



(11) **EP 2 011 603 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.05.2010 Patentblatt 2010/21

(51) Int Cl.:
B24B 13/00 (2006.01) B24B 13/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08010854.1**

(22) Anmeldetag: **14.06.2008**

(54) **Maschine zur Bearbeitung von optischen Werkstücken, insbesondere von Kunststoff-
Brillengläsern**

Machine for machining optical work pieces, in particular plastic spectacle lenses

Machine destinée au traitement de pièces optiques, en particulier de verres de lunettes en plastique

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

(30) Priorität: **06.07.2007 DE 102007031703**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.01.2009 Patentblatt 2009/02

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

(72) Erfinder:
• **Schäfer, Holger
35789 Weilmünster (DE)**

• **Wallendorf, Steffen
35582 Wetzlar-Dutenhofen (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 868 972 EP-A- 1 867 430
DE-A1- 19 751 750**

EP 2 011 603 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 auf eine Maschine zur Bearbeitung von optischen Werkstücken gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf die industrielle Bearbeitung von Rezeptflächen an Brillengläsern aus Kunststoffen, wie Polycarbonat, CR39 und sogenannte "High Index" Materialien.

STAND DER TECHNIK

[0002] Üblicherweise liegt bei der Bearbeitung von Kunststoff-Brillengläsern ein aus Kunststoff spritzgegosener Brillenglasrohling, auch "Blank" genannt, vor, der eine standardisierte endbearbeitete konvexe Außenfläche mit z.B. sphärischer oder progressiver Form aufweist. Die in der Regel konkaven Innen- bzw. Rezeptflächen erhalten mittels spanender Bearbeitung eine sphärische, asphärische, torische, atorische, progressive oder Freiformgeometrie (z.B. Gleitsichtflächen), je nach der gewünschten optischen Wirkung. Der typische konventionelle Ablauf bei der Innenflächenbearbeitung sieht nach dem Aufblocken des Brillenglasrohlings mit seiner Außenfläche auf einem Blockstück einen Fräs- oder Drehbearbeitungsprozeß zur Herstellung der optisch aktiven Form vor, in der Regel gefolgt von einem Feinschleif- oder Polierprozeß zur Erzielung der notwendigen Oberflächengüte.

[0003] Für die Herstellung der optisch aktiven Form von Kunststoff-Brillengläsern vorgeschlagen wurden:

- (A) Reine Fräsmaschinen [EP-A-0 758 571], insbesondere zur Vorbearbeitung der Brillengläser,
- (B) reine Fast-Tool-Drehmaschinen, bei denen für die Feinbearbeitung der Brillengläser ein Drehmeißel entweder
- (B.1) linear reziprozierend [WO-A-02/06005, EP-A-1 719 573] oder
- (B.2) rotativ [WO-A-99/33611] hochdynamisch bewegt werden kann, so daß nicht-rotationssymmetrische Linsenflächen im Drehverfahren erzeugt werden können, sowie
- (C) kombinierte Fräs-Dreh-Maschinen mit
- (C.1) kombiniertem Fräs-Dreh-Werkzeug [EP-A-1 291 106] oder
- (C.2) separaten Fräs- und (linear oder rotativ arbeitenden) Dreh-Bearbeitungseinheiten, die die Brillengläser entweder
- (C.2.1) seriell [EP-A-1 719 585] - ein und dasselbe Brillenglas wird im Arbeitsraum der Maschine zuerst gefräst und anschließend gedreht - oder
- (C.2.2) parallel [EP-A-1 719 582] - verschiedene Brillengläser werden im Arbeitsraum der Maschine zugleich bearbeitet, wobei eines gefräst wird, während das andere gedreht wird - bearbeiten.

[0004] Wenngleich im Folgenden von einer Maschine gemäß Punkt (C.2.1) ausgegangen wird, ist dies nicht beschränkend im Hinblick auf einen Maschinentyp zu verstehen, vielmehr kann das hier vorgestellte Maschinenkonzept für verschiedene Maschinentypen eingesetzt werden, namentlich die Maschinentypen gemäß den Punkten (A), (B.1), (B.2), (C.1) und (C.2.1) bis hin zu etwaigen Kombinationen hiervon, beispielsweise (C.1) und (C.2.1), d.h. eine Maschine, deren speziell ausgebildete Fräs-Bearbeitungseinheit (mit im Drehwinkel geregelter Frässpindel) ein kombiniertes Fräs-Dreh-Werkzeug zur Vorbearbeitung des Brillenglases trägt, während zugleich eine Dreh-Bearbeitungseinheit mit einer (oder mehreren) Fast-Tool-Anordnung(en) vorgesehen ist, die der Fertigbearbeitung des Brillenglases dient (dienen).

[0005] Aus dem Stand der Technik gemäß der EP-A-1 719 585 ist demnach eine seriell arbeitende kombinierte Fräs-Dreh-Maschine bekannt, die allgemein die folgenden Baugruppen besitzt: Eine Werkstückspindel, mittels der das Werkstück um eine Werkstück-Drehachse drehend antreibbar ist, wenigstens eine Bearbeitungseinheit, die ein Werkzeug aufweist, mittels dessen das an der Werkstückspindel gehaltene Werkstück spanend bearbeitbar ist, und einen Verstellmechanismus zur Erzeugung einer Relativbewegung zwischen der Werkstückspindel und dem Werkzeug, um wahlweise ein Laden/Entladen oder ein Bearbeiten des Werkstücks zu ermöglichen.

[0006] Genauer gesagt hat die vorbekannte Maschine auf einer Seite eines Arbeitsraums in paralleler Anordnung eine Fräs-Bearbeitungseinheit mit einer Frässpindel und eine Dreh-Bearbeitungseinheit mit zwei Fast-Tool-Anordnungen, wobei der auf der gegenüberliegenden Seite des Arbeitsraums vorgesehene Verstellmechanismus durch eine die Werkstückspindel tragende Kreuztischanordnung gebildet ist, mittels der das an der Werkstückspindel gehaltene Werkstück einerseits parallel zu den Bearbeitungseinheiten (X-Achse) und andererseits auf diese zu bzw. von diesen weg (Y-Achse) bewegt werden kann. Zwar hat sich dieses Maschinenkonzept bisher in der Praxis gut bewährt - diese Maschine ist unter der Bezeichnung VFT Ultra, vertrieben von der Satisloh AG, auf dem Markt - es erscheint jedoch in folgender Hinsicht verbesserungsbedürftig.

[0007] Bei der Bearbeitung von Kunststoff-Brillengläsern nach Rezept werden erhebliche Werkstückanteile unter Zufuhr großer Kühlmittelströme zerspannt, weshalb eine hinreichende Kapselung des Arbeitsraums und eine ungehinderte Spanabfuhr unerlässlich sind. Außerdem entstehen bei der spanenden Bearbeitung von etwa "High Index" Materialien unangenehme Dämpfe, die abgesaugt und gefiltert werden sollten.

[0008] Für die Kapselung des Arbeitsraums ist bei der vorbeschriebenen Maschine ein infolge der relativ langen X-Achse verhältnismäßig großer und teurer Naßschutz aus Edelstahlblech vorgesehen. Da das Naßschutzgehäuse die Verfahrensbewegung der Werk-

stückspindel entlang der langen X-Achse ermöglichen muß, ist für die Werkstückspindel eine langlochartige Öffnung im Naßschutzgehäuse vorhanden. Diese Öffnung ist durch eine kombinierte Schieber- und Rollo-Abdeckung geschlossen, welche mit gehäuseseitigen Abstreifen zusammenwirkt. Abgesehen davon, daß die mit derartigen Abdeckungen erzielte Abdichtung nicht immer befriedigend ist, unterliegen solche Abdeckungen auch einem erheblichen Verschleiß und verursachen Reibung, die im konkreten Anwendungsfall sowohl der Verfahrensgeschwindigkeit als auch der Positioniergenauigkeit der Maschine in der X-Achse abträglich sein kann.

[0009] Eine Maschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist aus der DE-A-197 51 750 bekannt.

AUFGABENSTELLUNG

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kompakt bauende Maschine zur Bearbeitung von optischen Werkstücken, insbesondere von Kunststoff-Brillengläsern, bereitzustellen, bei der sich insbesondere der Arbeitsraum möglichst einfach kapseln bzw. abdichten läßt.

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 13.

[0012] Nach der Erfindung umfaßt bei einer gattungsgemäßen Maschine zur Bearbeitung von optischen Werkstücken, insbesondere von Kunststoff-Brillengläsern, der Verstellmechanismus eine Linearantriebseinheit und eine Schwenkantriebseinheit, auf der die Linearantriebseinheit angeordnet ist, wobei die Linearachse Y im wesentlichen senkrecht zur Schwenkachse A und im wesentlichen parallel zur Werkstück-Drehachse B oder im wesentlichen parallel zur Schwenkachse A und im wesentlichen senkrecht zur Werkstück-Drehachse B verläuft.

[0013] Wenngleich die erstgenannte Alternative, bei der die Linearachse Y im wesentlichen senkrecht zur Schwenkachse A und im wesentlichen parallel zur Werkstück-Drehachse B verläuft, gegenüber der zweitgenannten Alternative, nach der die Linearachse Y im wesentlichen parallel zur Schwenkachse A und im wesentlichen senkrecht zur Werkstück-Drehachse B verläuft, im Hinblick auf die Anzahl der Bewegungsfreiheitsgrade am Werkstück bevorzugt ist, weil sie den baukastenartigen Aufbau einer Maschine mit den verschiedensten Bearbeitungseinheiten mit geringstem Aufwand ermöglicht, ist die zweitgenannte Alternative durchaus zum Aufbau etwa einer Fast-Tool-Drehmaschine geeignet, bei der dem Werkzeug ohnehin eine lagegeregelte (Zustell)Achse zugeordnet ist, die für die meisten Bearbeitungsfälle das Fehlen einer entsprechenden Bewegungsmöglichkeit auf der Werkstückseite kompensieren kann. Zum

Aufbau einer Fräsmaschine wäre die zweitgenannte Alternative allerdings weniger geeignet, weil dies auf der Werkzeugseite eine zusätzliche lagegeregelte Linearachse erfordern würde, die bei der erstgenannten Alternative an einem Fräswerkzeug nicht benötigt würde.

[0014] Aus dem Umstand, daß gemäß der Erfindung - verglichen zum eingangsgeschilderten Stand der Technik - eine der Linearachsen auf der Werkstückseite (X-Achse) gewissermaßen durch eine Schwenkachse (A-Achse) "ersetzt" ist, ergeben sich mehrere Vorteile. Zunächst läßt sich die Schwenkantriebseinheit im Vergleich zu der vorbekannten Linearantriebseinheit deutlich einfacher "abdichten", d.h. die nicht in den Arbeitsraum der Maschine vorstehenden Bestandteile der Schwenkantriebseinheit lassen sich leichter vom Arbeitsraum abtrennen bzw. abkapseln, etwa mittels geeigneter Drehdurchführungen, Dichtungsanordnungen mit handelsüblichen Lippendichtungsprofilen, Maßnahmen zur Sperrluftbeaufschlagung etc., denen auch gemein ist, daß sie sehr verschleiß- und reibungsarm ausgebildet werden können.

[0015] Ferner baut die erfindungsgemäße Maschine infolge der Aufeinanderanordnung der Linearantriebseinheit auf der Schwenkantriebseinheit sehr kompakt; lange Fahrwege, wie sie im obigen Stand der Technik in der X-Achse erforderlich sind, schon um die einzelnen Bearbeitungseinheiten anfahren zu können, sind nicht vorhanden. Dies führt auch zu einer Beschleunigung der Bearbeitung, namentlich einer Verkürzung der Bearbeitungsnebenzeiten, weil die bewegten Maschinenbestandteile auf der Werkstückseite im Vergleich zum obigen Stand der Technik kürzere Wege zurückzulegen haben.

[0016] Des weiteren ermöglicht es die Aufeinanderanordnung der Linearantriebseinheit auf der Schwenkantriebseinheit die jeweiligen Führungen sehr nahe bzw. eng beieinander anzuordnen, was zu einer hohen Steifigkeit des Verstellmechanismus führt. Dies ist auch einer hohen Bearbeitungsqualität zuträglich.

[0017] Weiterhin gestattet das erfindungsgemäße Maschinenkonzept einen sehr flexiblen modularen Aufbau der Maschine, bei dem den jeweiligen Bearbeitungserfordernissen entsprechend Bearbeitungseinheiten, Handhabungseinheiten, Meßstationen etc. in der Art eines Baukastens ausgewählt und um den Verstellmechanismus herum gruppiert werden können. Nicht zuletzt ist das erfindungsgemäße Maschinenkonzept unter ergonomischen Gesichtspunkten vorteilhaft; die einzelnen Maschinenbestandteile lassen sich problemlos so anordnen, daß sie für Montage-, Wartungs- und Rüstvorgänge gut zugänglich sind.

[0018] Der Umstand, daß die Linearantriebseinheit auf der Schwenkantriebseinheit angeordnet ist, macht zum einen das Maschinenkonzept im Hinblick auf die möglichen Maschinenausbaustufen flexibler; zum anderen wird für den Verstellmechanismus ein geringerer Bau- raum benötigt und die Linearantriebseinheit kann einfacher abgedichtet werden.

[0019] In diesem Zusammenhang ist es auch bevorzugt, wenn die Werkstückspindel mittels der Schwenkantriebseinheit im Drehwinkel geregelt, d.h. winkellagegeregelt um die Schwenkachse A schwenkbar ist. Wenn allerdings die Schwenkantriebseinheit vornehmlich dem Werkstückwechsel dient, wie oben beschrieben, kann es ausreichend sein, anstelle einer CNC-geregelten Schwenkachse A lediglich eine nicht im Drehwinkel geregelte Schwenkmöglichkeit der Werkstückspindel auf Endanschläge vorzusehen.

[0020] In einer sehr kompakten und steifen Ausgestaltung der Maschine kann die Schwenkantriebseinheit einen Schwenktisch aufweisen, an dem parallele Führungsschienen für einen Y-Schlitten der Linearantriebseinheit montiert sind, wobei zwischen den Führungsschienen ein Linearmotor angeordnet ist, mittels dessen der Y-Schlitten relativ zum Schwenktisch bewegbar ist. Auch sind derartige Führungssysteme und Linearmotoren kostengünstig am Markt erhältlich.

[0021] Es ist ferner bevorzugt, wenn die Schwenkantriebseinheit zur Erzeugung der Schwenkbewegung um die Schwenkachse A einen Torquemotor aufweist. Dies macht ein Getriebe bei der Erzeugung der Schwenkbewegung entbehrlich, so daß auch kein Getriebe(umkehr)spiel auftreten kann, wodurch eine hohe und reproduzierbare Genauigkeit der Schwenkbewegungen der Werkstückspindel um die Schwenkachse A und damit der Winkелеinstellung erzielt wird.

[0022] Es wurde schon eingangs angedeutet, daß das erfindungsgemäße Maschinenkonzept derart flexibel ist, daß es sich bei der wenigstens einen Bearbeitungseinheit um eine Dreh-Bearbeitungseinheit mit einer Fast-Tool-Anordnung und/oder um eine Fräs-Bearbeitungseinheit mit einer Werkzeugspindel handeln kann, wobei die einfachste Variante der Maschine nur eine solche Bearbeitungseinheit hätte.

[0023] Besonders bevorzugt ist es, wenn der die Werkstückspindel tragende Verstellmechanismus an zentraler Stelle im Maschinengestell angeordnet ist, während die wenigstens eine Bearbeitungseinheit, eine Lade/Entlade-Station zum Laden/Entladen von Werkstücken und wenigstens eine weitere Einheit oder Station sternartig - z.B. kreuz-, X- oder Y-förmig oder auch bezüglich der Schwenkachse A ungleichmäßig winkelbeabstandet - um den Verstellmechanismus herum angeordnet sind, wobei letztere, d.h. die wenigstens eine weitere Einheit oder Station aus einer Gruppe ausgewählt ist, welche die folgenden Einheiten bzw. Stationen umfaßt: eine Dreh-Bearbeitungseinheit mit einer Fast-Tool-Anordnung, eine Fräs-Bearbeitungseinheit mit einer Werkzeugspindel, eine Gravierstation zum Anbringen einer Markierung am Werkstück und eine Meßstation zum Vermessen des Werkstücks.

[0024] Sind in einer möglichen Ausbauvariante der Maschine als Bearbeitungseinheiten zwei Dreh-Bearbeitungseinheiten mit jeweils einer Fast-Tool-Anordnung vorgesehen, ist es von Vorteil, wenn letztere in bezüglich des Verstellmechanismus einander gegenüberliegen-

den Positionen angeordnet sind, so daß die Wirkrichtungen F1, F2 der Fast-Tool-Anordnungen und die Schwenkachse A im wesentlichen in einer Ebene liegen. Dann nämlich können die Fast-Tool-Anordnungen z.B. so angesteuert werden, daß die eine Fast-Tool-Anordnung das rotierende Werkstück mit reziprozierenden Bewegungen drehbearbeitet (F1-Achse), während die andere Fast-Tool-Anordnung in Bezug auf die Schwenkachse A gegenläufig zur ersten Fast-Tool-Anordnung schwingt, um durch Schwingungskompensation eine übermäßige Schwingungserregung des Maschinengestells zu verhindern.

[0025] Es ist weiterhin bevorzugt, wenn die Wirkrichtung F1 (F2) der Fast-Tool-Anordnung der wenigstens einen Dreh-Bearbeitungseinheit bezüglich einer Ebene, die im wesentlichen senkrecht zur Schwenkachse A verläuft, derart schräggestellt ist, daß die Fast-Tool-Anordnung von dem Verstellmechanismus aus gesehen nach radial außen abfällt. Zunächst läßt sich durch besagte Schrägstellung der Fast-Tool-Anordnung in Verbindung mit der ggf. an der Maschine vorhandenen Zustellbewegung der Werkstückspindel in der die Werkstück-Drehachse B enthaltenden Ebene (Y-Achse in der ersten erfindungsgemäßen Alternative), genauer in Richtung der Werkstückspindel eine hochgenaue Höheneinstellung der Schneide des an der Fast-Tool-Anordnung befestigten Drehmeißels auf die Werkstück-Drehachse B erzielen, ohne daß dazu Höhenverlagerungen der Drehmeißelschneide bezüglich der Fast-Tool-Anordnung erforderlich sind, was mechanische Stellsysteme od.dgl. zur Höhenjustage des Drehmeißels entbehrlich macht. Das Maß der Zustellbewegung der Werkstückspindel in Richtung ihrer Achse (Y-Achse in der ersten erfindungsgemäßen Alternative) und damit der dadurch erzielte Höhenausgleich zwischen der Werkstück-Drehachse B und dem Arbeitspunkt der Drehmeißelschneide erfolgt hierbei nach Maßgabe der Sinusfunktion des vorbestimmten Winkels zwischen der zur Schwenkachse A senkrecht verlaufenden Ebene und der Wirkrichtung F1 (F2) der Fast-Tool-Anordnung. Daß darüber hinaus die Schrägstellung der Fast-Tool-Anordnung derart ist, daß letztere von dem Verstellmechanismus aus gesehen nach radial außen abfällt, hat den Vorteil, daß der Drehmeißel beim Abschalten der Bestromung der Fast-Tool-Anordnung in eine bezüglich des Arbeitsraums der Maschine zurückgezogene Position zurücklaufen kann und dort im stromlosen Zustand der Fast-Tool-Anordnung verharret, so daß die Gefahr reduziert ist, daß sich der Bediener der Maschine bei etwaigen Rüstarbeiten od.dgl. im Arbeitsraum der Maschine an der sehr scharfen Drehmeißelschneide verletzt.

[0026] Im weiteren Verfolg des Erfindungsgedankens kann an einem Schwenktisch der Schwenkantriebseinheit eine Abdeckhaube angebracht sein, welche zugleich die Werkstückspindel und die Linearantriebseinheit abdeckt, so daß hier vorteilhaft keine separaten Abdicht- und/oder Schutzmaßnahmen benötigt werden.

[0027] Hierbei kann die Abdeckhaube eine Öffnung

aufweisen, durch die sich die Werkstückspindel bewegbar hindurch erstreckt, wobei zwischen einem Innenumfang der Öffnung und einem Außenumfang der Werkstückspindel ein Rollbalg angeordnet ist, der das Innere der Abdeckhaube gegenüber dem Arbeitsraum der Maschine abdichtet. Ein derartiger Rollbalg ist kostengünstig, dichtet zuverlässig ab, ist unanfällig für Verschleiß und setzt den linearen Bewegungen der Werkstückspindel auch nur einen sehr geringen Widerstand entgegen.

[0028] In diesem Zusammenhang ist es ebenfalls von Vorteil, wenn die Werkstückspindel eine aerostatische Lagerung aufweist. Die Abluft einer solchen Lagerung dient nämlich zugleich als Sperrluft, die verhindert, daß Kühlschmierstoff od.dgl. aus dem Arbeitsraum der Maschine durch ggf. vorhandene Spalte oder Ritzen in die Abdeckhaube bzw. die Werkstückspindel eindringen kann.

[0029] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Maschine kann ferner ein bezüglich eines Maschinengestells verschwenkbares Maschinenoberteil vorgesehen sein, das zusammen mit dem Maschinengestell den Arbeitsraum der Maschine begrenzt, wobei das Maschinenoberteil einen unteren, im wesentlichen ringzylindrischen Rand aufweist, der im geschlossenen Zustand des Maschinenoberteils formschlüssig in eine zugeordnete, im wesentlichen ringförmige Aussparung im Maschinengestell eingreift. Somit ist es einerseits möglich, den gesamten Arbeitsraum der Maschine für etwaige Wartungs-, Reparatur- und/oder Rüstarbeiten durch Hochschwenken des Maschinenoberteils freizulegen, wobei die jeweiligen Maschinenteile sehr gut zugänglich sind, während andererseits das Maschinenoberteil im heruntergeschwenkten Zustand durch besagten Eingriff mit dem Maschinengestell für eine zuverlässige Abdichtung des Arbeitsraums gegenüber der Umgebung sorgt.

[0030] Schließlich kann das Maschinengestell vorzugsweise monolithisch aus Polymerbeton - auch als Mineralguß bezeichnet - ausgebildet sein. Dieses Material, bei dem es sich um einen Verbundwerkstoff handelt, bestehend aus einem mineralischen Füllstoffgemisch und einem Bindemittel auf Reaktionsharzbasis, hat u.a. eine hohe Masse sowie einen geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, ist sehr steif und weist sehr gute Dämpfungseigenschaften auf, was insbesondere im Falle des Einsatzes einer Dreh-Bearbeitungseinheit mit einer Fast-Tool-Anordnung von Vorteil ist, um zu verhindern, daß von der Fast-Tool-Anordnung generierte Vibrationen störend über das Maschinengestell auf den Verstellmechanismus und damit die Werkstückspindel übertragen werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0031] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigelegten, teilweise schematischen Zeichnungen näher erläutert, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche bzw. entsprechende Teile kennzeichnen. In den

Zeichnungen zeigen:

- | | | |
|----|--------|--|
| 5 | Fig. 1 | eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Maschine zur Bearbeitung von optischen Werkstücken, namentlich Kunststoff-Brillengläsern, von schräg vorne/oben, ohne Maschinenoberteil (welches für eine bessere Einsicht in das Maschineninnere abgenommen wurde), deren werkzeugmäßige Ausstattung eine Fräs-Bearbeitungseinheit mit einer Werkzeugspindel und zwei Dreh-Bearbeitungseinheiten mit jeweils einer Fast-Tool-Anordnung umfaßt; |
| 10 | Fig. 2 | eine Draufsicht auf die Maschine gemäß Fig. 1 mit Blickrichtung von oben in Fig. 1; |
| 15 | Fig. 3 | eine Teilschnittansicht der Maschine gemäß Fig. 1 entsprechend der Schnittverlaufslinie III-III in Fig. 2, wobei zur Vereinfachung der Darstellung gegenüber den Fig. 1 und 2 ein Schaltschrank und eine Transporteinrichtung der Maschine weggelassen wurden; |
| 20 | Fig. 4 | eine Teilschnittansicht der Maschine gemäß Fig. 1 entsprechend der Schnittverlaufslinie IV-IV in Fig. 2, wobei zur Vereinfachung der Darstellung gegenüber den Fig. 1 und 2 ein Schaltschrank der Maschine weggelassen wurde; |
| 25 | Fig. 5 | eine gegenüber den Teilschnittansichten gemäß den Fig. 3 und 4 im Maßstab vergrößerte, abgebrochene Längsschnittansicht eines eine Werkstückspindel tragenden zentralen Verstellmechanismus der Maschine gemäß Fig. 1, der eine Schwenkantriebseinheit und eine darauf angeordnete Linearantriebseinheit umfaßt; |
| 30 | Fig. 6 | eine abgebrochene Schnittansicht des die Werkstückspindel tragenden zentralen Verstellmechanismus der Maschine gemäß Fig. 1 entsprechend der Schnittverlaufslinie VI-VI in Fig. 5; |
| 35 | Fig. 7 | eine perspektivische Ansicht der Maschine gemäß Fig. 1 von schräg vorne/oben, mit dem Maschinenoberteil, welches sich in einer unteren, geschlossenen Position befindet, wobei zur Vereinfachung der Darstellung gegenüber der Fig. 1 eine Transporteinrichtung der Maschine weggelassen wurde; |
| 40 | Fig. 8 | eine im Maßstab vergrößerte, abgebrochene Schnittansicht der Maschine gemäß Fig. 1 entsprechend der Schnittverlaufslinie VIII-VIII in Fig. 7 in einem Bereich, in dem das Maschi- |
| 45 | | |
| 50 | | |

nengestellt und das Maschinenoberteil aneinander grenzen;

Fig. 9 eine der Fig. 7 ähnliche, perspektivische Ansicht der Maschine gemäß Fig. 1 von schräg vorne/oben, bei der eine in das Maschinengestell versenkbare Schiebetür an der Frontseite der Maschine geöffnet ist, um für einen Bediener einen Eingriff in den Arbeitsraum der Maschine zu gestatten; und

Fig. 10 eine perspektivische Ansicht der Maschine gemäß Fig. 1 von schräg vorne/oben, mit dem Maschinenoberteil, welches sich in einer oberen, geöffneten Position befindet, wobei zur Vereinfachung der Darstellung gegenüber der Fig. 1 eine Transporteinrichtung und eine Lade/Entlade-Station der Maschine weggelassen wurden.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DES AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

[0032] In den Fig. 1 bis 4, 7, 9 und 10 ist eine CNC-geregelte Maschine insbesondere zur Flächenbearbeitung von Brillengläsern L aus Kunststoff mit 10 beziffert. Die Maschine 10 besitzt allgemein

- (a) eine Werkstückspindel 12, mittels der das Brillenglas L um eine Werkstück-Drehachse B drehend antreibbar ist,
- (b) wenigstens eine, im dargestellten Ausführungsbeispiel sogar drei Bearbeitungseinheiten für die spanende Bearbeitung des an der Werkstückspindel 12 gehaltenen Brillenglases L, nämlich zwei Drehbearbeitungseinheiten 14, 16 mit jeweils einer Fast-Tool-Anordnung 18, 20 zur Erzeugung einer Linearbewegung in Richtung F1 bzw. F2 für einen jeweils zugeordneten Drehmeißel 19, 21 als Werkzeug, sowie eine Fräs-Bearbeitungseinheit 22 mit einer Werkzeugspindel 24 zur Erzeugung einer Drehbewegung um eine Werkzeug-Drehachse C für ein Fräswerkzeug 25, und
- (c) einen allgemein mit 26 bezifferten Verstellmechanismus zur Erzeugung einer Relativbewegung zwischen der Werkstückspindel 12 und dem jeweiligen Werkzeug 19, 21, 25, um (wenigstens) wahlweise ein Laden/Entladen oder ein Bearbeiten des Brillenglases L zu ermöglichen.

[0033] Wesentlich ist, wie nachfolgend noch näher erläutert werden wird, daß der Verstellmechanismus 26 eine Linearantriebseinheit 28 sowie eine Schwenkantriebseinheit 30 aufweist (siehe die Fig. 3 bis 6), die aufeinander angeordnet sind, wobei die Werkstückspindel 12 mittels der Schwenkantriebseinheit 30 um eine Schwenkachse A schwenkbar ist, die im wesentlichen senkrecht zur Werkstück-Drehachse B steht, während

die Werkstückspindel 12 mittels der Linearantriebseinheit 28 entlang einer Linearachse Y bewegbar ist, die im dargestellten Ausführungsbeispiel im wesentlichen senkrecht zur Schwenkachse A und im wesentlichen parallel zur Werkstück-Drehachse B verläuft.

[0034] Die Maschine 10 besitzt ein monolithisch aus Polymerbeton geformtes Maschinengestell 32, welches ausgehend von seiner Oberseite 34 mittig mit einer ringförmigen Ausnehmung 36 versehen ist, die einen Arbeitsraum 38 der Maschine 10 nach unten und seitlich begrenzt. Im Zentrum der Ausnehmung 36 ist ein Lagerauge 40 für den Verstellmechanismus 26 vorgesehen. In Fig. 2 sind ferner zwei bezüglich des Lagerauges 40 diametral gegenüberliegende Abflüsse 42 für die Kühlmittel- und Späneentsorgung im Boden der Ausnehmung 36 zu erkennen. Um die Ausnehmung 36 herum sind in einer sternartigen Anordnung ausgehend von der Oberseite 34 mehrere Flanschflächen 44 in das Maschinengestell 32 eingelassen, welche der Montage der Bearbeitungseinheiten 14, 16, 22 und weiterer Einheiten bzw. Stationen dienen, die nachfolgend noch beschrieben werden. Die Fig. 1 und 2 zeigen noch eine seitlich am Maschinengestell 32 montierte Transporteinrichtung 46 für den Transport von Arbeitskästen 48, in denen die zu bearbeitenden / bearbeiteten Brillengläser L transportiert werden. Schließlich ist am Maschinengestell 32 auch ein Schaltschrank 50 montiert, der die benötigten Steuerungs- und Versorgungsbaugruppen enthält.

[0035] Den Fig. 3 bis 6 sind Einzelheiten des Verstellmechanismus 26 zu entnehmen. Zunächst ist zu erkennen, daß die Linearantriebseinheit 28 auf der Schwenkantriebseinheit 30 angeordnet ist. Letztere ist im Lagerauge 40 des Maschinengestells 32 mittels eines zweigeteilten Lagerflanschs 52 montiert, der ein Unterteil 54 und ein Oberteil 56 aufweist.

[0036] Die Schwenkantriebseinheit 30 hat einen Torquemotor 58, der - wie alle anderen Hauptantriebe der Maschine 10 auch - wassergekühlt ist (nicht näher dargestellt) und dazu dient, die Werkstückspindel 12 im Drehwinkel CNC-geregelt um die Schwenkachse A zu verschwenken. Gemäß den Fig. 5 und 6 ist der Stator 60 des Torquemotors 58 im Unterteil 54 des Lagerflanschs 52 befestigt, während der Rotor 62 des Torquemotors 58 mittels einer kombinierten Axial-Radial-Nadellager-Anordnung 64 drehbar im Unterteil 54 des Lagerflanschs 52 gelagert ist. Alternativ hierzu könnte aber auch eine aero- oder hydrostatische Lagerung des Rotors 62 vorgesehen sein.

[0037] Zwischen dem Unterteil 54 und dem Oberteil 56 des Lagerflanschs 52 ist ferner ein ringförmiges Wegmeßsystem 66 vorgesehen, welches den Rotor 62 des Torquemotors 58 umgibt und mittels dessen die Winkellage des Rotors 62 bezüglich des Stators 60 für die Winkellageregelung des Torquemotors 58 erfaßt werden kann. Als Alternative hierzu käme ein Hohlwellen-Drehgeber in Betracht.

[0038] Oberhalb des Lagerflansch-Oberteils 56 ist ein Schwenktisch 68 am Rotor 62 des Torquemotors 58 be-

festigt, wobei zwischen dem Schwenktisch 68 und dem ortsfesten Oberteil 56 des Lagerflanschs 52 Ringdichtungen 70 vorgesehen sind, die die Schwenkantriebseinheit 30 gegenüber dem Arbeitsraum 38 der Maschine abdichten. Zusätzlich kann hier eine Sperrluftbeaufschlagung erfolgen (nicht näher gezeigt), die auch verhindert, daß Kühlmittel in die Schwenkantriebseinheit 30 eintritt.

[0039] Zur Schwenkantriebseinheit 30 zu erwähnen wäre schließlich noch, daß durch den als Hohlwelle ausgeführten Rotor 62 sämtliche elektrischen Energie- und Signalleitungen sowie Luft- und Kühlmittelschläuche zu den auf dem Schwenktisch 68 montierten Baugruppen hindurch geführt sind (nicht näher dargestellt).

[0040] Insbesondere die Fig. 5 und 6 zeigen ferner, daß auf dem Schwenktisch 68 in paralleler Anordnung zwei Führungsschienen 72 für einen Y-Schlitten 74 der Linearantriebseinheit 28 montiert sind. Hierbei ist der Y-Schlitten 74 mittels insgesamt vier Führungswagen 76 verschiebbar an den Führungsschienen 72 geführt, und zwar in großer räumlicher Nähe zur Axial-Radial-Nadel-lager-Anordnung 64 der Schwenkantriebseinheit 30.

[0041] Zwischen den Führungsschienen 72 ist ein Linearmotor 78 angeordnet, mittels dessen der Y-Schlitten 74 relativ zum Schwenktisch 68 beweg- bzw. verstellbar ist, und zwar CNC-lagegeregelt in beiden Richtungen der Y-Achse (das zugehörige Wegmeßsystem ist zur Vereinfachung der Darstellung nicht gezeigt). Während der Stator 80 des Linearmotors 78 am Schwenktisch 68 befestigt ist, ist der Läufer 82 des Linearmotors 78 am Y-Schlitten 74 montiert, auf dem wiederum die Werkstückspindel 12 befestigt ist.

[0042] Die Werkstückspindel 12 ist an sich bekannt und braucht daher an dieser Stelle nicht weiter beschrieben werden. Erwähnt werden soll lediglich, daß die Werkstückspindel 12 eine aerostatische Lagerung aufweist (nicht näher gezeigt), deren Abluft vorteilhaft zur Abdichtung gegenüber dem Arbeitsraum 38 beiträgt, und mit einer doppeltwirkenden Kolben-Zylinder-Anordnung 84 für die Betätigung einer Spannzange 86 versehen ist (siehe Fig. 5), mittels der das auf einem Blockstück (nicht gezeigt) aufgeblockte Brillenglas L an der Werkstückspindel 12 gespannt werden kann. Mit Hilfe des Elektromotors 88 der Werkstückspindel 12 schließlich ist das Brillenglas L in der Drehwinkelstellung CNC-geregelt um die Werkstück-Drehachse B drehend antreibbar (das zugehörige Wegmeßsystem ist wiederum zur Vereinfachung der Darstellung nicht gezeigt).

[0043] Insbesondere in den Fig. 3 bis 6 ist weiterhin zu erkennen, daß an dem Schwenktisch 68 der Schwenkantriebseinheit 30 eine Abdeckhaube 90 angebracht ist, die zugleich die Werkstückspindel 12 und die Linearantriebseinheit 28 abdeckt, wobei das Innere 92 der Abdeckhaube 90 mittels Dichtprofilen 94, die zwischen der Abdeckhaube 90 und dem Schwenktisch 68 angeordnet sind, gegenüber dem Arbeitsraum 38 der Maschine 10 abgedichtet ist. Auf der in Fig. 5 rechten Seite weist die Abdeckhaube 90 eine Öffnung 96 auf, durch die sich die

Werkstückspindel 12 bewegbar hindurch erstreckt, so daß sich die Spannzange 86 mit dem daran gespannten Brillenglas L im Arbeitsraum 38 der Maschine 10 befindet. Zwischen einem Innenumfang der Öffnung 96 und einem Außenumfang der Werkstückspindel 12 ist schließlich ein Rollbalg 98 angeordnet, der geeignet an Werkstückspindel 12 und Abdeckhaube 90 befestigt ist und (auch) dazu dient, das Innere 92 der Abdeckhaube 90 gegenüber dem Arbeitsraum 38 der Maschine 10 abzudichten.

[0044] Aus der obigen Beschreibung ist soweit ersichtlich, daß die Werkstückspindel 12 mittels des aus Linearantriebseinheit 28 und Schwenkantriebseinheit 30 bestehenden Verstellmechanismus 26 CNC-lagegeregelt (A-Achse, Y-Achse) in einer bezüglich der Schwenkachse A senkrecht verlaufenden Ebene bewegbar ist, während das Brillenglas L im Drehwinkel CNC-lagegeregelt (B-Achse) um die Werkstück-Drehachse B drehbar ist. Somit kann das Brillenglas L von einer Bearbeitungseinheit od.dgl. zur nächsten Bearbeitungseinheit od.dgl. bewegt werden (A-Achse), bezüglich einer Bearbeitungseinheit od.dgl. quer zu dieser (A-Achse, ggf. mit Y-Achse kombiniert, insbesondere für Vorschubbewegungen) und/oder bezüglich einer Bearbeitungseinheit od.dgl. in Richtung auf diese zu bzw. von dieser weg (Y-Achse, insbesondere für Zustellbewegungen). Dieses Konzept führt nicht nur zu einem sehr kompakten Aufbau der Maschine 10, sondern auch zu einer - verglichen mit einer für die Bewegung der Werkstückspindel vorgesehenen Kreuztischanordnung, die im Verhältnis lange Linearführungen aufweist - erhöhten Genauigkeit bei der Bearbeitung.

[0045] Insbesondere die Fig. 1 und 2 zeigen nun verschiedene Einheiten bzw. Stationen, die sternartig um den an zentraler Stelle im Maschinengestell 32 vorgesehenen, die Werkstückspindel 12 tragenden Verstellmechanismus 26 herum angeordnet sind. In den Fig. 1 bis 3 steht die Werkstückspindel 12 der Dreh-Bearbeitungseinheit 14 gegenüber. Auf der bezüglich des Verstellmechanismus 26 diametral gegenüberliegenden Seite des Maschinengestells 32 befindet sich die Dreh-Bearbeitungseinheit 16, so daß die Wirkrichtungen F1, F2 der in einander gegenüberliegenden Positionen angeordneten Fast-Tool-Anordnungen 18, 20 und die Schwenkachse A im wesentlichen in einer Ebene liegen, was durch geeignete Ansteuerung der Fast-Tool-Anordnungen 18, 20 zur Schwingungskompensation genutzt werden kann. Der innere Aufbau und die Funktion der hier gezeigten Fast-Tool-Anordnungen 18, 20 sind in der EP-A-1 779 967 detailliert beschrieben, auf die hiermit zur Vermeidung von Wiederholungen ausdrücklich Bezug genommen wird.

[0046] Wie insbesondere in der Fig. 3 gut zu erkennen ist, verlaufen die am Maschinengestell 32 vorgesehenen Flanschflächen 44 für die Fast-Tool-Anordnungen 18, 20 schräg, so daß sie ausgehend vom Arbeitsraum 38 der Maschine 10 nach radial außen abfallen. Dies führt dazu, daß die Wirkrichtungen F1, F2 der auf den Flanschflä-

chen 44 montierten Fast-Tool-Anordnungen 18, 20 bezüglich einer Ebene, die im wesentlichen senkrecht zur Schwenkachse A verläuft, entsprechend schräggestellt sind. Sinn und Zweck der Schrägstellung werden in der EP-A-1 719 585 ausführlich beschrieben, auf die hiermit zur Vermeidung von Wiederholungen ebenfalls ausdrücklich Bezug genommen wird. Durch das Abfallen der Flanschflächen 44 für die Fast-Tool-Anordnungen 18, 20 bezüglich des Arbeitsraums 38 wird zudem bewirkt, daß die Drehmeißel 19, 21 im stromlosen Zustand der Fast-Tool-Anordnungen 18, 20 in bezüglich des Arbeitsraums 38 zurückgezogene Positionen verfahren bzw. in diesen verharren.

[0047] In Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn um die Schwenkachse A gesehen folgt gemäß insbesondere den Fig. 1 und 2 auf die Dreh-Bearbeitungseinheit 14 eine Lade/Entlade-Station 100 zum Laden/Entladen von Brillengläsern L in die / aus der Maschine 10. Die Lade/Entlade-Station 100 besitzt einen Lademechanismus 102, der hinsichtlich seiner Bewegungsfreiheitsgrade und Greifmöglichkeiten angepaßt ist, ein Brillenglas L aus einem Arbeitskasten 48 herauszunehmen und nach Öffnen einer am Maschinengestell 32 vorgesehenen Tür 104 in den Arbeitsraum 38 der Maschine 10 hineinzubewegen, um das geblockte Brillenglas L an der Werkstückspindel 12 zu spannen, und umgekehrt.

[0048] Auf die Lade/Entlade-Station 100 folgt wiederum in Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn um die Schwenkachse A gesehen die Fräs-Bearbeitungseinheit 22 (siehe insbesondere die Fig. 4, in der die Werkstückspindel 12 mittels des Verstellmechanismus 26 derart verfahren wurde, daß das an der Werkstückspindel 12 gespannte Brillenglas L der am Maschinengestell 32 ortsfest vorgesehenen Fräs-Bearbeitungseinheit 22 gegenübersteht). Aufbau und Funktion der Fräs-Bearbeitungseinheit 22 sind in der EP-A-0 758 571 detailliert beschrieben, auf die hiermit zur Vermeidung von Wiederholungen ebenfalls ausdrücklich Bezug genommen wird.

[0049] Danach folgt die zweite Dreh-Bearbeitungseinheit 16. Diese entspricht grundsätzlich der ersten Dreh-Bearbeitungseinheit 14, kann aber den jeweiligen Bearbeitungserfordernissen entsprechend mit einem anderen Drehmeißel 21 versehen sein, ggf. auch mit einem Gravierstichel, wie in der DE-A-10 2006 026 524 beschrieben, auf die hiermit bezüglich der Gravier- bzw. Markierfunktion ausdrücklich verwiesen wird.

[0050] Zum Gravieren bzw. Markieren der Brillengläser L könnte, sofern überhaupt gewünscht bzw. benötigt, aber auch eine andere Einrichtung zum Einsatz kommen, z.B. ein Laser oder ein Gravierstichel, der ähnlich wie ein Taster aerostatisch gelagert ist und mittels eines Voice-Coil-Antriebs angetrieben wird, wobei letzterer auch deutlich kleiner dimensioniert werden könnte als die hier dargestellten Fast-Tool-Anordnungen 18, 20. Eine solche Einrichtung könnte etwa auf der noch freien Flanschfläche 44 des Maschinengestells 32 montiert werden (siehe Fig. 1, vorne links bzw. Fig. 2, unten links).

[0051] Gegen den Uhrzeigersinn um die Schwenkachse A gesehen nach der zweiten Dreh-Bearbeitungseinheit 16 folgt schließlich eine Meßstation 106 zum Vermessen der Brillengläser L. Hierbei kann es sich um einen an sich bekannten Formtaster handeln, mittels dessen das Brillenglas L in situ vermessen werden kann. Ebenfalls denkbar sind Vorrichtungen zum berührungslosen, z.B. optischen Vermessen der Brillengläser L. Ist eine solche Meßstation 106 vorhanden, kann die Maschine 10 - namentlich deren Dreh-Bearbeitungseinheiten 14, 16 - automatisch kalibriert werden, wie in der EP-A-1 719 584 ausführlich beschrieben.

[0052] Auf dem Maschinengestell 32 könnte auch noch eine zusätzliche Cribbing-Spindel mit einem in den Arbeitsraum 38 vorstehenden Fräswerkzeug zum (Vor)Randen der Brillengläser L vorgesehen sein (nicht gezeigt), deren Drehachse vorzugsweise in der gleichen Ebene liegen würde wie die Werkstück-Drehachse B, wie etwa aus der EP-A-1 719 573 bekannt.

[0053] Weitere Details der Kapselung des Arbeitsraums 38 der Maschine 10 sind den Fig. 7 bis 10 zu entnehmen. In Fig. 7 vorne ist mit 108 eine Schiebetür bezeichnet, die am Maschinengestell 32 geeignet geführt ist und in dieses versenkt werden kann (siehe die Fig. 9 und 10), um für einen Bediener einen Zugriff in den Arbeitsraum 38 der Maschine 10 zu ermöglichen. Auf das Maschinengestell 32 aufgesetzte und daran befestigte Abdeckungen 110 decken insbesondere die Dreh-Bearbeitungseinheit 14 und die Meßstation 106 ab; zwischen letzterer und dem Arbeitsraum 38 kann zum Schutz der Meßstation 106 ebenfalls eine wahlweise zu öffnende Tür sitzen (nicht gezeigt). Ein Bedienpult 112 mit integriertem Bildschirm ist auf der in den Fig. 7, 8 und 10 linken Abdeckung 110 angeordnet.

[0054] Des weiteren hat die Maschine 10 ein Maschinenoberteil 114, welches mittels Scharnieren 116 im Bereich des Schaltschranks 50 angelenkt bezüglich des Maschinengestells 32 verschwenkbar ist, und zwar zwischen einer unteren, geschlossenen Stellung (Fig. 7 und 9), in der der Arbeitsraum 38 der Maschine 10 hermetisch abgeschlossen ist, und einer oberen, geöffneten Stellung (Fig. 10). Das Maschinenoberteil 114 weist ein elliptisches Sichtfenster 118 auf, welches dem Bediener in der geschlossenen Stellung des Maschinenoberteils 114 freie Sicht in den Arbeitsraum 38 der Maschine 10 gewährt. Der schräge Einbau des Sichtfensters 118 gewährleistet ein gezieltes Ablaufen des bei der Bearbeitung von innen gegen das Sichtfenster 118 spritzenden Kühlschmierstoffs. Das Maschinenoberteil 114 weist schließlich einen unteren, im wesentlichen ringzylindrischen Rand 120 auf, der gemäß Fig. 8 im geschlossenen Zustand des Maschinenoberteils 114 formschlüssig in eine zugeordnete, im wesentlichen ringförmige Aussparung 122 im Maschinengestell 32 eingreift. Zur weiteren Abdichtung kann zwischen dem Rand 120 des Maschinenoberteils 114 und der zugehörigen Aussparung 122 im Maschinengestell 32 eine umlaufende Dichtung 124 angeordnet sein (siehe Fig. 8).

[0055] Es wird eine Maschine zur Bearbeitung von optischen Werkstücken gemäß Anspruch 1 offenbart. Im Ergebnis wird eine sehr kompakt bauende Maschine geschaffen, bei der sich insbesondere der Arbeitsraum sehr einfach abkapseln läßt.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0056]

10	Maschine
12	Werkstückspindel
14	Dreh-Bearbeitungseinheit
16	Dreh-Bearbeitungseinheit
18	Fast-Tool-Anordnung
19	Drehmeißel
20	Fast-Tool-Anordnung
21	Drehmeißel
22	Fräs-Bearbeitungseinheit
24	Werkzeugspindel
25	Fräswerkzeug
26	Verstellmechanismus
28	Linearantriebseinheit
30	Schwenkantriebseinheit
32	Maschinengestell
34	Oberseite
36	Ausnehmung
38	Arbeitsraum
40	Lagerauge
42	Abfluß
44	Flanschfläche
46	Transporteinrichtung
48	Arbeitskasten
50	Schaltschrank
52	Lagerflansch
54	Unterteil
56	Oberteil
58	Torquemotor
60	Stator
62	Rotor
64	Axial-Radial-Nadellager-Anordnung
66	Wegmeßsystem
68	Schwenktisch
70	Ringdichtung
72	Führungsschiene
74	Y-Schlitten
76	Führungswagen
78	Linearmotor
80	Stator
82	Läufer
84	Kolben-Zylinder-Anordnung
86	Spannzange
88	Elektromotor
90	Abdeckhaube
92	Inneres
94	Dichtprofil
96	Öffnung
98	Rollbalg

100	Lade/Entlade-Station
102	Lademechanismus
104	Tür
106	Meßstation
5 108	Schiebetür
110	Abdeckung
112	Bedienpult
114	Maschinenoberteil
116	Scharnier
10 118	Sichtfenster
120	Rand
122	Aussparung
124	Dichtung
15 A	Schwenkachse
B	Werkstück-Drehachse
C	Werkzeug-Drehachse
F1	Linearachse 1. Fast-Tool-Anordnung
F2	Linearachse 2. Fast-Tool-Anordnung
20 L	Brillenglas
Y	Linearachse

Patentansprüche

- 25
1. Maschine (10) zur Bearbeitung von optischen Werkstücken (L), insbesondere von Kunststoff-Brillengläsern, mit
- 30 einer Werkstückspindel (12), mittels der das Werkstück (L) um eine Werkstück-Drehachse (B) drehend antreibbar ist,
- 35 wenigstens einer Bearbeitungseinheit (14, 16, 22), die ein Werkzeug (19, 21, 25) aufweist, mittels dessen das an der Werkstückspindel (12) gehaltene
- 40 Werkstück (L) spanend bearbeitbar ist, und einem Verstellmechanismus (26) zur Erzeugung einer Relativbewegung zwischen der Werkstückspindel (12) und dem Werkzeug (19, 21, 25), um wahlweise ein Laden/Entladen oder ein Bearbeiten des
- 45 Werkstücks (L) zu ermöglichen, wobei der Verstellmechanismus (26) eine Linearantriebseinheit (28), mittels der die Werkstückspindel (12) entlang einer Linearachse (Y) bewegbar ist, und eine Schwenkantriebseinheit (30) aufweist, mittels der die Werkstückspindel (12) um eine Schwenkachse (A) schwenkbar ist, die im wesentlichen senkrecht zur Werkstück-Drehachse (B) steht,
- 50 **dadurch gekennzeichnet, daß** die Linearantriebseinheit (28) auf der Schwenkantriebseinheit (30) angeordnet ist, wobei die Linearachse (Y) im wesentlichen senkrecht zur Schwenkachse (A) und im wesentlichen parallel zur Werkstück-Drehachse (B) oder im wesentlichen parallel zur Schwenkachse (A) und im wesentlichen senkrecht zur Werkstück-Drehachse (B) verläuft.
- 55
2. Maschine (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Werkstückspindel (12) mittels der

Schwenkantriebseinheit (30) im Drehwinkel geregelt um die Schwenkachse (A) schwenkbar ist.

3. Maschine (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schwenkantriebseinheit (30) einen Schwenktisch (68) aufweist, an dem parallele Führungsschienen (72) für einen Y-Schlitten (74) der Linearantriebseinheit (28) montiert sind, wobei zwischen den Führungsschienen (72) ein Linearmotor (78) angeordnet ist, mittels dessen der Y-Schlitten (74) relativ zum Schwenktisch (68) bewegbar ist. 5
4. Maschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schwenkantriebseinheit (30) einen Torquemotor (58) aufweist. 10
5. Maschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** es sich bei der wenigstens einen Bearbeitungseinheit (14, 16, 22) um eine Dreh-Bearbeitungseinheit (14, 16) mit einer Fast-Tool-Anordnung (18, 20) und/oder um eine Fräs-Bearbeitungseinheit (22) mit einer Werkzeugspindel (24) handelt. 15
6. Maschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der die Werkstückspindel (12) tragende Verstellmechanismus (26) an zentraler Stelle in einem Maschinengestell (32) angeordnet ist, während die wenigstens eine Bearbeitungseinheit (14, 16, 22), eine Lade/Entlade-Station (100) zum Laden/Entladen von Werkstücken (L) und wenigstens eine weitere Einheit oder Station sternartig um den Verstellmechanismus (26) herum angeordnet sind, wobei letztere aus einer Gruppe ausgewählt ist, welche die folgenden Einheiten bzw. Stationen umfaßt: eine Dreh-Bearbeitungseinheit (14, 16) mit einer Fast-Tool-Anordnung (18, 20), eine Fräs-Bearbeitungseinheit (22) mit einer Werkzeugspindel (24), eine Graviersation zum Anbringen einer Markierung am Werkstück (L) und eine Meßstation (106) zum Vermessen des Werkstücks (L). 20
7. Maschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Bearbeitungseinheiten zwei Dreh-Bearbeitungseinheiten (14, 16) mit jeweils einer Fast-Tool-Anordnung (18, 20) vorgesehen sind, die in bezüglich des Verstellmechanismus (26) einander gegenüberliegenden Positionen angeordnet sind, so daß die Wirkrichtungen (F1, F2) der Fast-Tool-Anordnungen (18, 20) und die Schwenkachse (A) im wesentlichen in einer Ebene liegen. 25
8. Maschine (10) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wirkrichtung 30

(F1, F2) der Fast-Tool-Anordnung (18, 20) der wenigstens einen Dreh-Bearbeitungseinheit (14, 16) bezüglich einer Ebene, die im wesentlichen senkrecht zur Schwenkachse (A) verläuft, derart schräggestellt ist, daß die Fast-Tool-Anordnung (18, 20) von dem Verstellmechanismus (26) aus gesehen nach radial außen abfällt.

9. Maschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** an einem Schwenktisch (68) der Schwenkantriebseinheit (30) eine Abdeckhaube (90) angebracht ist, welche zugleich die Werkstückspindel (12) und die Linearantriebseinheit (28) abdeckt. 35
10. Maschine (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abdeckhaube (90) eine Öffnung (96) aufweist, durch die sich die Werkstückspindel (12) bewegbar hindurch erstreckt, wobei zwischen einem Innenumfang der Öffnung (96) und einem Außenumfang der Werkstückspindel (12) ein Rollbalg (98) angeordnet ist, der das Innere (92) der Abdeckhaube (90) gegenüber einem Arbeitsraum (38) der Maschine (10) abdichtet. 40
11. Maschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Werkstückspindel (12) eine aerostatische Lagerung aufweist. 45
12. Maschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein bezüglich eines Maschinengestells (32) verschwenkbares Maschinenoberteil (114), das zusammen mit dem Maschinengestell (32) einen Arbeitsraum (38) der Maschine (10) begrenzt, wobei das Maschinenoberteil (114) einen unteren, im wesentlichen ringzylindrischen Rand (120) aufweist, der im geschlossenen Zustand des Maschinenoberteils (114) formschlüssig in eine zugeordnete, im wesentlichen ringförmige Aussparung (122) im Maschinengestell (32) eingreift. 50
13. Maschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein monolithisch ausgebildetes Maschinengestell (32) aus Polymerbeton. 55

Claims

1. A machine (10) for the processing of optical work pieces (L), in particular of plastic spectacle lenses, comprising a work piece spindle (12) by means of which the work piece (L) can be driven rotationally about a work piece rotation axis (B), at least one processing unit (14, 16, 22) that com-

prises a tool (19, 21, 25) with which the work piece (L) that is retained on the work piece spindle (12) can be machined, and

an adjusting mechanism (26) for causing a relative movement between the work piece spindle (12) and the tool (19, 21, 25), to either enable loading/unloading or processing of the work piece (L), wherein the adjusting mechanism (26) comprises a linear drive unit (28) by means of which the work piece spindle (12) can be moved along a linear axis (Y), and a swivel drive unit (30) by means of which the work piece spindle (12) can be rotated about a swivel axis (A) that is substantially perpendicular to the work piece rotation axis (B),

characterized in that the linear drive unit (28) is arranged on the swivel drive unit (30), wherein the linear axis (Y) is substantially perpendicular to the swivel axis (A) and substantially parallel to the work piece rotation axis (B), or substantially parallel to the swivel axis (A) and substantially perpendicular to the work piece rotation axis (B).

2. A machine (10) according to claim 1, **characterized in that**, by means of the swivel drive unit (30), the work piece spindle (12) can be rotated about the swivel axis (A) with control of the rotation angle.

3. A machine (10) according to claim 1 or 2, **characterized in that** the swivel drive unit (30) comprises a swing table (68) on which parallel guide rails (72) for a Y-slide (74) of the linear drive unit (28) are mounted, wherein a linear motor (78) is arranged between the guide rails (72) by means of which the Y-slide (74) can be moved relative to the swing table (68).

4. A machine (10) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the swivel drive unit (30) has a torque motor (58).

5. A machine (10) according to one of the preceding claims, **characterized in that** it has at least one processing unit (14, 16, 22) which is a lathe unit (14, 16) with a fast-tool arrangement (18, 20) and/or a milling unit (22) with a tool spindle (24).

6. A machine (10) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the adjusting mechanism (26) that carries the work piece spindle (12) is arranged at a central part of a machine body (32), whilst the at least one processing unit (14, 16, 22), a loading/unloading station (100) for loading/unloading work pieces (L) and at least one further unit or station are arranged in star shape about the adjusting mechanism (26), wherein the latter unit or station is chosen from a group containing the following units and/or stations: a lathe unit (14, 16) with a fast-tool arrangement (18, 20), a milling unit (22) with a tool

spindle (24), an engraving station for marking the work piece (L) and a measuring station (106) for measuring the work piece (L).

7. A machine (10) according to one of the preceding claims, **characterized in that** two lathe units (14, 16) each comprising a fast-tool arrangement (18, 20) are provided as processing units, that are arranged at positions opposite to each other in relation to the adjusting mechanism (26), so that the work directions (F1, F2) of the fast-tool arrangements (18, 20) and the swivel axis (A) are substantially in the same plane.

8. A machine (10) according to claims 5 to 7, **characterized in that** the work direction (F1, F2) of the fast-tool arrangement (18, 20) of the at least one lathe unit (14, 16) is tilted relative to a plane that is substantially perpendicular to the swivel axis (A), so that the fast-tool arrangement (18, 20), seen from the adjusting mechanism (26), slopes off in the radial outward direction.

9. A machine (10) according to one of the preceding claims, **characterized in that** a covering hood (90) is mounted to a swing table (68) of the swivel drive unit (30), which covers both the work piece spindle (12) and the linear drive unit (28).

10. A machine (10) according to claim 9, **characterized in that** the covering hood (90) has an opening (96) through which the work piece spindle (12) moveably extends, wherein a bellows (98) is arranged between an inner circumference of the opening (96) and an outer circumference of the work piece spindle (12), that seals off the inside (92) of the covering hood (90) from the work space (38) of the machine (10).

11. A machine (10) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the work piece spindle (12) has an aerostatic bearing.

12. A machine (10) according to one of the preceding claims, **characterized by** a machine upper part (114) that can be pivoted in relation to the machine body (32) and limits a work space (38) of the machine (10) together with the machine body (32), wherein the machine upper part (114) has a lower substantially annular, cylindrical edge (120) that engages positively into an assigned substantially annular recess (122) in the machine body (32) when the machine upper part (114) is closed.

13. A machine (10) according to one of the preceding claims, **characterized by** a machine body (32) that is formed from a solid block of polymer concrete.

Revendications

1. Machine (10) pour l'usinage de pièces d'oeuvre optiques (L), notamment de verres de lunettes en matériau synthétique, comprenant
 une broche porte-pièce (12) au moyen de laquelle la pièce d'oeuvre (L) peut être entraînée en rotation autour d'un axe de rotation de pièce d'oeuvre (B), au moins une unité d'usinage (14, 16, 22), qui présente un outil (19, 21, 25) au moyen duquel la pièce d'oeuvre (L), maintenue sur la broche porte-pièce (12), peut être usinée par enlèvement de copeaux, et un mécanisme de déplacement (26) pour produire un mouvement relatif entre la broche porte-pièce (12) et l'outil (19, 21, 25), en vue de permettre sélectivement un chargement/déchargement ou un usinage de la pièce d'oeuvre (L), le mécanisme de déplacement (26) comprenant une unité d'entraînement linéaire (28), à l'aide de laquelle il est possible de déplacer la broche porte-pièce (12) le long d'un axe linéaire (Y), et une unité d'entraînement de pivotement (30) à l'aide de laquelle la broche porte-pièce (12) peut pivoter autour d'un axe de pivotement (A) se trouvant sensiblement dans une position perpendiculaire à l'axe de rotation de pièce d'oeuvre (B),
caractérisée en ce que l'unité d'entraînement linéaire (28) est agencée sur l'unité d'entraînement de pivotement (30), l'axe linéaire (Y) s'étendant sensiblement de manière perpendiculaire à l'axe de pivotement (A) et sensiblement de manière parallèle à l'axe de rotation de pièce d'oeuvre (B), ou bien sensiblement de manière parallèle à l'axe de pivotement (A) et sensiblement de manière perpendiculaire à l'axe de rotation de pièce d'oeuvre (B).
2. Machine (10) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la broche porte-pièce (12) peut pivoter autour de l'axe de pivotement (A), selon un mode à angle de rotation régulé, au moyen de l'unité d'entraînement de pivotement (30).
3. Machine (10) selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'unité d'entraînement de pivotement (30) comprend une table de pivotement (68) sur laquelle sont montées des glissières de guidage (72) parallèles pour un chariot-Y (74) de l'unité d'entraînement linéaire (28), et entre les glissières de guidage (72) est agencé un moteur linéaire (78) au moyen duquel le chariot-Y (74) peut être déplacé par rapport à la table de pivotement (68).
4. Machine (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'unité d'entraînement de pivotement (30) présente un moteur-couple
5. Machine (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** concernant ladite au moins une unité d'usinage (14, 16, 22), il s'agit d'une unité d'usinage par tournage (14, 16) comprenant un agencement d'outil rapide (18, 20), et/ou d'une unité d'usinage par fraisage (22) comprenant une broche porte-outil (24).
6. Machine (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le mécanisme de déplacement (26), qui supporte la broche porte-pièce (12), est agencé en position centrale dans un bâti de machine (32), tandis que ladite au moins une unité d'usinage (14, 16, 22), un poste de chargement/déchargement (100) pour le chargement/déchargement de pièces d'oeuvre (L), et au moins une autre unité ou un autre poste sont agencés en étoile autour du mécanisme de déplacement (26), cette autre unité ou cet autre poste étant choisi parmi un groupe qui comprend les unités ou postes suivants : une unité d'usinage par tournage (14, 16) comprenant un agencement d'outil rapide (18, 20), une unité d'usinage par fraisage (22) comprenant une broche porte-outil (24), un poste à graver pour réaliser un marquage sur la pièce d'oeuvre (L), et un poste de mesure (106) pour mesurer la pièce d'oeuvre (L).
7. Machine (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** sont prévues, en guise d'unités d'usinage, deux unités d'usinage par tournage (14, 16) comprenant chacune un agencement d'outil rapide (18, 20) et agencées selon des positions mutuellement opposées l'une à l'autre par rapport au mécanisme de déplacement (26), de sorte que les directions d'action (F1, F2) des agencements d'outil rapide (18, 20) et l'axe de pivotement (A) sont sensiblement situés dans un même plan.
8. Machine (10) selon l'une des revendications 5 à 7, **caractérisée en ce que** la direction d'action (F1, F2) de l'agencement d'outil rapide (18, 20) de ladite au moins une unité d'usinage par tournage (14, 16), est inclinée par rapport à un plan, qui s'étend sensiblement de manière perpendiculaire à l'axe de pivotement (A), de façon telle que l'agencement d'outil rapide (18, 20) soit orienté vers le bas radialement vers l'extérieur, vu à partir du mécanisme de déplacement (26).
9. Machine (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** sur une table de pivotement (68) de l'unité d'entraînement de pivotement (30), est rapporté un capot de protection (90), qui couvre simultanément la broche porte-pièce (12) et l'unité d'entraînement linéaire (28).
10. Machine (10) selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** le capot de protection (90) présente une

ouverture (96) à travers laquelle s'étend de manière mobile la broche porte-pièce (12), et entre un pourtour intérieur de l'ouverture (96) et un pourtour extérieur de la broche porte-pièce (12) est agencé un soufflet (98) qui assure l'étanchéité de l'intérieur (92) du capot de protection (90) par rapport à un espace de travail (38) de la machine (10). 5

11. Machine (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la broche porte-pièce (12) présente un montage de palier aérostatique. 10
12. Machine (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée par** une partie supérieure de machine (114) pouvant pivoter par rapport à un bâti de machine (32) et définissant, en commun avec le bâti de machine (32), un espace de travail (38) de la machine (10), la partie supérieure de machine (114) présentant un bord inférieur (120) sensiblement de forme annulaire cylindrique, qui, dans l'état fermé de la partie supérieure de machine (114), s'engage par complémentarité de formes dans un évidement (122) de forme sensiblement annulaire dans le bâti de machine (32). 15 20 25
13. Machine (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée par** un bâti de machine (32) de configuration monolithique, en béton-polymère. 30

35

40

45

50

55

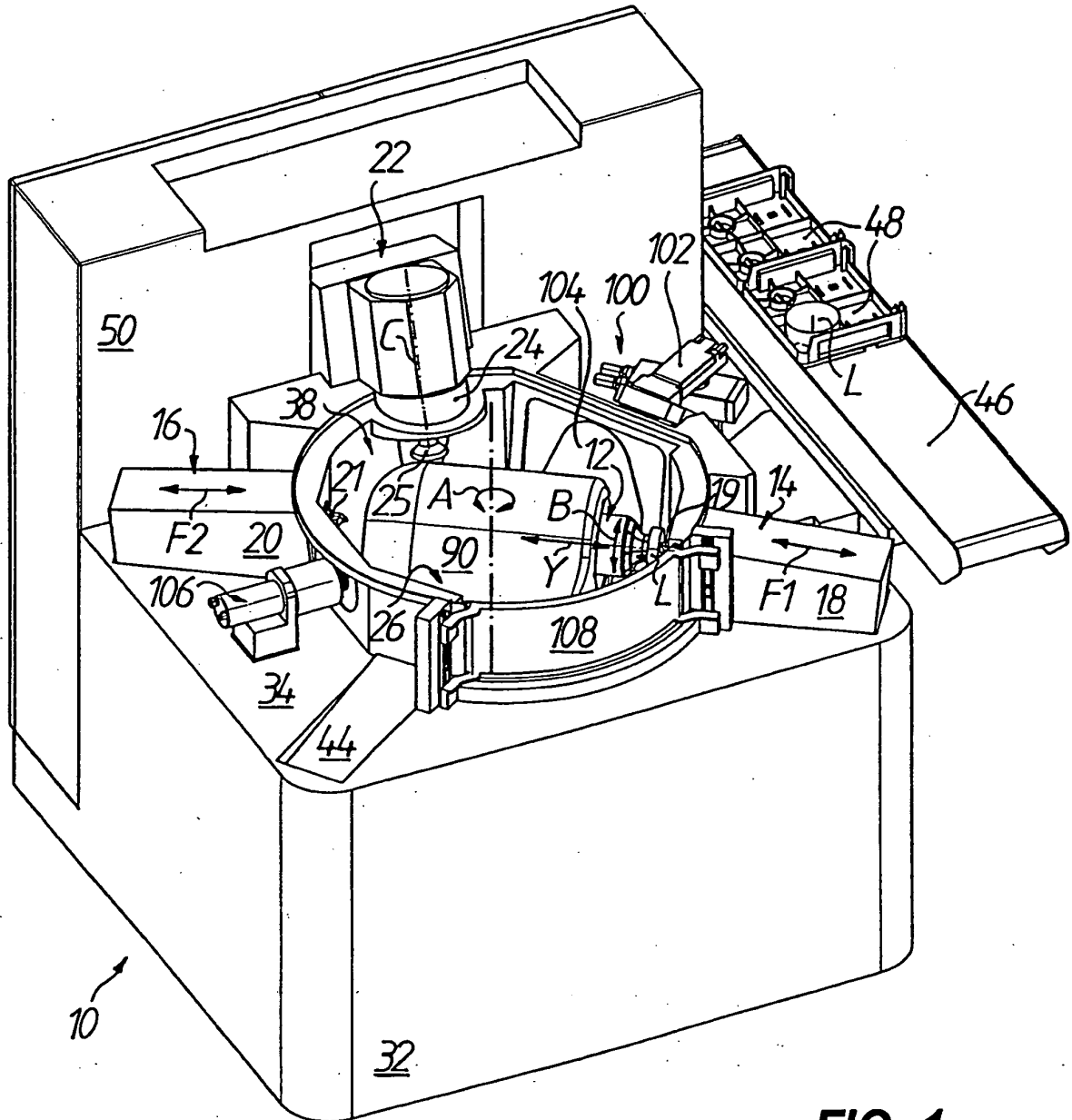


FIG. 1

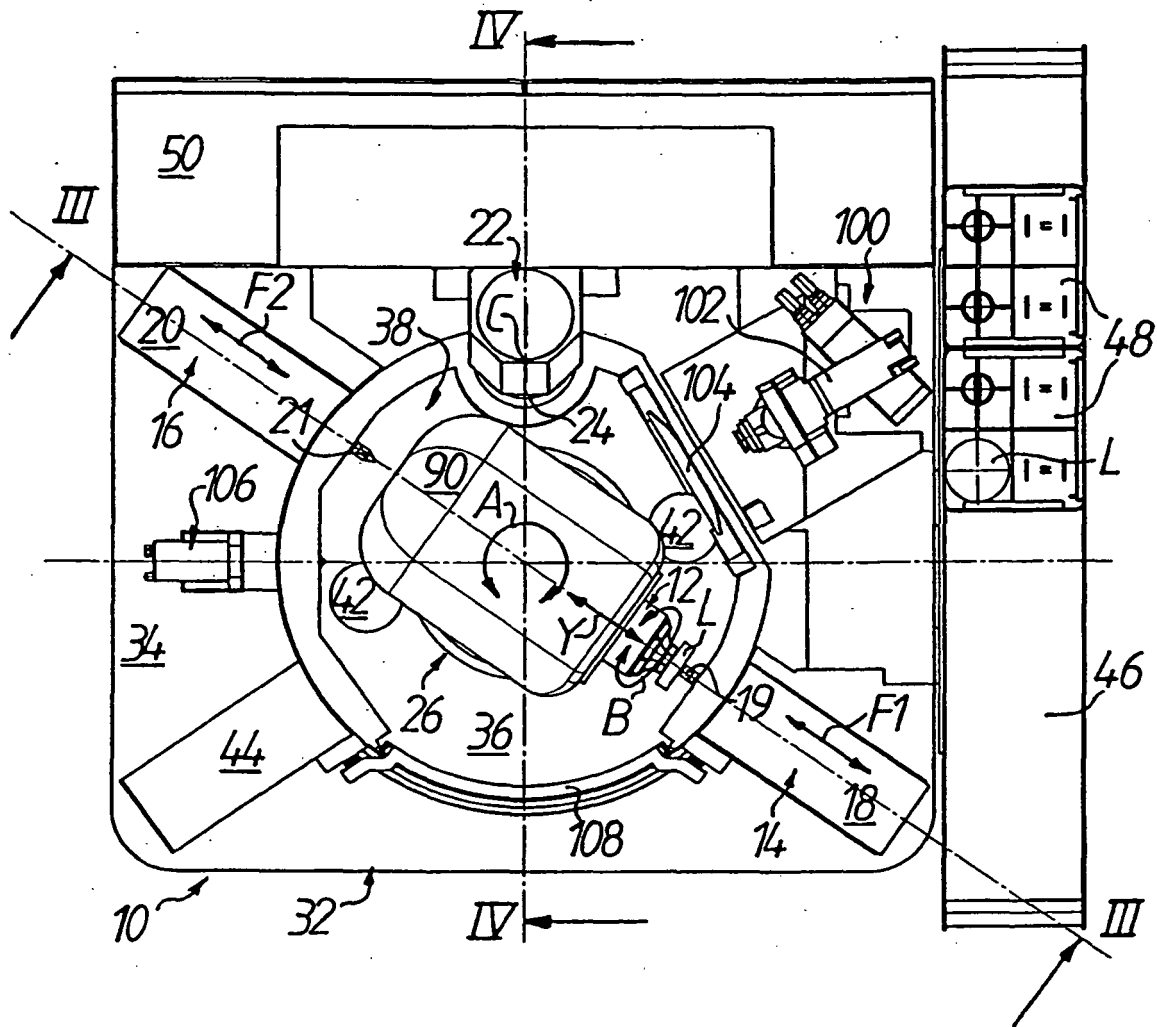


FIG. 2

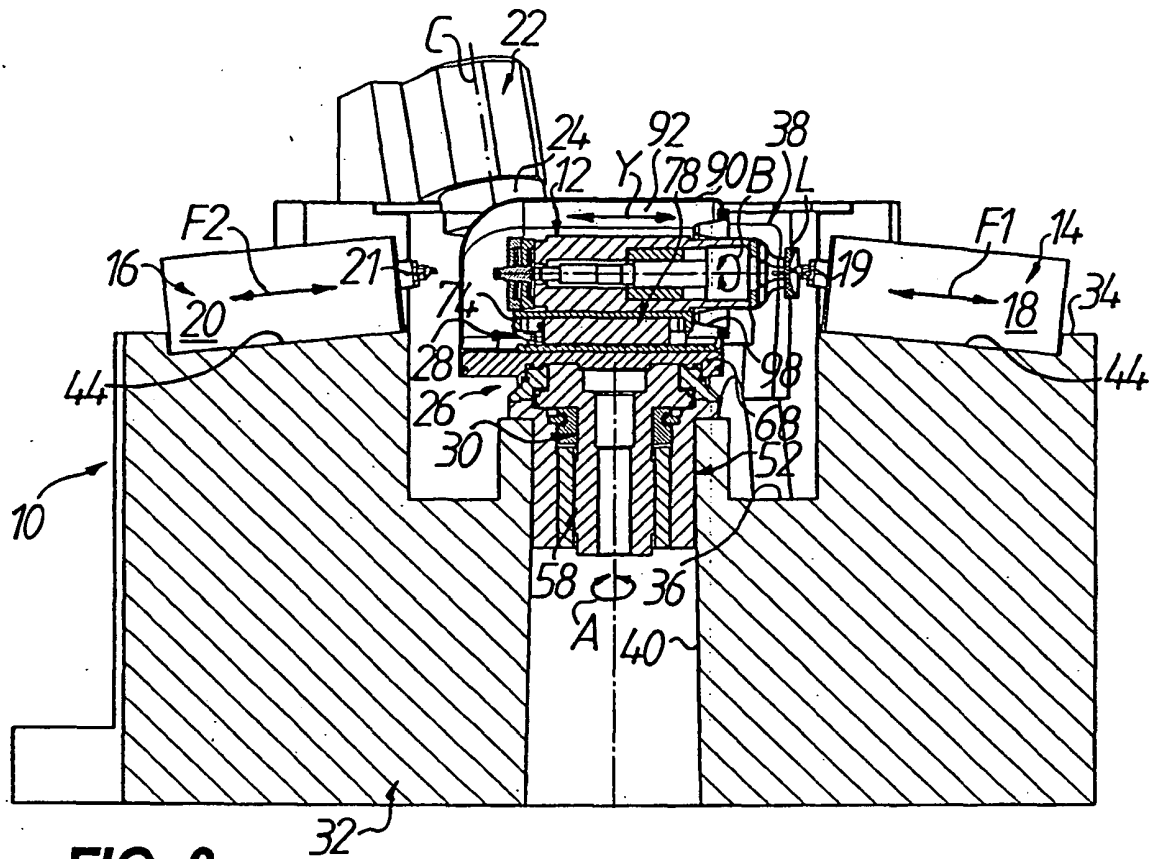


FIG. 3

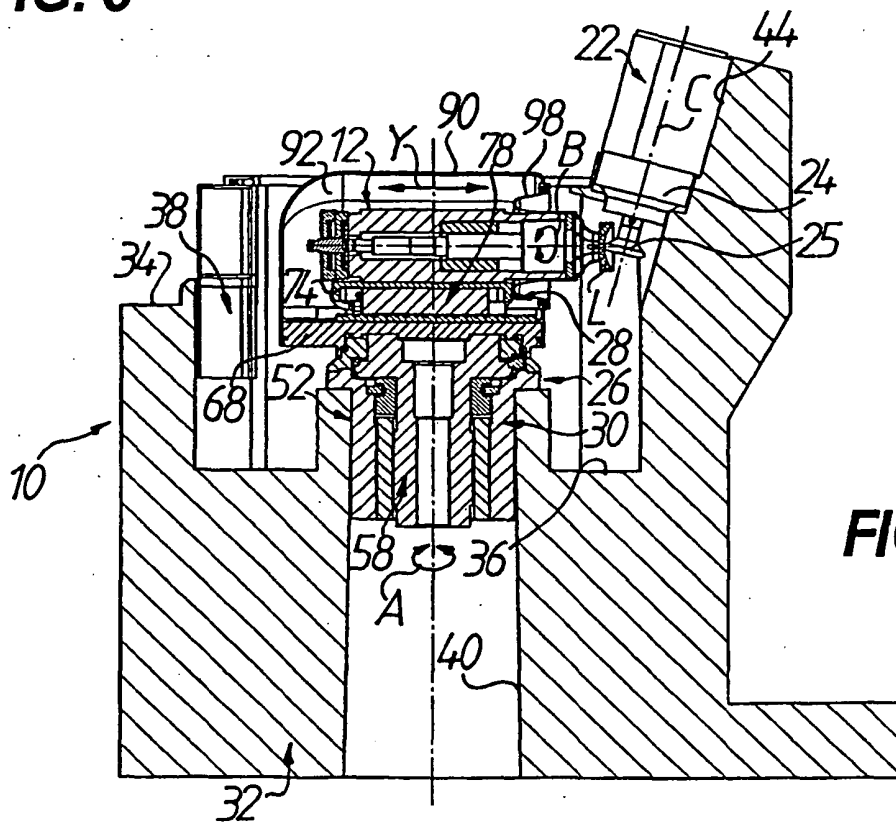


FIG. 4

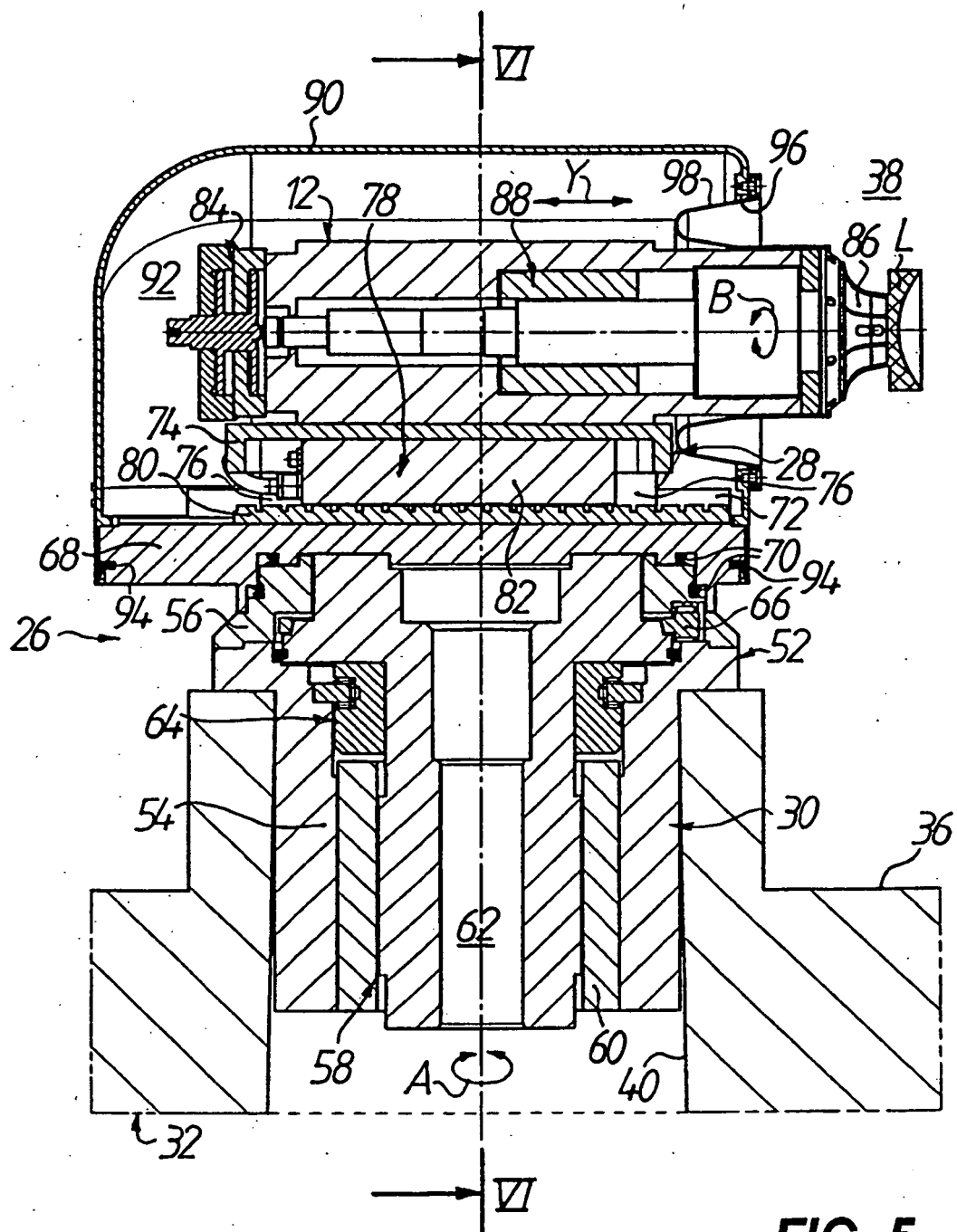


FIG. 5

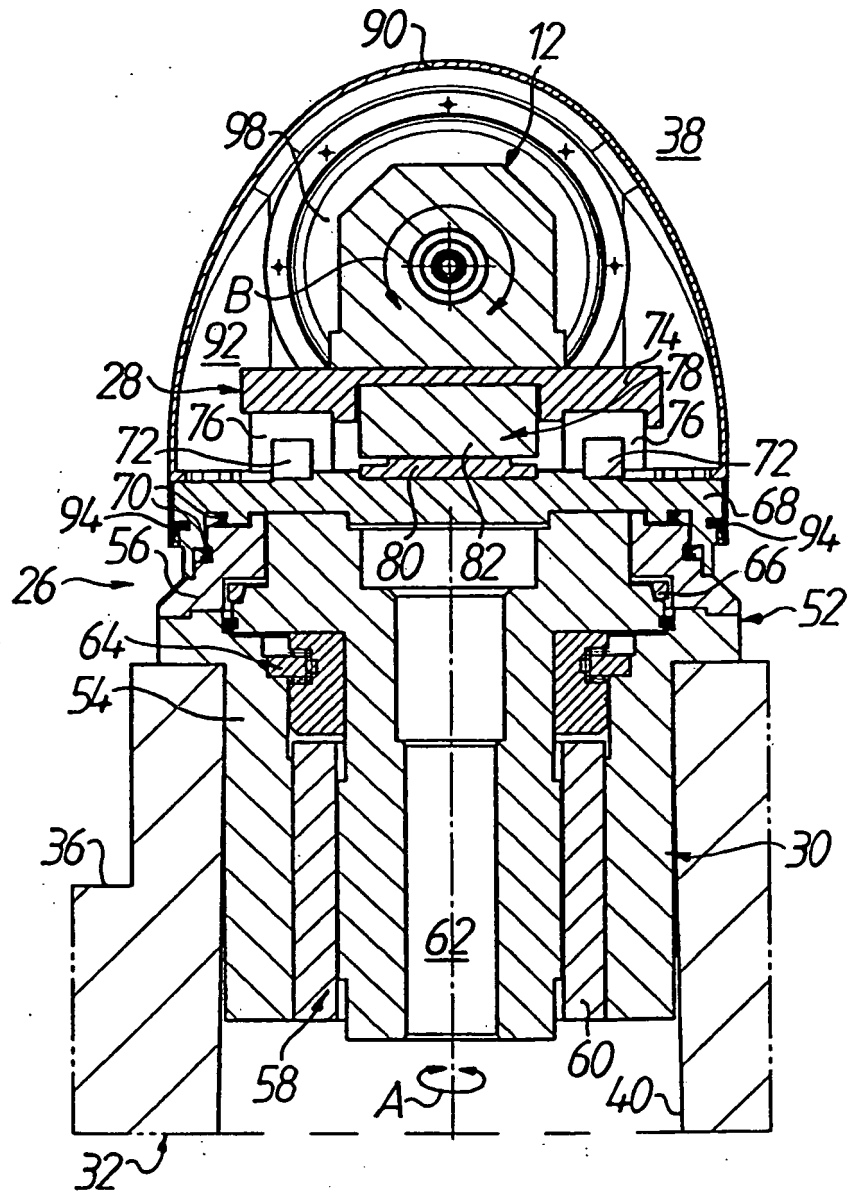


FIG. 6

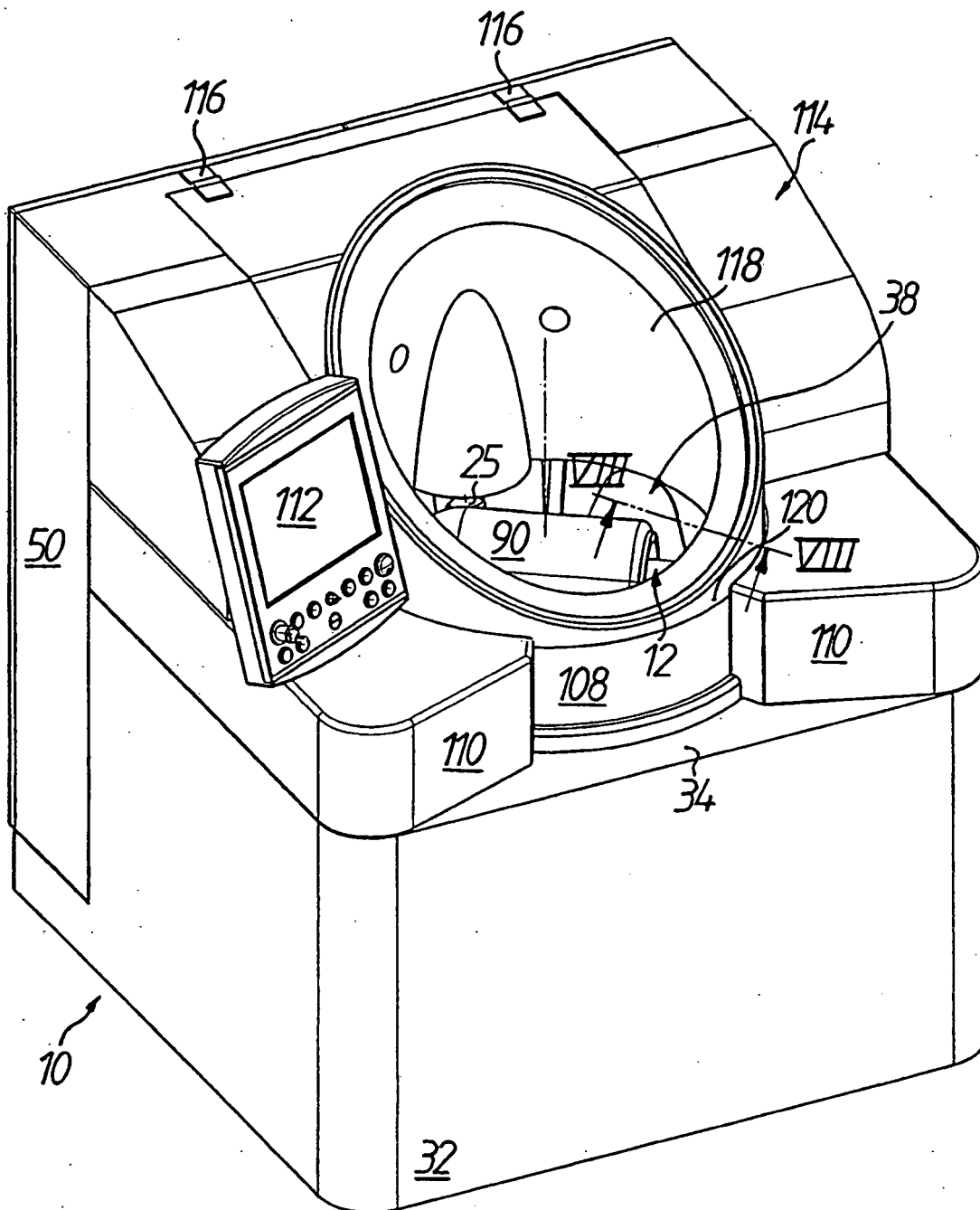


FIG. 7

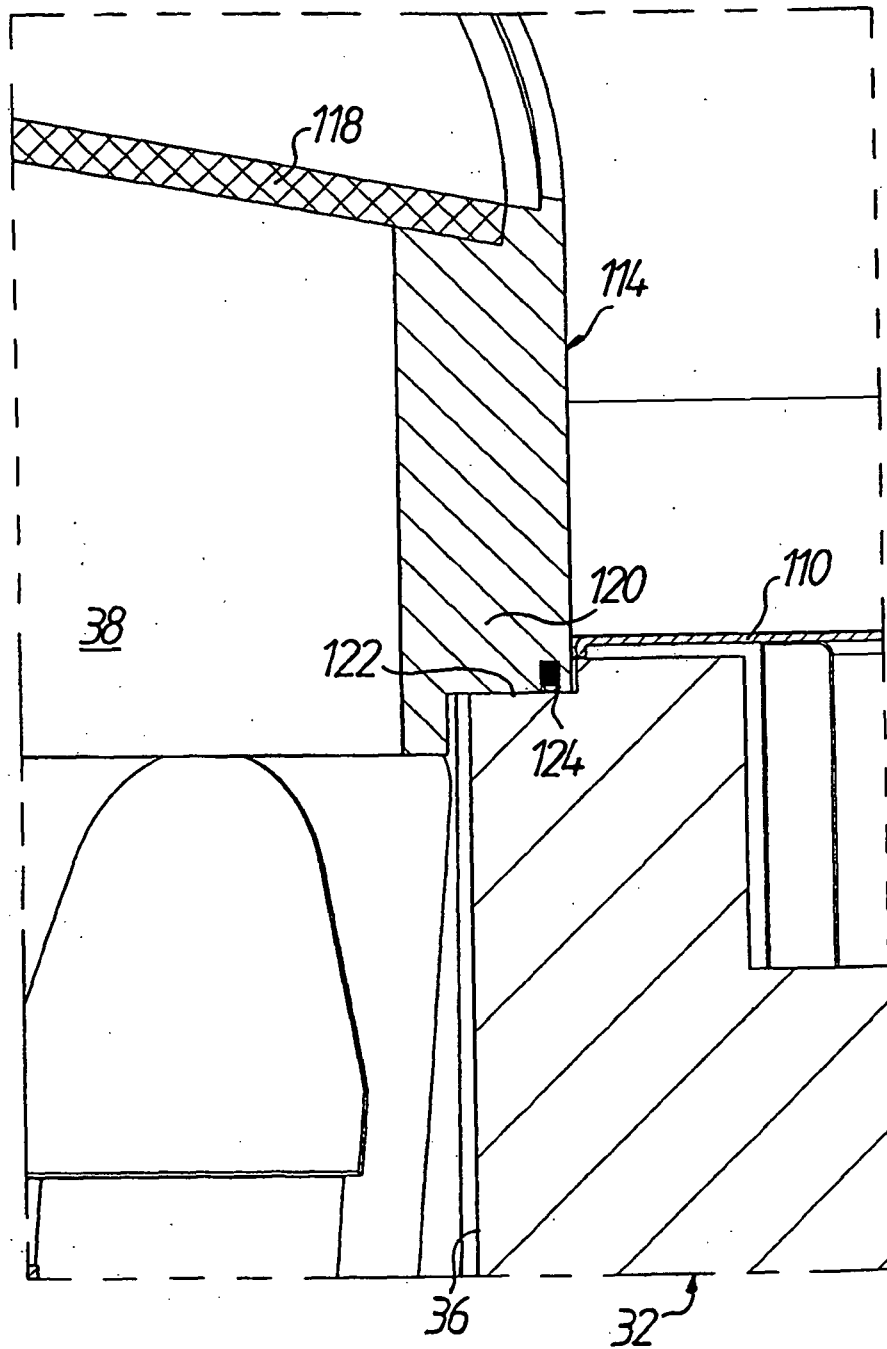


FIG. 8

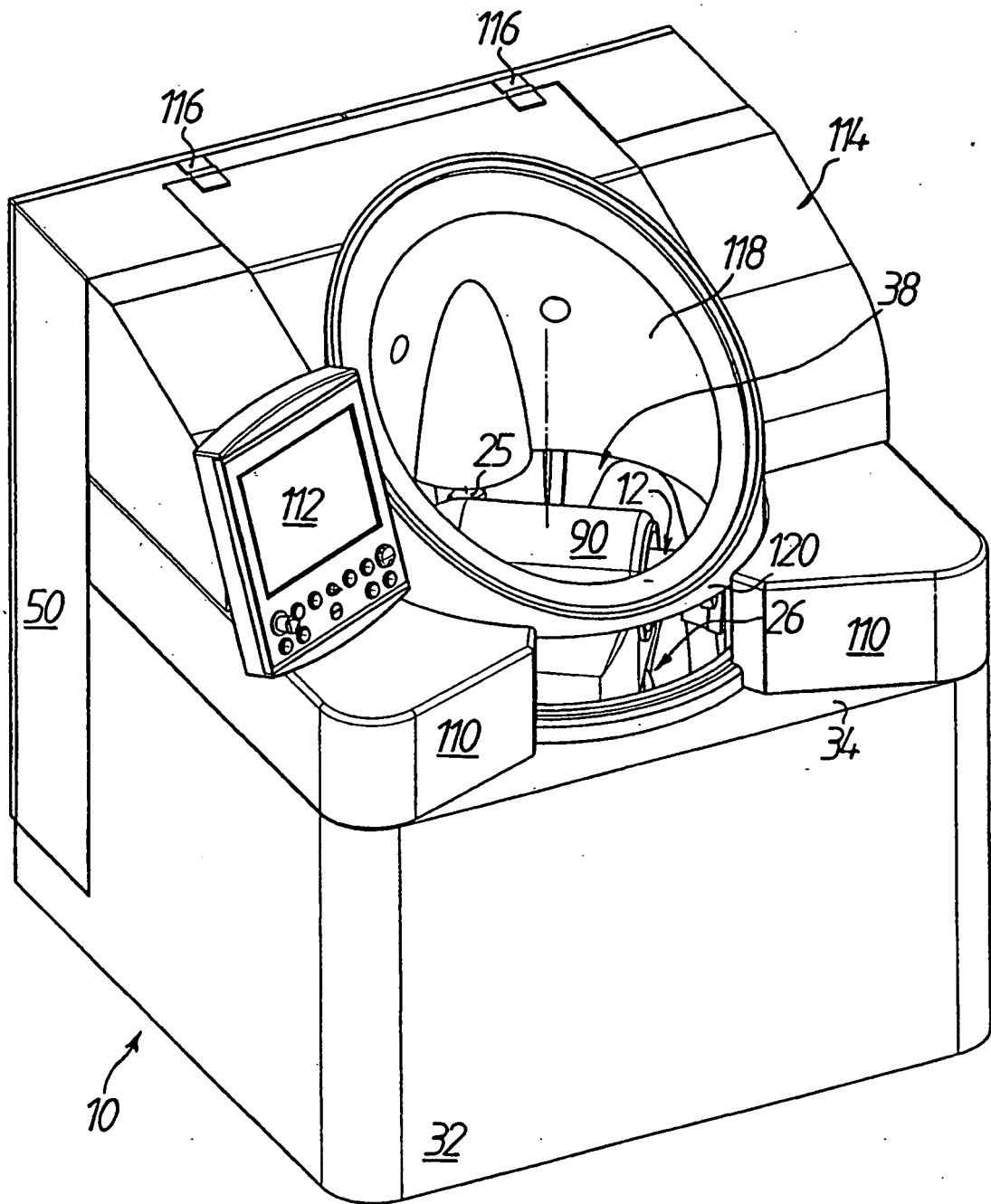


FIG. 9

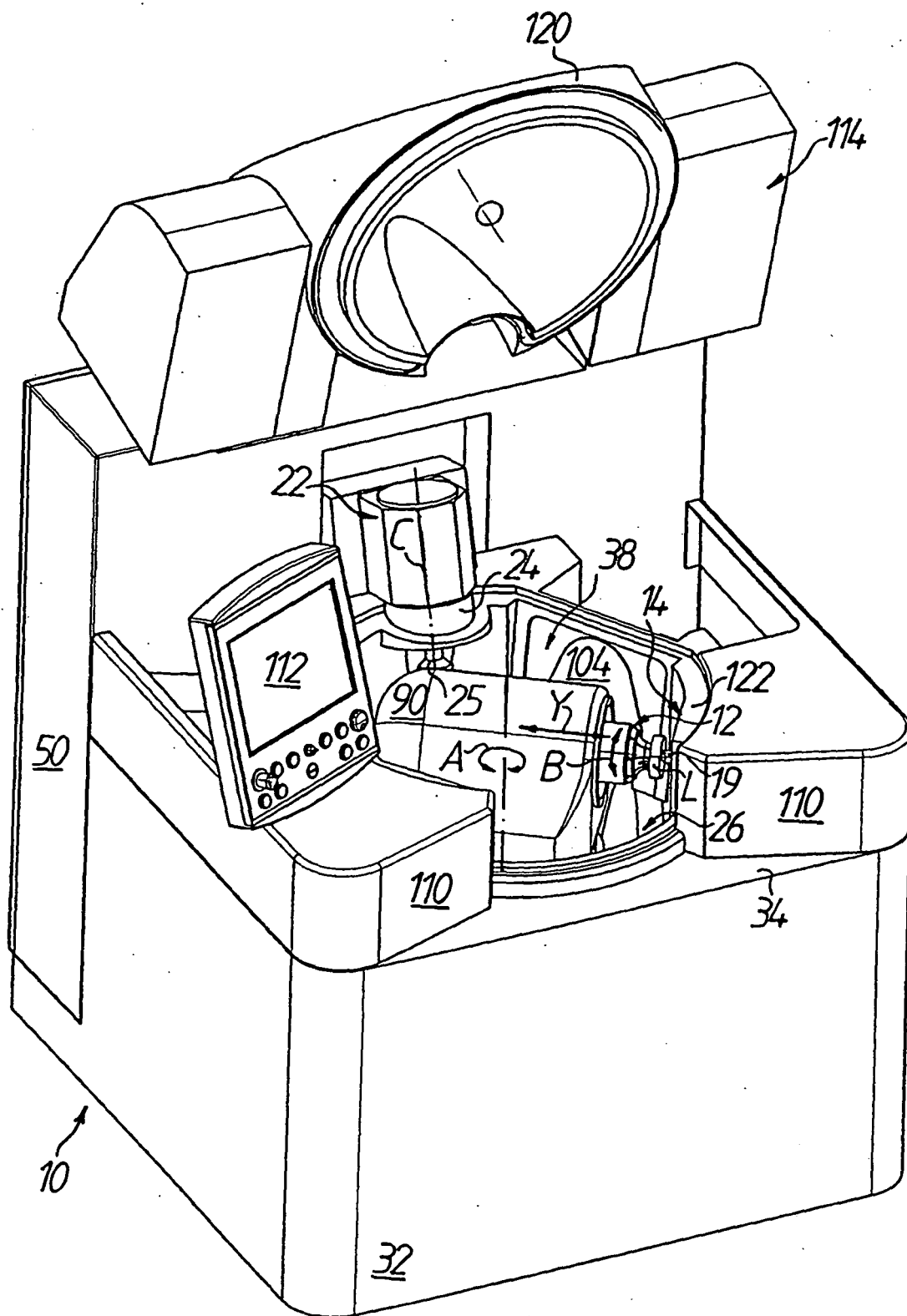


FIG. 10

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

- EP 0758571 A [0003] [0048]
- WO 0206005 A [0003]
- EP 1719573 A [0003] [0052]
- WO 9933611 A [0003]
- EP 1291106 A [0003]
- EP 1719585 A [0003] [0005] [0046]
- EP 1719582 A [0003]
- DE 19751750 A [0009]
- EP 1779967 A [0045]
- DE 102006026524 A [0049]
- EP 1719584 A [0051]