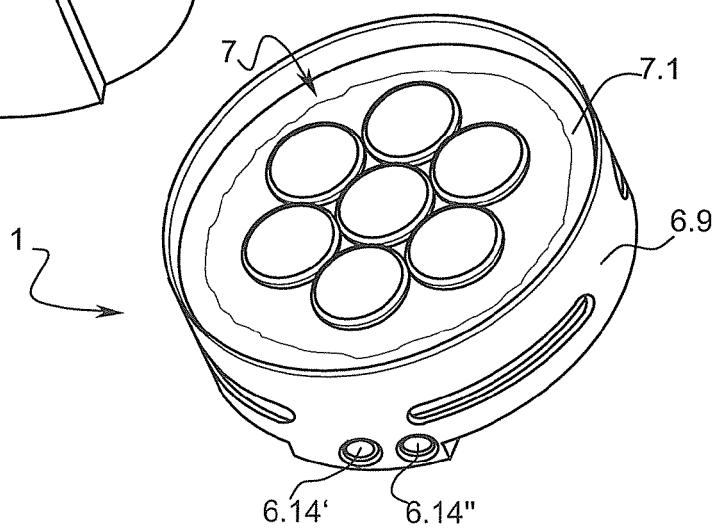


Fig. 7

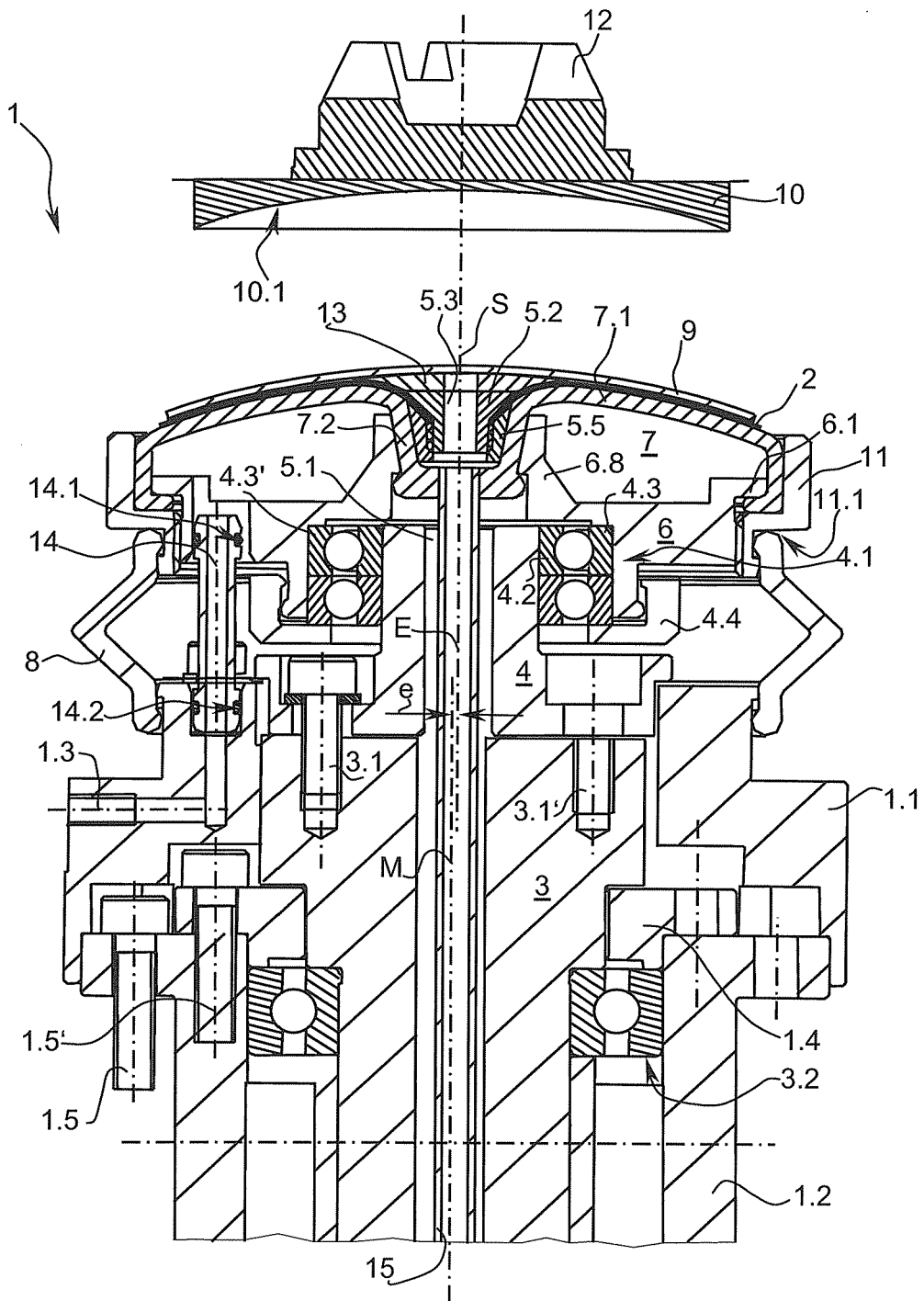


Fig. 8

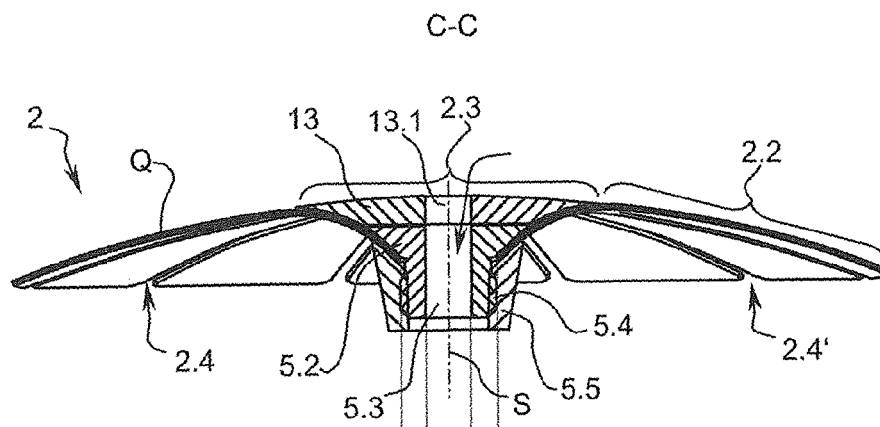


Fig. 9

