



(11)

EP 2 195 140 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.01.2012 Patentblatt 2012/04

(51) Int Cl.:
B24B 13/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08803956.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/061989

(22) Anmeldetag: **10.09.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/034104 (19.03.2009 Gazette 2009/12)

(54) **POLIERMASCHINE FÜR LINSEN UND VERFAHREN ZUM POLIEREN EINER LINSE MIT EINER BEARBEITUNGSMASCHINE**

POLISHING MACHINE FOR LENSES AND METHOD FOR POLISHING A LENS USING A MACHINE TOOL

POLISSEUSE POUR LENTILLES ET PROCEDE DE POLISSAGE D'UNE LENTILLE AVEC UNE MACHINE D'USINAGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **10.09.2007 DE 102007042667**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.06.2010 Patentblatt 2010/24

(73) Patentinhaber: **Schneider GmbH & Co. KG**
35239 Steffenberg (DE)

(72) Erfinder: **SCHNEIDER, Gunter**
35037 Marburg (DE)

(74) Vertreter: **Thews, Gustav**
STT Sozietät Thews & Thews
Patentanwälte
Augustaanlage 32
68165 Mannheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 867 430 DE-A1- 10 029 967
DE-A1- 10 106 659 DE-A1- 10 248 104
DE-B3-102004 021 721

EP 2 195 140 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Poliermaschine für Linsen, aufweisend mindestens eine erste Polierspindel mit einer Polierachse K und einer an der Polierspindel angeordneten Werkzeugaufnahme für einen als Werkzeug ausgebildeten ersten Polierteller, weiter aufweisend mindestens eine erste Werkstückspindel mit einer Rotationsachse C und einem an der Werkstückspindel angeordneten Werkstückhalter, wobei die erste Werkstückspindel eine parallel zu der Polierspindel ausrichtbare Rotationsachse C aufweist, wobei der Werkstückhalter und die Werkzeugaufnahme in Richtung einer parallel zur Polierachse K angeordneten Teleskopachse Z und in Richtung einer rechtwinklig zur Rotationsachse C angeordneten Translationsachse X relativ zueinander translatorisch verfahrbar angeordnet sind, weiter aufweisend mindestens einen ersten Werkzeugwechsler zum Wechseln des Werkzeugs, weiter aufweisend einen aus mindestens einer Wand gebildeten Arbeitsraum, der während der Bearbeitung ein Verspritzen von Poliermittel räumlich beschränkt, wobei zumindest der Werkstückhalter und die Werkzeugaufnahme innerhalb des Arbeitsraums angeordnet bzw. positioniert sind, sowie auf ein Verfahren zum Polieren einer Linse mit einer Bearbeitungsmaschine für Linsen. Der Polierteller ist kleiner als die Linse, da es sich um ein zonales Werkzeug handelt, das zum Polieren von Teilflächen der Linse dient.

[0002] Es ist bereits eine Bearbeitungsmaschine für Linsen aus der DE 10 2004 021 721 B3 bekannt. Die Bearbeitungsmaschine weist zwei Werkstückspindeln und zwei Werkstückwechsler auf, wobei die jeweilige Werkstückspindel eine Rotationsachse sowie eine rechtwinklig zur Rotationsachse angeordnete Schwenkachse aufweist. Daneben sind zwei Poliereinheiten mit je einem Polierteller vorgesehen, die jeweils einen Faltenbalg aufweisen. Der Faltenbalg besitzt am oberen Ende eine Öffnung zur Aufnahme der jeweiligen Werkstückspindel, wobei der Faltenbalg nach dem Eintauchen der Werkstückspindel bzw. des Werkstückantriebs in die Poliereinheit mit dem Faltenbalg dichtend abschließt. Der jeweilige Faltenbalg ist nach unten hin geöffnet, damit die Poliersuspension abfließen kann.

[0003] Durch diesen dichtenden Abschluss wird der Arbeitsraum der Bearbeitungs- bzw. Poliermaschine im Sinne der erfindungsgemäßen Definition von Arbeitsraum begrenzt.

[0004] Der Werkzeugwechsler ist außerhalb des Arbeitsraumes in dem Teil der Bearbeitungsmaschine angeordnet, dem gegenüber der Arbeitsraum abgeschottet bzw. abgedichtet ist.

[0005] Die vorgehend beschriebene Abschottung des Arbeitsraumes gegenüber dem Rest der Maschine ist insbesondere bei Poliermaschinen von eminenter Bedeutung, da die Polieremulsion nach dem Abtrocknen einen sehr harten und festen Belag bildet, der die damit verschmutzten Getriebeglieder bei mangelnder Abdich-

tung beschädigt. Deshalb wird der der Emulsion zugängliche Teil der Maschine räumlich auf ein Minimum beschränkt.

[0006] Die DE 100 29 967 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur spanenden Bearbeitung von Optikbauteilen. Die Vorrichtung weist zwei Seitenwandungen auf, innerhalb derer sich ein Zwischenraum erstreckt, der einen Bearbeitungsbereich bildet. Ferner ist ein Werkzeugwechsler vorgesehen, der außerhalb des Bearbeitungsbereichs angeordnet ist. Der Werkzeugwechsler wird zwecks Werkzeugwechsel zum Bearbeitungsbereich und die Werkzeugspindel zum Werkzeugwechsler hin verfahren. Unter spanender Bearbeitung sind in jedem Fall das Drehen und das Fräsen und gegebenenfalls auch das Schleifen zu verstehen. Für keine der vorgehend genannten spanenden Bearbeitungsvorgänge ist der Einsatz eines Poliermittels bzw. einer Polieremulsion möglich oder gar sinnvoll, weil alle Gelenkteile, die mit dem Poliermittel benetzt werden, mit der Zeit festbacken. Bei der spanenden Bearbeitung wird allenfalls Kühlmittel zugeführt, das auch zum Abtransport des abgetragenen Materials dient. Kühlmittel hat keine festsetzenden Eigenschaften.

[0007] Die DE 101 06 659 A1 beschreibt eine Linsenpoliermaschine. Zwecks Beschränkung des Arbeitsraumes ist eine Haube vorgesehen, die eine umseitige Abschottung des Arbeitsraumes gewährleistet. Die Haube ist nach unten offen, so dass das Poliermittel nach unten in eine für beide Hauben gemeinsame Wanne abfließen kann. Weiter ist beschrieben, dass zwecks Werkzeugwechsel die Greiferstange schräg verschiebbar im Bereich einer Öffnung der Wanne angeordnet ist und von unten durch den offenen Boden der Haube in den so gebildeten Arbeitsraum hineinverschiebbar ist. Der Werkzeugwechsler wird in den durch die Haube abgeschotteten Arbeitsraum hineinbewegt und ist während des Betriebs der Poliermaschine außerhalb von diesem positioniert. Dies erfolgt grundsätzlich deshalb, damit der Werkzeugwechsler nicht durch Poliersuspension verschmutzt wird.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Poliermaschine für Linsen und ein Verfahren zum Polieren von Linsen derart auszubilden und anzuordnen, dass ein schneller und effizienter Werkzeug- und Werkstück-austausch trotz Einsatz verschiedener Werkzeuge gewährleistet ist.

[0009] Gelöst wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass der erste Werkzeugwechsler auch während des Betriebs der Poliermaschine zumindest teilweise innerhalb des Arbeitsraums angeordnet bzw. positioniert ist. Durch den Arbeitsraum wird das Verspritzen von Poliermittel räumlich beschränkt. Demnach wird der zumindest teilweise im Arbeitsraum befindliche Werkzeugwechsler während der Bearbeitung mit Poliermittel benetzt. Mit der Anordnung des Werkzeugwechslers innerhalb des Arbeitsraumes ist dieser, ebenso wie die soweit ortsfeste Werkzeugspindel, für den Benutzer frei zugänglich. Abweichend von der bekannten Beschränkung

des Arbeitsraumes auf den unmittelbaren Bereich um das Werkstück und das Werkzeug herum ist der erfindungsgemäße Arbeitsraum weiter gestaltet. Diese Weitergestaltung erlaubt die Anordnung des Werkzeugwechslers innerhalb des Arbeitsraumes, so dass sowohl die Werkstückspindel mit dem Werkstück als auch die Polierspindel und der Werkzeugwechsler unmittelbar im Arbeitsraum einfach manuell bedient werden können. Bei der im Stand der Technik bekannten Poliermaschine sind die Polierspindel und das Werkzeug nur maschinell über einen zusätzlichen Werkzeugwechsler greifbar. Da die Werkzeugspindel ortsfest angeordnet ist, liegen alle für den Werkzeugwechsel notwendigen wesentlichen Transportachsen auf der Seite des Werkzeugwechslers. Diese Transportachsen sind der Art und der Anzahl nach auf ein Minimum reduziert, so dass zum einen der Aufbau des Werkzeugwechslers und zum anderen eine Abschottung gegen Poliermittel einfach möglich sind.

[0010] Gelöst wird die Aufgabe zudem durch das erfindungsgemäße Verfahren, nämlich dass ein Polierteller G manuell in die Polierspindel eingesetzt wird, die Linse über die Polierspindel mittels des Poliertellers G grob zonal poliert wird, der Polierteller G mittels des Werkzeugwechslers aus der Polierspindel entnommen wird, ein Polierteller F mittels des Werkzeugwechslers in die Polierspindel eingesetzt und die Linse über die Polierspindel mittels des Poliertellers F fein zonal poliert wird. Die Transportbewegung für den Werkzeugwechsel erfolgt durch den Werkzeugwechsler. Die Polierspindel verbleibt ortsfest und absolviert für den Werkzeugwechsel nur eine unterstützende axiale Bewegung in Richtung einer Teleskopachse Z.

[0011] Erfindungsgemäß wird zumindest ein Polierteller, der Polierteller G, für die grobe Bearbeitung manuell gewechselt bzw. eingesetzt. Die Auswahl des Poliertellers G erfolgt dabei nach der Art und Form der zu polierenden Linse. Der nach dem Grobpolieren einzusetzende Polierteller F für die Feinbearbeitung wird erfindungsgemäß automatisch gewechselt. Während der Polierteller G für die grobe Bearbeitung der Form der zu polierenden Linse nach ausgewählt wird, verbleibt der Polierteller F für die feine Polierbearbeitung für mehrere Linsen unterschiedlicher Form in der Maschine. Der individuelle Austausch des Poliertellers erfolgt also nur für den Polierteller G für die grobe Bearbeitung.

[0012] Vorteilhaft kann hierzu auch sein, dass der erste Werkzeugwechsler ein Halteteil mit einem linken Werkzeuggreifer aufweist, wobei der linke Werkzeuggreifer auch während des Betriebs zumindest teilweise innerhalb des Arbeitsraums angeordnet bzw. positioniert ist, und dass das Halteteil zumindest einen weiteren rechten Werkzeuggreifer aufweist, der auch während des Betriebs zumindest teilweise innerhalb des Arbeitsraums angeordnet bzw. positioniert ist. Der Werkzeugwechsler ist inklusive seines Halteteils und der beiden Werkzeuggreifer innerhalb des Arbeitsraumes angeordnet, so dass dieser unmittelbar nach Beendigung des Polierprozesses bzw. vor Beginn des Polierprozesses

einfach und schnell manuell zugänglich ist. Je nach Art der Ausbildung des Werkzeugwechslers ist dieser nicht nur teilweise, sondern vollständig innerhalb des Arbeitsraumes angeordnet. Bei der erfindungsgemäß ausgebildeten teilweisen Anordnung des Werkzeugwechslers innerhalb des Arbeitsraumes sind vorzugsweise Antriebsmotoren oder Antriebsgetriebeglieder für den Werkzeugwechsler bzw. für das Halteteil außerhalb des Arbeitsraumes angeordnet und erstrecken sich über entsprechende Dichtmittel in den Arbeitsraum zum Halteteil bzw. Werkzeuggreifer hin.

[0013] Ferner kann es vorteilhaft sein, dass der erste Werkzeugwechsler eine parallel zur Polierachse K angeordnete Schwenkachse S aufweist und der Werkzeugwechsler mit dem Werkzeuggreifer bzw. zumindest der Werkzeuggreifer um die Schwenkachse S um einen Winkel β_1 zumindest zwischen einer Parkposition PP und einer Position PW1 im Bereich der Werkzeugaufnahme verschwenkbar ist. Die Schwenkachse S für sich stellt eine einfache Maschinenachse dar, über die der Werkzeuggreifer um den Winkel β_1 verschwenkbar ist.

[0014] Vorteilhaft kann es auch sein, dass der **Werkzeugwechsler mit dem** Werkzeuggreifer um die Schwenkachse S vorzugsweise in entgegengesetzter Richtung um einen Winkel β_2 zwischen der Parkposition PP und einer Position PW2 im Bereich der Werkzeugaufnahme verschwenkbar ist. Der Werkzeuggreifer ist symmetrisch aufgebaut und kann in Ergänzung zu der vorgenannten Verschwenkung um den Winkel β_1 entgegen des Uhrzeigersinns ebenso im Uhrzeigersinn um den Winkel β_2 verschwenkt werden, so dass mittels des einen Werkzeug-Wechsloss auf einfache Art beide Werkzeuge zur Werkzeugaufnahme bzw. von der Werkzeugaufnahme weg transportiert werden können. Die Transportbewegung des Werkzeuggreifers ist auf ein Minimum beschränkt, denn sie erfolgt im Wesentlichen nur um die Schwenkachse S, so dass das jeweilige Halteteil positioniert werden kann. Es sind auch nur zwei Halteteile vorgesehen. Die Transportbewegung wird nur um eine axiale Hubbewegung in Richtung einer Hubachse W ergänzt. Somit kann der Werkzeuggreifer innerhalb des Arbeitsraumes angeordnet werden, ohne dass eine übermäßige Erweiterung des Arbeitsraums notwendig wäre.

[0015] Dabei kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass der erste Werkzeugwechsler eine parallel zur Schwenkachse S oder parallel zur Polierachse K angeordnete Hubachse W aufweist und zumindest das Halteteil mit dem Werkzeuggreifer zumindest zwischen einer den Polierteller aufnehmenden Position PA und einer den Polierteller von der Werkzeugaufnahme freisetzenden Position PF in Richtung der Hubachse W bewegbar ist. Mittels der Hubachse W, die der Schwenkachse S überlagert ist, lässt sich auf einfache Weise der Polierteller auf die Polieraufnahme aufsetzen bzw. von der Werkzeugaufnahme entnehmen. Bei dieser Hubbewegung handelt es sich in der Regel um eine vertikale Hub- bzw. Senkbewegung. Der Werkzeuggreifer greift hierzu

in eine am Polierteller vorgesehene Umfangsnut ein, so dass dieser mit Bezug zur Hubbewegung formschlüssig mit dem Polierteller verbunden ist und den Polierteller entgegen einer Rastkraft zwischen Polierteller und Werkzeugaufnahme entnehmen und aufsetzen kann.

[0016] Von besonderer Bedeutung kann es für die vorliegende Erfindung sein, dass die Werkzeugaufnahme über ein Kugelgelenk im Bereich eines Verkippwinkels α kippbar an der ersten Polierspindel gelagert ist und die Werkzeugaufnahme über die Teleskopachse Z zumindest zwischen einer die Verkippbewegung um den Verkippwinkel α freigebenden sowie den Poliervorgang gewährleistenden Position PO und einer die Verkippbewegung um den Verkippwinkel α zumindest teilweise beschränkenden Position PB bewegbar ist. Die Lagerung über das Kugelgelenk gewährleistet die zum Polieren erforderliche Relativbewegung zwischen dem Polierteller und der Werkstück- bzw. Linsenoberfläche. Zum Wechseln des Poliertellers ist jedoch eine weitgehend fixierte Position des Poliertellers notwendig. Die erfindungsgemäße Position PB gewährleistet eine ausreichende Beschränkung des Verkippwinkels, so dass der Polierteller über den Werkzeuggreifer bzw. das Halteteil automatisiert greifbar bzw. einharkbar ist. Die Kippbewegung des Poliertellers um das Kugelgelenk bringt vertikale Bewegungsanteile des Poliertellers mit sich. In der erfindungsgemäßen Position PB sind diese vertikalen Bewegungsanteile aufgrund der einfahrenden Teleskopbewegung der Hubachse nicht mehr vorhanden, so dass im Ergebnis der Verkippwinkel α entsprechend beschränkt ist.

[0017] Im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Ausbildung und Anordnung kann von Vorteil sein, dass in der Position PB der Werkzeugaufnahme das Kugelgelenk bezüglich des Verkippwinkels α zumindest auf einen Verkippwinkel bzw. Winkelbetrag von maximal 5° oder 10° begrenzt ist. Die erfindungsgemäße Reduktion des Verkippwinkels gewährleistet das Eingreifen des Werkzeugwechslers bzw. des jeweiligen Werkzeuggreifers in die dafür vorgesehene Nut des Poliertellers.

[0018] Vorteilhaft kann es ferner sein, dass die Polierspindel eine rotatorisch antreibbare, in einem Gehäuse um die Polierachse K drehbar gelagerte Pinole aufweist und die Werkzeugaufnahme über einen Faltenbalg mit der Pinole zumindest drehelastisch gekoppelt ist, wobei die Werkzeugaufnahme in der Position PB mittelbar über den Faltenbalg gegen die Pinole und/oder das Gehäuse derart anlegbar ist, dass der Verkippwinkel α bzw. die Verkippbewegung zumindest teilweise begrenzt bzw. beschränkt ist. Der an der Pinole angeordnete Faltenbalg, der die Pinole mit dem Polierteller verbindet, wird erfindungsgemäß als Anlageelement für den Polierteller zwecks Beschränkung seiner Freiheit betreffend den Verkippwinkel α verwendet. In der Position PB ist die Pinole zurückgezogen, so dass der Faltenbalg entsprechend zusammengezogen bzw. zusammengepresst ist und insoweit eine nur noch sehr geringe Elastizität aufweist. Die Pinole oder der Faltenbalg mit der vorstehend beschriebenen verminderten Elastizität bildet das An-

schlag- bzw. Anlageelement für die Werkzeugaufnahme, so dass diese bezüglich des Verkippwinkels α in der Bewegungsfreiheit bis auf vorgenannte Größe beschränkt ist. Die verbleibende Bewegungsfreiheit der verbleibenden Kippwinkel wird durch die verbleibende Elastizität des Faltenbalgs gewährleistet. Dieser bildet somit ein elastisches Rückstellelement für die Werkzeugaufnahme bezüglich des verbleibenden Verkippwinkels α . Die Pinole bildet sozusagen den festen Endausschlag, der den verbleibenden Verkippwinkel α begrenzt.

[0019] Zudem kann es vorteilhaft sein, dass die Werkstückspindel um eine rechtwinklig zur Rotationsachse C angeordnete Schwenkachse B schwenkbar gelagert ist. Die Verschwenkbarkeit um die Schwenkachse B bringt eine überlagerte Verschwenkbewegung zu der Kippbewegung des Poliertellers auf dem Kugelgelenk mit sich. Je nach Größe der kugelgelenkseitigen Verkippbewegung des Poliertellers ist ergänzend die werkstückspindel-seitige Schwenkachse B vorgesehen.

[0020] Außerdem kann es vorteilhaft sein, dass mindestens eine zweite Werkstückspindel und eine zweite Polierspindel in gleicher Ausbildung und Anordnung wie die erste Werkstückspindel und die Polierspindel im Arbeitsraum angeordnet sind. Ferner kann es vorteilhaft sein, dass die zweite Werkstückspindel und die zweite Polierspindel in Richtung der Translationsachse X versetzt zu der ersten Werkstückspindel und der ersten Polierspindel angeordnet sind. Durch den Einsatz eines zweiten Paares von Spindeln können die Linsen paarweise bearbeitet werden. Dabei kann es von Vorteil sein, dass ein zweiter Werkzeugwechsler vorgesehen ist, der der zweiten Polierspindel zugeordnet ist.

[0021] Schließlich kann es von Vorteil sein, dass der Arbeitsraum durch eine Bodenwand, mehrere Seitenwände und eine Decke begrenzt ist, wobei sich die Werkstückspindel zumindest teilweise durch eine Wand bzw. eine Öffnung in der Wand und/oder durch die Decke bzw. eine Öffnung in der Decke in den Arbeitsraum erstreckt. Wenn der Arbeitsraum zylindrisch oder oval ausgebildet ist, verschmelzen die Seitenwände zu einer Zylinderwand. Entsprechendes gilt im Fall der kugeligen oder teilkugelförmigen Ausbildung für die Decke und/oder die Bodenwand. Die Werkstückspindel erstreckt sich erfindungsgemäß nicht vollständig in den Arbeitsraum, so dass die zur Abschottung der Spindel und vor allem der Spindelantriebe notwendigen Dichtungsmaßnahmen zur Verhinderung der Verschmutzung durch Poliermittel beschränkt sind. Entsprechendes gilt für die jeweilige Polierspindel und die jeweiligen Werkzeugwechsler. Zumindest die motorischen Antriebe für die Polierspindeln sind außerhalb des Arbeitsraumes angeordnet, so dass diese nicht einzeln bzw. separat gegen Poliermittel abgedichtet sein müssen.

[0022] Vorteilhaft kann es hierzu auch sein, dass an der Werkstückspindel eine flexibel ausgebildete Dichtmuffe vorgesehen ist und die Dichtmuffe an der Wand und/oder der Decke angeschlossen ist. Während des Polierprozesses ist eine anteilige rotatorische Relativbewe-

gung zwischen der Werkstückspindel und der Polierspindel notwendig. Somit ergibt sich eine rotatorische Relativbewegung zwischen der Werkstückspindel und den soweit fest angeordneten Wänden bzw. der Decke des Arbeitsraumes. Damit einerseits die vorgehend beschriebene Relativbewegung und andererseits die Dichtigkeit des Arbeitsraumes im Bereich des Durchganges für die Werkstückspindel gewährleistet ist, ist eine erfindungsgemäße Dichtmuffe vorzugsweise aus elastischem Material wie Gummi vorgesehen.

[0023] Außerdem kann es von Vorteil sein, dass eine Führungsbahn vorgesehen ist, über die zumindest ein Teil der Wand und/oder der Decke relativ zu der Polierachse K in eine Richtung rechtwinklig zu der Polierachse K verschiebbar geführt ist. Damit größere Verfahrwege der Werkstückspindel relativ zum Arbeitsraum bzw. zu dessen Wand oder Decke gewährleistet werden können, ist ein Teil der Decke bzw. Wand über die erfindungsgemäße Führungsbahn verschiebbar angeordnet. Bei einer translatorischen Bewegung der Werkstückspindel oder einer Verschwenkbewegung mit translatorischem Anteil wird der entsprechende Teil der Decke bzw. Wand entlang der Führungsbahn mitgeführt, so dass der für die Dichtmuffe verbleibende Bewegungsanteil deutlich reduziert ist. Somit ist die Langlebigkeit der Dichtmuffe aufgrund der vielen Bewegungszyklen gewährleistet.

[0024] Außerdem kann es vorteilhaft sein, dass die Wand und/oder die Decke zumindest teilweise flexibel oder elastisch ausgebildet ist. Neben einer verschiebbaren Anordnung der Decke bzw. Wand im Bereich der Werkstückspindel kann diese auch entsprechend flexibel in Form eines Faltenbalges oder auch ergänzend elastisch ausgebildet sein, so dass die Relativbewegung zwischen der Werkstückspindel und dem entsprechenden Teil der Decke bzw. Wand gewährleistet ist.

[0025] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren kann es vorgesehen sein, dass der Polierteller F mittels des Werkzeugwechslers aus der Polierspindel entnommen wird und der Polierteller G mittels des Werkzeugwechslers in die Polierspindel eingesetzt wird.

[0026] Das erfindungsgemäße Verfahren kann weiter vorsehen, dass der in der Polierspindel angeordnete Polierteller G für die nächste zu polierende Linse manuell gewechselt und anschließend die Linse erfindungsgemäß poliert wird.

[0027] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind in den Patentansprüchen und in der Beschreibung erläutert und in den Figuren dargestellt. Es zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Darstellung einer Poliermaschine;

Figur 2 eine perspektivische Darstellung der Poliermaschine mit Arbeitsraum;

Figur 3a eine perspektivische Darstellung einer Polierspindel und des Werkzeugwechslers;

Figur 3b eine skizzierte Darstellung der beiden Positionen des Werkzeugwechslers;

5 Figur 4a eine Darstellung gemäß Figur 3a in der anderen Position des Werkzeugwechslers;

Figur 4b die skizzierte Darstellung der beiden Positionen des Werkzeugwechslers;

10 Figur 5a die skizzierte Darstellung der Polierspindel mit der Werkzeugaufnahme und dem Polierteller in der Position PO;

15 Figur 5b die skizzierte Darstellung nach Figur 5a mit der Werkzeugaufnahme in der Position PB;

Figur 6 die skizzierte Darstellung der Polierspindel mit dem Werkzeugwechsler in seinen Positionen PF und PA.

20 **[0028]** Eine in Figur 1 dargestellte Poliermaschine 1 weist zwei Werkstückspindeln 2, 2' auf, die an ihrem jeweiligen unteren, stirnseitigen Ende einen Werkstückhalter 2.1, 2.1' aufweisen, der um eine Rotationsachse C, C' rotierend antreibbar ist. An der jeweiligen Polierspindel 2, 2' ist über den Werkstückhalter 2.1, 2.1' ein Werkstück bzw. eine Linse 7, 7' angeordnet. Die jeweilige Werkstückspindel 2, 2' weist gegenüberliegend zum Werkstückhalter 2.1, 2.1' ein Antriebsrad 2.2, 2.2' auf, welches über nicht dargestellte Zugmittel mit einem jeweiligen Antriebsmotor 2.3, 2.3' verbindbar ist. Die jeweilige Spindel 2, 2' sowie der jeweilige Motor 2.3, 2.3' sind über ein Spindelgestell 2.4, 2.4' gekoppelt bzw. auf diesem fest angeordnet. Das jeweilige Spindelgestell 2.4, 2.4' ist über ein Schwenklager 2.5 um eine Schwenkachse B schwenkbar auf einem Schlitten 1.1 der Poliermaschine 1 angeordnet. Der Schlitten 1.1 ist in Richtung einer rechtwinklig zur Schwenkachse B verlaufenden Translationsachse X translatorisch nach rechts und links verfahrbar. Der Schlitten 1.1 sitzt auf einer Basis 1.2 der Poliermaschine 1.

30 **[0029]** Zudem sind zwei Polierspindeln 3, 3' mit den dazugehörigen Motoren 3.8, 3.8' sowie zwei Werkzeugwechslers 4, 4' vorgesehen. Sowohl die Polierspindeln 3, 3' als auch deren Motoren 3.8, 3.8' sowie die beiden Werkzeugwechslers 4, 4' sind an der Basis 1.2 der Poliermaschine 1 angeordnet.

35 **[0030]** Die Polierspindel 3, 3' ist ortsfest bzw. stationär angeordnet und weist an ihrer oberen Stirnseite eine Werkzeugaufnahme 3.1, 3.1' auf, die über eine Teleskopachse Z in vertikaler Richtung parallel zur jeweiligen Rotationsachse C, C' der Werkstückspindel 2, 2' verstellbar ist. Ferner weist die jeweilige Polierspindel 3, 3' eine Polierachse K, K' auf, um welche die Werkzeugaufnahme 3.1, 3.1' rotierbar ist. An der der Werkzeugaufnahme 3.1, 3.1' gegenüberliegenden Seite ist ein Antriebsrad 3.9, 3.9' vorgesehen, welches über ein nicht dargestelltes Zugmittel mit dem Motor 3.8, 3.8' verbindbar ist.

[0031] Die Werkzeugaufnahme 3.1, 3.1' ist über einen Hubkolben bzw. Kolben 3.7a und einen Faltenbalg 3.6, 3.6' mit einer Polierpinole 3.4, 3.4' gemäß Figur 5 verbunden. Der Faltenbalg 3.6, 3.6' stellt die gelenkige und drehelastische Verbindung zwischen der Pinole 3.4 und der Werkzeugaufnahme 3.1, 3.1' dar.

[0032] Der jeweilige Werkzeugwechsler 4, 4' weist jeweils eine Hubachse W, W' und eine Schwenkachse S, S' auf. An der oberen Stirnseite weist der Werkzeugwechsler 4, 4' ein Halteteil 4.3, 4.3' auf, welches einen linken und einen rechten Werkzeuggreifer 4.1, 4.2 aufweist. Das Halteteil 4.3, 4.3' ist um die Schwenkachse S sowohl im Uhrzeigersinn als auch gegen den Uhrzeigersinn gemäß Figur 3b und Figur 4 schwenkbar. Daneben ist das Halteteil 4.3, 4.3' über die Hubachse W in vertikaler Richtung relativ zur Polierspindel 3, 3' bzw. relativ zur Werkstückaufnahme 3.1, 3.1' verstellbar.

[0033] In Figur 2 ist der wesentliche Teil eines Arbeitsraumes 5 bzw. den Arbeitsraum 5 bildende Seitenwände 5.2 - 5.5 sowie eine Bodenwand 5.1 und eine Decke 5.6 dargestellt. Die vordere Seitenwand 5.5 weist eine Zugangsöffnung 5.8 auf, die über eine nach innen verschwenkbare Klappe 5.9 verschließbar ist. Die Decke 5.6 bzw. das Deckenelement ist innerhalb einer Führungsbahn 5.7 nach rechts und links verschiebbar, so dass sich die Decke 5.6 bei einer translatorischen Querverschiebung der jeweiligen Spindel 3.3' entsprechend dem Freiheitsgrad innerhalb der Führungsbahn ebenfalls nach rechts und links translatorisch mitbewegen kann. Die jeweilige Spindel 3, 3' ist über eine flexible Dichtmuffe 6, 6' dichtend an das Deckenelement 5.6 angeschlossen. Die Dichtmuffe 6, 6' ist dabei elastisch bzw. flexibel ausgebildet, damit die jeweilige Spindel 3, 3' relativ zum Deckenelement 5.6 insbesondere Verschwenkbewegungen, also rotatorische Bewegungsanteile ausführen kann. Die Führungsbahn 5.7 ist im Bereich oberhalb des Arbeitsraumes 5 gerade ausgebildet und erstreckt an beiden Enden des Arbeitsraumes 5 im Bereich der jeweiligen Seitenwand 5.2, 5.3 bogenförmig nach oben, so dass bei einer Verschiebung des Deckenelementes 5.6 nach rechts oder links eine Bewegung einer jeweiligen Stirnseite 5.6' des Deckenelementes 5.6 nach oben bzw. unten innerhalb in etwa vertikal angeordneter Endabschnitte 5.7' der Führungsbahn 5.7 erfolgt. Der Arbeitsraum 5 weist innerhalb der Bodenwand 5.1 einen nicht dargestellten Abfluss für Poliermittel auf. Innerhalb des Arbeitsraumes 5 wird während der Bearbeitung Poliermittel verspritzt.

[0034] In Figur 3a sind die Polierspindel 3 und der erste Werkzeugwechsler 4 mit dem Halteteil 4.3 in der Position PW1, PA dargestellt. Der Werkzeugwechsler 4 weist eine Schwenkeinrichtung 4.5, 4.5' in der Art einer Schwenkspindel mit begrenztem Schwenkwinkel auf, an deren oberen Ende ein Faltenbalg 4.4 vorgesehen ist, der mit einer Schwenkwelle 4.6 in Wirkverbindung steht. Die Schwenkwelle 4.6 ist um die Schwenkachse S zwischen einer Parkposition PP und der beiden Positionen PW1, PW2 am Werkzeug schwenkbar und in Richtung der

Hubachse W zwischen der Aufnahme position PA und der freigesetzten Position PF translatorisch vertikal verschiebbar. Über die Schwenkwelle 4.6 steht das Halteteil 4.3 mit dem linken Werkzeuggreifer 4.1 unmittelbar mit einem Polierteller 3.2, der sich auf der Werkzeugaufnahme 3.1 der Polierspindel 3 befindet, im Eingriff. Das Halteteil 4.3 befindet sich dabei in der Wechsellposition PW1, also der ersten Wechsellposition an der Polierspindel 3 und gleichzeitig in der Position PA, also in der unteren Position zum Aufnehmen eines Poliertellers 3.3. Entsprechenderweise befindet sich die Werkzeugaufnahme 3.1 in ihrer bezüglich einer Teleskopachse Z unteren, die Verschwenkbewegung der Werkzeugaufnahme 3.1 blockierenden Position PB.

[0035] Ausgehend von der dargestellten Position PA in Figur 3a hebt das Halteteil 4.3 gemäß Darstellung in Figur 6 den Polierteller 3.3 mittels des im Eingriff befindlichen Werkzeuggreifers 4.1 an und löst diesen somit von der Werkzeugaufnahme 3.1. Ausgehend von dieser Position PF, PW1 verschwenkt das Halteteil 4.3 dann um die Schwenkachse S in die Parkposition PP gemäß Figur 1.

[0036] Figur 3b zeigt die Position nach Figur 3a als Prinzipskizze in der Ansicht von oben. Das Halteteil 4.3 verschwenkt zwischen der Wechsellposition PW1 des linken Werkzeuggreifers 4.1 im Bereich der Polierspindel 3 um den Winkel $\beta 1$ in die Parkposition PP wie gestrichelt dargestellt und auch in Figur 1 zu sehen. Der linke Werkzeuggreifer 4.1 weist eine äußere Haltenase 4.1a auf, die relativ zum Halteteil 4.3 elastisch verformbar ist, so dass beim Einschwenken des Werkzeuggreifers 4.1 ein elastisches bzw. vorgespanntes Ergreifen des Poliertellers 3.2 gewährleistet ist. Entsprechendes gilt für den rechten Werkzeuggreifer 4.2.

[0037] Figur 4a entspricht insoweit Figur 3a, wobei sich das Halteteil 4.3 in der Wechsellposition PW2 befindet, so dass der rechte Werkzeuggreifer 4.2 unmittelbar an der Polierspindel 3 in der Aufnahme position PA positioniert ist. Der rechte Werkzeuggreifer 4.2 greift an dem Polierteller 3.2 an bzw. hintergreift diesen mit einer Haltenase 4.2a.

[0038] Zum axialen Anheben des jeweiligen Poliertellers 3.3 weist der jeweilige Werkzeuggreifer 4.1 einen Rand 4.1b auf, der in eine Haltenut 3.3a des jeweiligen Poliertellers 3.3 zur Anlage kommt, so dass sich in Bezug auf die axiale Anhebe- bzw. Abhebewegung ein Formschluss zwischen dem jeweiligen Werkzeuggreifer 4.1 bzw. seiner Haltenase 4.1a und dem Polierteller 3.3 bzw. seine Haltenut 3.3a ergibt.

[0039] Figur 5a ist die Polierspindel 3 mit einem über die Pinole 3.4 entlang der Teleskopachse Z und um die Polierachse K beweglichen Kugelgelenk 3.7 als Prinzipskizze im Schnitt dargestellt. Auf dem Kugelgelenk 3.7 sitzt die Werkzeugaufnahme 3.1 gelenkig. Die drehelastische Verbindung zwischen der Pinole 3.4 und der Werkzeugaufnahme 3.1 wird über den Faltenbalg 3.6 gewährleistet. Auf der Werkzeugaufnahme 3.1 ist der Polierteller 3.3 über entsprechende Rastelemente 3.1a der

Werkzeugaufnahme 3.1 von oben aufgeklippst. Die Werkzeugaufnahme 3.1 mit dem Polierteller 3.3 ist wie gestrichelt dargestellt im Rahmen des Verkippwinkels α über das Kugelgelenk 3.7 frei verkippt- bzw. verschwenkbar.

[0040] Das Kugelgelenk 3.7 ist an der Stirnseite eines Hubkolbens bzw. Kolbens 3.7a angeordnet, wobei der Kolben 3.7a innerhalb der Pinole 3.4 in Richtung der Teleskopachse Z axial verstellbar ist. Dieser axialen Verstellbewegung ist eine Rotationsbewegung der Pinole 3.4 innerhalb eines Gehäuses 3.5 überlagert. Hierzu ist die Pinole 3.4 über Lager 3.5a innerhalb des Gehäuses 3.5 drehbar gelagert. Die Pinole 3.4 ist über ein Gehäuseeteil 3.4a stirnseitig abgedichtet. Das Gehäuseeteil 3.4a weist hierzu ein umlaufendes Dichtungselement 3.4b auf.

[0041] Gemäß Figur 5b befinden sich der Kolben 3.7a und das Kugelgelenk 3.7 bzw. die Werkzeugaufnahme 3.1 in der den Verkippwinkel α blockierenden Position PB. Der Faltenbalg 3.6 ist dabei zusammengezogen, so dass seine Elastizität stark vermindert ist. Da die Werkzeugaufnahme 3.1 unmittelbar an dem Faltenbalg 3.6 dichtend und drehelastisch angeschlossen ist, wird die Bewegungsfreiheit der Werkzeugaufnahme 3.1 in Bezug auf das Kugelgelenk 3.7 und den Verkippwinkel α durch den nunmehr zusammengezogenen und soweit noch beschränkt elastischen Faltenbalg 3.6 auf ein Minimum beschränkt. Der Faltenbalg 3.6 bildet aufgrund seiner reduzierten Elastizität ein elastisches Rückstellelement bezüglich der neutralen bzw. horizontalen Position der Werkzeugaufnahme 3.1 bzw. des Verkippwinkels α , während die Pinole 3.4 den Endausschlag bildet.

[0042] Gemäß Figur 6 ist zusätzlich zur Polierspindel 3 der Werkzeugwechsler 4 als Prinzipskizze dargestellt. Das Halteteil 4.3 befindet sich dabei in der den Polierteller 3.3 von der Werkzeugaufnahme 3.1 aufnehmenden Position PA, also in einer Richtung vertikal nach unten verfahren. Der Werkzeuggreifer 4.1 steht dabei über seine Haltenase 4.1a und den Rand 4.1b gemäß Figur 4a mit dem Polierteller 3.3 bzw. seiner Haltenut 3.3a im Eingriff.

[0043] Der Werkzeugwechsler 4 weist die Schwenkwelle 4.6 auf, die über Lager 4.7a innerhalb eines Gehäuses 4.7 um die Schwenkachse S drehbar gelagert ist. Innerhalb der Schwenkwelle 4.6 ist ein Hubkolben bzw. Kolben 4.8 in Richtung der Hubachse W translatorisch verschiebbar und drehfest angeordnet. Die Hubbewegung des Halteteils 4.3 zwischen der den Polierteller 3.3 der Polierspindel 3 aufnehmenden Position PA und der den Polierteller 3.3 freisetzenden Position PF (gestrichelt dargestellt) erfolgt dabei über den Kolben 4.8. Die Verschwenkbewegung zwischen der Parkposition PP und der jeweiligen Wechsellageposition PW1, PW2 gemäß Figur 3b und Figur 4b erfolgt dabei durch die Schwenkwelle 4.6. Der Kolben 4.8 und die Schwenkwelle 4.6 sind dabei über einen Faltenbalg 4.9 zur Schwenkwelle 4.6 hin dichtend abgeschlossen. Der Eingriff bzw. die Einharkbewegung des Werkzeuggreifers 4.1 in die Haltenut 3.3a mittels der Haltenase 4.1a erfolgt durch die

Schwenkbewegung der Schwenkwelle 4.6 von der Position PP in die Position PW1 bzw. PW2 um die Schwenkachse S.

[0044] Die Pinole 3.4 der Polierspindel 3 ist über das Gehäuseeteil 3.4a gegenüber dem Polierspindelgehäuse 3.5 dichtend abgeschlossen. Entsprechendes gilt für die Schwenkwelle 4.6 des Werkzeugwechslers 4. Diese ist über ein Gehäuseeteil 4.6a dichtend gegenüber dem Wechslergehäuse 4.7 abgeschlossen. Das Gehäuseeteil 4.6a weist hierzu ein umlaufendes Dichtungselement 4.6b auf.

[0045] Die Axialbewegung der Polierspindel 3 in Richtung der Teleskopachse Z erfolgt durch den Kolben 3.7a, während die Drehbewegung durch die Pinole 3.4 erfolgt.

Bezugszeichenliste

[0046]

1	Poliermaschine
1.1	Schlitten
1.2	Basis
2	erste Werkstückspindel
2'	zweite Werkstückspindel
2.1	Werkstückhalter
2.1'	Werkstückhalter
2.2	Antriebsrad
2.2'	Antriebsrad
2.3	Motor
2.3'	Motor
2.4	Spindelgestell
2.4'	Spindelgestell
2.5	Schwenklager
3	erste Polierspindel
3'	zweite Polierspindel
3.1	Werkzeugaufnahme
3.1'	Werkzeugaufnahme
3.1a	Rastelement
3.2	Polierteller, Polierteller G

3.3	Polierteller, Polierteller F	4.6	Schwenkwelle
3.3a	Haltenut	4.6a	Gehäuseteil
3.4	Pinole	5 4.6b	Dichtungselement
3.4'	Pinole	4.7	Gehäuse
3.4a	Gehäuseteil	4.7a	Lager
3.4b	Dichtungselement	10 4.8	Kolben, Hubkolben
3.5	Gehäuse	4.9	Faltbalg
3.5a	Lager	15 5	Arbeitsraum
3.6	Faltenbalg	5.1	Bodenwand
3.6'	Faltenbalg	5.2	Seitenwand
3.7	Kugelgelenk	20 5.3	Seitenwand
3.7a	Kolben, Hubkolben	5.4	Seitenwand
3.8	Motor	25 5.5	Seitenwand
3.8'	Motor	5.6	Decke, Deckenelement, Wand
3.9	Antriebsrad	5.6'	Decke, Deckenelement, Wand
3.9'	Antriebsrad	30 5.7	Führungsbahn
4	erster Werkzeugwechsler	5.7'	Führungsbahn
4'	zweiter Werkzeugwechsler	35 5.8	Zugangsöffnung
4.1	linker Werkzeuggreifer	5.9	Klappe
4.1'	linker Werkzeuggreifer	6	Dichtmuffe
4.1a	Haltenase	40 6'	Dichtmuffe
4.1b	Rand	7	Werkstück, Linse
4.2	rechter Werkzeuggreifer	45 7'	Werkstück, Linse
4.2a	Haltenase	B	Schwenkachse
4.3	Halteteil	C	Rotationsachse
4.3'	Halteteil	50 C'	Rotationsachse
4.4	Faltbalg	K	Polierachse
4.5	Schwenkeinrichtung	55 K'	Polierachse
4.5'	Schwenkeinrichtung	PA	Position

PB	Position
PF	Position
PO	Position
PP	Parkposition
PW1	Wechselposition
PW2	Wechselposition
S	Schwenkachse
S'	Schwenkachse
W	Hubachse
W'	Hubachse
X	Translationsachse
Z	Teleskopachse
Z'	Teleskopachse
α	Verkippwinkels
$\beta 1$	Winkel
$\beta 2$	Winkel

Patentansprüche

1. Poliermaschine (1) für Linsen (7, 7'), aufweisend mindestens eine erste Polierspindel (3) mit einer Polierachse K und einer an der ersten Polierspindel (3) angeordneten Werkzeugaufnahme (3.1) für einen als Werkzeug ausgebildeten ersten Polierteller (3.2), weiter aufweisend mindestens eine erste Werkstückspindel (2) mit einer Rotationsachse C und einem an der ersten Werkstückspindel (2) angeordneten Werkstückhalter (2.1) für eine Linse (7, 7'), wobei der Werkstückhalter (2.1) und die Werkzeugaufnahme (3.1) in Richtung einer parallel zur Polierachse K angeordneten Teleskopachse Z und in Richtung einer rechtwinklig zur Rotationsachse C angeordneten Translationsachse X relativ zueinander translatorisch verfahrbar angeordnet sind, weiter aufweisend mindestens einen ersten Werkzeugwechsler (4) zum Wechseln des Werkzeugs, weiter aufweisend einen aus mindestens einer Wand (5.1 - 5.6) gebildeten Arbeitsraum (5), der während der Bearbeitung ein Verspritzen von Poliermittel räumlich beschränkt, wobei zumindest der Werkstückhalter (2.1) und die Werkzeugaufnahme (3.1) innerhalb des Arbeitsraums (5) angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass der erste Werkzeugwechsler (4) zumindest teilweise innerhalb des Arbeitsraums (5) angeordnet ist.

2. Poliermaschine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der erste Werkzeugwechsler (4) ein Halteteil (4.3) mit einem linken Werkzeuggreifer (4.1) aufweist, wobei der linke Werkzeuggreifer (4.1) zumindest teilweise innerhalb des Arbeitsraums (5) angeordnet ist.
3. Poliermaschine (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das Halteteil (4.3) zumindest einen weiteren rechten Werkzeuggreifer (4.2) aufweist, der zumindest teilweise innerhalb des Arbeitsraums (5) angeordnet ist.
4. Poliermaschine (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der erste Werkzeugwechsler (4) eine parallel zur Polierachse K angeordnete Schwenkachse S aufweist und der Werkzeugwechsler (4) mit dem Werkzeuggreifer (4.1) um die Schwenkachse S um einen Winkel $\beta 1$ zumindest zwischen einer Park-Position PP und einer Position PW1 **und/oder der Werkzeugwechsler (4) mit dem Werkzeuggreifer (4.2) um die Schwenkachse S um einen Winkel $\beta 2$ zwischen der Parkposition PP und einer Position PW2** im Bereich der Werkzeugaufnahme (3.1) verschwenkbar ist.
5. Poliermaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der erste Werkzeugwechsler (4) eine parallel zur Schwenkachse S oder parallel zur Polierachse K angeordnete Hubachse W aufweist und zumindest zwischen einer den Polierteller (3.2) aufnehmenden Position PA und einer den Polierteller (3.2) von der Werkzeugaufnahme (3.1) freisetzenden Position PF in Richtung der Hubachse W bewegbar ist.
6. Poliermaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Werkzeugaufnahme (3.1) über ein Kugelgelenk (3.7) im Bereich eines Verkippwinkels α kippbar an der ersten Polierspindel (3) gelagert ist und die Werkzeugaufnahme (3.1) über die Teleskopachse Z zumindest zwischen einer die Verkippbewegung um den Verkippwinkel α sowie den Poliervorgang gewährleistenden Position PO und einer die Verkippbewegung um den Verkippwinkel α zumindest teilweise beschränkenden Position PB bewegbar ist.

7. Poliermaschine (1) nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Position PB der Werkzeugaufnahme (3.1) das Kugelgelenk (3.7) bezüglich des Verkippwinkels α zumindest auf einen Verkippwinkel von maximal 5° oder 10° begrenzt ist. 5
8. Poliermaschine (1) nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Polierspindel (3) eine rotatorisch antreibbare, in einem Gehäuse (3.5) um die Polierachse K drehbar gelagerte Pinole (3.4) aufweist und die Werkzeugaufnahme (3.1) über einen Faltenbalg (3.6) mit der Pinole (3.4) gekoppelt ist, wobei die Werkzeugaufnahme (3.1) in der Position PB mittelbar über den Faltenbalg (3.6) oder unmittelbar gegen die Pinole (3.4) und/oder das Gehäuse (3.5) derart anlegbar ist, dass der Verkippwinkel α zumindest teilweise begrenzt ist. 10 15 20
9. Poliermaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Werkstückspindel (2) um eine rechtwinklig zur Rotationsachse C angeordnete Schwenkachse B schwenkbar gelagert ist. 25
10. Poliermaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens eine zweite Werkstückspindel (2') und eine zweite Polierspindel (3') in gleicher Ausbildung und Anordnung wie die erste Werkstückspindel (2) und die erste Polierspindel (3) im Arbeitsraum (5) angeordnet sind. 30 35
11. Poliermaschine (1) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Werkstückspindel (2') und die zweite Polierspindel (3') in Richtung der Translationsachse X versetzt zu der ersten Werkstückspindel (2) und der ersten Polierspindel (3) angeordnet sind. 40
12. Poliermaschine (1) nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein zweiter Werkzeugwechsler (4') vorgesehen ist, der der zweiten Polierspindel (3') zugeordnet ist. 45
13. Poliermaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Arbeitsraum (5) durch die Bodenwand (5.1), mehrere Seitenwände (5.2 - 5.5) und die Decke (5.6) begrenzt ist, wobei sich die Werkstückspindel (2, 2') zumindest teilweise in den Arbeitsraum (5) erstreckt. 50 55

14. Poliermaschine (1) nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen der Werkstückspindel (2, 2') und der Wand (5.1 - 5.5) und/oder der Decke (5.6) eine flexibel ausgebildete Dichtmuffe (6) vorgesehen ist.
15. Verfahren zum Polieren einer Linse (7, 7') mit einer Bearbeitungsmaschine (1) für Linsen (7, 7') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- a) ein Polierteller G (3.2) manuell in die Polierspindel (3, 3') eingesetzt wird,
 - b) die Linse (7, 7') über die Polierspindel (3, 3') mittels des Poliertellers G (3.2) grob poliert wird,
 - c) der Polierteller G (3.2) mittels des Werkzeugwechslers (4, 4') aus der Polierspindel (3, 3') entnommen wird,
 - d) ein Polierteller F (3.3) mittels des Werkzeugwechslers (4, 4') in die Polierspindel (3, 3') eingesetzt wird,
 - e) die Linse (7, 7') über die Polierspindel (3, 3') mittels des Poliertellers F (3.3) fein poliert wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
- a) der Polierteller F (3.3) mittels des Werkzeugwechslers (4, 4') aus der Polierspindel (3, 3') entnommen wird und
 - b) der Polierteller G (3.2) mittels des Werkzeugwechslers (4, 4') in die Polierspindel (3, 3') eingesetzt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, dass
- a) der in der Polierspindel (3, 3') angeordnete Polierteller G (3.2) für die nächste zu polierende Linse (7, 7') manuell gewechselt wird,
 - b) die Linse (7, 7') gewechselt wird und anschließend
 - c) die Linse (7, 7') gemäß Schritt b) des Anspruchs 15 groß poliert wird.

Claims

1. Polishing machine (1) for lenses (7, 7') having at least a first polishing spindle (3) with a polishing axis K and with a tool holding fixture (3.1) for a first polishing disk (3.2), said tool holding fixture (3.1) being arranged on the first polishing spindle (3) and said first polishing disk (3.2) being designed as a tool, said polishing machine (1) further having at least a first workpiece spindle (2) with an axis of rotation C and with a workpiece holder (2.1) for a lens (7, 7'), said

- workpiece holder (2.1) being arranged on the first workpiece spindle (2), wherein the workpiece holder (2.1) and the tool holding fixture (3.1) are arranged in such a manner that they are translatorily movable relative to each other along a telescope axis Z arranged parallel to the polishing axis K and along an axis of translation X arranged orthogonal to the axis of rotation C, said polishing machine (1) further having at least a first tool changer (4) for changing the tool, said polishing machine (1) further having a work area (5) made up of at least one wall (5.1 - 5.6), said work area (5) spatially restricting the squirting of polishing agent during machining, wherein at least the workpiece holder (2.1) and the tool holding fixture (3.1) are arranged within the work area (5), **characterized in that** the first tool changer (4) is at least partially arranged within the work area (5).
2. Polishing machine (1) according to claim 1, **characterized in that** the first tool changer (4) has a holding member (4.3) with a left tool gripper (4.1), wherein the left tool gripper (4.1) is at least partially arranged within the work area (5).
 3. Polishing machine (1) according to claim 2, **characterized in that** the holding member (4.3) has at least a further right tool gripper (4.2) that is at least partially arranged within the work area (5).
 4. Polishing machine (1) according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** the first tool changer (4) has a swiveling axis S arranged parallel to the polishing axis K and the tool changer (4) with the tool gripper (4.1) is swivelable about the swiveling axis S by an angle β_1 at least between a parking position PP and a position PW1 and/or the tool changer (4) with the tool gripper (4.2) is swivelable about the swiveling axis S by an angle β_2 between the parking position PP and a position PW2 in the region of the tool holding fixture (3.1).
 5. Polishing machine (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the first tool changer (4) has a stroke axis W arranged parallel to the swiveling axis S or parallel to the polishing axis K and is movable along the stroke axis W at least between a position PA for picking up the polishing disk (3.2) and a position PF for detaching the polishing disk (3.2) from the tool holding fixture (3.1).
 6. Polishing machine (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the tool holding fixture (3.1) is supported on the first polishing spindle (3) by means of a ball-and-socket joint (3.7) in such a manner that it is tiltable by a tilting angle α , and that the tool holding fixture (3.1) is movable along the telescope axis Z at least between a position PO that ensures the tilting motion by the tilting angle α as well as the polishing operation and a position PB that restricts the tilting motion by the tilting angle α at least partially.
 7. Polishing machine (1) according to claim 6, **characterized in that** in the position PB of the tool holding fixture (3.1), the ball-and-socket joint (3.7) is at least limited to a maximum tilting angle of 5° or 10° concerning the tilting angle α .
 8. Polishing machine (1) according to claim 6 or 7, **characterized in that** the first polishing spindle (3) has a rotatorily drivable center sleeve (3.4) that is supported in a housing (3.5) in such a manner that it is rotatable about the polishing axis K, and that the tool holding fixture (3.1) is coupled to the center sleeve (3.4) by means of expansion bellows (3.6), wherein the tool holding fixture (3.1), in the position PB, is supportable, indirectly by means of the expansion bellows (3.6) or directly, on the center sleeve (3.4) and/or on the housing (3.5) in such a manner that the tilting angle α is limited at least partially.
 9. Polishing machine (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the first workpiece spindle (2) is supported in such a manner that it is swivelable about a swiveling axis B arranged orthogonal to the axis of rotation C.
 10. Polishing machine (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** at least a second workpiece spindle (2') and a second polishing spindle (3') are arranged within the work area (5), wherein they are designed and arranged in the same manner as the first workpiece spindle (2) and the first polishing spindle (3).
 11. Polishing machine (1) according to claim 10, **characterized in that** with respect to the axis of translation X, the second workpiece spindle (2') and the second polishing spindle (3') are arranged in such a manner that they are offset from the first workpiece spindle (2) and the first polishing spindle (3).
 12. Polishing machine (1) according to claim 10 or 11, **characterized in that** a second tool changer (4') associated to the second polishing spindle (3') is provided.

13. Polishing machine (1) according to any one of the preceding claims,
characterized in
that the work area (5) is enclosed by the bottom wall (5.1), several side walls (5.2 - 5.5) and the upper wall (5.6), wherein the workpiece spindle (2, 2') extends into the work area (5) at least partially. 5
14. Polishing machine (1) according to claim 13,
characterized in
that a flexible sealing sleeve (6) is provided between the workpiece spindle (2, 2') and the wall (5.1 - 5.5) and/or the upper wall (5.6). 10
15. Method for polishing a lens (7, 7') by means of a machine tool (1) for lenses (7, 7') according to any one of the preceding claims,
characterized in that 15
- a) a polishing disk G (3.2) is manually inserted into the polishing spindle (3, 3'), 20
 - b) the lens (7, 7') is rough-polished by the polishing spindle (3, 3') by means of the polishing disk G (3.2),
 - c) the polishing disk G (3.2) is removed from the polishing spindle (3, 3') by means of the tool changer (4, 4'), 25
 - d) a polishing disk F (3.3) is inserted into the polishing spindle (3, 3') by means of the tool changer (4, 4'), 30
 - e) the lens (7, 7') is fine-polished by the polishing spindle (3, 3') by means of the polishing disk F (3.3).
16. Method according to claim 15,
characterized in that
- a) the polishing disk F (3.3) is removed from the polishing spindle (3, 3') by means of the tool changer (4, 4'), and 40
 - b) the polishing disk G (3.2) is inserted into the polishing spindle (3, 3') by means of the tool changer (4, 4').
17. Method according to claim 16,
characterized in that 45
- a) the polishing disk G (3.2) arranged in the polishing spindle (3, 3') is manually changed for the next lens (7, 7') to be polished, 50
 - b) the lens (7, 7') is changed and after that
 - c) the lens (7, 7') is rough-polished according to step b) of claim 15. 55

Revendications

1. Polisseuse (1) pour lentilles (7, 7'), présentant au

moins une première broche de polissage (3) avec un axe de polissage K et un logement d'outil (3.1), disposé sur la première broche de polissage (3), pour un premier plateau de polissage (3.2) constitué en tant qu'outil, présentant également une première broche porte-pièce (2) avec un axe de rotation C et un porte-pièce (2.1) pour une lentille (7, 7'), disposé sur la première broche porte-pièce (2), le porte-pièce (2.1) et le logement d'outil (3.1) étant disposés de façon mobile en translation l'un par rapport à l'autre en direction d'un axe télescopique Z disposé parallèlement à l'axe de polissage K et en direction d'un axe de translation X disposé à angle droit par rapport à l'axe de rotation C, présentant également au moins un premier changeur d'outil (4) pour le changement de l'outil, présentant également un espace de travail (5), formé d'au moins une paroi (5.1 - 5.6), qui délimite dans l'espace une pulvérisation d'agent de polissage pendant l'usinage, au moins le porte-pièce (2.1) et le logement d'outil (3.1) étant disposés à l'intérieur de l'espace de travail (5), **caractérisée en ce que** le premier changeur d'outil (4) est disposé au moins partiellement à l'intérieur de l'espace de travail (5).

2. Polisseuse (1) selon la revendication 1,
caractérisée en ce que
le premier changeur d'outil (4) présente une partie de retenue (4.3) avec un preneur d'outil gauche (4.1), le preneur d'outil gauche (4.1) étant disposé au moins partiellement à l'intérieur de l'espace de travail (5).
3. Polisseuse (1) selon la revendication 2,
caractérisée en ce que
la partie de retenue (4.3) présente au moins un autre preneur d'outil droit (4.2) qui est disposé au moins partiellement à l'intérieur de l'espace de travail (5).
4. Polisseuse (1) selon la revendication 1, 2 ou 3,
caractérisée en ce que
le premier changeur d'outil (4) présente un axe de pivotement S disposé parallèlement à l'axe de polissage K, et **en ce que** le premier changeur d'outil (4) avec le preneur d'outil gauche (4.1) peut pivoter autour de l'axe de pivotement S selon un angle β_1 au moins entre une position de stationnement PP et une position PW1, et/ou le premier changeur d'outil (4) avec le preneur d'outil droit (4.2) peut pivoter autour de l'axe de pivotement S selon un angle β_2 entre la position de stationnement PP et une position PW2 dans la zone du logement d'outil (3.1).
5. Polisseuse (1) selon une des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
le premier changeur d'outil (4) présente un axe de levée W parallèlement à l'axe de pivotement S ou

- parallèlement à l'axe de polissage K, et est mobile en direction de l'axe de levage W au moins entre une position PA logeant le plateau de polissage (3.2) et une position PF libérant le plateau de polissage (3.2) de l'emprise du logement d'outil (3.1). 5
6. Polisseuse (1) selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le logement d'outil (3.1) est, par le biais d'une articulation sphérique (3.7), supporté dans la plage d'un angle de basculement α , de façon basculante sur la première broche de polissage (3), et **en ce que** le logement d'outil (3.1) est mobile par le biais de l'axe télescopique Z au moins entre une position PO, garantissant le mouvement de basculement autour de l'angle de basculement α ainsi que le processus de polissage, et une position PB limitant au moins partiellement le mouvement de basculement autour de l'angle de basculement α . 10 20
7. Polisseuse (1) selon la revendication 6, **caractérisée en ce que**, dans la position PB du logement d'outil (3.1), l'articulation sphérique (3.7) est, par rapport à l'angle de basculement α , limitée au moins à un angle de basculement de 5° ou 10° maximum. 25
8. Polisseuse selon la revendication 6 ou 7, **caractérisée en ce que** la première broche de polissage (3) présente une contre-pointe (3.4) pouvant être entraînée en rotation et supportée en rotation autour de l'axe de polissage K dans un carter (3.5), et **en ce que** le logement d'outil (3.1) est couplé à la contre-pointe (3.4) par le biais d'un soufflet (3.6), le logement d'outil (3.1) pouvant, dans la position PB, être appliqué, indirectement par le biais du soufflet (3.6) ou directement, contre la contre-pointe (3.4) et/ou le carter (3.5), de sorte que l'angle de basculement α est limité au moins partiellement. 30 35 40
9. Polisseuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la première broche porte-pièce (2) est supportée de façon pivotante autour d'un axe de pivotement B disposé à angle droit par rapport à l'axe de rotation C. 45
10. Polisseuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins une deuxième broche porte-pièce (2') et une deuxième broche de polissage (3') sont disposées dans l'espace de travail (5) selon la même constitution et le même agencement que la première broche porte-pièce (2) et la première broche de polissage (3). 50 55
11. Polisseuse (1) selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** la deuxième broche porte-pièce (2') et la deuxième broche de polissage (3') sont disposées en direction de l'axe de translation X de façon décalée par rapport à la première broche porte-pièce (2) et à la première broche de polissage (3).
12. Polisseuse (1) selon la revendication 10 ou 11, **caractérisée en ce qu'**il est prévu un deuxième changeur d'outil (4') qui est affecté à la deuxième broche de polissage (3').
13. Polisseuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'espace de travail (5) est limité par la paroi de fond (5.1), par plusieurs parois latérales (5.2 - 5.5) et par le plafond (5.6), la broche porte-pièce (2, 2') s'étendant au moins partiellement dans l'espace de travail (5).
14. Polisseuse (1) selon la revendication 13, **caractérisée en ce que**, entre la broche porte-pièce (2, 2') et la paroi (5.1 - 5.5) et/ou le plafond (5.6), il est prévu un manchon d'étanchéité (5) constitué de façon flexible.
15. Procédé de polissage d'une lentille (7, 7') avec une machine d'usinage (1) pour des lentilles (7, 7') selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
- a) un plateau de polissage G (3.2) est introduit manuellement dans la broche de polissage (3, 3'),
 - b) la lentille (7, 7') est, par le biais de la broche de polissage (3, 3'), polie grossièrement au moyen du plateau de polissage G (3.2),
 - c) le plateau de polissage G (3.2) est, au moyen du changeur d'outil (4, 4'), extrait de la broche de polissage (3, 3'),
 - d) un plateau de polissage F (3.3) est, au moyen du changeur d'outil (4, 4'), introduit dans la broche de polissage (3, 3'),
 - e) la lentille (7, 7') est, par le biais de la broche de polissage (3, 3'), polie finement au moyen du plateau de polissage F (3.3).
16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que**
- a) le plateau de polissage F (3.3) est, au moyen du changeur d'outil (4, 4'), extrait de la broche de polissage (3, 3'), et
 - b) le plateau de polissage G (3.2) est, au moyen du changeur d'outil (4, 4'), introduit dans la broche de polissage (3, 3').

17. Procédé selon la revendication 16,
caractérisé en ce que

- a) le plateau de polissage G (3.2) disposé dans la broche de polissage (3, 3') est changé manuellement pour la lentille (7, 7') à polir suivante,
- b) la lentille (7, 7') est changée, et puis
- c) la lentille (7, 7') est polie grossièrement selon l'étape b) de la revendication 15.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

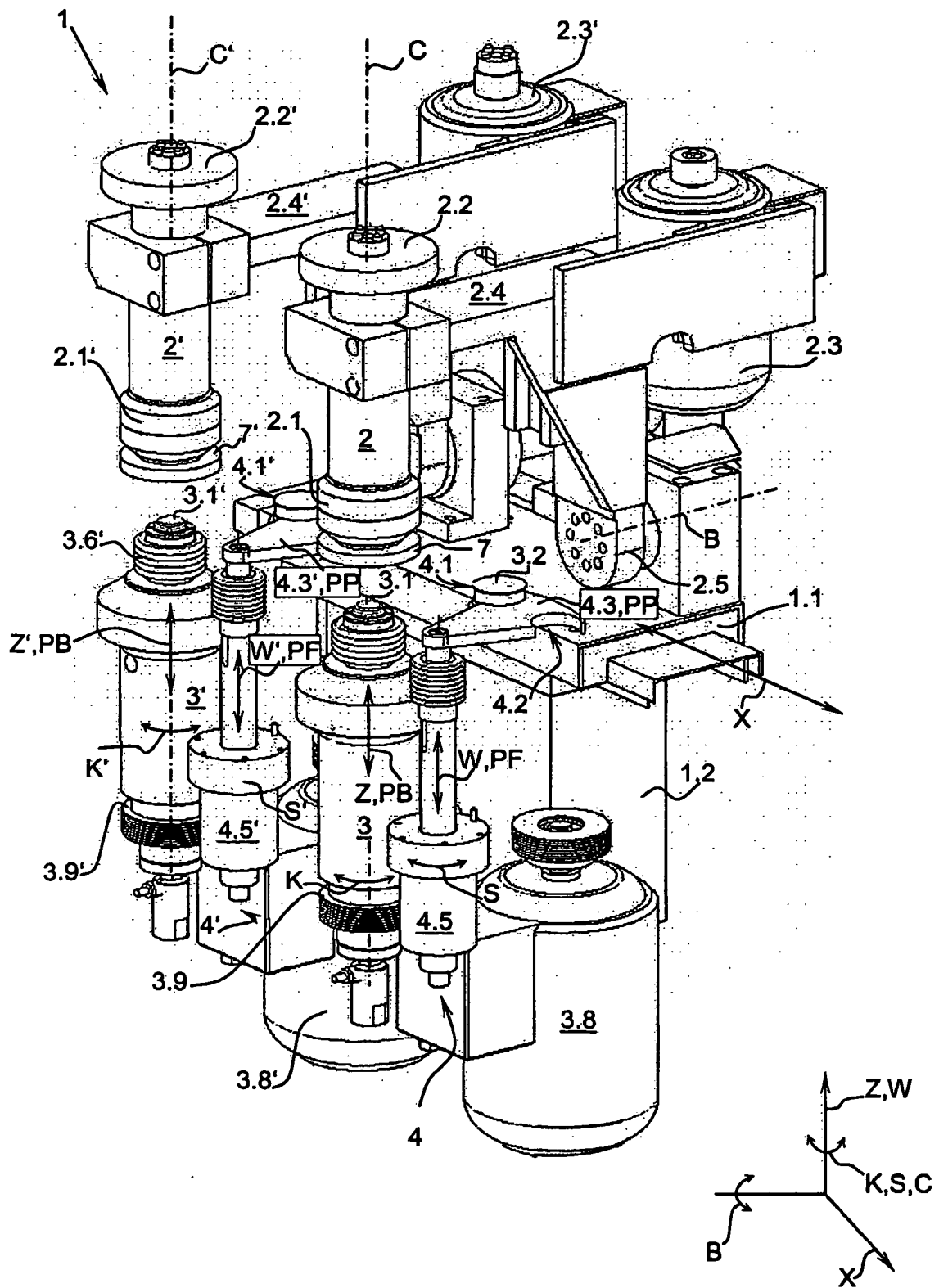


Fig. 2

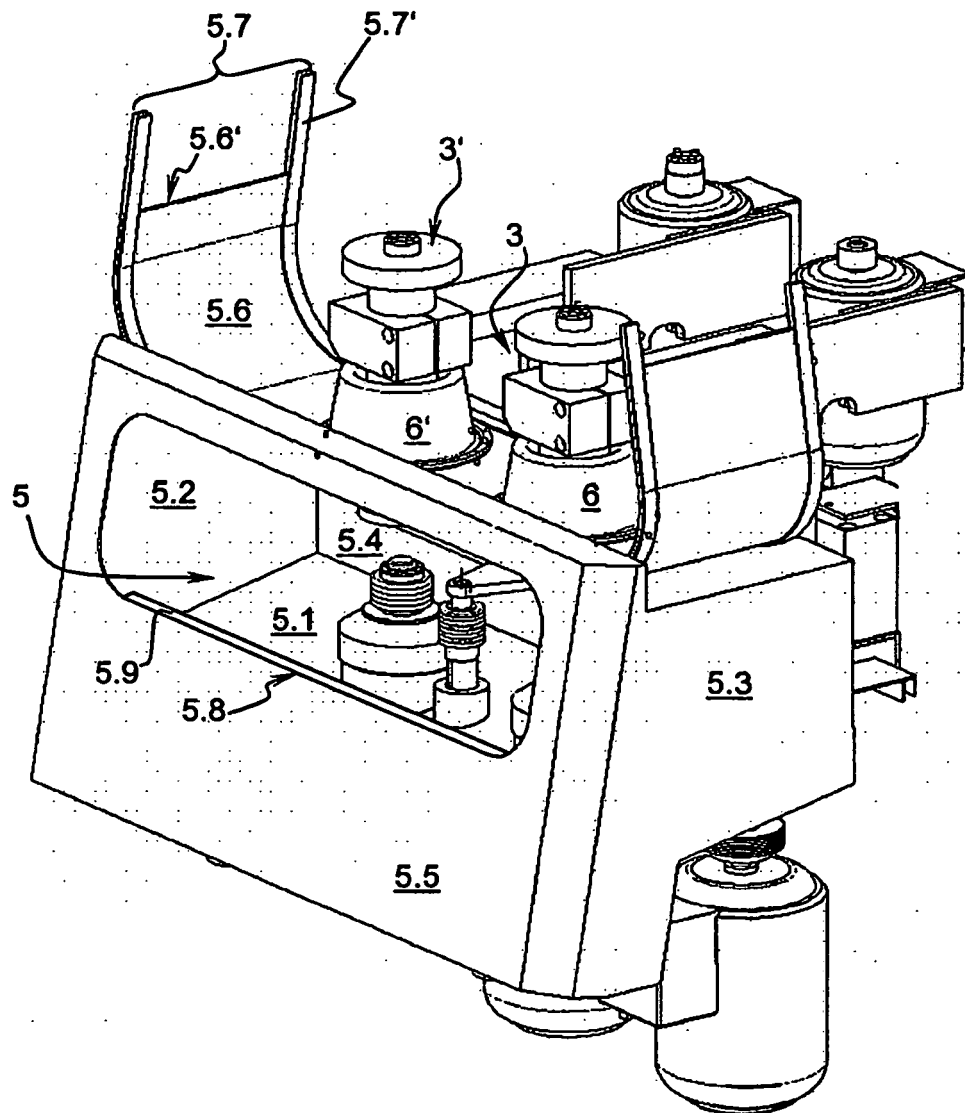


Fig. 3a

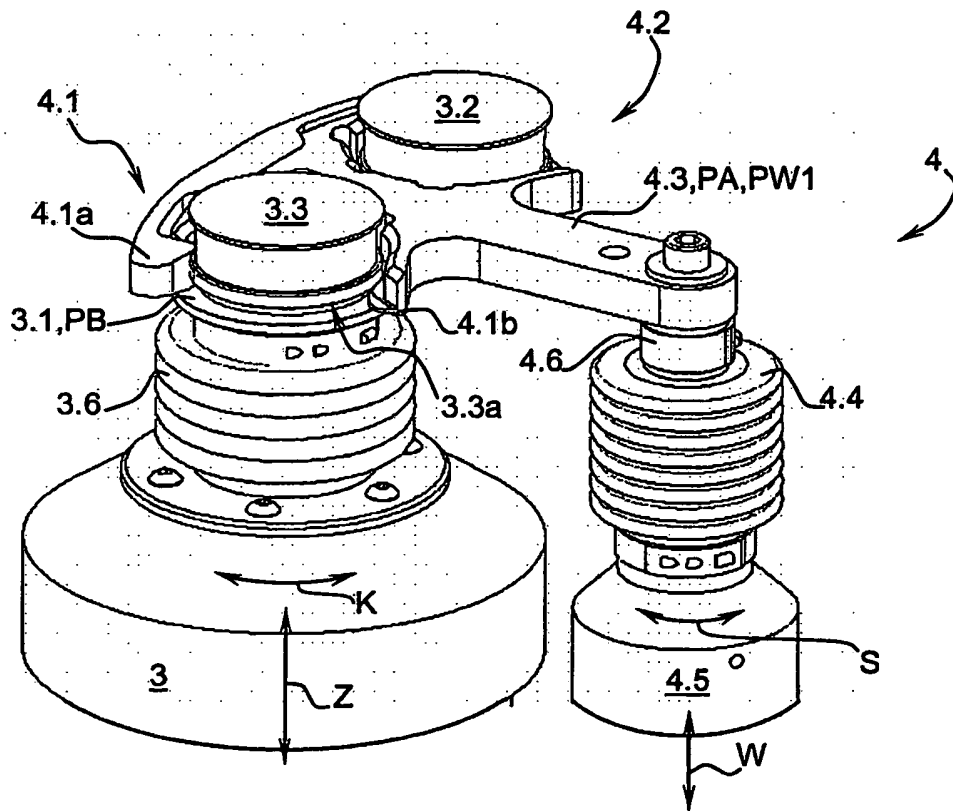


Fig. 3b

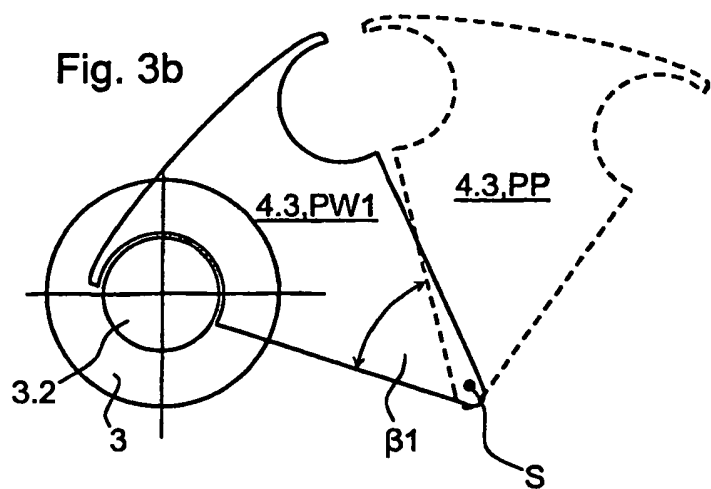


Fig. 4a

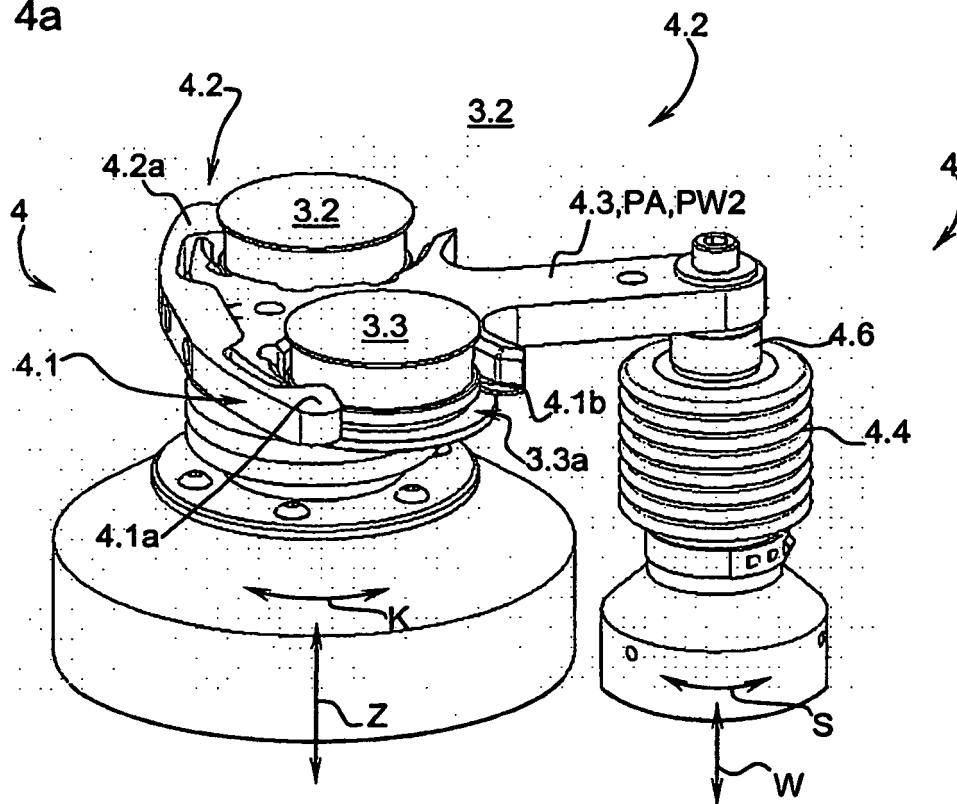


Fig. 4b

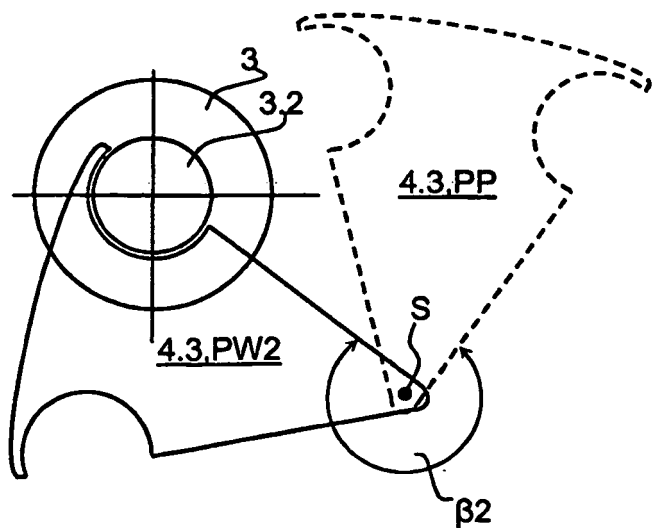


Fig. 5a

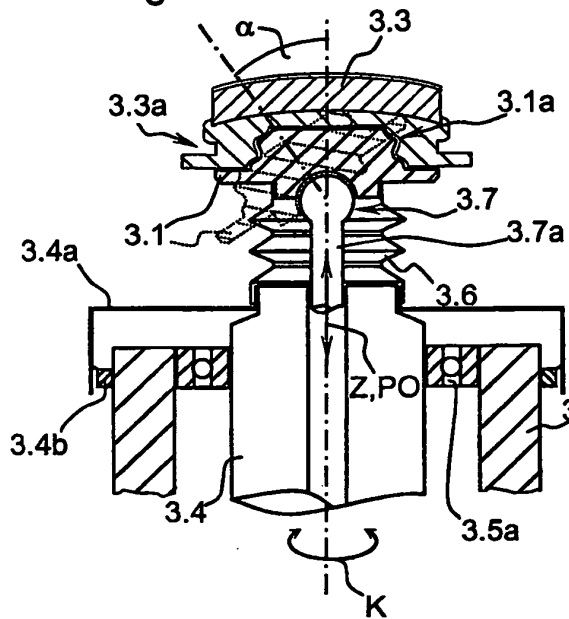


Fig. 5b

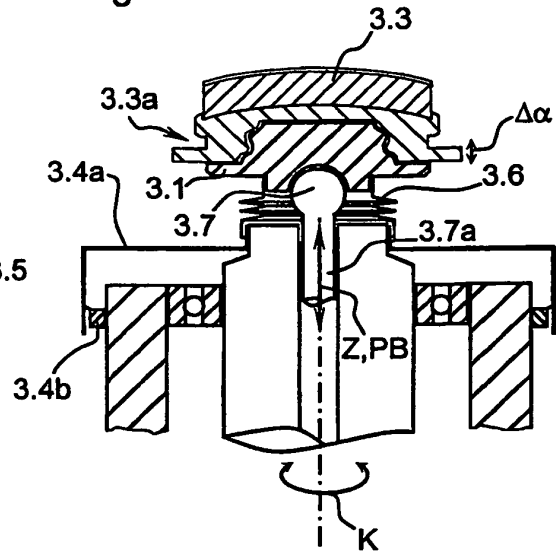
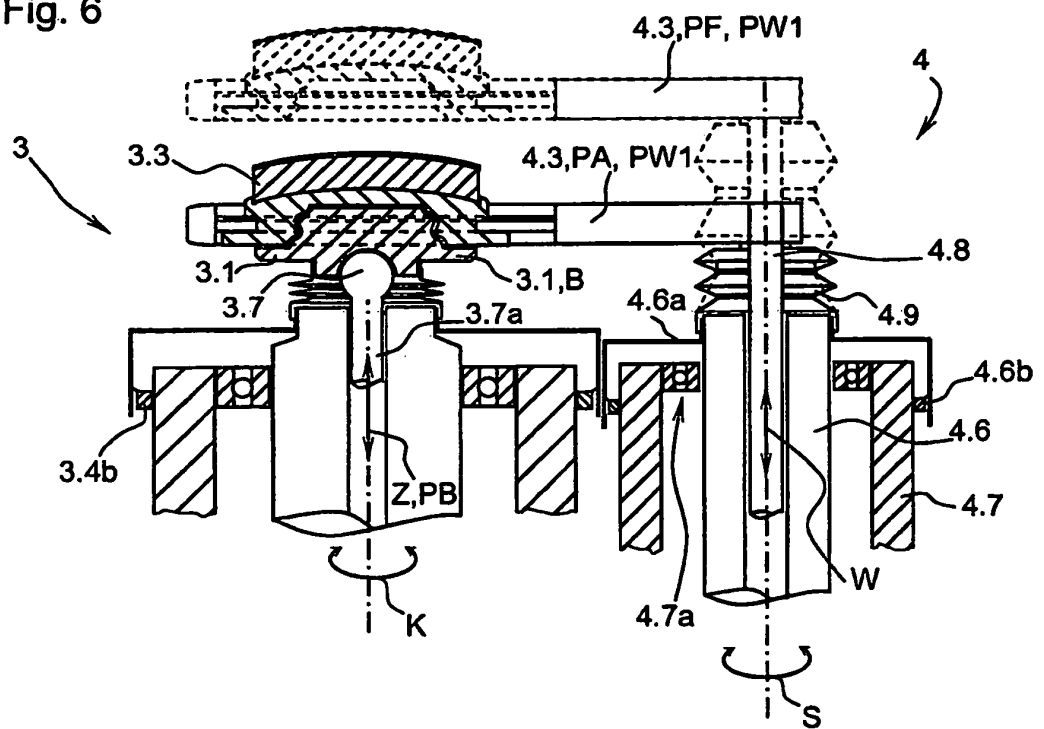


Fig. 6



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 102004021721 B3 [0002]
- DE 10029967 A1 [0006]
- DE 10106659 A1 [0007]