

(19)



(11)

EP 3 206 833 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.04.2019 Patentblatt 2019/14

(51) Int Cl.:
B24B 9/14 (2006.01) B24B 13/00 (2006.01)
B24B 27/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15766400.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/001857

(22) Anmeldetag: **17.09.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/058663 (21.04.2016 Gazette 2016/16)

(54) VORRICHTUNG ZUR FEINBEARBEITUNG VON OPTISCH WIRKSAMEN FLÄCHEN AN INSBESONDERE BRILLENGLÄSERN

FINE MACHINING DEVICE FOR OPTICALLY ACTIVE SURFACES PARTICULARLY ON SPECTACLE LENSES

DISPOSITIF DE FINITION DE SURFACES OPTIQUEMENT ACTIVES PARTICULIÈREMENT SUR LES VERRES DE LUNETTES

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

- **PHILIPPS, Peter**
35794 Dillhausen (DE)
- **KAUFMANN, Andreas**
35644 Hohenarh - Altenkirchen (DE)

(30) Priorität: **15.10.2014 DE 102014015053**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.08.2017 Patentblatt 2017/34

(73) Patentinhaber: **Satisloh AG**
6340 Baar (CH)

(74) Vertreter: **Oppermann, Mark**
Oppermann & Oppermann
Patentanwälte
Am Wiesengrund 35
D-63075 Offenbach (DE)

(72) Erfinder:

- **WALLENDORF, Steffen**
35582 Wetzlar - Dutenhofen (DE)
- **SCHÄFER, Holger**
35789 Weilmünster (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 867 430 EP-A1- 2 011 603
EP-A2- 0 916 448 EP-A2- 2 636 484
DE-A1-102011 014 230 DE-U1-202011 107 121
US-A- 5 906 534

EP 3 206 833 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

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf eine Vorrichtung zur Feinbearbeitung von optisch wirksamen Flächen. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Feinbearbeitung der optisch wirksamen Flächen an Brillengläsern, wie sie in sogenannten "RX-Werkstätten", d.h. Produktionsstätten zur Fertigung von individuellen Brillengläsern nach Rezept in großem Umfang zum Einsatz kommen.

[0002] Wenn nachfolgend beispielhaft für Werkstücke mit optisch wirksamen Flächen von "Brillengläsern" die Rede ist, sollen darunter nicht nur Brillenlinsen aus Mineralglas, sondern auch Brillenlinsen aus allen anderen gebräuchlichen Materialien, wie Polycarbonat, CR 39, HI-Index, etc., also auch Kunststoff verstanden werden.

STAND DER TECHNIK

[0003] Die spanende Bearbeitung der optisch wirksamen Flächen von Brillengläsern kann grob in zwei Bearbeitungsphasen unterteilt werden, nämlich zunächst die Vorbearbeitung der optisch wirksamen Fläche zur Erzeugung der rezeptgemäßen Makrogeometrie und sodann die Feinbearbeitung der optisch wirksamen Fläche, um Vorbearbeitungsspuren zu beseitigen und die gewünschte Mikrogeometrie zu erhalten. Während die Vorbearbeitung der optisch wirksamen Flächen von Brillengläsern u.a. in Abhängigkeit vom Material der Brillengläser durch Schleifen, Fräsen und/oder Drehen erfolgt, werden die optisch wirksamen Flächen von Brillengläsern bei der Feinbearbeitung üblicherweise einem Feinschleif-, Läpp- und/oder Poliervorgang unterzogen, wozu man sich einer entsprechenden Maschine bedient. Insofern soll im Sprachgebrauch der vorliegenden Anmeldung der Begriff "Polieren", auch in Wortzusammensetzungen wie z.B. "Polierwerkzeug" od.dgl., Feinschleif- und Läppvorgänge mit umfassen, in dem Beispiel also Feinschleif- oder Läppwerkzeuge.

[0004] Insbesondere handbeschickte Poliermaschinen in RX-Werkstätten werden meist als "Zwillingsmaschinen" ausgeführt, so dass vorteilhaft die zwei Brillengläser eines "RX-Jobs" - ein Brillenglasrezept besteht stets aus einem Brillenglaspaar - gleichzeitig feinbearbeitet werden können. Solche "Zwillings"-Poliermaschinen sind beispielsweise aus den Druckschriften DE 10 2009 041 442 A1 und DE 10 2011 014 230 A1 bekannt, die im Hinblick auf die Maschinenkinematik den nächstgelegenen Stand der Technik bilden.

[0005] Gemäß etwa der letztgenannten Druckschrift (siehe dort insbesondere die Fig. 1 bis 5) weist eine solche Poliermaschine ein Maschinengehäuse auf, das einen Arbeitsraum begrenzt, in den zwei Werkstückspindeln hineinragen, über die zwei zu polierende Brillengläser mittels eines Drehantriebs um im Wesentlichen parallel zueinander verlaufende Werkstück-Drehachsen

C1, C2 drehend angetrieben werden können. Werkzeugseitig hat die Poliermaschine eine erste Linearantriebseinheit, mittels der ein erster Werkzeugschlitten entlang einer Linearachse X bewegbar ist, die im Wesentlichen senkrecht zu den Werkstück-Drehachsen C1, C2 verläuft, eine Schwenkantriebseinheit, die auf dem ersten Werkzeugschlitten angeordnet ist und mittels der ein Schwenkjoch um eine Schwenk-Stellachse B verschwenkt werden kann, die im Wesentlichen senkrecht zu den Werkstück-Drehachsen C1, C2 und im Wesentlichen senkrecht zu der Linearachse X verläuft, eine zweite Linearantriebseinheit, die auf dem Schwenkjoch angeordnet ist und mittels der ein zweiter Werkzeugschlitten entlang einer Linear-Stellachse Z bewegbar ist, die im Wesentlichen senkrecht zur Schwenk-Stellachse B verläuft, sowie zwei Werkzeugspindeln mit jeweils einem Werkzeugaufnahmeabschnitt, wobei die Werkzeugaufnahmeabschnitte jeweils einer der Werkstückspindeln zugeordnet in den Arbeitsraum hineinragen.

[0006] Jede Werkzeugspindel weist eine Spindelwelle auf, an welcher der jeweilige Werkzeugaufnahmeabschnitt ausgebildet ist und die um eine Werkzeug-Drehachse A1, A2 drehangetrieben in einem Spindelgehäuse gelagert ist, das seinerseits in einem Führungsrohr in Richtung der Werkzeug-Drehachse definiert axial verschiebbar geführt ist. Während die Spindelgehäuse der beiden Werkzeugspindeln an dem zweiten Werkzeugschlitten angeflanscht sind, sind die Führungsrohre an dem Schwenkjoch angebracht, so dass im Ergebnis die Werkzeug-Drehachse A1 bzw. A2 jeder Werkzeugspindel mit der Werkstück-Drehachse C1 bzw. C2 der zugeordneten Werkstückspindel eine Ebene bildet, in der die jeweilige Werkzeug-Drehachse A1 bzw. A2 bezüglich der Werkstück-Drehachse C1 bzw. C2 der zugeordneten Werkstückspindel axial verschiebbar (Linearachse X, Linear-Stellachse Z) und verkipptbar (Schwenk-Stellachse B) ist.

[0007] Aufgrund der gegebenen Bewegungsmöglichkeiten gestattet die vorbekannte Poliermaschine bei einem kompakten Aufbau die paarweise Bearbeitung von Brillengläsern sowohl mit einer sogenannten "Tangential-Polierkinematik", bei der die mit den Werkzeugspindeln axial zugestellten (Z) Polierwerkzeuge unter einem voreingestellten aber festen Schwenkwinkel (B) der Werkzeugspindeln oszillierend mit relativ kleinen Hüben quer (X) über die Brillengläser bewegt werden, als auch mit einer Polierkinematik, bei der die zugestellten (Z) Polierwerkzeuge während ihrer oszillierenden Querbewegung (X) zugleich kontinuierlich verschwenken (B), um der Flächenkrümmung der Brillengläser zu folgen, wobei die Brillengläser und Polierwerkzeuge gleich- oder gegensinnig mit gleichen oder verschiedenen Drehzahlen um ihre Drehachsen (A1, A2, C1, C2) angetrieben werden können (zumindest im Falle der Polierwerkzeuge aber nicht müssen).

[0008] Insofern kann diese Poliermaschine schon vorteilhaft vielfältig eingesetzt werden. Bei bestimmten, schwierig zu polierenden Materialien, wie z.B. Polycar-

bonat- oder HI-Index-Materialien, ist es indes noch wünschenswert, zur Reduzierung der Polierzeiten und/oder zur Erzielung bestimmter Flächenqualitäten mit unterschiedlichen Poliergründen zu arbeiten, was bei dem vorbeschriebenen Stand der Technik einen Wechsel der Polierwerkzeuge erfordern würde. Entsprechendes gilt, wenn sich die aufeinanderfolgend zu polierenden Brillengläser in ihrer Geometrie (Flächenkrümmung, Durchmesser) deutlich unterscheiden. So bedingte Werkzeugwechselzeiten ließen sich für die industrielle Fertigung zwar durch den Einsatz automatisierter Werkzeugwechsler mit Werkzeugmagazinen deutlich reduzieren, dies wäre jedoch mit einem hohen vorrichtungstechnischen Aufwand verbunden.

[0009] Die Druckschrift EP 1 867 430 A1 offenbart schließlich eine Schleif- und Poliermaschine für insbesondere Linsen mit zwei Werkzeugspindeln, die um eine gemeinsame Schwenkachse verschwenkbar sind.

AUFGABENSTELLUNG

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine möglichst einfach und kompakte ausgebildete Vorrichtung zur Feinbearbeitung von optisch wirksamen Flächen an insbesondere Brillengläsern zu schaffen, die möglichst vielfältig einsetzbar ist und damit unterschiedliche Bearbeitungsstrategien erlaubt, ohne dass dies längere Prozesszeiten erfordert.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0011] Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte oder zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Patentansprüche 2 bis 21.

[0012] Erfindungsgemäß umfasst eine Vorrichtung zur Feinbearbeitung von optisch wirksamen Flächen an insbesondere Brillengläsern als Werkstücken eine in einen Arbeitsraum hineinragende Werkstückspindel, über die ein zu polierendes Werkstück um eine Werkstück-Drehachse C drehend antreibbar ist, und zwei der Werkstückspindel zugeordnet und gegenüberliegend in den Arbeitsraum hineinragende Werkzeugspindeln, an denen jeweils ein Polierwerkzeug um eine Werkzeug-Drehachse A, A' drehend antreibbar und entlang der Werkzeug-Drehachse A, A' axial zustellbar (Z) gehalten ist und die relativ zur Werkstückspindel gemeinsam entlang einer im Wesentlichen senkrecht zu der Werkstück-Drehachse C verlaufenden Linearachse X bewegbar und um verschiedene Schwenk-Stellachsen B, B' schwenkbar sind, die im Wesentlichen senkrecht zu der Werkstück-Drehachse C und im Wesentlichen senkrecht zu der Linearachse X verlaufen, wobei die Werkzeugspindeln in Richtung der Linearachse X gesehen hintereinander angeordnet sind.

[0013] Dadurch, dass zunächst die Werkzeugspindeln in Richtung der Linearachse X gesehen hintereinander angeordnet sind, baut die erfindungsgemäße Vorrichtung

vorteilhaft kompakt, was sie für den Einsatz als Polierzelle in einer Poliermaschine mit mehreren erfindungsgemäßen Vorrichtungen prädestiniert. Dabei ist es einem einfachen Aufbau der Vorrichtung wie auch im Hinblick auf die Energieeffizienz förderlich, dass beide Werkzeugspindeln gemeinsam sowohl entlang der Linearachse X bewegbar als auch um die verschiedenen Schwenk-Stellachsen B, B' schwenkbar sind, denn für jede dieser Linear- bzw. Schwenkbewegungen wird somit nur ein Antrieb benötigt.

[0014] Schon eine Poliermaschine, in der nur eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Einsatz kommt (Grundversion), ermöglicht verschiedene Bearbeitungsmethoden und ist damit sehr flexibel: Hier ist zunächst festzuhalten, dass aufgrund der getroffenen Achskonstellation (A, B, C, X, Z) sämtliche oben zum Stand der Technik bereits beschriebenen Polierprozesse mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung an einem Werkstück durchgeführt werden können, ggf. auch ohne eigenen Drehantrieb für das Werkzeug.

[0015] Werden an den zwei Werkzeugspindeln einer Vorrichtung verschiedene Polierwerkzeuge eingesetzt, kann z.B. ein Vor- und Feinpolieren mit unterschiedlichen Polierbelägen in einer Werkstückaufspannung erfolgen, was sehr kurze Polierzeiten bei gleichzeitig erhöhter Flächenqualität ermöglicht.

[0016] Auch ist es möglich, verglichen zum eingangs geschilderten Stand der Technik den Arbeitsbereich der Vorrichtung zu vergrößern, indem verschieden große (Werkzeug-Durchmesser) und/oder verschieden gekrümmte (Werkzeug-Krümmungsradius) Polierwerkzeuge an den zwei Werkzeugspindeln einer Vorrichtung eingesetzt werden. Somit können etwa sehr kleine oder sehr große Werkstücke mit ggf. stark gekrümmten Flächen mit der Vorrichtung bearbeitet werden, ohne hierfür einen Werkzeugwechsel vornehmen zu müssen, was folglich dem Erhalt kurzer Gesamtprozesszeiten dienlich ist.

[0017] Bei einem Einsatz der Vorrichtung in der Rezeptfertigung von Brillengläsern können darüber hinaus sowohl konkav gekrümmte als auch konvex gekrümmte Brillengläser mit demselben Polierwerkzeug oder aber mit entsprechend der jeweiligen Brillenglaskrümmung (cc bzw. cx) geformten Polierwerkzeugen poliert werden. Ein solcher Gemischtbetrieb bei der Polierbearbeitung ist besonders bei den heutzutage zunehmend vorkommenden Brillengläsern mit beidseitig asphärischen oder progressiven Flächen vorteilhaft.

[0018] Weiterhin ist es möglich, an beiden Werkzeugspindeln einer Vorrichtung ein identisches Polierwerkzeug einzusetzen, so dass bei Verschleiß eines Werkzeugs, nach z.B. zuvor festgestellter Anzahl polierter Werkstücke, ein automatischer Spindel- und damit Werkzeugwechsel vorgenommen werden kann.

[0019] Eine weitere Bearbeitungsvariante mit einer Vorrichtung und identischen Polierwerkzeugen wäre die, die Werkzeugspindeln während der Bearbeitung eines Werkstücks oder von Werkstück zu Werkstück abwechselnd zu benutzen. Dies hätte den Vorteil, dass das je-

weils nicht benutzte Polierwerkzeug und die entsprechende Werkzeugspindel nebst Antrieb in der Pause abkühlen könnten, mit den Effekten einer gleichmäßigen Abnutzung, eines kontrollierten Maschinenwärmegangs und/oder erhöhter Werkzeug-Standzeiten.

[0020] Werden in einer Poliermaschine zum gleichzeitigen Polieren von wenigstens zwei Brillengläsern entsprechend der Anzahl der gleichzeitig zu polierenden Brillengläser wenigstens zwei erfindungsgemäße Vorrichtungen als Polierzellen eingesetzt (Ausbauversion), was zweckmäßig durch modularartige Anordnung in einem gemeinsamen Maschinengestell erfolgen kann, werden die möglichen Bearbeitungsstrategien noch vielfältiger. Zunächst muss, im Gegensatz zu einer Poliermaschine gemäß dem eingangs geschilderten Stand der Technik, bei der die zwei Werkzeugspindeln gegenüber den ihnen zugeordneten zwei Werkstückspindeln stets gemeinsam linear- (X) bzw. schwenkbewegt (B) werden, bei der Bearbeitung nur eines Brillenglases - was etwa zur Nacharbeit notwendig sein kann - die andere Werkzeugspindel nicht ohne Funktion und in energetisch ungünstiger Weise mitbewegt werden.

[0021] Darüber hinaus kann in jeder Vorrichtung bzw. Polierzelle der Poliermaschine der für das jeweilige Brillenglasrezept optimale Polierprozess, mit individuell wählbaren Oszillationshuben, Oszillationsfrequenzen, Anstellwinkeln, Drehzahlen, Polierzeiten und Polierdrücken, gefahren werden. Anders als im obigen Stand der Technik muss hier kein Kompromiss eingegangen werden, der bei den vorbekannten Poliermaschinen letztendlich zu längeren Bearbeitungszeiten als nötig und zu schlechteren Flächenqualitäten als möglich führen kann.

[0022] Werden z.B. drei erfindungsgemäße Vorrichtungen als Polierzellen in einer Poliermaschine eingesetzt, kann ein Brillenglaspaar mit individuellen Prozessparametern pro Brillenglas in zwei Polierzellen gleichzeitig bearbeitet werden, während in der dritten Polierzelle - bei geeigneter Werkzeugbestückung - zugleich "Sonderarbeiten", wie die Bearbeitung spezieller Geometrien (z.B. große Durchmesser und/oder starke Krümmungen), Nacharbeit, oder Rezepte mit nur einem Rezeptglas (wenn das zweite Brillenglas ein Serienglas ist), durchgeführt werden können.

[0023] Bei der vorbeschriebenen Ausbauversion einer Poliermaschine können die einzelnen erfindungsgemäßen Vorrichtungen im Maschinengestell z.B. sternförmig um eine zentrale Bedienerposition herum angeordnet sein, was für die Maschinenbeschickung Vorteile haben kann. Derzeit bevorzugt ist es indes, wenn die Vorrichtungen in einer solchen Poliermaschine nebeneinander angeordnet sind, so dass die jeweiligen Linearachsen X, X', X'' im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen, was nicht nur eine platzsparende Anordnung darstellt, sondern auch eine Automation insbesondere des Werkstückwechsels vereinfacht.

[0024] So kann die Poliermaschine in einer noch weiter ausgebauten, automatisierten Version eine Übergabestation mit ggf. einem Förderband, für die Ablage von

Rezeptkästen zur Aufnahme von zu polierenden und polierten Brillengläsern, eine Waschstation zum Waschen der polierten Brillengläser und - zur weiteren Steigerung der Produktivität - ein Portalhandlingsystem umfassen, mittels dessen die Brillengläser automatisch zwischen den Stationen und den Vorrichtungen transportierbar und in der jeweiligen Station bzw. Vorrichtung positionierbar sind. Falls kein Förderband eingesetzt wird, könnte die Übergabestation auch so ausgestaltet werden, dass mehrere Rezeptkästen in vom Portalhandlingsystem erreichbarer Position abgelegt werden könnten, oder in/auf der Übergabestation ein Verschieben der Rezeptkästen mittels des Portalhandlingsystems möglich wäre. Grundsätzlich wäre für die Werkstückhandhabung zwar auch ein Roboterhandling oder Hexapodsystem denkbar, das auf einer Schiene vor den Polierzellen oder an einem Laufwagen hängend vorne oberhalb der Polierzellen verschiebbar angeordnet werden könnte, eine solche Lösung wäre jedoch ungleich teurer.

[0025] Das Portalhandlingsystem kann hierbei in einer vorteilhaften Ausgestaltung eine im Raum bewegbare Saugereinheit zum Halten eines zu polierenden Brillenglases an der zu polierenden optisch wirksamen Fläche sowie einen im Raum bewegbaren Mehrfingergreifer zum Halten eines polierten Brillenglases an dessen Rand aufweisen. Der Vorteil der Verwendung eines Mehrfingergreifers ist, dass dieser die polierte Fläche nicht berührt, sondern nur am Rand des Brillenglases angreift, so dass beim Werkstückhandling die Gefahr von Abdrücken oder Kratzern auf der polierten Fläche gebannt ist. Die Saugereinheit hingegen kann als zuverlässige und robuste Lösung problemlos an Rohteilen zum Einsatz kommen.

[0026] Grundsätzlich wäre es bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung als solchen möglich, dass die Schwenk-Stellachsen B, B' einer Vorrichtung auf - bezogen auf die Linearachse X - unterschiedlichen Höhen liegen, was - unveränderliche Höhe der Werkstückspindel vorausgesetzt - von Werkzeugspindel zu Werkzeugspindel unterschiedliche Axialhübe und/oder Schwenkwinkel der Polierwerkzeuge gestatten bzw. erfordern würde. Auch im Hinblick auf die Möglichkeit der Verwendung von Gleiteilen bevorzugt ist es allerdings, wenn die Schwenk-Stellachsen B, B' in einer gedachten Ebene liegen, die sich entlang der Linearachse X oder parallel dazu erstreckt. Somit hat jede Werkzeugspindel die gleichen kinematischen Randbedingungen; Werkzeughübe und damit Steifigkeiten sind identisch, womit insofern Wahlfreiheit bei der Positionierung der Polierwerkzeuge an der vorderen bzw. hinteren Werkzeugspindel besteht.

[0027] In einfacher und kompakter Ausgestaltung der Werkzeugoszillations- und Werkzeugschwenk-Bewegungsmöglichkeiten mit tunlichst kurzen Verfahrenswegen ist die Anordnung vorzugsweise so getroffen, dass die eine Werkzeugspindel an einem vorderen Schwenkjoch montiert ist, das um die eine Schwenk-Stellachse B definiert verschwenkbar an einem Werkzeugschlitten angelenkt ist, während die andere Werkzeugspindel an ei-

nem hinteren Schwenkjoch montiert ist, welches um die andere Schwenk-Stellachse B' definiert verschwenkbar an demselben Werkzeugschlitten angelenkt ist, der seinerseits entlang der Linearachse X antreibbar bezüglich eines Rahmens geführt ist, welcher den Arbeitsraum umgibt.

[0028] Vorzugsweise ist hierbei zum Bewegen und Positionieren des an zwei mit dem Rahmen verbundenen Führungsstangen geführten Werkzeugschlittens ein bezüglich des Rahmens ortsfester Drehantrieb vorgesehen, der mit einem Kugelgewindetrieb antriebsverbunden ist, welcher eine drehbar gelagerte Kugelrollspindel aufweist, die mit einer drehfest mit dem Werkzeugschlitten verbundenen Mutter eingreift. Prinzipiell wäre zwar auch die Verwendung anderer Linearführungen und Antriebe, z.B. von Linearmotoren od.dgl., denkbar, die obige bevorzugte Ausgestaltung von Führung und Antrieb ist demgegenüber aber preisgünstiger, bei hoher Steifigkeit und Unempfindlichkeit gegen Schmutz.

[0029] Grundsätzlich wäre es möglich, für die Schwenkbewegung jedes Schwenkjochs einen eigenen Antrieb, z.B. einen jeweils zugeordneten Torquemotor vorzusehen. Vorzugsweise ist allerdings zum definierten Verschwenken beider Werkzeugspindeln um die Schwenk-Stellachsen B, B' ein Linearantrieb vorgesehen, der mit seinem einen Ende an dem einen Schwenkjoch mit Abstand zur entsprechenden Schwenk-Stellachse B und mit seinem anderen Ende an dem Werkzeugschlitten angelenkt ist, wobei das eine Schwenkjoch zudem mit dem anderen Schwenkjoch über eine Koppelstange antriebsverbunden ist, die von den Schwenk-Stellachsen B, B' beabstandet mit ihrem einen Ende an dem einen Schwenkjoch und mit ihrem anderen Ende an dem anderen Schwenkjoch angelenkt ist. Somit besitzt die Vorrichtung in bevorzugter Ausgestaltung vorteilhaft nur einen einfachen Antrieb zum Verschwenken von beiden Werkzeugspindeln.

[0030] Was die axiale Zustellbewegung der Polierwerkzeuge angeht, ist es bevorzugt, wenn jede Werkzeugspindel für die axiale Zustellung des jeweiligen Polierwerkzeugs entlang der zugehörigen Werkzeug-Drehachse A, A' eine Kolben-Zylinder-Anordnung aufweist, mit einem in einem Zylindergehäuse aufgenommenen Kolben, der in coaxialer Anordnung mit einer Spindelwelle betätigungswirksam verbunden ist, die zusammen mit der Kolben-Zylinder-Anordnung in einem Spindelgehäuse um die jeweilige Werkzeug-Drehachse A, A' drehbar gelagert ist. Diese Konstruktion zeichnet sich insbesondere durch ein geringes Gewicht aus, wodurch insbesondere Axialbewegungen mit hoher Dynamik gefahren werden können, was wiederum kurze Bearbeitungszeiten bei sehr hoher Polierqualität ermöglicht, da das Polierwerkzeug stets dem Werkstück folgen kann, auch bei relativ starken Abweichungen von der Rotationssymmetrie am Werkstück.

[0031] Hierbei ist das Zylindergehäuse der pneumatisch betätigbaren Kolben-Zylinder-Anordnung vorzugsweise zweiteilig ausgebildet und mit einer Laufhülse aus

Mineralglas ausgekleidet, in welcher der an seiner Lauffläche aus einem Graphitmaterial bestehende Kolben längsverschieblich aufgenommen ist. Ein wesentlicher Vorteil eines solchen "Glaszylinders" resultiert aus seiner sehr geringen Stick-Slip-Neigung: So kann die Vorrichtung auch mit sehr geringen Polierdrücken feinfühlig arbeiten.

[0032] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung kann der Kolben der Kolben-Zylinder-Anordnung ferner über einen dünnen Stab aus einem Federstahl zug- und druckfest mit der Spindelwelle verbunden sein. Ein solches sehr leichtes und spielfreies Kraftübertragungselement sorgt in einfacher Weise für eine radiale Ausgleichsmöglichkeit, wodurch es nicht zu einem Klemmen kommen kann, falls die Mittelachsen des Kolbens bzw. der Kolben-Zylinder-Anordnung und der Spindelwelle nicht korrekt fluchten.

[0033] Ist ein Drehantrieb am Polierwerkzeug gewünscht, kann das Zylindergehäuse außenumfangsseitig mit einer Verzahnung zum Angriff eines Zahnriemens versehen sein, der über einen am jeweiligen Schwenkjoch angeflanschten Motor mit Riemenscheibe antreibbar ist, um die Kolben-Zylinder-Anordnung und damit die Spindelwelle um die jeweilige Werkzeug-Drehachse A, A' zu drehen. Ein solcher Drehantrieb mittels Standardantriebselementen ist nicht nur kostengünstig, sondern hat - gegenüber einem ebenfalls denkbaren, coaxial zur Spindelwelle angeordneten Drehantrieb, wie im gattungsbildenden Stand der Technik gezeigt und beschrieben - den Vorteil geringer bewegter Massen, was wiederum einer hohen Qualität der polierten Fläche bei kurzen Prozesszeiten förderlich ist. Als weitere, besonders verschleißarme Alternative zur Übertragung des Drehmoments von einem parallel zur Spindelwelle angeordneten Drehantrieb auf die Spindelwelle ist auch der Einsatz eines Zahnradgetriebes denkbar. Dabei kann antriebsseitig ein Zahnrad aus Stahl vorgesehen sein, welches mit einem spindelseitigen, aus Kunststoff gefertigten Zahnrad gleicher Größe kämmt (Übersetzungsverhältnis 1:1), wobei beide Zahnräder mit einer Schrägverzahnung versehen sein können, so dass die Zahnradpaarung im Ergebnis auch sehr geräuscharm läuft.

[0034] Entsprechende Massenvorteile gelten für eine bevorzugte Konstruktion, bei der zur Drehmomentübertragung von dem Zylindergehäuse der Kolben-Zylinder-Anordnung auf die Spindelwelle eine Nutwellenführung - also erneut kostengünstige Standardelemente - vorgesehen ist, mit in der Spindelwelle ausgebildeten Führungsnuten und einer damit über ein Axiallagerelement eingreifenden Flanschmutter, die drehfest mit dem Zylindergehäuse verbunden ist.

[0035] Im weiteren Verfolg des Erfindungsgedankens kann das Polierwerkzeug einen axial- und drehmitnahmefähig an der jeweiligen Spindelwelle befestigbaren Werkzeugaufnahmekopf aufweisen, an dem ein Polierteller auswechselbar gehalten ist, wozu ein Grundkörper des Poliertellers und der Werkzeugaufnahmekopf mit komplementären Strukturen zur axialen Verrastung und

zur Drehmitnahme des Poliertellers mit dem Werkzeugaufnahmekopf versehen sind. Dies bewirkt zum einen eine unkomplizierte Austauschbarkeit des Poliertellers sowie einen sicheren Halt des Poliertellers an der jeweiligen Werkzeugspindel, zum anderen eine definierte, formschlüssige Drehmomentübertragung zwischen Werkzeugaufnahmekopf und Polierteller während der Polierbearbeitung.

[0036] Hierbei kann der Werkzeugaufnahmekopf ein Kugelgelenk besitzen, mit einem in einer Kugelpfanne aufgenommenen Kugelkopf, der an einem an der Spindelwelle der jeweiligen Werkzeugspindel befestigbaren Kugelstift ausgebildet ist, während die Kugelpfanne in einer Aufnahmeplatte ausgeformt ist, mit welcher der Polierteller verrastbar ist. Dies ermöglicht auf einfache Weise eine Verkipfung des Poliertellers gegenüber der Spindelwelle der jeweiligen Werkzeugspindel bei der Polierbearbeitung, so dass der Polierteller den unterschiedlichsten Brillenglasgeometrien, selbst z.B. zylindrischen Flächen oder Progressivflächen mit hohen Additionen, leicht folgen kann. Darüber hinaus gestattet die Verkipparbeit des Poliertellers vorteilhaft die Durchführung von Polierprozessen mit der bereits angesprochenen "Tangential-Polierkinematik", wobei sich der Polierteller am Brillenglas winkelmäßig auszurichten vermag.

[0037] In einer bevorzugten Ausgestaltung kann der Kugelkopf eine Aufnahmebohrung für einen Querstift aufweisen, der sich durch den Kugelkopf hindurch erstreckt und auf beiden Seiten des Kugelkopfs mit zugeordneten Aussparungen in der Kugelpfanne eingreift, um die Aufnahmeplatte drehmitnahmefähig mit dem Kugelstift zu verbinden. Eine derartige Ausgestaltung des Kugelkopfs als Kardangelenkt gestattet es auf einfache Weise, den Polierteller drehend anzutreiben, was, verglichen zu einer ebenfalls denkbaren, bloßen reibungsbewirkten Drehmitnahme des Poliertellers mit dem Brillenglas, wesentlich kürzere Polierzeiten ermöglicht. Hinsichtlich Verkipparbeit und Drehantriebsmöglichkeit Ähnliches könnte zwar grundsätzlich auch mittels eines homokinetischen Gelenks realisiert werden, dies wäre jedoch mit einem deutlich größeren Aufwand und höheren Kosten verbunden.

[0038] Weiterhin ist es bevorzugt, wenn sich die Aufnahmeplatte über ein elastisches Ringelement an einem kugelstiftseitigen Abstützflansch derart federnd abstützt, dass der mit der Aufnahmeplatte verrastete Polierteller bestrebt ist, sich mit seiner Mittelachse mit dem Kugelstift und damit der Spindelwelle der jeweiligen Werkzeugspindel auszufluchten. Hierdurch wird der Polierteller an zu starken Kippbewegungen gehindert, was sich zum einen insbesondere während der Bewegungsumkehr bei dem erwähnten Oszillieren des Poliertellers über dem Brillenglas günstig auswirkt, da der Polierteller nicht wegnicken und in der Folge am Brillenglas verklemmen kann. Zum anderen ist eine solche elastische Abstützung der Aufnahmeplatte des Polierwerkzeugs beim Montieren bzw. Aufsetzen des Poliertellers von Vorteil, weil die Aufnahmeplatte mit leichtem Zwang eine definierte Lage

einnimmt. Das Zusammenfahren von Polierteller und Brillenglas kann darüber hinaus infolge der elastischen (Vor)Orientierung der Aufnahmeplatte so erfolgen, dass der Polierteller im Wesentlichen axial orientiert auf dem Brillenglas aufsetzt, und nicht etwa verkippt, was bei besonders dicken bzw. hochbauenden Poliertellern zu Problemen führen könnte. Grundsätzlich wäre es zwar auch möglich, eine solche (Vor)Orientierung des Poliertellers mittels eines pneumatisch beaufschlagbaren Gummibalgs an der Aufnahmeplatte zu bewerkstelligen, dies wäre jedoch ungleich aufwändiger.

[0039] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Vorrichtung ist der Werkzeugaufnahmekopf in einer axial eingefahrenen Stellung der Spindelwelle mit dem Zylindergehäuse oder einem damit drehfest verbundenen Teil mittels einer Rasteinrichtung verrastbar. In der eingefahrenen Stellung der Spindelwelle muss somit vorteilhaft keine Energie aufgewendet werden - wie z.B. beim Anlegen eines Unterdrucks an die vorbeschriebene Kolben-Zylinder-Anordnung der Werkzeugspindel - um den Werkzeugaufnahmekopf für beispielsweise einen Wechsel des Poliertellers in der eingefahrenen Stellung zu halten. Zwar wären hierzu auch andere Maßnahmen denkbar, wie etwa eine Haltelösung mit permanenter oder elektrisch erzeugter Magnetkraft, diese wären aber aufwändiger und möglicherweise im Hinblick auf eine einfache Erzielung geringer Losbrechmomente problematisch.

[0040] In zweckmäßiger, weil kostengünstiger und leichter Ausgestaltung kann die Rasteinrichtung eine Mehrzahl von über dem Umfang des Werkzeugaufnahmekopfs verteilten, entlang der jeweiligen Werkzeug-Drehachse A, A' vorstehenden Federvorsprüngen aufweisen, die formschlüssig mit Nasen in eine Ringnut eingreifen, welche an dem Zylindergehäuse oder dem damit drehfest verbundenen Teil ausgebildet ist. Derartige Teile können problemlos aus Kunststoff hergestellt werden, bei größeren Stückzahlen ggf. auch spritzgusstechnisch.

[0041] Schließlich ist es besonders bevorzugt, wenn ein unterer Bereich des Arbeitsraums, in den die Werkstückspindel hineinragt, durch eine aus einem Kunststoffmaterial einstückig tiefgezogene Wanne mit stufenfreien Wandflächen begrenzt ist. Vorteile einer solchen, ggf. auch hydrophob beschichteten Wanne bestehen neben deren Korrosionsbeständigkeit darin, dass - im Vergleich zu einer ebenfalls denkbaren, geschweißten Edelstahlwanne - das Poliermittel sehr gut abläuft, der Arbeitsraum leicht zu reinigen und gut dicht zu halten ist.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0042] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten, teilweise vereinfachten bzw. schematischen und nicht maßstabsgerechten Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Polierma-

schine für Brillengläser von schräg oben / vorne rechts mit drei parallel angeordneten, erfindungsgemäßen Vorrichtungen zur Feinbearbeitung der optisch wirksamen Flächen der Brillengläser als Polierzellen, einer Brillenglas-Waschstation rechts daneben, einem Förderband für Rezeptkästen sowie einem Portal-handlingsystem zum Transport der Brillengläser, wobei zur Freigabe der Sicht auf wesentliche Bauteile bzw. Baugruppen der Maschine und zur Vereinfachung der Darstellung insbesondere die Bedieneinheit und Steuerung, Teile der Verkleidung, Türmechanismen und Scheiben, weitere Ablagen für Werkstücke und Werkzeuge, die Versorgungseinrichtungen (einschließlich Leitungen, Schläuche und Rohre) für Strom, Druckluft und Poliermittel, der Poliermittelrücklauf sowie die Mess-, Wartungs- und Sicherheitseinrichtungen weggelassen wurden;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht der von der Poliermaschine gemäß Fig. 1 getrennten, dort rechten erfindungsgemäßen Vorrichtung von schräg oben / vorne links als separierte Polierzelle, wobei sich ein Werkzeugschlitten (Linearachse X) für die Werkzeugspindeln in einer zurückgezogenen Stellung befindet und ein nach unten von einer Wanne begrenzter Arbeitsraum mittels einer faltenbalgartigen Arbeitsraumabdeckung und einer Schiebetür verschlossen ist;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 2 von schräg oben / hinten rechts, bei der gegenüber der Darstellung in Fig. 2 die den Arbeitsraum begrenzenden Teile (Wanne, Schiebetür, faltenbalgartige Arbeitsraumsabdeckungen) sowie die Werkstück- und Werkzeugspindeln weggelassen wurden, insbesondere zur Veranschaulichung eines Linearantriebs für die Schwenk-Stellachsen B, B';

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 2 von schräg oben / vorne rechts, erneut unter Weglassung der den Arbeitsraum begrenzenden Teile sowie der Werkzeugspindeln und zudem des Linearantriebs für die Schwenk-Stellachsen B, B', aber mit dargestellter Werkstückspindel (Werkstück-Drehachse C), insbesondere zur Veranschaulichung von Schwenkjochen (Schwenk-Stellachsen B, B') für die hintereinander angeordneten Werkzeugspindeln im Werkzeugschlitten (Linearachse X);

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 2 von schräg unten / vorne rechts,

mit Darstellung sämtlicher Bewegungsachsen bzw. -möglichkeiten (Werkzeug-Drehachsen A, A'; Schwenk-Stellachsen B, B'; Werkstück-Drehachse C; Linearachse X; Zustellachsen Z, Z') für den Polierprozess;

Fig. 6 eine Längsschnittansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 2 ohne Weglassung von in Fig. 2 gezeigten Bauteilen, mit dem Werkzeugschlitten (Linearachse X) in der zurückgezogenen Stellung, wobei zur Werkstückbeschickung im vorderen Bereich des Arbeitsraums die Schiebetür geöffnet und die vordere faltenbalgartige Arbeitsraumabdeckung zurückgezogen ist;

Fig. 7 eine der Fig. 6 hinsichtlich des Schnittverlaufs entsprechende Längsschnittansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 2, mit dem Werkzeugschlitten (Linearachse X) in einer für einen Werkzeugwechsel vorgefahrenen Stellung, in der die Werkzeugspindeln nach vorne geschwenkt (Schwenk-Stellachsen B, B') und zudem das Werkzeug an der hinteren Werkzeugspindel ausgefahren ist (Zustellachse Z'), bei erneut geöffneter Schiebetür im vorderen Bereich des Arbeitsraums, wobei gegenüber der Fig. 6 zur Vereinfachung der Darstellung an den Werkzeugspindeln vorgesehene Faltenbälge weggelassen wurden;

Fig. 8 eine Längsschnittansicht der in dem teilweise aufgebrochen dargestellten vorderen Schwenkjoch der Vorrichtung gemäß Fig. 2 aufgenommenen vorderen Werkzeugspindel mit einem Polierwerkzeug, an dessen Werkzeugaufnahmekopf ein Polierteller lösbar gehalten ist, der sich mit einer zu bearbeitenden Fläche in Bearbeitungseingriff befindet, wobei sich das Polierwerkzeug in einer gegenüber der Werkzeugspindel ausgefahrenen (Zustellachse Z), unteren Stellung befindet und der zugeordnete Faltenbalg zur Vereinfachung der Darstellung weggelassen wurde; und

Fig. 9 ein Halbschnitt der vorderen Werkzeugspindel mit Polierwerkzeug gemäß Fig. 8 im unmontierten Zustand, erneut ohne Faltenbalg zwischen Polierwerkzeug und Werkzeugspindel, wobei sich das Polierwerkzeug mit dem Polierteller in einer gegenüber der Werkzeugspindel eingefahrenen (Zustellachse Z), oberen Stellung befindet, in der der Werkzeugaufnahmekopf des Polierwerkzeugs an der Werkzeugspindel verastet ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DES AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

[0043] In Fig. 1 ist - als bevorzugter Anwendungsfall bzw. Einsatzort einer Vorrichtung 10 zur Feinbearbeitung von optisch wirksamen Flächen cc, cx an Werkstücken, wie z.B. Brillengläsern L (vgl. Fig. 8) - eine Poliermaschine mit 11 beziffert. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind entsprechend der Anzahl der zu polierenden Brillengläser L drei solcher Vorrichtungen 10, 10', 10'' mit jeweils identischem Aufbau in einem gemeinsamen Maschinengestell 12 als Polierzellen angeordnet. Wie nachfolgend unter Bezugnahme auf die Fig. 2 bis 7 stellvertretend für alle drei Vorrichtungen 10, 10', 10'' anhand der in Fig. 1 rechten Vorrichtung 10 noch detailliert erläutert werden wird, hat die Vorrichtung 10 eine in einen Arbeitsraum 13 hineinragende Werkstückspindel 14, über die ein zu polierendes Brillenglas L, welches üblicherweise mittels eines Blockmaterials M an einem Blockstück S zur Aufnahme in der Werkstückspindel 14 gehalten ist (siehe wiederum Fig. 8), um eine Werkstück-Drehachse C drehend angetrieben werden kann. Ferner weist die Vorrichtung 10 zwei der Werkstückspindel 14 zugeordnet und gegenüberliegend in den Arbeitsraum 13 hineinragende Werkzeugspindeln 16, 16' auf, an denen jeweils ein Polierwerkzeug 18, 18' um eine Werkzeug-Drehachse A, A' drehend antreibbar und entlang der Werkzeug-Drehachse A, A' axial zustellbar (Zustellachsen Z, Z') gehalten ist. Die Werkzeugspindeln 16, 16' sind relativ zur Werkstückspindel 14 gemeinsam entlang einer im Wesentlichen senkrecht zu der Werkstück-Drehachse C verlaufenden Linearachse X bewegbar und um verschiedene Schwenk-Stellachsen B, B' schwenkbar, die im Wesentlichen senkrecht zu der Werkstück-Drehachse C und im Wesentlichen senkrecht zu der Linearachse X verlaufen. Dabei sind die Werkzeugspindeln 16, 16' in Richtung der Linearachse X gesehen hintereinander angeordnet. Dieser für die Vorrichtung 10 wesentliche Aufbau ist am besten in Fig. 5 zu sehen.

[0044] Bevor die einzelne Vorrichtung 10 ausführlich beschrieben wird sollen zunächst anhand der Fig. 1 noch weitere Details ihrer Einbausituation in der Poliermaschine 11 erläutert werden. Gemäß Fig. 1 sind die einzelnen, unabhängig voneinander betreibbaren Vorrichtungen 10, 10', 10'' in dem Maschinengestell 12 modular - und als jeweiliges Modul ggf. separat auswechselbar - in kompakter Weise so nebeneinander angeordnet, dass die jeweiligen Linearachsen X, X', X'' im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen. Diese Modulbauweise erlaubt durch identische Baugruppen eine gemeinsame Fertigung mit entsprechenden Stückzahl-Vorteilen, außerdem gestattet sie eine flexible Montage verschiedener manueller oder automatisierter Varianten.

[0045] So ist in dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel rechts neben der Vorrichtung 10 eine an sich bekannte Waschstation 20 zum Waschen der polierten Brillengläser L im Maschinengestell 12 montiert, und rechts daneben eine Übergabestation 21, hier mit

einem Förderband 22 versehen, für die Ablage von in der Brillenglasfertigung üblichen Rezeptkästen 23 zur Aufnahme von zu polierenden und polierten Brillengläsern L. Mittels des Förderbands 22 können die Rezeptkästen 23 entsprechend dem in Fig. 1 am Förderband 22 eingezeichneten Bewegungspfeil in der Poliermaschine 11 vor und zurück bewegt werden.

[0046] Des Weiteren weist die hier gezeigte automatisierte Variante der Poliermaschine 11 ein Portalhandlingsystem 24 auf, mittels dessen die Brillengläser L automatisch zwischen den Stationen 20, 21 und den Vorrichtungen 10, 10', 10'' transportiert und in der jeweiligen Station 20, 21 bzw. Vorrichtung 10, 10', 10'' positioniert werden können. Hierfür hat das Portalhandlingsystem 24 eine im Raum bewegbare Saugereinheit 25 zum Halten eines zu polierenden Brillenglases L an der zu polierenden optisch wirksamen Fläche cc sowie einen im Raum bewegbaren Mehrfingergreifer 26 zum Halten eines polierten Brillenglases L an dessen Rand. Die angesprochenen Bewegungsmöglichkeiten im Raum sind in Fig. 1 durch Bewegungspfeile x, y, z (horizontale bzw. vertikale Linearbewegungen) sowie b (Kippbewegung um eine zur horizontalen Bewegungsrichtung y parallele Querachse) angedeutet.

[0047] Genauer gesagt hat das Portalhandlingsystem 24 zwei x-Lineareinheiten 28, 28' für die Erzeugung der x-Bewegung, die oben an der Poliermaschine 11 zu beiden Seiten des Maschinengestells 12 angeordnet sind. Deren x-Schlitten 29, 29' tragen jeweils eine Schwenkhalterung 30, 30', die unter Zuhilfenahme eines Pneumatikzylinders 31 eine Verkipfung einer an den Schwenkhalterungen 30, 30' angebrachten, das "Portal" bildenden y-Lineareinheit 32 für die Erzeugung der y-Bewegung um ca. 20° ermöglicht. Durch diese Maßnahme kann eine an einem y-Schlitten 33 der y-Lineareinheit 32 angebrachte z-Lineareinheit 34 aus der Vertikalen verkippt werden, um an eine in den Zeichnungen nicht zu erkennende Werkstückspindel-Schrägstellung angepasst zu werden, die sich in dem im Maschinengestell 12 montierten Zustand der Vorrichtungen 10, 10', 10'' ergibt. An der z-Lineareinheit 34 sind die Saugereinheit 25 und der Mehrfingergreifer 26 längsverschieblich montiert, und zwar derart, dass sie mittels eines gemeinsamen Antriebs gegenläufig bewegt werden können, d.h. wenn die Saugereinheit 25 nach unten gefahren wird fährt zugleich der Mehrfingergreifer 26 nach oben und umgekehrt.

[0048] Insoweit ist für den Fachmann ersichtlich, dass ein zu polierendes Brillenglas L mittels der Saugereinheit 25 des Portalhandlingsystems 24 aus einem Rezeptkasten 23 auf der Übergabestation 21 durch Verfahren der z-Lineareinheit 34 herausgehoben (z) werden kann, so dann im Raum bewegt (b, x, y) und an der schräggestellten Werkstückspindel 14 der gewünschten Vorrichtung 10, 10', 10'' zur Polierbearbeitung eingesetzt (z) werden kann. Nach der Polierbearbeitung kann das fertig polierte Brillenglas L mittels des Mehrfingergreifers 26 aus der jeweiligen Vorrichtung 10, 10', 10'' herausgehoben (z),

zur Waschstation 20 transportiert (b, x, y) und in diese eingesetzt (z) werden, um durch Waschen Poliermittelreste zu entfernen. Das saubere Brillenglas L kann abschließend mittels des Mehrfingergreifers 26 aus der Waschstation 20 herausgehoben (z), zum jeweiligen Rezeptkasten 23 auf der Übergabestation 21 bewegt (x, y) und darin abgesetzt (z) werden. Die Brillengläser L können demnach so oder in analoger Weise mittels des Portalhandlingsystems 24 wie gewünscht bzw. notwendig zwischen den Vorrichtungen 10, 10', 10'' und Stationen 20, 21 hin und her transportiert werden.

[0049] Zur weiteren Beschreibung der Vorrichtung 10 sei nun auf die Fig. 2 bis 7 Bezug genommen. Gemäß insbesondere Fig. 4 ist der Arbeitsraum 13 der Vorrichtung 10 von einem Rahmen 36 umgeben, der z.B. als Schweißkonstruktion aus Stahlteilen ausgeführt sein kann. Nach oben ist der Arbeitsraum 13 durch eine faltenbalgartige Arbeitsraumabdeckung 38 abdeckbar, nach vorne durch eine Schiebetür 39 verschließbar. Zum Öffnen des Arbeitsraums 13 für einen Zugriff von außen kann die seitlich geeignet geführte Arbeitsraumabdeckung 38 mittels eines Pneumatikzylinders 40 verschoben bzw. zurückgezogen werden. Auch für die Bewegung der seitlich geführten Schiebetür 39 ist ein Pneumatikzylinder 41 vorgesehen, der geeignet zwischen der Schiebetür 39 und dem Rahmen 36 angelenkt ist. Nach unten ist der Arbeitsraum 13 durch eine aus einem Kunststoffmaterial einstückig tiefgezogene, geeignet am Rahmen 36 befestigte Wanne 42 mit stufenfreien Wandflächen und einer Aufnahmeöffnung 43 für die Werkstückspindel 14 begrenzt (vgl. die Fig. 6 und 7), durch die sich die Werkstückspindel 14 am Umfang geeignet abgedichtet von unten hindurch erstreckt, um in einen unteren Bereich des Arbeitsraums 13 hineinzuragen. In den Fig. 6 und 7 ist ebenfalls eine Ablauföffnung 44 für das flüssige Poliermittel zu sehen, die sich in dem im Maschinengestell 12 montierten, gegenüber der Darstellung in den Fig. 6 und 7 nach links unten verkippten Zustand der Vorrichtung 10 am tiefsten Punkt der Wanne 42 befindet.

[0050] Wie in den Fig. 3 bis 7 zu erkennen ist weist der Rahmen 36 eine Bodenplatte 45 auf, an der die Werkstückspindel 14 unterhalb der Aufnahmeöffnung 43 in der Wanne 42 von oben angeflanscht ist (siehe insbesondere die Fig. 4, 6 und 7). An ihrem in den Arbeitsraum 13 hineinragenden Ende hat die Werkstückspindel 14 eine Spannzange 46, die über einen nicht näher dargestellten Betätigungsmechanismus betätigt werden kann, um ein auf einem Blockstück S aufgeblocktes Brillenglas L axial fest und drehmitnahmefähig an der Werkstückspindel 14 zu spannen. Mit 47 ist ein unterhalb der Bodenplatte 45 befestigter Pneumatikzylinder für besagten Betätigungsmechanismus beziffert (vgl. die Fig. 5 bis 7), mittels dessen die Spannzange 46 auf an sich bekannte Weise geöffnet bzw. geschlossen werden kann. Wie ebenfalls in den Fig. 5 bis 7 zu erkennen ist, ist ein Drehantrieb 48 - im dargestellten Ausführungsbeispiel ein drehzahlgesteuerter Asynchron-Drehstrommotor - von unten an der Bodenplatte 45 angeflanscht. Ebenfalls un-

terhalb der Bodenplatte 45 ist der Drehantrieb 48 bei 49 mittels eines Zahnriementriebs mit der wälzgelagerten Spindelwelle der Werkstückspindel 14 antriebsverbunden, so dass der Drehantrieb 48 die Werkstückspindel 14 mit vorbestimmter Drehzahl und Drehrichtung drehend anzutreiben vermag (Werkstück-Drehachse C).

[0051] Oberhalb der Werkstückspindel 14 ist für die gemeinsame Bewegung der Werkzeugspindeln 16, 16' ein Werkzeugschlitten 50 vorgesehen, der entlang der Linearachse X antreibbar bezüglich des Rahmens 36 geführt ist. Genauer gesagt ist zum Bewegen und Positionieren des an zwei parallelen, mit dem Rahmen 36 auf gegenüberliegenden Seiten verbundenen Führungsstangen 51, 52 geführten Werkzeugschlittens 50 ein am Rahmen 36 ortsfest montierter Drehantrieb 53 vorgesehen, der mit einem Kugelgewindetrieb 54 antriebsverbunden ist. Letzterer weist eine an beiden Enden drehbar gelagerte, axial feste Kugelrollspindel 55 auf, die mit einer drehfest mit dem Werkzeugschlitten 50 verbundenen Mutter 56 eingreift. Hierbei ist der Werkzeugschlitten 50 gemäß den Fig. 3 bis 5 an der einen Führungsstange 51 lediglich über ein Axiallager 57 (Kugelbuchse) geführt, während er an der anderen Führungsstange 52 über zwei in Richtung der Führungsstange 52 axial voneinander beabstandete Axiallager 58 (Kugelbuchsen) geführt ist, von denen in den Fig. 2 und 4 lediglich das vordere Axiallager 58 zu sehen ist. Bei dem Drehantrieb 53 zum Bewegen des Werkzeugschlittens 50 handelt es sich um einen Servomotor, der über z.B. eine Metallbalgkupplung 59 mit der Kugelrollspindel 55 verbunden ist. Die so aufgebaute, im Wesentlichen horizontal verlaufende Linearachse X ist CNC-lagegeregelt; zur Vereinfachung der Darstellung ist das zugehörige Wegmesssystem jedoch nicht gezeigt.

[0052] Wie am besten in den Fig. 2, 4 und 5 zu erkennen ist, ist der Werkzeugschlitten 50 als Rahmenkonstruktion ausgebildet, mit einer in einer Draufsicht gesehen im Wesentlichen rechteckigen, inneren Öffnung 60 zur Aufnahme der beiden schwenkbaren Werkzeugspindeln 16, 16'. Hierbei ist die eine, vordere Werkzeugspindel 16 an bzw. in einem vorderen Schwenkjoch 61 montiert, das um die eine Schwenk-Stellachse B definiert verschwenkbar zu beiden Seiten der Öffnung 60 an dem Werkzeugschlitten 50 angelenkt ist, während die andere Werkzeugspindel 16' an einem hinteren Schwenkjoch 62 montiert ist, welches hinter dem vorderen Schwenkjoch 61 um die andere Schwenk-Stellachse B' definiert verschwenkbar - erneut zu beiden Seiten der Öffnung 60 - an dem Werkzeugschlitten 50 angelenkt ist. Die entsprechenden, auf beiden Seiten der Öffnung 60 vorhandenen, schlittenseitigen bzw. jochseitigen Lagerstellen sind in den Fig. 4 und 5 bei 63 bzw. 64 zu sehen. Aus der diesbezüglich schematischen Darstellung in den Fig. 6 und 7 ergibt sich zur Höhe der Lagerstellen 63, 64, dass die beiden Schwenk-Stellachsen B, B' in einer gedachten Ebene liegen, die sich entlang der Linearachse X bzw. parallel dazu erstreckt.

[0053] Für den Antrieb der Schwenkjochs 61, 62, d.h.

zum definierten gemeinsamen Verschwenken beider Werkzeugspindeln 16, 16' um die Schwenk-Stellachsen B, B' ist ein weiterer Linearantrieb 65 vorgesehen, der mit seinem einen Ende an dem vorderen Schwenkjoch 61 mit Abstand zur entsprechenden Schwenk-Stellachse B und mit seinem anderen Ende an dem Werkzeugschlitten 50 angelenkt ist. Genauer gesagt handelt es sich im dargestellten Ausführungsbeispiel bei dem Linearantrieb 65 um einen handelsüblichen, sogenannten "Elektrozylinder", mit einer Betätigungsstange 66, die über einen Drehantrieb 67 und ein Getriebe 68 bei entsprechender Bestromung des Drehantriebs 67 ein- bzw. ausgefahren werden kann. Wird der Drehantrieb 67 nicht bestromt, liegt im Getriebe 68 Selbsthemmung vor, d.h. die Betätigungsstange 66 verbleibt bei - nicht übermäßigen - äußeren Kräften in ihrer jeweiligen Ausfahrstellung; ein integriertes Messsystem kann die jeweilige Position zur rückmelden. Dieser Linearantrieb 65 ist an seinem antriebsseitigen Ende an einer am Werkzeugschlitten 50 montierten Haltegabel 69 verschwenkbar gelagert, während am anderen Ende des Linearantriebs 65 die Betätigungsstange 66 an einem gabelförmigen Schwenkarm 70 verschwenkbar angreift, der an dem vorderen Schwenkjoch 61 befestigt ist (siehe in diesem Bereich die Schrauben in den Fig. 2 bis 4). Zur Übertragung der Schwenkbewegung von dem vorderen Schwenkjoch 61 auf das hintere Schwenkjoch 62 sind die beiden Schwenkjoche 61, 62 über eine Koppelstange 71 antriebsverbunden, die von den Schwenk-Stellachsen B, B' beabstandet, nämlich oberhalb von Letzteren mit ihrem einen Ende an dem vorderen Schwenkjoch 61 (Lagerstelle 72) und mit ihrem anderen Ende an dem hinteren Schwenkjoch 62 (Lagerstelle 73) angelenkt ist.

[0054] Insoweit ist ersichtlich, dass bei der wie oben beschrieben ausgebildeten Gelenkkette ein definiertes axiales Aus- bzw. Einfahren der Betätigungsstange 66 dazu führt, dass die Schwenkjoche 61, 62 in definierter Weise um die Schwenk-Stellachsen B, B' verschwenkt werden, wodurch die zentrisch im jeweiligen Schwenkjoch 61 bzw. 62 angeordneten Werkzeugspindeln 16, 16' - in stets paralleler Ausrichtung zueinander - verschwenkt werden.

[0055] Weitere Einzelheiten zu den Werkzeugspindeln 16, 16' sind den Fig. 8 und 9 zu entnehmen, die exemplarisch für die beiden, identisch ausgebildeten und am jeweiligen Schwenkjoch 61, 62 angebundenen Werkzeugspindeln 16, 16' die vordere Werkzeugspindel 16 (auch) geschnitten zeigen.

[0056] Die Werkzeugspindel 16 besitzt ein Spindelgehäuse 74, über das die Werkzeugspindel 16 gemäß Fig. 8 von unten am Schwenkjoch 61 angeflanscht ist. Die in Fig. 8 dort gezeigten, strichpunktierten Linien deuten eine Schraubverbindung an. Die weiteren Bauteile bzw. Baugruppen der Werkzeugspindel 16 sind im Spindelgehäuse 74 über eine Lageranordnung aus Wälzlager drehbar gelagert, welche ein unteres Festlager 75 und ein oberes Loslager 76 umfasst, die mittels einer Distanzbuchse 77 voneinander beabstandet im Spindelge-

häuse 74 montiert sind.

[0057] Für die axiale Zustellung (Zustellachsen Z, Z') des jeweiligen Polierwerkzeugs 18, 18' entlang der zugehörigen Werkzeug-Drehachse A, A' weist jede Werkzeugspindel 16, 16' eine Kolben-Zylinder-Anordnung 78, 78' auf (auch in den Fig. 6 und 7 angedeutet). Die Kolben-Zylinder-Anordnung 78 hat einen in einem Zylindergehäuse 79 aufgenommenen Kolben 80, der in coaxialer Anordnung mit einer gemäß Fig. 8 (und Fig. 7) aus dem Spindelgehäuse 74 ausfahrbaren Spindelwelle 81 betätigungswirksam verbunden ist. Zum Ausfahren der Spindelwelle 81 aus dem Spindelgehäuse 74 ist die Kolben-Zylinder-Anordnung 78 über eine handelsübliche Drehdurchführung 82 an dem in den Figuren oberen Ende des Zylindergehäuses 79 pneumatisch beaufschlagbar. Dabei ist die Kolben-Zylinder-Anordnung 78 zusammen mit der Spindelwelle 81 im Spindelgehäuse 74 um die Werkzeug-Drehachse A drehbar, wie bereits angedeutet.

[0058] Das Zylindergehäuse 79 ist gemäß den Fig. 8 und 9 ferner zweiteilig ausgebildet, mit einem Gehäuseoberteil 83 und einem Gehäuseunterteil 84, die bei 85 aneinander zentriert miteinander verschraubt sind. Hierbei ist im Inneren zur Auskleidung des Zylindergehäuses 79 eine Laufhülse 86 aus Mineralglas aufgenommen, die im Gehäuseoberteil 83 unter Zuhilfenahme eines O-Rings 87 befestigt ist und in der der an seiner Lauffläche aus einem Graphitmaterial bestehende Kolben 80 längsverschieblich aufgenommen ist. Derartige, sehr leichtgängige und im Wesentlichen Stick-Slip-freie "Glaszylinder" sind z.B. von der Firma Airpot Corporation, Norwalk, CT, USA kommerziell erhältlich. Zur Vermeidung von Verklebungen, die aus Achsfluchtfehlern der (idealerweise) coaxial angeordneten Bauteile resultieren können, ist der Kolben 80 der Kolben-Zylinder-Anordnung 78 über einen dünnen Stab 88 aus einem Federstahl zug- und druckfest mit der Spindelwelle 81 verbunden, und zwar über die in den Fig. 8 und 9 oben und unten am Stab 88 gezeigten Schraubverbindungen.

[0059] Das Gehäuseunterteil 84 des Zylindergehäuses 79 stützt sich oben in den Figuren drehbar über das Loslager 76 in radialer Richtung am Spindelgehäuse 74 ab. In den Figuren unten ist am Gehäuseunterteil 84 ein Labyrinthteil 89 mittels einer Verschraubung 90 angeflanscht, welches dabei zusammen mit dem Gehäuseunterteil 84 den Innenring des Festlagers 75 axial einspannt. Das Labyrinthteil 89 bildet, wie der Name schon sagt, mit der Unterseite des Spindelgehäuses 74 bei 91 ein Dichtlabyrinth mit engen Spaltmaßen aus und hat zudem radial innerhalb des Dichtlabyrinths 91 eine Ringaussparung 92 zur Aufnahme eines Dichtrings 93, dessen Dichtlippe ebenfalls mit der Unterseite des Spindelgehäuses 74 dichtend zusammenwirkt.

[0060] Wie die Fig. 8 zeigt durchgreift das Gehäuseoberteil 83 des Zylindergehäuses 79 eine im Schwenkjoch 61 ausgebildete Öffnung 94 und steht über diese in Fig. 8 nach oben vor. Dort ist das Gehäuseoberteil 83 des Zylindergehäuses 79 außenumfangsseitig mit einer Ver-

zahnung 95 (vgl. Fig. 9) für den Angriff eines Zahnriemens 96 versehen. Der Zahnriemen 96 ist über einen am Schwenkjoch 61 von oben angeflanschten, für jedes Schwenkjoch 61, 62 ebenfalls baugleichen Motor 97 mit Riemenscheibe 98 antreibbar, um die Kolben-Zylinder-Anordnung 78 und damit die Spindelwelle 81 im Spindelgehäuse 74 um die Werkzeug-Drehachse A in Drehzahl und Drehrichtung steuerbar zu drehen.

[0061] Zur Drehmomentübertragung von dem somit drehend antreibbaren Zylindergehäuse 79 der Kolben-Zylinder-Anordnung 78 auf die Spindelwelle 81 ist weiterhin eine Nutwellenführung 99 vorgesehen, mit in der Spindelwelle 81 ausgebildeten Führungsnuten 100 sowie einer damit über ein Axiallagerelement 101 - in den Fig. 8 und 9 lediglich durch eine dicke Linie angedeutet, weil an sich bekannt - eingreifenden Flanschmutter 102, die in dem Labyrinthteil 89 aufgenommen und daran mittels einer Verschraubung 103 angeflanscht ist, so dass die Flanschmutter 102 drehfest mit dem Zylindergehäuse 79 verbunden ist. Derartige Nutwellenführungen sind beispielsweise von der Firma Nippon Bearing Co., Ltd., Ojiya-City, Japan im Handel erhältlich.

[0062] Insoweit ist festzuhalten, dass die Spindelwellen 81, 81' der Werkzeugspindeln 16, 16' zu einer gegebenen Zeit unabhängig voneinander in Drehzahl und Drehrichtung steuerbar um die Werkzeug-Drehachsen A, A' drehend antreibbar sind und/oder unabhängig voneinander entlang der Werkzeug-Drehachsen A, A', ggf. auch sehr feinfühlig zustellbar sind (Zustellachsen Z, Z').

[0063] Den Fig. 8 und 9 sind ebenfalls Einzelheiten zu dem - derzeit für den Einsatz an dieser Vorrichtung 10 bevorzugten - Polierwerkzeug 18 zu entnehmen. Demgemäß besitzt das Polierwerkzeug 18 einen Werkzeugaufnahmekopf 104 mit einer Aufnahmeplatte 105, der axial- und drehmitnahmefähig - gleichwohl lösbar - an der Spindelwelle 81 der Werkzeugspindel 16 befestigt ist.

[0064] An dem Werkzeugaufnahmekopf 104 ist ein Polierteller 106 auswechselbar gehalten, wozu ein Grundkörper 107 des Poliertellers 106 und der Werkzeugaufnahmekopf 104, genauer dessen Aufnahmeplatte 105 mit komplementären Strukturen 108 zur axialen Verrastung und zur Drehmitnahme des Poliertellers 106 mit dem Werkzeugaufnahmekopf 104 versehen sind. Diese durch die komplementären Strukturen 108 gebildete Schnittstelle zwischen Polierteller 106 und Werkzeugaufnahmekopf 104 ist Gegenstand der Druckschrift EP 2 464 493 B1, auf die an dieser Stelle bezüglich Aufbau und Funktion der Schnittstelle zur Vermeidung von Wiederholungen ausdrücklich verwiesen sei.

[0065] Auf der vom Polierteller 106 abgewandten Seite der Aufnahmeplatte 105 besitzt der Werkzeugaufnahmekopf 104 ein Kugelgelenk 109, mit einem in einer Kugelpfanne 110 aufgenommenen Kugelpfopf 111, der an einem an der Spindelwelle 81 der Werkzeugspindel 16 befestigbaren, genauer an deren Ende einschraubbaren Kugelstift 112 ausgebildet ist. Die Kugelpfanne 110 hingegen ist in der Aufnahmeplatte 105 ausgeformt, mit welcher der Polierteller 106 verrastbar ist. Der Kugelpfopf

111 hat im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Aufnahmebohrung 113 für einen Querstift 114, der sich durch den Kugelpfopf 111 mit abgerundeten Enden hindurch erstreckt und auf beiden Seiten des Kugelpfopfs 111 mit zugeordneten Aussparungen 115 in der Kugelpfanne 110 eingreift, um die Aufnahmeplatte 105 in der Art eines Kardangelenks drehmitnahmefähig mit dem Kugelpfopf 111 und damit mit der Spindelwelle 81 der Werkzeugspindel 16 zu verbinden.

[0066] Zwischen dem Kugelstift 112 und dem freien Ende der Spindelwelle 81 ist weiterhin ein kreisringförmiger Abstützflansch 116 eingefügt und mittels des Kugelstifts 112 an der Spindelwelle 81 befestigt. Auf dem Abstützflansch 116 liegt ein elastisches Ringelement 117 aus z.B. einem geeigneten Schaumstoff auf, über das sich die Aufnahmeplatte 105 des Werkzeugaufnahmekopfs 104 an dem kugelstiftseitigen Abstützflansch 116 derart federnd abstützen kann, dass der mit der Aufnahmeplatte 105 verrastete Polierteller 106 bestrebt ist, sich mit seiner Mittelachse mit dem Kugelstift 112 und damit der Spindelwelle 81 der Werkzeugspindel 16 auszufluchten.

[0067] Weiterhin ist in den Fig. 8 und 9 zu sehen, dass der Werkzeugaufnahmekopf 104 in einer axial eingefahrenen Stellung der Spindelwelle 81 (vgl. Fig. 9) mit dem Labyrinthteil 89 - als mit dem Zylindergehäuse 79 drehfest verbundenen Teil - mittels einer Rasteinrichtung 118 verrastet werden kann. Die Rasteinrichtung 118 besitzt eine Mehrzahl von über dem Umfang des Werkzeugaufnahmekopfs 104 verteilten, entlang der Werkzeug-Drehachse A vorstehenden Federvorsprüngen 119, die formschlüssig mit Nasen 120 in eine Ringnut 121 eingreifen, welche an dem Labyrinthteil 89 ausgebildet ist. Somit kann das Polierwerkzeug 18 kraftlos durch Verrastung in einer eingefahrenen Stellung an der Werkzeugspindel 16 gehalten werden. Zur Erkennung der hochgefahrenen Position des Polierwerkzeugs 18 - und damit einer Werkzeug-Ladeposition der Werkzeugspindel 16 - ist ein Ringmagnet RM im Kolben 80 der Kolben-Zylinder-Anordnung 78 eingeklebt, der mit einem Magnetsensor MS (siehe die Fig. 2, 6 und 7) in der Nähe der Drehdurchführung 82 zusammenwirkt.

[0068] An dem Grundkörper 107 des hier dargestellten Poliertellers 106 ist eine im Verhältnis zum Grundkörper 107 weichere Zwischenschicht 122 aus einem elastischen Material befestigt, auf der ein Poliermittelträger 123 aufliegt, der die eigentliche, äußere Bearbeitungsfläche 124 des Poliertellers 106 bildet. Diese Ausgestaltung des Poliertellers 106 ist insofern besonders, als die Zwischenschicht 122 wenigstens zwei Bereiche unterschiedlicher Härte aufweist, die in Richtung der Mittelachse des Poliertellers 106 hintereinander angeordnet sind, wobei der an den Grundkörper 107 angrenzende Bereich der Zwischenschicht 122 weicher ist als der Bereich der Zwischenschicht 122, auf dem der Poliermittelträger 123 aufliegt. Genauer gesagt sind die zwei Bereiche der Zwischenschicht 122 hier durch voneinander verschiedene Schaumstoffschichten 125, 126 von jeweils -

entlang der Mittelachse des Poliertellers 106 gesehen - konstanter Dicke ausgebildet, nämlich einer weichen Schaumstoffschicht 125 auf dem Grundkörper 107, genauer dessen sphärischen Stirnfläche 127, und einer härteren Schaumstoffschicht 126 unter dem Poliermittelträger 123. Dabei sind die einzelnen Bestandteile (107, 125, 126, 123) des Poliertellers 106 miteinander verklebt. Dieser Polierteller 106, der universell für einen großen Bereich an Werkstückkrümmungen einsetzbar ist, insbesondere seine konkrete Ausgestaltung und Dimensionierung, sind Gegenstand der parallel, d.h. mit gleichem Anmeldetag eingereichten deutschen Patentanmeldung DE 10 2014 XXX XXX.X, auf die an dieser Stelle diesbezüglich zur Vermeidung von Wiederholungen ausdrücklich verwiesen sei.

[0069] Den jeweiligen Poliererfordernissen entsprechend können natürlich auch andere Polierwerkzeuge bzw. Polierteller mit der Vorrichtung 10 verwendet werden. So wäre es z.B. möglich, Werkzeuge gemäß der Druckschrift US 7,559,829 B2 ohne eigenen Drehantrieb einzusetzen. In diesem Fall würden im Kugelkopf eines etwas längeren Kugelfests Aufnahmebohrung und Querstift ebenso entfallen wie der Abstützflansch und das elastische Ringelement des hier dargestellten Polierwerkzeugs. Stattdessen käme ein ähnlicher, aber im Durchmesser etwas größerer Flansch mit einer äußeren Radialnut zur Aufnahme eines Faltenbalgs zum Einsatz. Da die Vorrichtung 10 die zwei hintereinander angeordneten Werkzeugspindeln 16, 16' aufweist, wäre auch ein "Gemischtbetrieb" möglich, mit einem aktiv drehgetriebenen Polierwerkzeug 18, wie in den Figuren gezeigt, an der einen Werkzeugspindel 16 und einem lediglich "passiv" drehmitgenommenen Polierwerkzeug gemäß etwa der Druckschrift US 7,559,829 B2 an der anderen Werkzeugspindel 16'.

[0070] Die verschiedenen, mit der vorbeschriebenen Kinematik der Vorrichtung 10 durchführbaren Polierprozesse - bei denen im Übrigen ein flüssiges Poliermittel über an der Werkstückspindel 14 vorgesehene Poliermitteldüsen 128 (siehe die Fig. 4 bis 7, in denen eine solche exemplarisch für mehrere am Umfang der Werkstückspindel 14 verteilte Düsen dargestellt ist) an die Eingriffsstelle zwischen Werkzeug und Werkstück zugeführt wird - sind dem Fachmann hinlänglich bekannt und sollen daher an dieser Stelle nicht näher beschrieben werden.

[0071] Eine Vorrichtung zur Feinbearbeitung von optisch wirksamen Flächen an insbesondere Brillengläsern als Werkstücken umfasst eine in einen Arbeitsraum hineinragende Werkstückspindel, über die ein zu polierendes Werkstück um eine Werkstück-Drehachse (C) drehend antreibbar ist, und zwei der Werkstückspindel zugeordnet und gegenüberliegend in den Arbeitsraum hineinragende Werkzeugspindeln. An den Werkzeugspindeln ist jeweils ein Polierwerkzeug um eine Werkzeug-Drehachse (A, A') drehend antreibbar und entlang der Werkzeug-Drehachse axial zustellbar (Zustellachse Z, Z') gehalten. Ferner sind die Werkzeugspindeln relativ zur Werkstückspindel gemeinsam entlang einer im We-

sentlichen senkrecht zur Werkstück-Drehachse verlaufenden Linearachse (X) bewegbar und um verschiedene Schwenk-Stellachsen (B, B') schwenkbar, die im Wesentlichen senkrecht zur Werkstück-Drehachse und im Wesentlichen senkrecht zu der Linearachse verlaufen. Dabei sind die Werkzeugspindeln in Richtung der Linearachse gesehen hintereinander angeordnet. Infolge der getroffenen Anordnung baut die Vorrichtung sehr kompakt und ist vielfältig für verschiedene Polierprozesse und -strategien einsetzbar.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0072]

10, 10', 10"	Vorrichtung
11	Poliermaschine
12	Maschinengestell
13	Arbeitsraum
14	Werkstückspindel
16, 16'	Werkzeugspindeln
18, 18'	Polierwerkzeug
20	Waschstation
21	Übergabestation
22	Förderband
23	Rezeptkasten
24	Portalhandlingsystem
25	Saugereinheit
26	Mehrfingergreifer
28, 28'	x-Lineareinheiten
29, 29'	x-Schlitten
30, 30'	Schwenkhalterung
31	Pneumatikzylinder
32	y-Lineareinheit
33	y-Schlitten
34	z-Lineareinheit
36, 36', 36"	Rahmen
38, 38', 38"	Arbeitsraumabdeckung
39, 39', 39"	Schiebetür
40, 40', 40"	Pneumatikzylinder
41, 41', 41"	Pneumatikzylinder
42	Wanne
43	Aufnahmeöffnung
44	Ablauföffnung
45	Bodenplatte
46	Spannzange
47	Pneumatikzylinder
48, 48', 48"	Drehantrieb
49	Zahnriementrieb
50	Werkzeugschlitten
51	Führungsstange
52	Führungsstange
53	Drehantrieb
54	Kugelgewindetrieb
55	Kugelrollspindel
56	Mutter
57	Axiallager
58	Axiallager

59 Metallbalgkupplung
 60 Öffnung
 61 vorderes Schwenkjoch
 62 hinteres Schwenkjoch
 63 schlittenseitige Lagerstelle
 64 jochseitige Lagerstelle
 65, 65', 65" Linearantrieb
 66 Betätigungsstange
 67 Drehantrieb
 68 Getriebe
 69 Haltegabel
 70 Schwenkarm
 71 Koppelstange
 72 Lagerstelle
 73 Lagerstelle
 74 Spindelgehäuse
 75 Festlager
 76 Loslager
 77 Distanzbuchse
 78, 78' Kolben-Zylinder-Anordnung
 79 Zylindergehäuse
 80 Kolben
 81, 81' Spindelwelle
 82, 82' Drehdurchführung
 83 Gehäuseoberteil
 84 Gehäuseunterteil
 85 Verschraubung
 86 Laufhülse
 87 O-Ring
 88 Stab
 89 Labyrinthteil
 90 Verschraubung
 91 Dichtlabyrinth
 92 Ringaussparung
 93 Dichtring
 94 Öffnung
 95 Verzahnung
 96 Zahnriemen
 97 Motor
 98 Riemenscheibe
 99 Nutwellenführung
 100 Führungsnut
 101 Axiallagerelement
 102 Flanschmutter
 103 Verschraubung
 104 Werkzeugaufnahmekopf
 105 Aufnahmeplatte
 106 Polierteller
 107 Grundkörper
 108 komplementäre Strukturen
 109 Kugelgelenk
 110 Kugelpfanne
 111 Kugelkopf
 112 Kugelstift
 113 Aufnahmebohrung
 114 Querstift
 115 Aussparung
 116 Abstützflansch

117 elastisches Ringelement
 118 Rasteinrichtung
 119 Federvorsprung
 120 Nase
 5 121 Ringnut
 122 Zwischenschicht
 123 Poliermittelträger
 124 Bearbeitungsfläche
 125 weichere Schaumstoffschicht
 10 126 härtere Schaumstoffschicht
 127 Stirnfläche
 128 Poliermitteldüse

 A Drehachse vorderes Polierwerkzeug (drehzahl-
 gesteuert)
 15 A' Drehachse hinteres Polierwerkzeug (drehzahlge-
 steuert)
 b Kippbewegung Portalhandlingsystem
 B Schwenk-Stellachse vorderes Polierwerkzeug
 B' Schwenk-Stellachse hinteres Polierwerkzeug
 20 C Werkstück-Drehachse (drehzahlgesteuert)
 cc zweite optisch wirksame Fläche
 cx erste optisch wirksame Fläche
 L Brillenglas
 25 M Blockmaterial
 MS Magnetsensor
 RM Ringmagnet
 S Blockstück
 x Linearbewegung Portalhandlingsystem
 30 X Linearachse Werkzeugschlitten (lagegeregelt)
 y Linearbewegung Portalhandlingsystem
 z Linearbewegung Portalhandlingsystem
 Z Zustellachse vorderes Polierwerkzeug (unge-
 steuert)
 35 Z' Zustellachse hinteres Polierwerkzeug (ungesteu-
 ert)

Patentansprüche

40 1. Vorrichtung (10) zur Feinbearbeitung von optisch
 wirksamen Flächen (cc, cx) an insbesondere Brillen-
 gläsern (L) als Werkstücken, mit einer in einen Ar-
 45beitsraum (13) hineinragenden Werkstückspindel
 (14), über die ein zu polierendes Werkstück um eine
 Werkstück-Drehachse (C) drehend antreibbar ist,
 und zwei der Werkstückspindel (14) zugeordnet und
 gegenüberliegend in den Arbeitsraum (13) hineinra-
 genden Werkzeugspindeln (16, 16'), an denen je-
 50weils ein Polierwerkzeug (18, 18') um eine Werk-
 zeug-Drehachse (A, A') drehend antreibbar und ent-
 lang der Werkzeug-Drehachse (A, A') axial zustell-
 bar gehalten ist und die relativ zur Werkstückspindel
 (14) gemeinsam entlang einer im Wesentlichen
 55senkrecht zu der Werkstück-Drehachse (C) verlau-
 fenden Linearachse (X) bewegbar und um verschie-
 dene Schwenk-Stellachsen (B, B') schwenkbar sind,
 die im Wesentlichen senkrecht zu der Werkstück-

Drehachse (C) und im Wesentlichen senkrecht zu der Linearachse (X) verlaufen, wobei die Werkzeugspindeln (16, 16') in Richtung der Linearachse (X) gesehen hintereinander angeordnet sind.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die Schwenk-Stellachsen (B, B') in einer gedachten Ebene liegen, die sich entlang der Linearachse (X) oder parallel dazu erstreckt.
3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die eine Werkzeugspindel (16) an einem vorderen Schwenkjoch (61) montiert ist, das um die eine Schwenk-Stellachse (B) definiert verschwenkbar an einem Werkzeugschlitten (50) angelenkt ist, während die andere Werkzeugspindel (16') an einem hinteren Schwenkjoch (62') montiert ist, welches um die andere Schwenk-Stellachse (B') definiert verschwenkbar an dem Werkzeugschlitten (50) angelenkt ist, der seinerseits entlang der Linearachse (X) antreibbar bezüglich eines Rahmens (36) geführt ist, welcher den Arbeitsraum (13) umgibt.
4. Vorrichtung (10) nach Anspruch 3, wobei zum Bewegen und Positionieren des an zwei mit dem Rahmen (36) verbundenen Führungsstangen (51, 52) geführten Werkzeugschlittens (50) ein bezüglich des Rahmens (36) ortsfester Drehantrieb (53) vorgesehen ist, der mit einem Kugelgewindetrieb (54) antriebsverbunden ist, welcher eine drehbar gelagerte Kugelrollspindel (55) aufweist, die mit einer drehfest mit dem Werkzeugschlitten (50) verbundenen Mutter (56) eingreift.
5. Vorrichtung (10) nach Anspruch 3 oder 4, wobei zum definierten Verschwenken beider Werkzeugspindeln (16, 16') um die Schwenk-Stellachsen (B, B') ein Linearantrieb (65) vorgesehen ist, der mit seinem einen Ende an dem einen Schwenkjoch (61) mit Abstand zur entsprechenden Schwenk-Stellachse (B) und mit seinem anderen Ende an dem Werkzeugschlitten (50) angelenkt ist, und wobei das eine Schwenkjoch (61) mit dem anderen Schwenkjoch (62) über eine Koppelstange (71) antriebsverbunden ist, die von den Schwenk-Stellachsen (B, B') beabstandet mit ihrem einen Ende an dem einen Schwenkjoch (61) und mit ihrem anderen Ende an dem anderen Schwenkjoch (62) angelenkt ist.
6. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede Werkzeugspindel (16, 16') für die axiale Zustellung des jeweiligen Polierwerkzeugs (18, 18') entlang der zugehörigen Werkzeug-Drehachse (A, A') eine Kolben-Zylinder-Anordnung (78, 78') aufweist, mit einem in einem Zylindergehäuse (79) aufgenommenen Kolben (80), der in ko-axialer Anordnung mit einer Spindelwelle (81, 81') betätigungswirksam verbunden ist, die zusammen

mit der Kolben-Zylinder-Anordnung (78, 78') in einem Spindelgehäuse (74) um die jeweilige Werkzeug-Drehachse (A, A') drehbar gelagert ist.

7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 6, wobei das Zylindergehäuse (79) der pneumatisch betätigbaren Kolben-Zylinder-Anordnung (78, 78') zweiteilig ausgebildet und mit einer Laufhülse (86) aus Mineralglas ausgekleidet ist, in der der an seiner Lauffläche aus einem Graphitmaterial bestehende Kolben (80) längsverschieblich aufgenommen ist.
8. Vorrichtung (10) nach Anspruch 6 oder 7, wobei der Kolben (80) der Kolben-Zylinder-Anordnung (78, 78') über einen dünnen Stab (88) aus einem Federstahl zug- und druckfest mit der Spindelwelle (81, 81') verbunden ist.
9. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei das Zylindergehäuse (79) außenumfangsseitig mit einer Verzahnung (95) zum Angriff eines Zahnriemens (96) versehen ist, der über einen am jeweiligen Schwenkjoch (61, 62) angeflanschten Motor (97) mit Riemenscheibe (98) antreibbar ist, um die Kolben-Zylinder-Anordnung (78, 78') und damit die Spindelwelle (81, 81') um die jeweilige Werkzeug-Drehachse (A, A') zu drehen.
10. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei zur Drehmomentübertragung von dem Zylindergehäuse (79) der Kolben-Zylinder-Anordnung (78, 78') auf die Spindelwelle (81, 81') eine Nutwellenführung (99) vorgesehen ist, mit in der Spindelwelle (81, 81') ausgebildeten Führungsnuten (100) und einer damit über ein Axiallagerelement (101) eingreifenden Flanschmutter (102), die drehfest mit dem Zylindergehäuse (79) verbunden ist.
11. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei das Polierwerkzeug (18, 18') einen axial- und drehmitnahmefähig an der jeweiligen Spindelwelle (81, 81') befestigbaren Werkzeugaufnahmekopf (104) aufweist, an dem ein Polierteller (106) auswechselbar gehalten ist, wozu ein Grundkörper (107) des Poliertellers (106) und der Werkzeugaufnahmekopf (104) mit komplementären Strukturen (108) zur axialen Verrastung und zur Drehmitnahme des Poliertellers (106) mit dem Werkzeugaufnahmekopf (104) versehen sind.
12. Vorrichtung (10) nach Anspruch 11, wobei der Werkzeugaufnahmekopf (104) ein Kugelgelenk (109) besitzt, mit einem in einer Kugelpfanne (110) aufgenommenen Kugelkopf (111), der an einem an der Spindelwelle (81, 81') der jeweiligen Werkzeugspindel (16, 16') befestigbaren Kugelstift (112) ausgebildet ist, während die Kugelpfanne (110) in einer Aufnahmeplatte (105) ausgeformt ist, mit welcher der

Polierteller (106) verrastbar ist.

13. Vorrichtung (10) nach Anspruch 12, wobei der Kugelkopf (111) eine Aufnahmebohrung (113) für einen Querstift (114) aufweist, der sich durch den Kugelkopf (111) hindurch erstreckt und auf beiden Seiten des Kugelkopfs (111) mit zugeordneten Aussparungen (115) in der Kugelpfanne (110) eingreift, um die Aufnahmeplatte (105) drehmitnahmefähig mit dem Kugelstift (112) zu verbinden. 5
14. Vorrichtung (10) nach Anspruch 12 oder 13, wobei sich die Aufnahmeplatte (105) über ein elastisches Ringelement (117) an einem kugelstiftseitigen Abstützflansch (116) derart federnd abstützt, dass der mit der Aufnahmeplatte (105) verrastete Polierteller (106) bestrebt ist, sich mit seiner Mittelachse mit dem Kugelstift (112) und damit der Spindelwelle (81, 81') der jeweiligen Werkzeugspindel (16, 16') auszufluchten. 10
15. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei der Werkzeugaufnahmekopf (104) in einer axial eingefahrenen Stellung der Spindelwelle (81, 81') mit dem Zylindergehäuse (79) oder einem damit drehfest verbundenen Teil (89) mittels einer Rasteinrichtung (118) verrastbar ist. 20
16. Vorrichtung (10) nach Anspruch 15, wobei die Rasteinrichtung (118) eine Mehrzahl von über dem Umfang des Werkzeugaufnahmekopfs (104) verteilten, entlang der jeweiligen Werkzeug-Drehachse (A, A') vorstehenden Federvorsprüngen (119) aufweist, die formschlüssig mit Nasen (120) in eine Ringnut (121) eingreifen, welche an dem Zylindergehäuse (79) oder dem damit drehfest verbundenen Teil (89) ausgebildet ist. 25
17. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein unterer Bereich des Arbeitsraums (13), in den die Werkstückspindel (14) hineinragt, durch eine aus einem Kunststoffmaterial einstückig tiefgezogene Wanne (42) mit stufenfreien Wandflächen begrenzt ist. 30
18. Poliermaschine (11) zum gleichzeitigen Polieren von wenigstens zwei Brillengläsern (L), mit einem Maschinengestell (12), in dem entsprechend der Anzahl der gleichzeitig zu polierenden Brillengläser (L) wenigstens zwei Vorrichtungen (10, 10', 10'') nach einem der vorhergehenden Ansprüche angeordnet sind. 35
19. Poliermaschine (11) nach Anspruch 18, wobei die Vorrichtungen (10, 10', 10'') nebeneinander angeordnet sind, so dass die jeweiligen Linearachsen (X, X', X'') im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen. 40

20. Poliermaschine (11) nach Anspruch 18 oder 19, mit einer Übergabestation (21), die ggf. ein Förderband (22) aufweist, für die Ablage von Rezeptkästen (23) zur Aufnahme von zu polierenden und polierten Brillengläsern (L), einer Waschstation (20) zum Waschen der polierten Brillengläser (L) und einem Portalhandlingsystem (24), mittels dessen die Brillengläser (L) automatisch zwischen den Stationen (20, 21) und den Vorrichtungen (10, 10', 10'') transportierbar und in der jeweiligen Station (20, 21) bzw. Vorrichtung (10, 10', 10'') positionierbar sind. 45

21. Poliermaschine (11) nach Anspruch 20, wobei das Portalhandlingsystem (24) eine im Raum bewegbare Saugereinheit (25) zum Halten eines zu polierenden Brillenglases (L) an der zu polierenden optisch wirksamen Fläche (cc) sowie einen im Raum bewegbaren Mehrfingergreifer (26) zum Halten eines polierten Brillenglases (L) an dessen Rand aufweist. 50

Claims

1. Device (10) for fine processing of optically effective surfaces (cc, cx) of, in particular, spectacle lenses (L) as workpieces, comprising a workpiece spindle (14), which projects into a work space (13) and by way of which a workpiece to be polished is drivable for rotation about a workpiece axis of rotation (C), and two tool spindles (16, 16') which are associated with the workpiece spindle (14) and project oppositely into the work space (13) and on each of which a respective polishing tool (18, 18') is mounted to be drivable for rotation about a tool axis of rotation (A, A') and to be axially adjustable along the tool axis of rotation (A, A'), the tool spindles being movable in common relative to the workpiece spindle (14) along a linear axis (X) extending substantially perpendicularly to the workpiece axis of rotation (C) and being pivotable about different pivot setting axes (B, B') extending substantially perpendicularly to the workpiece axis of rotation (C) and substantially perpendicularly to the linear axis (X), wherein the tool spindles (16, 16') are arranged one behind the other as seen in the direction of the linear axis (X). 55
2. Device (10) according to claim 1, wherein the pivot setting axes (B, B') lie in a notional plane extending along the linear axis (X) or parallel thereto.
3. Device (10) according to claim 1 or 2, wherein one tool spindle (16) is mounted on a front pivot yoke (61), which is pivotably connected with a tool carriage (50) to be capable of defined pivotation about one pivot setting axis (B), whereas the other tool spindle (16') is mounted on a rear pivot yoke (62), which is pivotably mounted on the tool carriage (50) to be capable of defined pivotation about the other

pivot setting axis (B'), the carriage in turn being guided with respect to a frame (36), which surrounds the work space (13), to be drivable along the linear axis (X).

4. Device (10) according to claim 3, wherein provided for movement and positioning of the tool carriage (50), which is guided on two guide rods (51, 52) connected with the frame (36), is a rotary drive (53) which is stationary with respect to the frame (36) and disposed in drive connection with a ball screw drive (54) having a rotatably mounted ball screw spindle (55) which engages a nut (56) connected with the tool carriage (50) to be secure against relative rotation.
5. Device (10) according to claim 3 or 4, wherein provided for defined pivotation of the two tool spindles (16, 16') about the pivot setting axes (B, B') is a linear drive (65) which is pivotably connected by one end thereof with one pivot yoke (61) at a spacing from the corresponding pivot setting axis (B) and by the other end thereof with the tool carriage (50), and wherein the one pivot yoke (61) is drivingly connected with the other pivot yoke (62) by way of a coupling rod (71) which, at a spacing from the pivot setting axes (B, B'), is pivotably connected by one end thereof with the one pivot yoke (61) and by the other end thereof with the other pivot yoke (62).
6. Device (10) according to any one of the preceding claims, wherein each tool spindle (16, 16') has for axial adjustment of the respective polishing tool (18, 18') along the associated tool axis of rotation (A, A') a piston-cylinder arrangement (78, 78') with a piston (80), which is received in a cylinder housing (79) and which is connected in coaxial arrangement with a spindle shaft (81, 81') to be effective for actuation, the spindle shaft together with the piston-cylinder arrangement (78, 78') being mounted in a spindle housing (74) to be rotatable about the respective tool axis of rotation (A, A').
7. Device (10) according to claim 6, wherein the cylinder housing (79) of the pneumatically actuatable piston-cylinder arrangement (78, 78') is of two-part construction and lined by a guide sleeve (86) of mineral glass in which the piston (80), which at its guide surface consists of a graphite material, is received to be longitudinally displaceable.
8. Device (10) according to claim 6 or 7, wherein the piston (80) of the piston cylinder arrangement (78, 78') is tension-resistantly and compression-resistantly connected with the spindle shaft (81, 81') by way of a thin rod (88) of spring steel.
9. Device (10) according to any one of claims 6 to 8, wherein the cylinder housing (79) is provided at the

outer circumference with a toothing (95) for engagement of a cogged belt (96) which is drivable by way of a motor (97), which is flange-mounted on the respective pivot yoke (61, 62), with a belt pulley (98) so as to rotate the piston-cylinder arrangement (78, 78') and thus the spindle shaft (81, 81') about the respective tool axis of rotation (A, A').

10. Device (10) according to any one of claims 6 to 9, wherein provided for torque transmission from the cylinder housing (79) of the piston-cylinder arrangement (78, 78') to the spindle shaft (81, 81') is a splined shaft guide (99) with guide grooves (100) formed in the spindle shaft (81, 81') and a flange nut (102) which is engaged with the grooves by way of an axial bearing element (101) and which is connected with the cylinder housing (79) to be secure against relative rotation.
11. Device (10) according to any one of claims 6 to 10, wherein the polishing tool (18, 18') comprises a tool mounting head (104) which is securable to the respective spindle shaft (81, 81') to be capable of axial and rotational entrainment and on which a polishing disc (106) is exchangeably mounted, for which purpose a base body (107) of the polishing disc (106) and the tool mounting head (104) are provided with complementary structures (108) for axial detenting and for rotational entrainment of the polishing disc (106) by the tool mounting head (104).
12. Device (10) according to claim 11, wherein the tool mounting head (104) has a ball joint (109) with a ball head (111), which is received in a ball socket (110) and which is formed on a ball pin (112) securable to the spindle shaft (81, 81') of the respective tool spindle (16, 16'), the ball socket (110) being formed in a mounting plate (105) with which the polishing disc (106) is detentable.
13. Device (10) according to claim 12, wherein the ball head (111) has a receiving bore (113) for a transverse pin (114) which extends through the ball head (111) and engages on either side of the ball head (111) with associated recesses (115) in the ball socket (110) so as to connect the mounting plate (105) with the ball pin (112) to be capable of rotational entrainment.
14. Device (10) according to claim 12 or 13, wherein the mounting plate (105) is so resiliently supported by way of a resilient annular element (117) on a support flange (116) at the ball pin side that the polishing disc (106) detented with the mounting plate (105) seeks to self-align by its center axis with the ball pin (112) and thus the spindle shaft (81, 81') of the respective tool spindle (16, 16').

15. Device (10) according to any one of claims 11 to 14, wherein the tool mounting head (104) in an axially retracted setting of the spindle shaft (81, 81') is detentable by means of a detent device (118) with the cylinder housing (79) or a part (89) connected therewith to be secure against relative rotation. 5
16. Device (10) according to claim 15, wherein the detent device (118) comprises a plurality of spring projections (119) which are distributed over the circumference of the tool mounting head (104) and project along the respective tool axis of rotation (A, A') and which mechanically positively engage with lugs (120) in an annular groove (121) formed at the cylinder housing (79) or the part (89) connected therewith to be secure against relative rotation. 10 15
17. Device (10) according to any one of the preceding claims, wherein a lower region of the work space (13) into which the workpiece spindle (14) projects is bounded by a trough (42) which is integrally deep-drawn from a plastics material and has step-free wall surfaces. 20
18. Polishing machine (11) for simultaneous polishing of at least two spectacle lenses (L), comprising a machine frame (12) in which in correspondence with the number of spectacle lenses (L) to be simultaneously polished at least two devices (10, 10', 10'') according to any one of the preceding claims are arranged. 25 30
19. Polishing machine (11) according to claim 18, wherein the devices (10, 10', 10'') are arranged adjacent to one another so that the respective linear axes (X, X', X'') extend substantially parallel to one another. 35
20. Polishing machine (11) according to claim 18 or 19, with a transfer station (21), which optionally has a conveyer belt (22), for deposit of prescription boxes (23) for reception of spectacle lenses (L) which are to be polished and which are polished, a washing station (20) for washing the polished spectacle lenses (L) and a portal handling system (24), by means of which the spectacle lenses (L) are automatically transportable between the stations (20, 21) and the devices (10, 10', 10'') and are positionable in the respective station (20, 21) or device (10, 10', 10''). 40 45
21. Polishing machine (11) according to claim 20, wherein the portal handling system (24) comprises a three-dimensionally movable suction unit (25) for holding a spectacle lens (L), which is to be polished, at the optically effective surface (cc) to be polished and a three-dimensionally movable multi-finger gripper (26) for holding a polished spectacle lens (L) at the edge thereof. 50 55

Revendications

- Dispositif (10) pour l'usinage de finition de surfaces optiques actives (cc, cx), notamment sur des verres de lunettes (L) en guise de pièces d'oeuvre, comprenant une broche porte-pièce (14) s'engageant dans un espace de travail (13), et par l'intermédiaire de laquelle une pièce d'oeuvre à polir peut être entraînée en rotation autour d'un axe de rotation de pièce (C), et deux broches porte-outil (16, 16'), qui sont associées à la broche porte-pièce (14) et s'engagent de manière opposée à celle-ci dans l'espace de travail (13), et sur chacune desquelles est tenu un outil de polissage (18, 18') respectif en pouvant être entraîné en rotation autour d'un axe de rotation d'outil (A, A') et en pouvant être soumis à un déplacement d'avance axial le long de l'axe de rotation d'outil (A, A'), et qui peuvent être déplacées en commun par rapport à la broche porte-pièce (14) le long d'un axe linéaire (X) s'étendant sensiblement de manière perpendiculaire à l'axe de rotation de pièce (C), et peuvent pivoter autour de différents axes de réglage de pivotement (B, B') s'étendant sensiblement de manière perpendiculaire à l'axe de rotation de pièce (C) et sensiblement de manière perpendiculaire à l'axe linéaire (X), dispositif dans lequel les broches porte-outil (16, 16') sont agencées l'une derrière l'autre, vu dans la direction de l'axe linéaire (X).
- Dispositif (10) selon la revendication 1, dans lequel les axes de réglage de pivotement (B, B') se situent dans un plan fictif, qui s'étend le long de l'axe linéaire (X) ou parallèlement à celui-ci.
- Dispositif (10) selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel une broche porte-outil (16) est montée sur une console de pivotement avant (61), qui est articulée sur un chariot porte-outil (50) en pouvant pivoter de manière définie autour d'un axe de réglage de pivotement (B), tandis que l'autre broche porte-outil (16') est montée sur une console de pivotement arrière (62'), qui est articulée sur le chariot porte-outil (50) en pouvant pivoter de manière définie autour de l'autre axe de réglage de pivotement (B'), le chariot porte-outil étant pour sa part guidé par rapport à un cadre de structure (36), qui entoure l'espace de travail (13), en pouvant être entraîné le long de l'axe linéaire (X).
- Dispositif (10) selon la revendication 3, dans lequel il est prévu, pour déplacer et positionner le chariot porte-outil (50) guidé sur deux tiges de guidage (51, 52) liées au cadre de structure (36), un entraînement de rotation (53), qui est en position fixe par rapport au cadre de structure (36) et est relié sur le plan de l'entraînement, à une transmission par vis à billes

(54) comprenant une vis à billes (55) monté rotative, qui est en prise avec un écrou (56) lié de manière fixe en rotation au chariot porte-outil (50).

5. Dispositif (10) selon la revendication 3 ou la revendication 4, dans lequel il est prévu, pour le pivotement défini des deux broches porte-outil (16, 16') autour des axes de réglage de pivotement (B, B'), un entraînement linéaire (65), qui est articulé, avec une de ses extrémités, sur une console de pivotement (61) à distance de l'axe de réglage de pivotement (B) correspondant, et, avec son autre extrémité, sur le chariot porte-outil (50), et dans lequel ladite une console de pivotement (61) est reliée sur le plan de la transmission d'entraînement, à l'autre console de pivotement (62), par l'intermédiaire d'une tige de couplage (71), qui est articulée, à distance des axes de réglage de pivotement (B, B'), par une de ses extrémités, à ladite une console de pivotement (61), et, par son autre extrémité, à l'autre console de pivotement (62).
6. Dispositif (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chaque broche porte-outil (16, 16') comprend, pour le déplacement d'avance axial de l'outil de polissage respectif (18, 18') le long de l'axe de rotation d'outil (A, A') associé, un agencement à piston-cylindre (78, 78') avec un piston (80) logé dans un corps de cylindre (79) et relié à un arbre de broche (81, 81') pour l'actionnement de celui-ci et en étant disposé coaxialement à celui-ci, cet arbre de broche étant monté, en commun avec l'agencement à piston-cylindre (78, 78'), dans un fourreau de broche (74), de manière rotative autour de l'axe de rotation d'outil (A, A') respectif.
7. Dispositif (10) selon la revendication 6, dans lequel le corps de cylindre (79) de l'agencement à piston-cylindre (78, 78') pouvant être actionné par voie pneumatique, est d'une configuration en deux parties et est garni intérieurement d'une chemise de coulisement (86) en verre minéral, dans laquelle est reçu en coulisement longitudinal, le piston (80) réalisé en un matériau à base de graphite au niveau de sa surface de coulisement.
8. Dispositif (10) selon la revendication 6 ou la revendication 7, dans lequel le piston (80) de l'agencement à piston-cylindre (78, 78') est relié de manière rigide en traction et en compression à l'arbre de broche (81, 81'), par l'intermédiaire d'une mince tige (88) en un acier à ressort.
9. Dispositif (10) selon l'une des revendications 6 à 8, dans lequel le corps de cylindre (79) est muni sur sa périphérie extérieure, d'une denture (95) destinée à la venue en prise d'une courroie crantée (96), qui peut être entraînée par l'intermédiaire d'un moteur

(97) à poulie crantée (98), qui est bridé sur la console de pivotement (61, 62) respective, pour faire tourner l'agencement à piston-cylindre (78, 78') et ainsi l'arbre de broche (81, 81') autour de l'axe de rotation d'outil (A, A').

10. Dispositif (10) selon l'une des revendications 6 à 9, dans lequel pour la transmission d'un couple du corps de cylindre (79) de l'agencement à piston-cylindre (78, 78') à l'arbre de broche (81, 81'), il est prévu un guidage à cannelures d'arbre (99) comprenant des rainures de guidage (100) réalisées dans l'arbre de broche (81, 81') et un écrou à embase (102), qui est en prise avec ces rainures par l'intermédiaire d'un élément de palier axial (101), et est relié de manière fixe en rotation au corps de cylindre (79).
11. Dispositif (10) selon l'une des revendications 6 à 10, dans lequel l'outil de polissage (18, 18') comprend une tête porte-outil (104), qui peut être fixée à l'arbre de broche (81, 81') respectif en étant susceptible d'être entraîné axialement et en rotation, et sur laquelle est maintenu de manière interchangeable un disque de polissage (106), et à cet effet un corps de base (107) du disque de polissage (106) et la tête porte-outil (104) sont pourvus de structures complémentaires (18), pour l'encliquetage axial et pour l'entraînement en rotation du disque de polissage (106) avec la tête porte-outil (104).
12. Dispositif (10) selon la revendication 11, dans lequel la tête porte-outil (104) possède une articulation à rotule (109) comportant une rotule (111), qui est reçue dans un coussinet sphérique (110), et est formée sur un tenon de rotule (112) pouvant être fixé à l'arbre de broche (81, 91') de la broche porte-outil (16, 16') respective, tandis que le coussinet sphérique (110) est formé dans un plateau de réception (105) sur lequel peut être encliqueté le disque de polissage (106).
13. Dispositif (10) selon la revendication 12, dans lequel la rotule (111) présente un alésage d'accueil (113) pour un tourillon transversal (114), qui s'étend à travers la rotule (111) et vient en prise, des deux côtés de la rotule (111), avec des évidements (115) associés dans le coussinet sphérique (110), en vue de lier le plateau de réception (105) au tenon de rotule (112) avec capacité d'entraînement en rotation.
14. Dispositif (10) selon la revendication 12 ou la revendication 13, dans lequel le plateau de réception (105) s'appuie élastiquement, par l'intermédiaire d'un élément annulaire élastique (117), sur un flasque d'appui (116) côté tenon de rotule, de manière telle que le disque de polissage (106) encliqueté avec le plateau de réception (105) ait tendance, avec son axe

central, à s'aligner avec le tenon de rotule (12) et ainsi l'arbre de broche (81, 81') de la broche porte-outil (16, 16') respective.

15. Dispositif (10) selon l'une des revendications 11 à 14, dans lequel la tête porte-outil (104) peut, dans une position axialement rétractée de l'arbre de broche (81, 81'), être encliquetée avec le corps de cylindre (79) ou une pièce (89), qui y est liée en rotation, au moyen d'un dispositif d'encliquetage (118). 5 10
16. Dispositif (10) selon la revendication 15, dans lequel le dispositif d'encliquetage (118) comprend une pluralité de protubérances élastiques (119), qui sont réparties sur la périphérie de la tête porte-outil (104) et sont en saillie le long de l'axe de rotation d'outil (A, A') respectif, et qui, avec des mentonnets (120), viennent en prise par complémentarité de formes dans une rainure annulaire (121) formée sur le corps de cylindre (79) ou la pièce (89) qui y est liée de manière fixe en rotation. 15 20
17. Dispositif (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une zone inférieure de l'espace de travail (13) dans laquelle s'engage la broche porte-pièce (14), est délimitée par une cuve (42), qui est obtenue d'un seul tenant par emboutissage d'une matière plastique, et qui comprend des surfaces de paroi exemptes de décrochements. 25 30
18. Machine de polissage (11) pour le polissage simultané d'au moins deux verres de lunettes (L), comprenant un bâti de machine (12) dans lequel sont agencés, conformément au nombre des verres de lunettes (L) à polir simultanément, au moins deux dispositifs (10, 10', 10'') selon l'une des revendications précédentes. 35
19. Machine de polissage (11) selon la revendication 18, dans laquelle les dispositifs (10, 10', 10'') sont agencés côte à côte, de sorte que les axes linéaires respectifs (X, X', X'') s'étendent sensiblement de manière parallèle entre eux. 40
20. Machine de polissage (11) selon la revendication 18 ou la revendication 19, comprenant un poste de transfert (21), qui, le cas échéant, comprend une bande de transport (22) pour le dépôt de cases d'accueil (23) destinées à recevoir des verres de lunettes (L) à polir et polies, un poste de lavage (20) pour le lavage des verres de lunettes (L) ayant été polies, et un système de manutention à portique (24) à l'aide duquel les verres de lunettes (L) peuvent être transportés automatiquement entre les postes (20, 21) et les dispositifs (10, 10', 10''), et être positionnés automatiquement dans le poste (20, 21) ou le dispositif (10, 10', 10'') respectivement considéré. 45 50 55

21. Machine de polissage (11) selon la revendication 20, dans laquelle le système de manutention à portique (24) comprend une unité à ventouse (25) pouvant être déplacée dans l'espace et destinée à maintenir un verre de lunettes (L) à polir, au niveau de la surface optique active (cc) devant être polie, ainsi qu'un préhenseur à doigts multiples (26), pouvant être déplacé dans l'espace et destiné à maintenir un verre de lunettes (L) ayant été poli, au niveau de son bord.

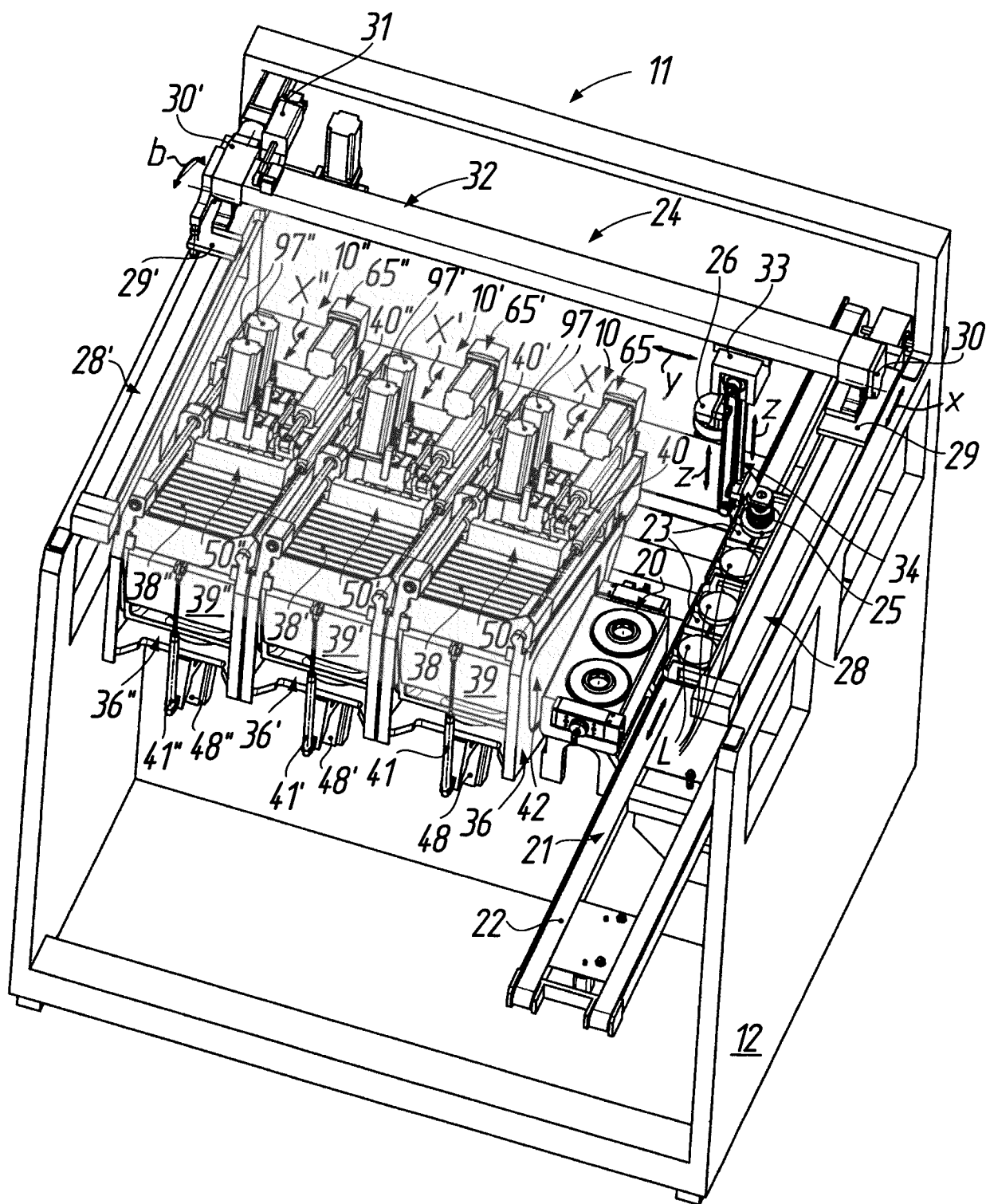


FIG. 1

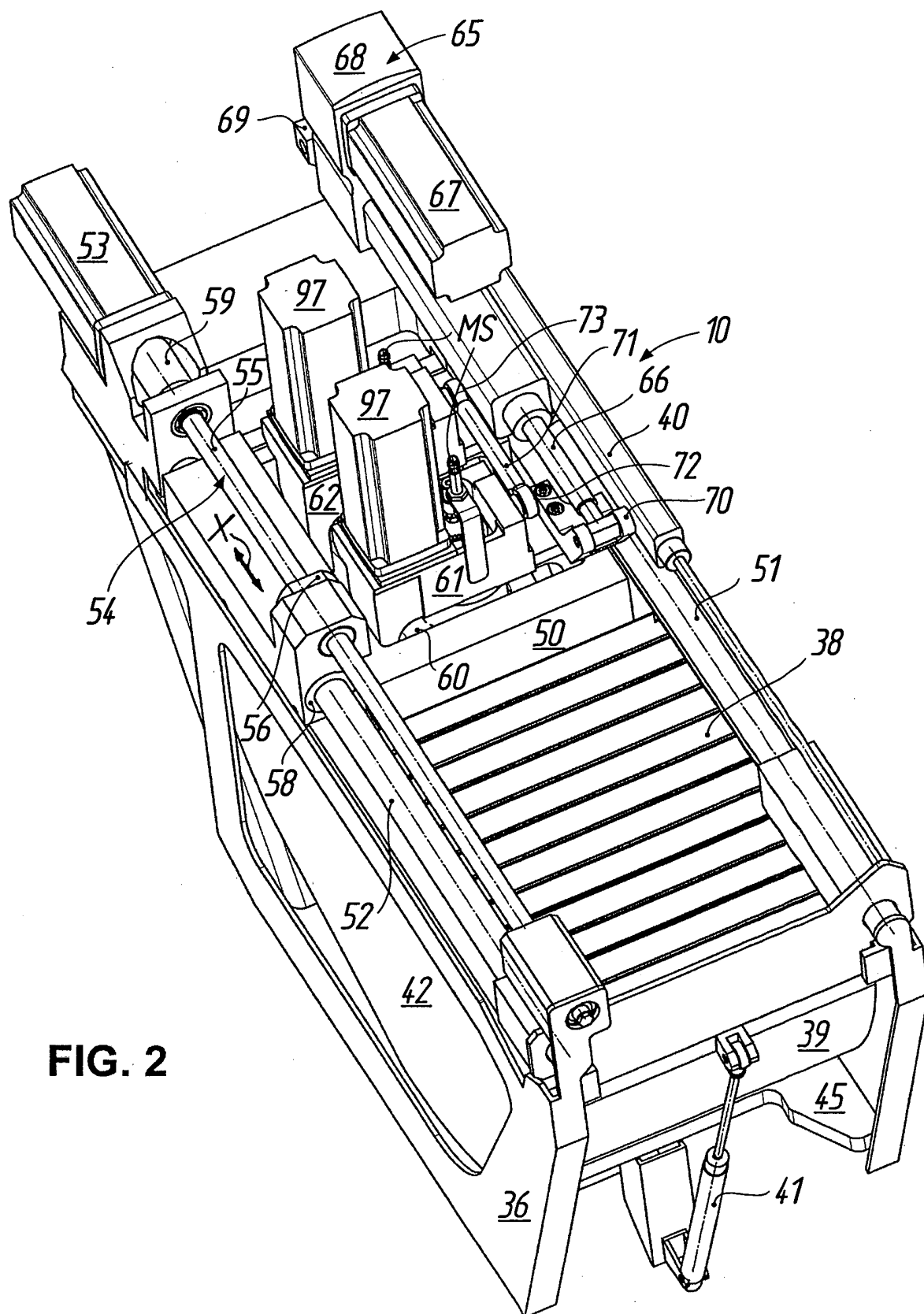


FIG. 2

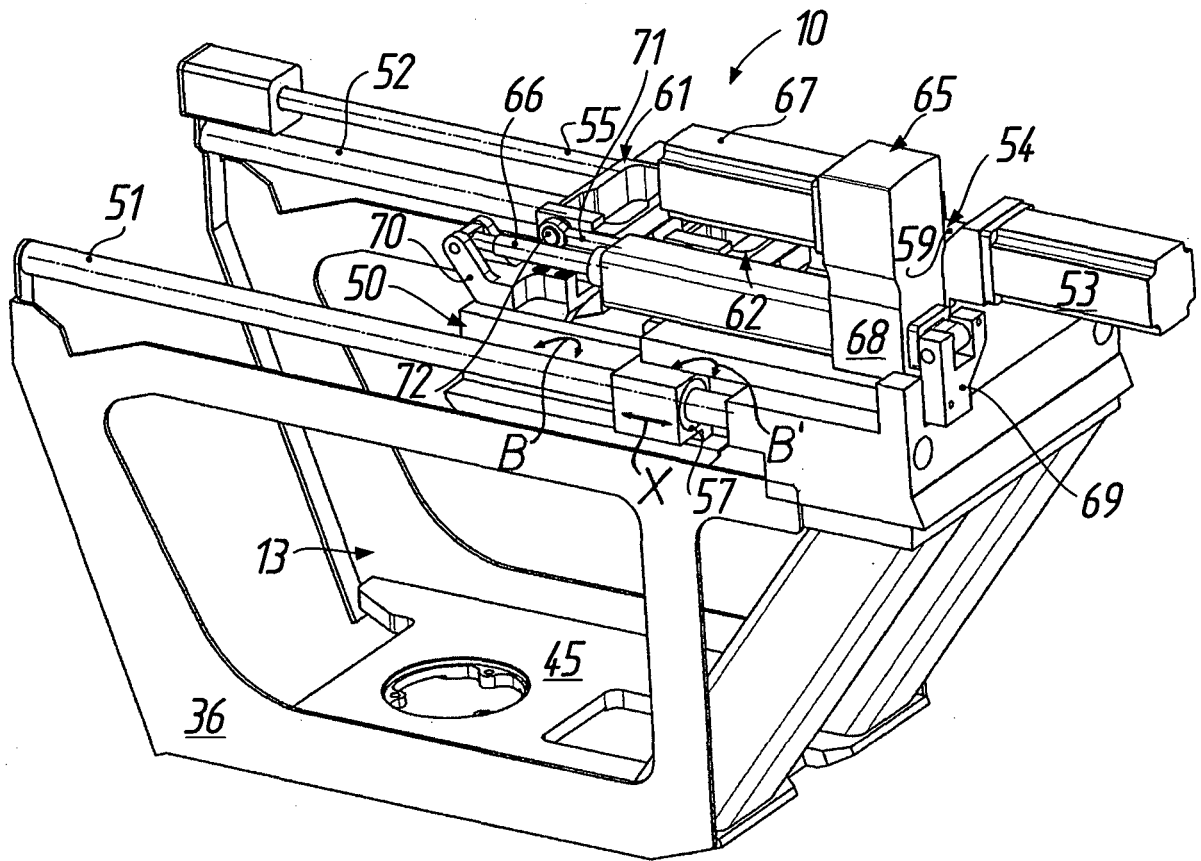
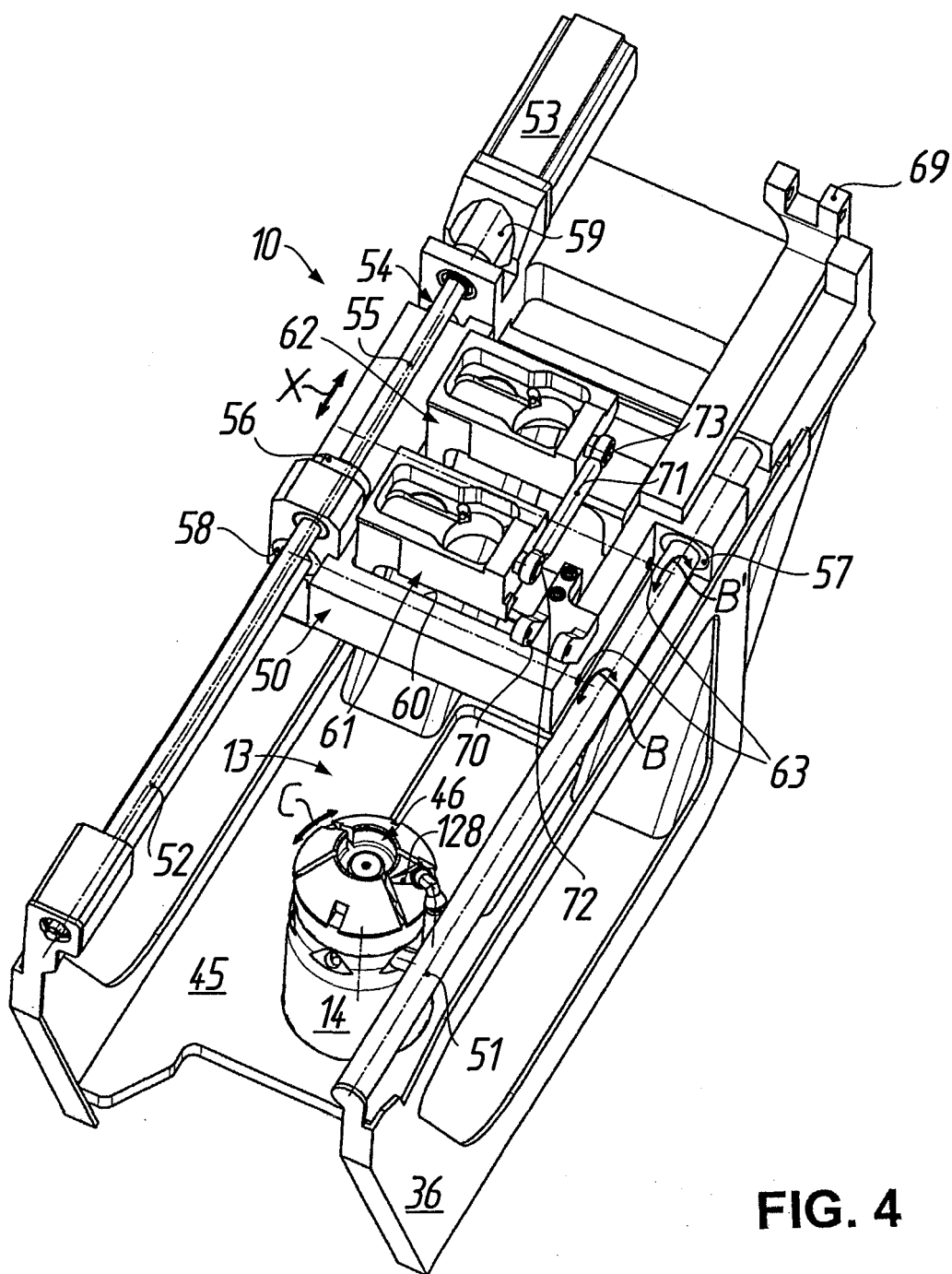


FIG. 3



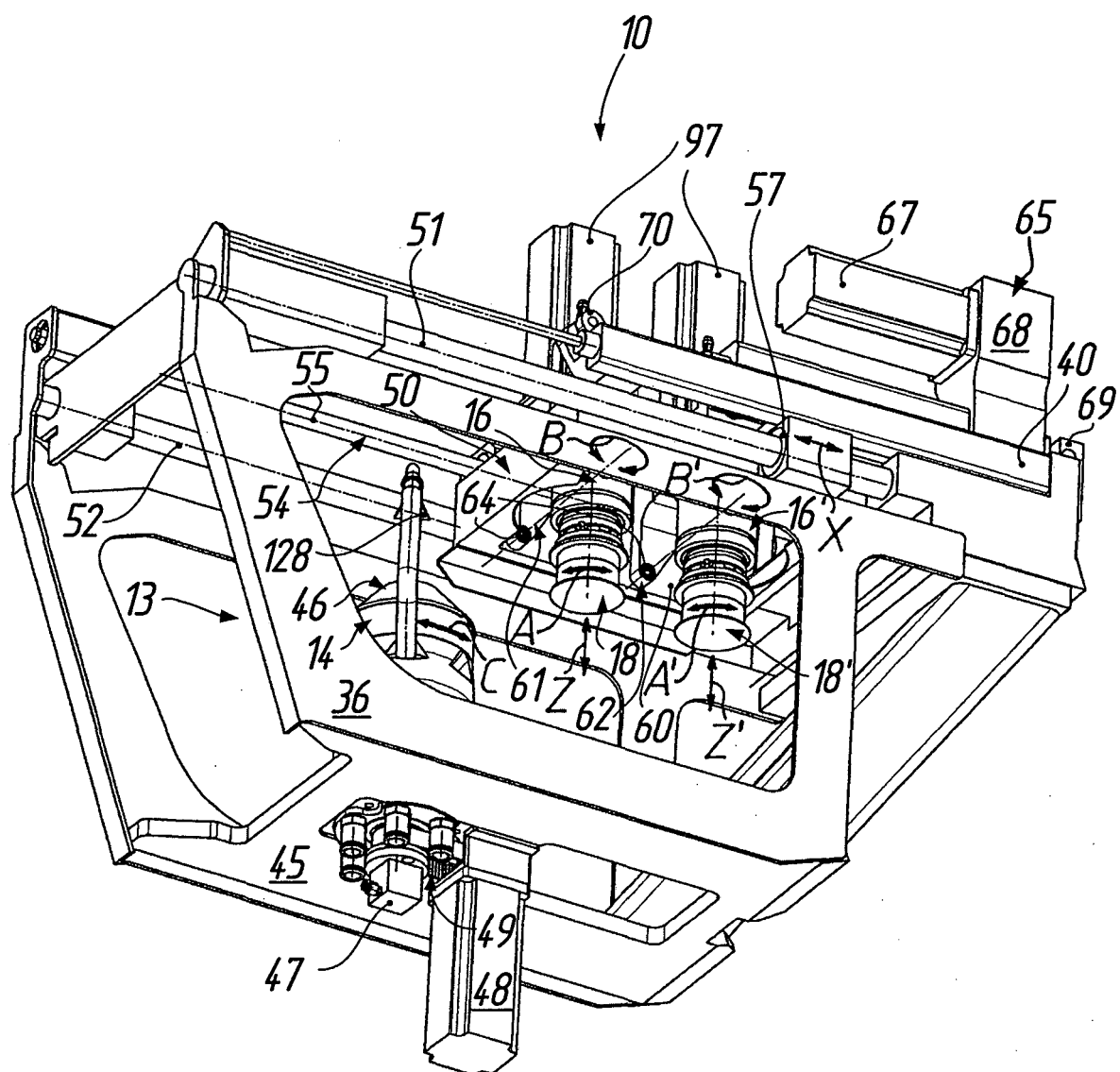


FIG. 5

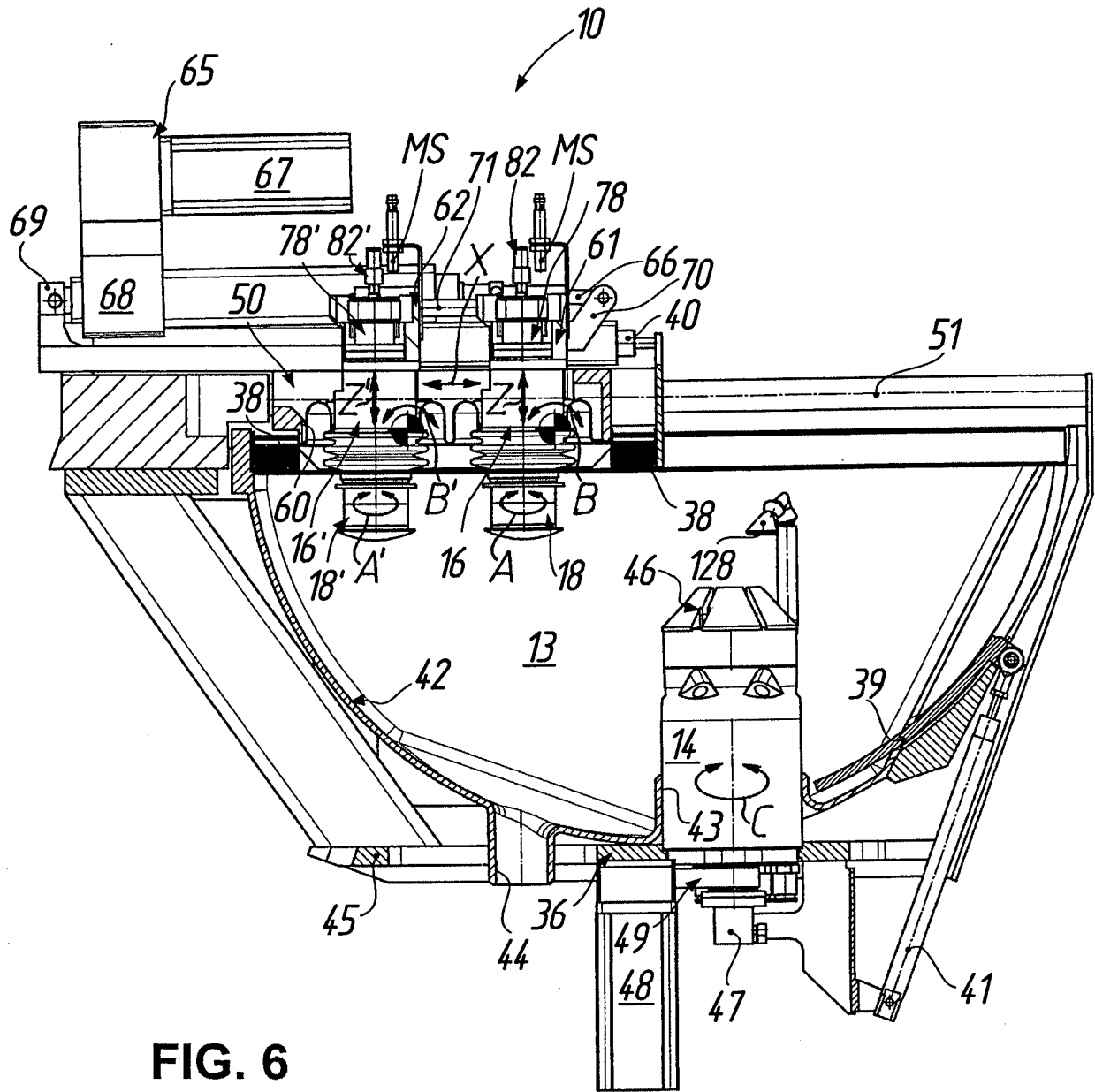
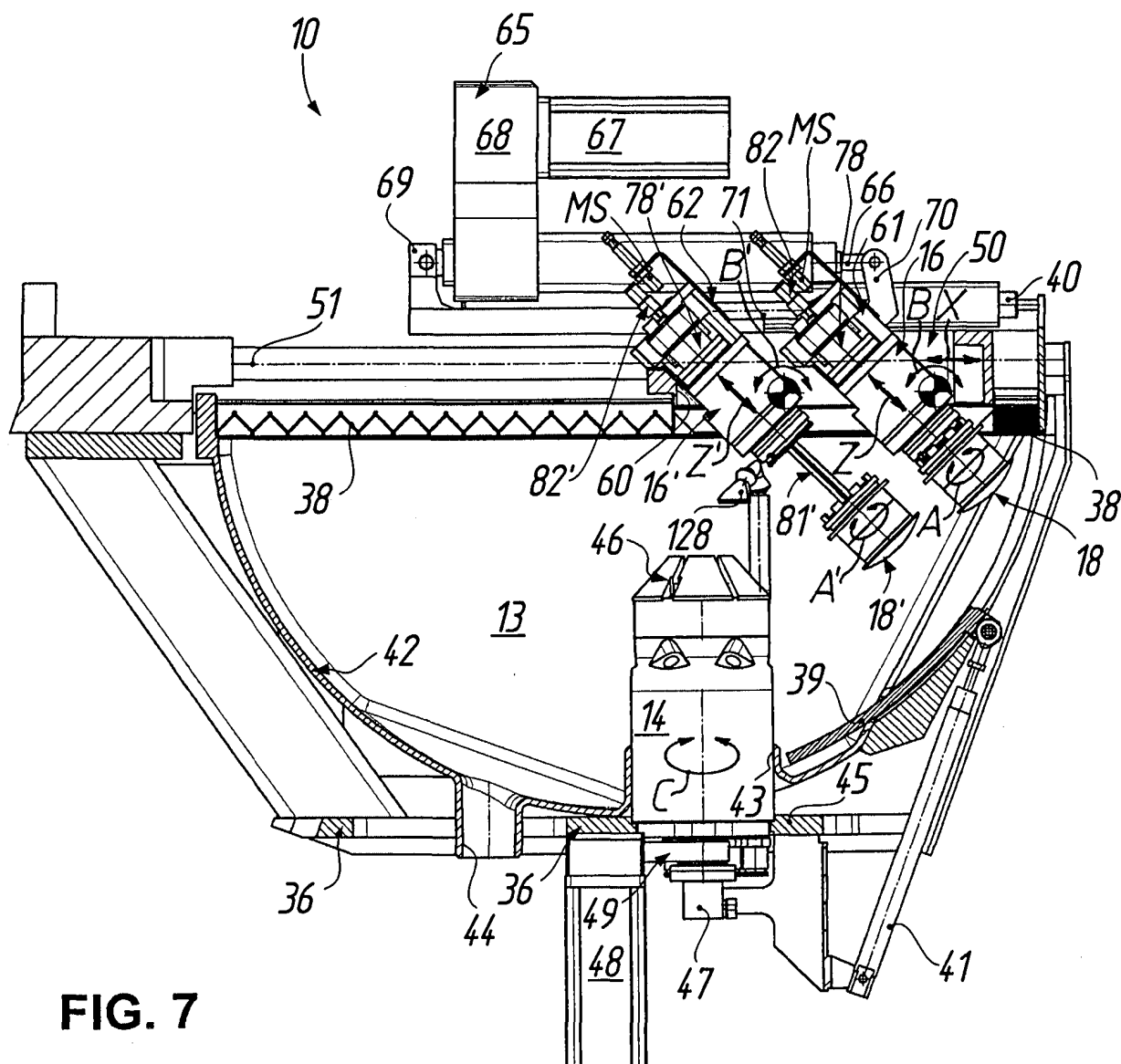
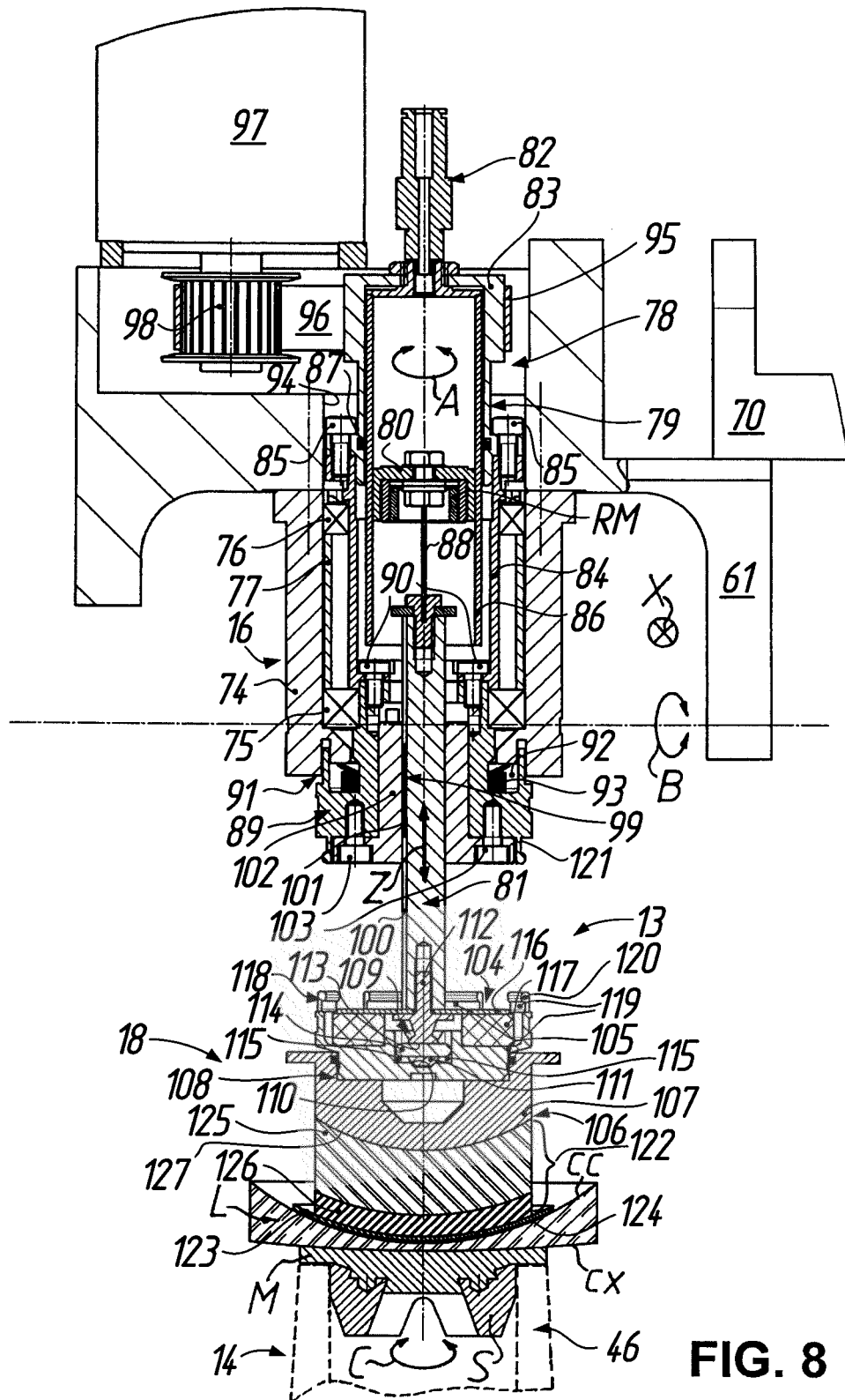


FIG. 6





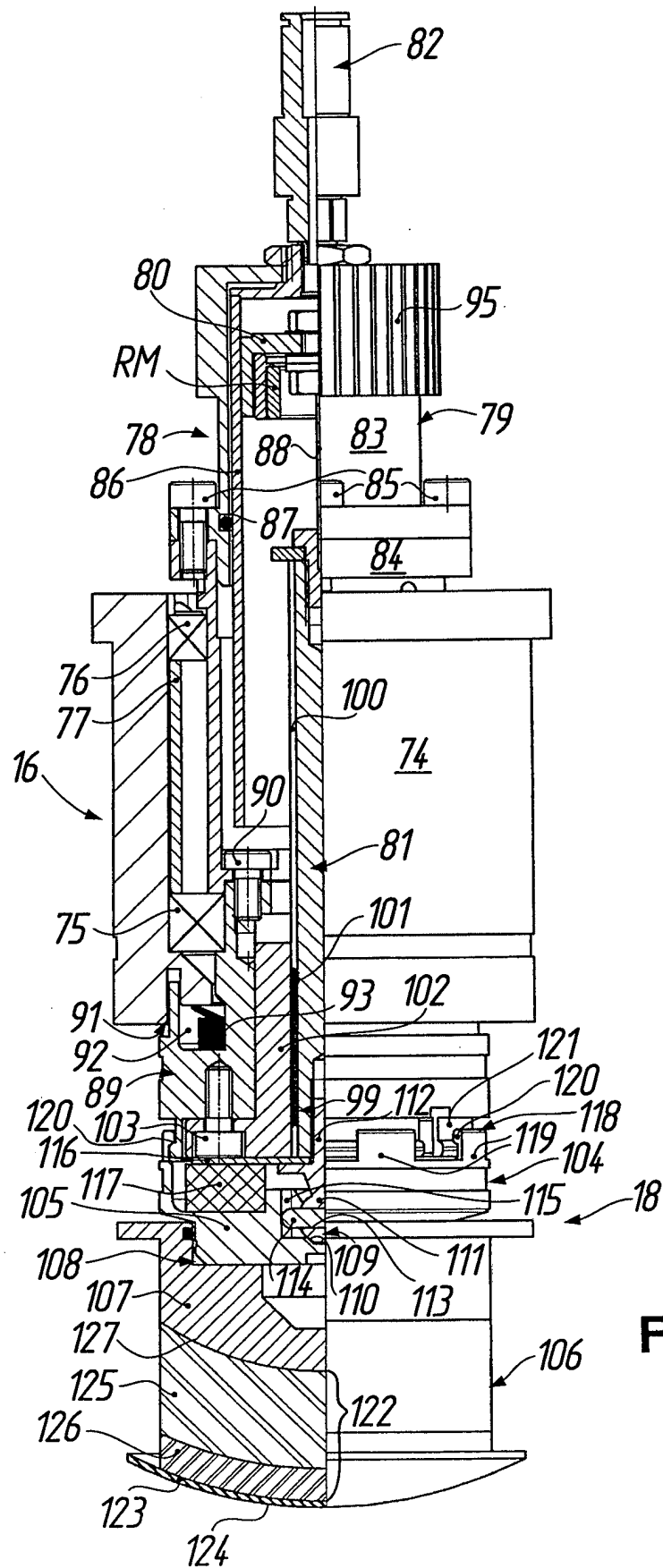


FIG. 9

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 102009041442 A1 **[0004]**
- DE 102011014230 A1 **[0004]**
- EP 1867430 A1 **[0009]**
- EP 2464493 B1 **[0064]**
- DE 102014 **[0068]**
- US 7559829 B2 **[0069]**