



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 243 380 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.09.2002 Patentblatt 2002/39

(51) Int Cl.7: **B24B 9/14**

(21) Anmeldenummer: **02006026.5**

(22) Anmeldetag: **16.03.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **22.03.2001 DE 10114239**

(71) Anmelder: **Loh Optikmaschinen AG
35578 Wetzlar (DE)**

(72) Erfinder:
• **Wallendorf, Steffen
35398 Giessen-Kleinlinden (DE)**
• **Schäfer, Holger
35789 Weilmünster (DE)**

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

(54) **Vorrichtung zur Randbearbeitung von optischen Linsen**

(57) Es wird eine Vorrichtung zur Randbearbeitung einer optischen Linse (L), die zwischen zwei fluchtenden, um eine Werkstückdrehachse (R) drehbaren Haltewellen (10, 12) einspannbar ist, offenbart, mit einem Z-Schlitten (14), der an einem Grundgestell (16) in einer zur Werkstückdrehachse parallelen Z-Richtung längsverschieblich geführt ist, und einem eine Werkzeugspindel (20) mit einem Randbearbeitungswerkzeug (22) tragenden X-Schlitten (18), welcher an dem Z-Schlitten in einer zur Z-Richtung senkrechten X-Richtung derart längsverschieblich geführt ist, daß das Randbearbeitungswerkzeug mit der Linse in Bearbeitungseingriff bringbar ist. Für einen industriellen Einsatz der Vorrichtung ist erfindungsgemäß das Grundgestell im wesentlichen O-förmig ausgebildet und umgibt den Z-Schlitten, der ebenfalls im wesentlichen O-förmig ausgebildet ist und den X-Schlitten umgibt. In Ergänzung oder alternativ dazu ist vorgesehen, daß an dem X-Schlitten eine zusätzliche Bearbeitungseinrichtung (28) angebracht ist, die mindestens ein weiteres Randbearbeitungswerkzeug (30) aufweist, welches von einer Parkposition in eine Bearbeitungsposition zwischen der Linse und dem Randbearbeitungswerkzeug an der Werkzeugspindel bewegbar ist.

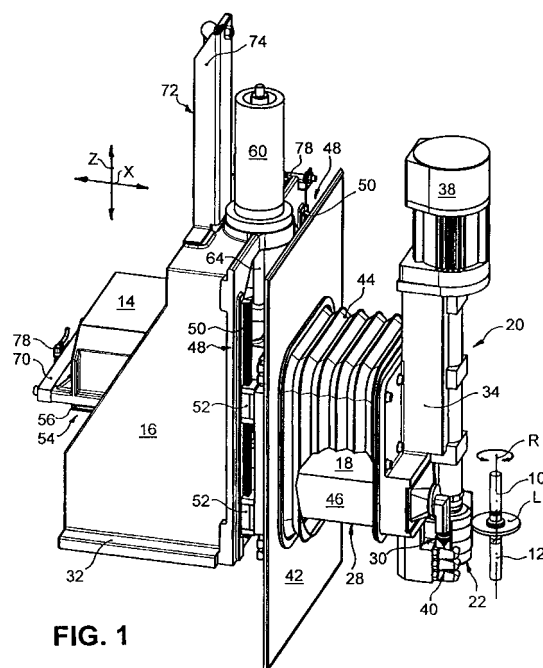


FIG. 1

EP 1 243 380 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Randbearbeitung einer optische Linse gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf eine für den industriellen Einsatz taugliche, CNC-gesteuerte Vorrichtung zur Randbearbeitung von Brillengläsern, die es gestattet, Brillengläser auch in größeren Stückzahlen mit der erforderlichen Genauigkeit in sehr kurzen Bearbeitungszeiten am Rand fertig zu bearbeiten.

[0002] Wenn nachfolgend von "Brillengläsern" die Rede ist, sind darunter optische Linsen bzw. Linsenrohlinge für Brillen aus den gebräuchlichen Materialien, wie Polycarbonat, Mineralglas, CR 39, HI-Index, etc. und mit beliebiger Form des Umfangsrandes der Linse bzw. des Linsenrohlings zu verstehen, die vor der Bearbeitung ihres Randes bereits an einer oder beiden optisch wirksamen Fläche(n) bearbeitet sein können aber nicht müssen.

[0003] Auf dem Gebiet der Brillenglasrandbearbeitung, deren Ziel es ist, den Rand eines Brillenglases so fertig zu bearbeiten, daß das Brillenglas in ein Brillengestell eingesetzt werden kann, zeichnet sich neuerdings ein Trend ab, diese anspruchsvolle Bearbeitung insbesondere aus Rationalisierungsgründen von den Optikerwerkstätten weg hin zu den Brillenglasherstellern zu verlagern. Bei den Brillenglasherstellern erfordert dies Brillenglasrandbearbeitungsmaschinen, auch "Edger" genannt, die ohne großen Rüstaufwand die verschiedensten Brillengläser mit der erforderlichen Genauigkeit schnell am Rand bearbeiten können und über lange Zeiträume hinweg zuverlässig einsetzbar sind.

[0004] Im Stand der Technik fehlt es nicht an Vorschlägen, wie die Randbearbeitung von Brillengläsern beschleunigt werden kann. So offenbart die gattungsbildende EP-A-0 917 929 eine Randbearbeitungsmaschine für Brillengläser, die zur Effizienzsteigerung bei der Bearbeitung zwei Werkzeugspindeln aufweist, die parallel zur vertikal verlaufenden Drehachse des am Rand zu bearbeitenden Brillenglases angeordnet und jeweils mit einem Schleifscheibenpaket ausgerüstet sind. Das eine Schleifscheibenpaket umfaßt eine Grobschleifscheibe sowie eine mit verschiedenen Nuten zum Facettieren versehene Zwischenschleifscheibe, während das andere Schleifscheibenpaket eine ebensolche Grobschleifscheibe sowie eine mit Facettiernuten versehene Feinschleifscheibe zur Endbearbeitung aufweist. Für jede Werkzeugspindel ist eine (X-Z-)Kreuzschlittenanordnung vorgesehen, mit einem Vertikalschlitten und einem Horizontalschlitten. Der Vertikalschlitten ist auf einer Seite an einem Maschinengestell in vertikaler Richtung verschiebbar geführt, während an der anderen Seite des Vertikalschlittens der Horizontalschlitten in horizontaler Richtung verschiebbar geführt ist. Auf der vom Vertikalschlitten abgewandten Seite trägt der Horizontalschlitten die jeweilige Werkzeugspindel. Mittels CNC-gesteuerter Schlittenantriebe ist

jedes Werkzeugpaket in bezüglich des zu bearbeitenden Brillenglases radialer Richtung und parallel zur Drehachse des Brillenglases bewegbar. Das zu bearbeitende Brillenglas ist dabei zwischen zwei coaxialen Brillenglashaltewellen eingespannt, von denen die untere Brillenglashaltewelle ortsfest angeordnet ist, während die obere Brillenglashaltewelle lediglich in Richtung der Werkstückachse relativ zu der unteren Brillenglashaltewelle bewegt werden kann. Für jede Brillenglashaltewelle ist schließlich ein CNC-gesteuerter Drehantrieb vorgesehen, so daß die vorbekannte Randbearbeitungsmaschine in insgesamt 6 CNC-Achsen gesteuert ist. Die Drehantriebe sind hierbei für eine Simultanverdrehung des zu bearbeitenden Brillenglases CNC-technisch gekoppelt.

[0005] Auch wurde zur Beschleunigung der Randbearbeitung von Brillengläsern eine Brillenglasrandschleifmaschine vorgeschlagen (US-A-4 179 851, DE-A-34 18 329), die in Umkehrung der obigen Verhältnisse ein um eine horizontal verlaufende Drehachse drehbares, ansonsten aber ortsfestes Schleifscheibenpaket hat. Des weiteren weist diese Maschine zur gleichzeitigen Randbearbeitung von zwei Brillengläsern zwei Paare von coaxialen Brillenglashaltewellen auf, die parallel zur Werkzeugdrehachse ausgerichtet sind. Jedem Paar von Brillenglashaltewellen ist hier eine (X-Y-) Kreuzschlittenanordnung zugeordnet, so daß das jeweilige am Rand zu bearbeitende und zwischen den Brillenglashaltewellen eines Paares eingespannte Brillenglas in bezüglich des Schleifscheibenpakets radialer Richtung sowie parallel zur Drehachse des Schleifscheibenpakets bewegt werden kann.

[0006] Schließlich offenbart die DE-U-298 23 464 ein Konzept, bei dem zur beschleunigten Herstellung von linken und rechten Brillengläsern für ein Brillengestell eine herkömmliche Bearbeitungsmaschine zum Formbearbeiten des linken Brillenglases und eine weitere herkömmliche Bearbeitungsmaschine zum Formbearbeiten des rechten Brillenglases über eine Fördereinrichtung und ein Handhabungsgerät miteinander verkettet sind.

[0007] Zwar kann mit den oben beschriebenen bekannten Lösungen die Randbearbeitung von Brillengläsern prinzipiell beschleunigt werden. Für den industriellen Einsatz, bei dem über längere Zeiträume hinweg auch relativ große Stückzahlen zu bearbeiten sind, ohne daß Probleme bei der Bearbeitungsqualität auftreten, scheinen die bekannten Lösungen insbesondere angesichts ihres mechanischen Aufbaus jedoch nur sehr bedingt geeignet.

[0008] Der Vollständigkeit halber sei in diesem Zusammenhang noch erwähnt, daß es im Stand der Technik auch Vorschläge gibt, an einer Brillenglasrandbearbeitungsmaschine ein zusätzliches Werkzeug vorzusehen, welches dazu dient, Rillen auf dem Umfang des formbearbeiteten Brillenglases bzw. Bohrungen oder Nuten am Brillenglas anzubringen und/oder die Kanten des Brillenglases anzufasen. Dieses zusätzliche Werk-

zeug macht ein Umsetzen bzw. erneutes Aufspannen des Brillenglases in eine(r) weitere(n) Bearbeitungsmaschine entbehrlich und beschleunigt insofern ebenfalls die Randbearbeitung. Bekannt sind hier Lösungen, bei denen (1) das zusätzliche Werkzeug bezüglich des mittels einer Kreuzschlittenanordnung in zwei zueinander senkrechten Richtungen bewegbaren Hauptwerkzeugs ortsfest ist und von dem Drehantrieb des Hauptwerkzeugs mit angetrieben wird (DE-A-43 08 800), (2) das zusätzliche Werkzeug bezüglich eines ortsfesten Hauptwerkzeugs von einer Ruheposition in eine Bearbeitungsposition verschwenkbar ist, um mit dem Hauptwerkzeug in Antriebsverbindung und dem Brillenglas in Bearbeitungseingriff zu gelangen (EP-A-0 820 837), sowie Lösungen, bei denen (3) das zusätzliche Werkzeug mit einem eigenen Drehantrieb versehen bezüglich eines ortsfesten Hauptwerkzeugs von einer Ruheposition in eine Bearbeitungsposition verschwenkbar ist, um mit dem Brillenglas in Bearbeitungseingriff zu kommen (DE-A-198 34 748).

[0009] Der Erfindung liegt ausgehend vom Stand der Technik gemäß der EP-A-0 917 929 die Aufgabe zugrunde, eine möglichst einfach und kompakt ausgebildete Vorrichtung zur Randbearbeitung einer optischen Linse, insbesondere eines Brillenglases zu schaffen, die hinsichtlich Durchsatzleistung und Bearbeitungsqualität industriellen Anforderungen genügt.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 bzw. 13 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte bzw. zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Patentansprüche 2 bis 12 und 14 bis 20.

[0011] Bei einer Vorrichtung zur Randbearbeitung einer optischen Linse, insbesondere eines Brillenglases, die zwischen zwei fluchtenden, um eine Werkstückdrehachse drehbaren Haltewellen einspannbar ist, mit einem ersten Schlitten, der an einem Grundgestell in einer zur Werkstückdrehachse parallelen ersten Richtung längsverschieblich geführt ist, und einem eine Werkzeugspindel mit einem Randbearbeitungswerkzeug für die optische Linse tragenden zweiten Schlitten, welcher an dem ersten Schlitten in einer zur ersten Richtung senkrechten zweiten Richtung derart längsverschieblich geführt ist, daß das Randbearbeitungswerkzeug mit der optischen Linse in Bearbeitungseingriff bringbar ist, ist erfindungsgemäß das Grundgestell im wesentlichen O-förmig ausgebildet und umgibt den ersten Schlitten, wobei der erste Schlitten ebenfalls im wesentlichen O-förmig ausgebildet ist und den zweiten Schlitten umgibt. Mit anderen Worten gesagt sind die Schlitten untereinander bzw. bezüglich des Grundgestells in einer offenen Rechteck-Rahmenkonstruktion teleskopartig ineinander verschachtelt.

[0012] Eine derart ausgestaltete Vorrichtung weist bei kompakter Bauweise infolge des durch die O-förmige Ausbildung des Grundgestells und des ersten Schlittens bedingten geschlossenen Kraftflusses eine sehr hohe Steifigkeit auf, die es gestattet, bei den Zustellbewegun-

gen und - wo technologisch möglich - auch bei den Vorschubbewegungen höhere Geschwindigkeiten und Beschleunigungen zu fahren als dies bei herkömmlichen Randbearbeitungsmaschinen möglich war. Untersuchungen der Anmelderin haben ergeben, daß die für die Randbearbeitung benötigten Zeiten durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Vorrichtung gegenüber den vorbekannten Randbearbeitungsmaschinen bei vergleichbaren Randbearbeitungswerkzeugen (Schleifscheiben, Fräser oder Kombinationen davon) signifikant reduziert und somit die Produktivität deutlich gesteigert werden kann, ohne daß dies der Bearbeitungsqualität abträglich wäre. Auch bei längerem Einsatz, wie bei industrieller Fertigung üblich, wird eine gleichbleibend gute Bearbeitungsqualität erzielt, weil die O-förmige Ausbildung des Grundgestells und des ersten Schlittens ebenfalls für eine thermische Symmetrie sorgt, bei der sich die durch die Erwärmung der beteiligten Antriebs- und Bearbeitungskomponenten auftretenden Wärmedehnungen gegenseitig kompensieren.

[0013] Die Patentansprüche 2 bis 5 geben insbesondere für ein thermisch invariantes Verhalten vorteilhafte Ausgestaltungen der Randbearbeitungsvorrichtung wieder. So ist gemäß dem Patentanspruch 2 zu beiden Seiten des Grundgestells jeweils eine Linearführung für den ersten Schlitten vorgesehen, wobei die Linearführungen am Grundgestell parallel zueinander verlaufen. Der Patentanspruch 3 sieht vor, daß jede Linearführung für den ersten Schlitten eine am Grundgestell angebrachte Führungsschiene und zwei mit der Führungsschiene eingreifende Führungsschuhe aufweist, die in symmetrischer Anordnung am ersten Schlitten befestigt sind. Nach der Lehre des Patentanspruchs 4 ist zu beiden Seiten des ersten Schlittens jeweils eine Linearführung für den zweiten Schlitten vorgesehen, wobei die Linearführungen am ersten Schlitten parallel zueinander verlaufen. Entsprechend dem Patentanspruch 5 weist schließlich jede Linearführung für den zweiten Schlitten eine am ersten Schlitten angebrachte Führungsschiene und zwei mit der Führungsschiene eingreifende Führungsschuhe auf, die in symmetrischer Anordnung am zweiten Schlitten befestigt sind.

[0014] Vorzugsweise ist der erste Schlitten und/oder der zweite Schlitten mittels eines Hohlwellen-Servomotors bewegbar, der eine drehbare Mutter aufweist, die mit einer drehfesten Kugelgewindespindel in Wirkeingriff steht, wie im Patentanspruch 6 angegeben. Diese Ausgestaltung der Vorrichtung gestattet in vorteilhafter Weise eine weitere Optimierung der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen der Zustell- und Vorschubbewegungen, bei gleichzeitig guter linearer Positioniergenauigkeit und gegenüber bekannten Konstruktionen mit zusätzlichen Übertragungselementen, wie Antriebsriemen oder Kupplungen, verringertem Bauraumbedarf. Dieses Optimierungspotential bei den Zustell- und Vorschubbewegungen ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß die drehfeste Anordnung der Kugelgewin-

despindel, welche die bei drehenden Spindeln erforderlichen, die Axialkraft begrenzenden Endenlager entbehrlich macht, für eine erhöhte axiale Steifigkeit und eine höhere Torsionssteifigkeit der Kugelgewindespindel sorgt. Zudem tritt die Problematik biegekritischer Drehzahlen bei einer drehfesten Kugelgewindespindel nicht auf. In der Summe sind höhere Geschwindigkeiten und Beschleunigungen möglich.

[0015] Gemäß dem Patentanspruch 7 ist der Hohlwellen-Servomotor für den ersten Schlitten am Grundgestell angebracht, während die Kugelgewindespindel vorzugsweise mittig am ersten Schlitten drehfest befestigt ist. Dies hat zum einen den Vorteil, daß der somit ortsfeste Hohlwellen-Servomotor bei Zustell- und Vorschubbewegungen nicht mit beschleunigt bzw. abgebremst werden muß. Zum anderen sorgt der mittige Angriff der Kugelgewindespindel am ersten Schlitten in vorteilhafter Weise dafür, daß keine Kippmomente in den ersten Schlitten eingeleitet werden, die u.a. der Leichtgängigkeit der Verstellbewegung abträglich sein könnten. Entsprechendes gilt für die Ausgestaltung der Vorrichtung nach dem Patentanspruch 8, gemäß dem der Hohlwellen-Servomotor für den zweiten Schlitten vorzugsweise mittig am zweiten Schlitten angebracht ist, während die Kugelgewindespindel drehfest an einer Jochplatte befestigt ist, die mit dem ersten Schlitten fest verbunden ist.

[0016] Nach der Lehre des Patentanspruchs 9 weist die mit dem Hohlwellen-Servomotor für den zweiten Schlitten zusammenwirkende Kugelgewindespindel eine im Verhältnis zu üblichen Spindelsteigungen, welche etwa 5 mm betragen, große Steigung auf, die zwischen 20 und 35 mm, mehr bevorzugt zwischen 25 und 30 mm liegt. Die Getriebewirkung aus dieser großen Steigung des Kugelgewindetriebs ermöglicht es, daß der Umfangsrand des zu bearbeitenden Brillenglases rasch und ohne Gefahr des Zerbrechens oder Beschädigens des Brillenglases bearbeitet werden kann, wobei infolge der geringen über den Kugelgewindetrieb am zweiten Schlitten aufbringbaren Axialkraft auch ein Durchrutschen des zwischen den Haltewellen eingespannten Brillenglases bei der Bearbeitung zuverlässig vermieden wird. Ein solches Durchrutschen darf z.B. auf keinen Fall auftreten, wenn das zu bearbeitende Brillenglas ein bezüglich der optischen Achse winkelgenau ausgerichtetes Nahteil oder einen zylindrischen oder prismatischen Schliff aufweist, dessen Achslage in einer zur Lage des im Brillengestell montierten Brillenglases vorbestimmten Beziehung stehen muß. Neben dieser Feinfühligkeit der Vorschubbewegung während der Bearbeitung, die der Beherrschung des Bearbeitungsprozesses förderlich ist, hat die Getriebewirkung der großen Steigung des Kugelgewindetriebs noch den Vorteil, daß die Zustellbewegungen des zweiten Schlittens sehr schnell erfolgen können.

[0017] Gemäß dem Patentanspruch 10 befindet sich die Werkzeugspindel mit dem Randbearbeitungswerkzeug zweckmäßig im Arbeitsraum, der von dem das

Grundgestell und die Schlitten umfassenden Achsenaufbau mittels eines am ersten Schlitten angebrachten Schiebers und eines den zweiten Schlitten umgebenden Rolloder Faltenbalgs getrennt ist, welcher zwischen dem Schieber und der Werkzeugspindel angeordnet ist. Diese Trennmaßnahmen sind in vorteilhafter Weise der Leichtgängigkeit der Zustell- und Vorschubbewegungen förderlich.

[0018] Der Patentanspruch 11 sieht vor, daß die erste Richtung vertikal verläuft, während die zweite Richtung horizontal verläuft. Die infolge der Parallelität zwischen erster Richtung und Werkstückdrehachse vertikale Anordnung der Haltewellen für die zu bearbeitende optische Linse hat den Vorteil, daß sich insbesondere eine automatische Beschickung der Vorrichtung mittels geeigneter Handhabungsgeräte, wie sie bei industrieller Fertigung zweckmäßig vorgesehen werden würden, leichter bewerkstelligen läßt.

[0019] Nach der Lehre des Patentanspruchs 12 ist in vorteilhafter Weise zum Gewichtsausgleich für die Schlitten eine Gewichtsausgleicheinrichtung vorgesehen, deren eines Ende vorzugsweise mittig am Grundgestell abgestützt ist, während das andere Ende vorzugsweise mittig mit dem ersten Schlitten verbunden ist. Aufgrund dieser Ausgestaltung muß der Antrieb für den ersten Schlitten also nicht das gesamte Gewicht der Schlitten und der daran angebrachten Komponenten heben oder halten, was insbesondere hinsichtlich der maximal möglichen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen der Vertikalbewegungen von Vorteil ist. Die mittige Anordnung der Gewichtsausgleicheinrichtung bezüglich des Grundgestells bzw. des ersten Schlittens verhindert wiederum in vorteilhafter Weise die Einleitung von Kippmomenten in den ersten Schlitten, die der Leichtgängigkeit der Vertikalbewegungen abträglich sein könnten. Als Gewichtsausgleicheinrichtung kann z. B. ein Pneumatikzylinder, der über einen Druckregler wahlweise druckbeaufschlagbar ist, oder ein Federelement zum Einsatz kommen. Alternativ zu dieser Ausgestaltung wäre auch ein Gegengewicht für die Schlitten mit entsprechender Kraftumlenkung über beispielsweise einen Hebel denkbar; eine solche Ausgestaltung ist im Vergleich zu einer nur linear wirkenden Gewichtsausgleicheinrichtung aufgrund des größeren Bauraumbedarfs sowie wegen der höheren bewegten Massen hier aber weniger bevorzugt.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist bei einer Vorrichtung zur Randbearbeitung einer optischen Linse, insbesondere eines Brillenglases, die zwischen zwei fluchtenden, um eine Werkstückdrehachse drehbaren Haltewellen einspannbar ist, mit einem ersten Schlitten, der an einem Grundgestell in einer zur Werkstückdrehachse parallelen ersten Richtung längsverschieblich geführt ist, und einem eine Werkzeugspindel mit einem (ersten) Randbearbeitungswerkzeug für die optische Linse tragenden zweiten Schlitten, welcher an dem ersten Schlitten in einer zur ersten Richtung senkrechten zweiten Richtung der-

art längsverschieblich geführt ist, daß das (erste) Randbearbeitungswerkzeug mit der optischen Linse in Bearbeitungseingriff bringbar ist, an dem zweiten Schlitten eine zusätzliche Bearbeitungseinrichtung angebracht, die mindestens ein weiteres Randbearbeitungswerkzeug für die optische Linse aufweist, welches von einer Parkposition in eine Bearbeitungsposition zwischen der optischen Linse und dem (ersten) Randbearbeitungswerkzeug an der Werkzeugspindel bewegbar ist.

[0021] Mit der zusätzlichen Bearbeitungseinrichtung können je nach Ausgestaltung des weiteren Randbearbeitungswerkzeugs in Ergänzung zum an der Werkzeugspindel vorgesehenen ersten Randbearbeitungswerkzeug ggf. notwendige weitere Bearbeitungsvorgänge, wie das Anbringen von Bohrungen oder Rillen an einem Brillenglas, durchgeführt werden, ohne daß die optische Linse aus ihrer Aufspannung entfernt werden müßte, was die Randbearbeitung ebenfalls beschleunigt. Hierbei wird in vorteilhafter Weise der vorhandene, das Grundgestell und die Schlitten umfassenden Achsenaufbau verwendet, d.h. zusätzliche gesteuerte Achsen für das weitere Randbearbeitungswerkzeug und die damit verbundenen Kosten sind entbehrlich. Erfolgt die Bearbeitung der optischen Linse mit dem an der Werkzeugspindel vorgesehenen ersten Randbearbeitungswerkzeug befindet sich das weitere Randbearbeitungswerkzeug in seiner Parkposition. Für eine weitere Bearbeitung der optischen Linse mit dem weiteren Randbearbeitungswerkzeug wird dieses von seiner Parkposition in seine Bearbeitungsposition bewegt, in der es sich zwischen der optischen Linse und dem ersten Randbearbeitungswerkzeug an der Werkzeugspindel, d.h. in Richtung des Bearbeitungsvorschubs gesehen vor dem ersten Randbearbeitungswerkzeug befindet, so daß letzteres bei der weiteren Bearbeitung nicht im Wege ist. Es ist ersichtlich das nunmehr die Zustell- und Vorschubbewegungen des weiteren Randbearbeitungswerkzeugs wie die Bewegungen des ersten Randbearbeitungswerkzeugs gesteuert werden können, wobei lediglich der Abstand zwischen dem ersten Randbearbeitungswerkzeug und dem weiteren Randbearbeitungswerkzeug steuerungstechnisch zu berücksichtigen ist.

[0022] In einer vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem Patentanspruch 14 weist die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung ein eigenes Gehäuse auf, welches am zweiten Schlitten angeflanscht ist. Durch diesen modularen Aufbau kann die Vorrichtung optional ohne Schwierigkeiten mit der zusätzlichen Bearbeitungseinrichtung nachgerüstet werden.

[0023] Der Patentanspruch 15 sieht vor, daß die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung einen Schwenkmechanismus aufweist, mittels dessen das weitere Randbearbeitungswerkzeug von der Parkposition in die Bearbeitungsposition verschwenkbar ist. Ein solcher Schwenkmechanismus gestattet in vorteilhafter Weise mit nur einem Freiheitsgrad eine Bewegung des weiteren Randbearbeitungswerkzeugs in den Raum zwi-

schen dem ersten Randbearbeitungswerkzeug und der zu bearbeitenden optischen Linse, d.h. eine Bewegung des weiteren Randbearbeitungswerkzeugs um das erste Randbearbeitungswerkzeug herum. Dabei hat der Schwenkmechanismus gemäß dem Patentanspruch 16 zweckmäßig einen am Gehäuse gelagerten Schwenkhebel sowie einen einfachen linearen Schwenkantrieb, der mit einem Ende am Gehäuse und mit seinem anderen Ende am Schwenkhebel angelenkt ist, wobei es sich bei dem linearen Schwenkantrieb vorzugsweise um einen Pneumatikzylinder handelt.

[0024] Nach der Lehre des Patentanspruchs 17 ist das weitere Randbearbeitungswerkzeug mittels eines insbesondere vom Drehantrieb des ersten Randbearbeitungswerkzeugs unabhängigen Drehantriebs um eine Rotationsachse drehangetrieben. Bei einem rotierenden weiteren Randbearbeitungswerkzeug kann es sich hier beispielweise um einen Bohrer oder Fingerfräser zur Ausbildung von Bohrungen bzw. Nuten im Randbereich eines Brillenglases in einem Brillengestell benötigt werden. Auch Schleifscheiben zur Anbringung von Dachfacetten und/oder Sicherheitsfasen am Brillenglasrand sind denkbar; des weiteren Werkzeuge zur Anbringung von Rillen oder Nuten am Umfangsrand des Brillenglases, mit geometrisch unbestimmten Schneiden, wie gesinterte Diamantscheiben, oder geometrisch bestimmten Schneiden, wie Sägeblätter oder Scheibenfräser. Gemäß dem Patentanspruch 18 verläuft hierbei die Rotationsachse des weiteren Randbearbeitungswerkzeugs zweckmäßig parallel zu der Rotationsachse des an der Werkzeugspindel vorgesehenen ersten Randbearbeitungswerkzeugs.

[0025] Entsprechend dem Patentanspruch 19 ist der Drehantrieb für das weitere Randbearbeitungswerkzeug am Schwenkhebel angebracht, was die Übertragung des Drehmoments auf das weitere Randbearbeitungswerkzeug erleichtert, wobei die Rotationsachse des Drehantriebs senkrecht zur Rotationsachse des weiteren Randbearbeitungswerkzeugs verläuft. Letzteres ist einer kompakten Bauweise förderlich, wobei eine Umlenkung des Drehmoments auf einfache Weise mittels beispielsweise einer Kegelradpaarung oder einer biegsamen Welle erfolgen kann.

[0026] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Vorrichtung gemäß dem Patentanspruch 20 hat die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung schließlich eine mittels des Drehantriebs drehangetriebene Werkzeugaufnahme, die einen ersten Spannmechanismus zum radialen Spannen eines Randbearbeitungswerkzeugs sowie einen zweiten Spannmechanismus zum axialen Spannen mindestens eines Randbearbeitungswerkzeugs aufweist. Durch Vorsehen dieser verschiedenen Spannmechanismen können sowohl z.B. Bohrer oder Fingerfräser radial gespannt als auch z.B. Schleifscheiben, Sägeblätter oder Scheibenfräser, ggf. auch in Kombination, axial gespannt werden, so daß die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung entsprechend den jeweiligen Er-

fordernissen der beabsichtigten Randbearbeitung ausgerüstet werden kann.

[0027] An dieser Stelle sei noch erwähnt, daß der oben beschriebene Aufbau der Vorrichtung mit einer Werkzeugspindel für ein erstes Randbearbeitungswerkzeug und einer zusätzlichen Bearbeitungseinrichtung für mindestens ein weiteres Randbearbeitungswerkzeug die verschiedensten Werkzeugkombinationen und somit die Durchführung unterschiedlichster Bearbeitungsverfahren gestattet. So kann z.B. als erstes Randbearbeitungswerkzeug ein Kombinationswerkzeug mit einem genuteten Fräser zur Herstellung der Umfangskontur und ggf. einer Dachfacette eines Brillenglases sowie einer Schleifscheibe zum Polieren des ggf. mit einer Dachfacette versehenen Brillenglasumfangs vorgesehen sein, während die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung wie oben beschrieben mit Werkzeugen zur Ausbildung von Bohrungen, Nuten, Rillen und/oder Fasen im Randbereich des Brillenglases ausgerüstet sein kann. Auch ist es denkbar, die Herstellung der Umfangskontur von Brillengläsern auf die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung zu verlagern, wobei als weiteres Randbearbeitungswerkzeug auch Laser- oder Wasserstrahlschneidköpfe einsetzbar sind, die insbesondere der Durchführung von Trennschnitten zur Ausbildung der Umfangskontur dienen. Die Facetten- und Polierbearbeitung des Brillenglasumfangs sowie die Ausbildung von Fasen könnte in diesem Fall mittels des ersten Randbearbeitungswerkzeugs erfolgen. Nicht zuletzt diese Flexibilität hinsichtlich der verwendbaren Werkzeuge und der durchführbaren Verfahren macht die hier beschriebene Vorrichtung für den industriellen Einsatz besonders attraktiv.

[0028] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügte, teilweise schematische Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische, teilweise aufgebrochene Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung von seitlich/oben,

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 1 von vorne/oben, wobei zur Veranschaulichung gegenüber der Darstellung in Fig. 1 einige Komponenten weggelassen worden sind, so daß im wesentlichen das Grundgestell, der erste und der zweite Schlitten sowie die zum ersten Schlitten gehörenden Führungs- und Antriebskomponenten der Vorrichtung gezeigt sind,

Fig. 3 eine perspektivische, teilweise aufgebrochene Ansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 1 von hinten/oben, wobei zur Vereinfachung der Darstellung gegenüber Fig. 1 der Antrieb für den ersten Schlitten, die am zweiten Schlitten befestigte Werkzeugspindel für das erste Rand-

bearbeitungswerkzeug sowie die von unten an den zweiten Schlitten angeflanschte zusätzliche Bearbeitungseinrichtung weggelassen worden sind,

Fig. 4 eine teilweise geschnittene und abgebrochene Seitenansicht der Vorrichtung, die Details der Antriebskomponenten für den zweiten Schlitten in einem gegenüber den Fig. 1 bis 3 vergrößerten Maßstab zeigt,

Fig. 5 eine teilweise geschnittene Seitenansicht der vom zweiten Schlitten abgenommenen zusätzlichen Bearbeitungseinrichtung, deren Randbearbeitungswerkzeuge sich in ihrer Parkposition befinden, wobei auch die Werkzeugspindel für das erste Randbearbeitungswerkzeug angedeutet und ein zwischen den Haltewellen eingespanntes, zu bearbeitendes Brillenglas gezeigt ist,

Fig. 6 eine vergrößerte Darstellung des Details VI in Fig. 5,

Fig. 7 eine teilweise aufgebrochene Draufsicht auf die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung gemäß Fig. 5, wobei sich deren Randbearbeitungswerkzeuge in ihrer Parkposition befinden, und

Fig. 8 eine teilweise aufgebrochene Draufsicht auf die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung gemäß Fig. 5, wobei sich deren Randbearbeitungswerkzeuge in ihrer Bearbeitungsposition befinden.

[0029] In den Fig. 1 bis 3 ist eine Vorrichtung zur Randbearbeitung einer optischen Linse L in Form eines Brillenglases gezeigt, das für seine Bearbeitung zwischen zwei lediglich schematisch dargestellten, axial fluchtenden, d.h. koaxialen Haltewellen 10, 12 eingespannt ist, die um eine CNC-gesteuerte Werkstückdrehachse R drehbar sind. Die Vorrichtung hat einen ersten bzw. Z-Schlitten 14, der an einem Grundgestell 16 in einer zur Werkstückdrehachse R parallelen ersten Richtung - im dargestellten Ausführungsbeispiel die vertikale Richtung Z - längsverschieblich geführt ist. Ferner weist die Vorrichtung einen zweiten bzw. X-Schlitten 18 auf, der eine allgemein als Werkzeugspindel 20 bezeichnete Bearbeitungseinrichtung trägt, an der ein lediglich in Fig. 1 schematisch dargestelltes erstes Randbearbeitungswerkzeug 22 für die optische Linse L montiert ist. Dieser Schlitten 18 ist an dem Z-Schlitten 14 in einer zur ersten Richtung Z senkrechten zweiten Richtung - im dargestellten Ausführungsbeispiel die horizontale Richtung X - längsverschieblich geführt. Es ist ersichtlich, daß das erste Randbearbeitungswerkzeug 22 mittels einer Bewegung der Schlitten 18 und 14 in bezüglich der

zu bearbeitenden optischen Linse L radialer Richtung bzw. parallel zur Drehachse R der optischen Linse L bewegt werden kann, um einen bestimmten Längsabschnitt des ersten Randbearbeitungswerkzeugs 22 mit der optischen Linse L in Bearbeitungseingriff zu bringen.

[0030] Wie am besten in Fig. 2 zu erkennen ist, ist das Grundgestell 16 im Querschnitt gesehen im wesentlichen O-förmig ausgebildet und umgibt bzw. umschließt den Z-Schlitten 14, so daß dieser in einer im wesentlichen O-förmigen Öffnung 24 des Grundgestells 16 in der vertikalen Richtung Z, d.h. auf- und abbewegt werden kann. Der Z-Schlitten 14 ist seinerseits im Querschnitt gesehen im wesentlichen O-förmig ausgebildet und umgibt bzw. umschließt den X-Schlitten 18, so daß dieser in einer im wesentlichen O-förmigen Aussparung 26 des Z-Schlittens 14 in der horizontalen Richtung X, d.h. vor- und zurückbewegt werden kann. Durch die im wesentlichen O-förmige Ausbildung des Grundgestells 16 und des Z-Schlittens 14 wird eine infolge des somit gegebenen geschlossenen Kraftflusses hohe Steifigkeit sowie eine aufgrund der im Ergebnis vorhandenen Symmetrien sehr gute Thermostabilität erzielt, was die hier beschriebene Vorrichtung für den industriellen Einsatz prädestiniert.

[0031] Unabhängig davon ist des weiteren wichtig, daß an dem zweiten bzw. X-Schlitten 18 eine zusätzliche Bearbeitungseinrichtung 28 angebracht ist - wie insbesondere unter Bezugnahme auf die Fig. 5 bis 8 nachfolgend noch näher beschrieben werden wird - die mindestens ein weiteres, im dargestellten Ausführungsbeispiel mehrere weitere Randbearbeitungswerkzeuge 30 für die optische Linse L aufweist, welche von einer in den Fig. 1, 5 und 7 gezeigten Parkposition oder Ruhestellung in eine in Fig. 8 dargestellte Bearbeitungsposition bewegt werden können, in der sich die weiteren Randbearbeitungswerkzeuge 30 zwischen der optischen Linse L und dem ersten Randbearbeitungswerkzeug 22 bzw. der Werkzeugspindel 20 befinden. Somit kann die Zustellung und Vorschubbewegung der weiteren Randbearbeitungswerkzeuge 30 in bezüglich der zu bearbeitenden optischen Linse L radialer Richtung bzw. parallel zur Drehachse R der optischen Linse L mit der für das erste Randbearbeitungswerkzeug 22 vorgesehenen X-Z-Achsensteuerung erfolgen, d.h. ohne großen zusätzlichen Steuerungsaufwand für die weiteren Randbearbeitungswerkzeuge 30.

[0032] Die in den Figuren dargestellte Vorrichtung ist Bestandteil einer Linsenrandbearbeitungsmaschine, deren weitere Komponenten hier zur Vereinfachung der Darstellung nicht gezeigt sind. So ist das als Schweiß- oder Gußkonstruktion ausgeführte Grundgestell 16 über in den Fig. 1 bis 3 dargestellte, beidseitig des Grundgestells 16 vorgesehene Flanschabschnitte 32 mittels geeigneter Befestigungselemente, wie Schrauben, an einem Maschinengestell (nicht gezeigt) angebracht. Am Maschinengestell ist ferner eine Werkstückantriebs- und Spannvorrichtung für die zu bearbeitende

optische Linse L befestigt, von der in den Fig. 1 und 5 nur die Haltewellen 10 und 12 schematisch dargestellt sind, die synchron um die Werkstückdrehachse R angetrieben werden können und zum Spannen der optischen Linse L mittels einer Hubeinrichtung in axialer Richtung relativ zueinander verstellbar sind. Des weiteren trägt das Maschinengestell die komplette Verkleidung der Linsenrandbearbeitungsmaschine, eine Bedieneinheit mit Eingabeeinrichtungen (z.B. Tastatur, Datenlesegeräte, etc.) und Ausgabeeinrichtungen (z.B. Bildschirm, Drucker, usw.) sowie ggf. Handhabungs- bzw. Transportgeräte oder -systeme für die zu bearbeitenden bzw. bearbeiteten optischen Linsen L, wie sie z. B. in der älteren deutschen Patentanmeldung 100 29 966.0-22 der Anmelderin beschrieben werden. Schließlich ist am Maschinengestell ein Schaltschrank zur Aufnahme einer üblichen Industriesteuerung befestigt, die sämtliche Bewegungen der Linsenrandbearbeitungsmaschine steuert.

[0033] Gemäß Fig. 1 weist die Werkzeugspindel 20 ein Spindelgehäuse 34 auf, mit dem die Werkzeugspindel 20 an eine am besten in Fig. 2 zu erkennende Stirnfläche 36 des X-Schlittens 18 angeflanscht ist, so daß die Rotationsachse C_1 des Randbearbeitungswerkzeugs 22 parallel zu der Werkstückdrehachse R verläuft. Im Spindelgehäuse 34 ist eine Werkzeugwelle drehbar gelagert, an der das erste Randbearbeitungswerkzeug 22 befestigt ist und die mittels eines Drehantriebs 38 angetrieben werden kann, der am in Fig. 1 oberen Ende des Spindelgehäuses 34 am Spindelgehäuse 34 angeflanscht ist. Das erste Randbearbeitungswerkzeug 22 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als Kombinationswerkzeug mit verschiedenen Bearbeitungsabschnitten ausgebildet, die Fräs-, Schleif- und/oder Polierabschnitte umfassen können. Die hier möglichen Werkzeuge und die damit durchführbaren Randbearbeitungsverfahren sind dem Fachmann hinlänglich bekannt und sollen deshalb an dieser Stelle nicht näher beschrieben werden.

[0034] Weiterhin ist in Fig. 1 eine Düsenanordnung 40 gezeigt, die am Spindelgehäuse 34 befestigt ist und dazu dient, während der Bearbeitung der optischen Linse L Kühlflüssigkeit in den Bereich zwischen der optischen Linse L und dem ersten Randbearbeitungswerkzeug 22 zu sprühen, um Werkzeug und Werkstück zu kühlen sowie Späne bzw. den Bearbeitungsabrieb abzuführen.

[0035] Die die optische Linse L einspannenden Haltewellen 10, 12 ragen in einen Arbeitsraum hinein, in dem sich auch die Werkzeugspindel 20 mit dem ersten Randbearbeitungswerkzeug 22 befindet und der nach außen durch die in den Figuren nicht gezeigte Verkleidung der Linsenrandbearbeitungsmaschine getrennt ist. Von dem das Grundgestell 16 und die Schlitten 14, 18 umfassenden Achsenaufbau ist der Arbeitsraum mittels eines am Z-Schlitten 14 angebrachten Teleskopblechs oder Schiebers 42 sowie eines den X-Schlitten 18 und die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung 28 umgebenden Faltenbalgs 44 getrennt. Der Faltenbalg 44

ist in der horizontalen Richtung X gesehen zwischen dem Schieber 42 und der Werkzeugspindel 20 angeordnet und mit seinen Enden am Schieber 42 bzw. am Spindelgehäuse 34 der Werkzeugspindel 20 befestigt. In Fig. 1 ist der Faltenbalg 44 aufgebrochen dargestellt, um ein Gehäuse 46 der zusätzlichen Bearbeitungseinrichtung 28 zu zeigen, welches von unten an den X-Schlitten 18 angeflanscht ist. Die weiteren Randbearbeitungswerkzeuge 30 der zusätzlichen Bearbeitungseinrichtung 28 stehen schließlich auch in ihrer Parkposition durch eine entsprechende Aussparung im Spindelgehäuse 34 der Werkzeugspindel 20 in den Arbeitsraum hinein vor. Es sind hier geeignete Dichtmaßnahmen getroffen, um zu verhindern, daß die im Arbeitsraum während der Bearbeitung herumspritzende Kühlflüssigkeit in das Gehäuse 46 der zusätzlichen Bearbeitungseinrichtung 28 eindringt.

[0036] Wie insbesondere den Fig. 2 und 3 zu entnehmen ist, ist zu beiden Seiten der O-förmigen Öffnung 24 des Grundgestells 16 jeweils eine vertikal angeordnete Linearführung 48 für den als Schweiß- oder Gußkonstruktion ausgebildeten Z-Schlitten 14 vorgesehen. Die Linearführungen 48 verlaufen in symmetrischer Anordnung am Grundgestell 16 parallel zueinander. Jede der Linearführungen 48 für den Z-Schlitten 14 hat eine am Grundgestell 16 mittels beispielsweise Schrauben befestigte Führungsschiene 50 und zwei mit der Führungsschiene 50 eingreifende Wagen bzw. Führungsschuhe 52. Die Führungsschuhe 52 sind ihrerseits in symmetrischer Anordnung unten und oben mit Hilfe von z.B. Schrauben am Z-Schlitten 14 befestigt.

[0037] Ferner ist zu beiden Seiten des Z-Schlittens 14 jeweils eine Linearführung 54 für den als Schweiß- oder Gußkonstruktion ausgebildeten X-Schlitten 18 vorgesehen. Die Linearführungen 54 verlaufen in symmetrischer Anordnung am Z-Schlitten 14 parallel zueinander und in einer zum Verlauf der Linearführungen 48 am Grundgestell 16 senkrechten Richtung. Jede der Linearführungen 54 für den X-Schlitten 18 weist eine am durch Rippen zusätzlich ausgesteiften Z-Schlitten 14 von unten mittels z.B. Schrauben befestigte Führungsschiene 56 und zwei mit der Führungsschiene 56 eingreifende Wagen bzw. Führungsschuhe 58 auf. Die Führungsschuhe 58 sind ihrerseits in symmetrischer Anordnung von oben am X-Schlitten 18 mit Hilfe von beispielsweise Schrauben befestigt.

[0038] Bei den Linearführungen 48 für den Z-Schlitten 14 und den Linearführungen 54 für den X-Schlitten 18 kann es sich um im Handel erhältliche Zukaufbaugruppen bzw. -teile handeln, wobei die Führungsschuhe 52 bzw. 58 jeweils mit geschmierten Kugelnketten ausgerüstet sein können, die in Längsrichtung leichtgängig und in Querrichtung spielarm in jeweils zugeordneten Längsnuten eines im Querschnitt schwalbenschwanzförmigen Abschnitts der entsprechenden Führungsschiene 50 bzw. 56 laufen.

[0039] Zur Erzeugung der Linearbewegungen der Schlitten 14 und 18 sind CNC-gesteuerte Hohlwellen-

Servomotore 60 bzw. 62 vorgesehen, die jeweils eine hier nicht dargestellte drehbare Mutter aufweisen, welche mit einer jeweils zugeordneten, endseitig drehfest eingespannten Kugelgewindespindel 64 bzw. 66 in Wirkeingriff steht. Wie insbesondere die Fig. 2 zeigt, ist der Hohlwellen-Servomotor 60 für den Z-Schlitten 14 oben am Grundgestell 16 angeflanscht. Die zugeordnete Kugelgewindespindel 64 ist drehfest am Z-Schlitten 14 befestigt. Dabei greift im dargestellten Ausführungsbeispiel die Kugelgewindespindel 64 am Z-Schlitten 14 in einer zu den X- und Z-Richtungen senkrechten Richtung gesehen mittig an.

[0040] Der Hohlwellen-Servomotor 62 für den X-Schlitten 18 ist, wie die Fig. 3 zeigt, im dargestellten Ausführungsbeispiel in einer zu den X- und Z-Richtungen senkrechten Richtung gesehen mittig am X-Schlitten 18 montiert, so daß der Hohlwellen-Servomotor 62 zusammen mit dem X-Schlitten 18 verfahren kann. Die dem Hohlwellen-Servomotor 62 zugeordnete Kugelgewindespindel 66 ist mittels einer Mutter 68 drehfest an einer Jochplatte 70 befestigt, die sich in einer zu den X- und Z-Richtungen senkrechten Richtung an dem von der Werkzeugspindel 20 abgewandten Ende des X-Schlittens 18 brückenartig über den X-Schlitten 18 erstreckt und mit diesem fest verbunden ist.

[0041] Während die Kugelgewindespindel 64 für die Linearbewegung des Z-Schlittens 14 eine übliche Gewindesteigung von z.B. 5 mm Hub pro Umdrehung aufweist, hat, wie die Fig. 4 zeigt, die Kugelgewindespindel 66 für die Linearbewegung des X-Schlittens 18 eine demgegenüber deutlich größere Steigung, die zwischen 20 und 35 mm Hub pro Umdrehung betragen kann und im hier dargestellten Ausführungsbeispiel bei etwa 30 mm Hub pro Umdrehung liegt, so daß aufgrund der Getriebewirkung der Kugelgewindespindel 66 über den Hohlwellen-Servomotor 62 nur relativ geringe Kräfte in X-Richtung aufgebracht werden können.

[0042] Wie am besten in Fig. 3 zu erkennen ist, ist zum Gewichtsausgleich für die Schlitten 14 und 18 sowie die daran angebrachten Komponenten eine hier linear wirkende Gewichtsausgleicheinrichtung 72 vorgesehen, deren eines Ende über ein am Grundgestell 16 befestigtes Schweißgestell 74 mittig am Grundgestell 16 abgestützt ist, während das andere Ende der Gewichtsausgleicheinrichtung 72 über einen am Z-Schlitten 14 angebrachten Lagerbock 76 mittig mit dem Z-Schlitten 14 verbunden ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei der Gewichtsausgleicheinrichtung 72 um eine in paralleler Anordnung zum Hohlwellen-Servomotor 60 für den Z-Schlitten 14 angeordnete Gaszugfeder. Anstelle einer Gaszugfeder ist aber auch der Einsatz eines Pneumatikzylinders denkbar, der über einen Druckregler wahlweise mit Druck beaufschlagt werden kann, um die Schlitten 14 und 18 den jeweiligen Erfordernissen entsprechend variabel zu bremsen bzw. zu halten.

[0043] Zu den Fig. 1 bis 4 ist an dieser Stelle schließlich noch anzumerken, daß auch Signalgeber 78

dargestellt sind, die im Zusammenwirken mit hier nicht gezeigten Drehgebern an den Hohlwellen-Servomotoren 60 und 62 der Lageerfassung und -regelung der Schlitten 14 und 18 dienen.

[0044] Den Fig. 5 bis 8 sind Einzelheiten der zusätzlichen Bearbeitungseinrichtung 28 zu entnehmen, deren Gehäuse 46 am in Fig. 5 linken Ende eine Anschlagfläche 80 aufweist, mit der die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung 28 bei Montage am X-Schlitten 18 an einer in Fig. 3 gezeigten Anschlagfläche 82 am X-Schlitten 18 zur Anlage gelangt, um die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung 28 in X-Richtung definiert am X-Schlitten 18 zu positionieren.

[0045] Gemäß insbesondere den Fig. 7 und 8 hat die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung 28 einen Schwenkmechanismus 84, mittels dessen die weiteren Randbearbeitungswerkzeuge 30 von ihrer in Fig. 7 gezeigten Parkposition in die in Fig. 8 dargestellte Bearbeitungsposition verschwenkt werden können. Der Schwenkmechanismus 84 weist einen Schwenkhebel 86 auf, der mit einem Ende an der in den Fig. 7 und 8 rechten oberen Ecke des im wesentlichen quaderförmigen Gehäuses 46 schwenkbar um eine Schwenkachse S gelagert ist, die in Z-Richtung verläuft. An seinem anderen Ende ist der Schwenkhebel 86 gemäß Fig. 7 zur Aufnahme eines Drehantriebs 88 für die weiteren Randbearbeitungswerkzeuge 30 ausgebildet, der über ein Antriebsgehäuse 90 an den Schwenkhebel 86 angeflanscht ist. Die Rotationsachse D des Drehantriebs 88, bei dem es sich um einen elektrisch oder pneumatisch angetriebenen Motor handeln kann, verläuft senkrecht zur Schwenkachse S.

[0046] Zwischen der Schwenkachse S und dem Drehantrieb 88 ist am Schwenkhebel 86 ein linearer Schwenkantrieb 92 mit seinem einen Ende angelenkt, während das andere Ende des Schwenkantriebs 92 im wesentlichen mittig an der in den Fig. 5, 7 und 8 linken Wandung des Gehäuses 46 der zusätzlichen Bearbeitungseinrichtung 28 angelenkt ist. Bei dem Schwenkantrieb 92 handelt es sich im dargestellten Ausführungsbeispiel um einen Pneumatikzylinder, dessen Zylindergehäuse 94 am Gehäuse 46 der zusätzlichen Bearbeitungseinrichtung 28 und dessen längenverstellbare Kolbenstange 96 am Schwenkhebel 86 gelenkig angebracht ist. Es ist ersichtlich, daß die Kolbenstange 96 durch über Anschlüsse 98 erfolgende, wahlweise gegensinnige Druckbeaufschlagung des im Zylindergehäuse 94 aufgenommenen Kolbens aus dem Zylindergehäuse 94 aus- und einfahrbar ist, um den Schwenkhebel 86 durch eine Öffnung 100 im Gehäuse 46 der zusätzlichen Bearbeitungseinrichtung 28 aus der Parkposition in die Bearbeitungsposition und umgekehrt zu verschwenken.

[0047] Zum Schwenkmechanismus 84 ist schließlich noch anzumerken, daß in der Nähe der Schwenkachse S ein Arm 102 am Schwenkhebel 86 angebracht ist, der endseitig einen Stoßdämpfer 104 trägt, dessen Gehäuse längenverstellbar bzw. justierbar am Arm 102 befe-

stigt ist. Der Stoßdämpfer 104 kann bei einem Verschwenken des Schwenkhebels 86 aus der Parkposition in die Bearbeitungsposition mit einer am Gehäuse 46 der zusätzlichen Bearbeitungseinrichtung 28 vorgesehenen Anschlagfläche 106 zur Anlage gelangen. Als der die Bearbeitungsposition des Schwenkhebels 86 zusammen mit der Anschlagfläche 106 bestimmende Endanschlag dient eine auf das Gehäuse des Stoßdämpfers 104 aufgeschraubte Gewindehülse 108. Aus Fig. 7 ist ersichtlich, daß der Stoßdämpfer 104 in der Parkposition des Schwenkhebels 86 aus der Gewindehülse 108 vorsteht, damit der Stoßdämpfer 104 bei einem Verschwenken des Schwenkhebels 86 in die Bearbeitungsposition den Anschlag der Gewindehülse 108 an der Anschlagfläche 106 dämpfen kann.

[0048] Wie insbesondere den Fig. 5 und 6 zu entnehmen ist, ist an das Antriebsgehäuse 90 ein Winkelkopf 110 angeflanscht, der zwei miteinander verbundene Bohrungsabschnitte 112 und 114 aufweist, deren Mittelachsen einen rechten Winkel einschließen. In den Bohrungsabschnitt 112 ragt eine Welle 116 des Drehantriebs 88 hinein, die endseitig mit einem Kegelrad 118 versehen ist. Das Kegelrad 118 kämmt mit einem Kegelrad 120 gleichen Durchmessers, welches an einem Ende einer in dem Bohrungsabschnitt 114 drehbar gelagerten Welle 122 angebracht ist. Das Festlager 124 der Welle 122 ist mittels eines in einen Gewindeabschnitt 126 des Bohrungsabschnitts 114 eingeschraubten Ringteils 128 gegen eine Ringschulter 130 des Bohrungsabschnitts 114 gespannt. Die zwei Loslager 132 der Welle 122 sind mittels einer auf einen kegelradseitigen Gewindeabschnitt 134 der Welle 122 aufgeschraubten Wellenmutter 136 über eine Distanzhülse 138 mit dem Festlager 124 gespannt. Die Welle 122 erstreckt sich schließlich mittels eines Dichtelements 140 am Ringteil 128 abgedichtet durch dieses hindurch.

[0049] An dem in Fig. 6 unteren Ende der Welle 122 ist eine über die Welle 116, die Kegelradpaarung 118, 120 sowie die Welle 122 vom Drehantrieb 88 um die Rotationsachse C_2 der Welle 122 drehangetriebene Werkzeugaufnahme 142 für die weiteren Randbearbeitungswerkzeuge 30 angebracht. Aus den Fig. 5 bis 8 ist ersichtlich, daß die Rotationsachse C_2 der weiteren Randbearbeitungswerkzeuge 30 unter einem rechten Winkel zur Rotationsachse D des Drehantriebs 88 sowie parallel zur Rotationsachse C_1 des ersten Randbearbeitungswerkzeugs 22 und somit parallel zur Drehachse R der optischen Linse L verläuft. Wie sich ferner aus einem Vergleich der Fig. 7 und 8 ergibt, können die weiteren Randbearbeitungswerkzeuge 30 mittels des Schwenkmechanismus 84 von der Parkposition quasi um die Werkzeugspindel 20 bzw. das erste Randbearbeitungswerkzeug 22 herum in die Bearbeitungsposition geschwenkt werden, in der die Rotationsachsen C_1 und C_2 der Werkzeuge 22, 30 sowie die Drehachse R der optischen Linse L in einer Ebene liegen, die sich parallel zu einer durch die X- und Z-Richtungen aufgespannten Ebene erstreckt.

[0050] Die Werkzeugaufnahme 142 hat einen ersten Spannmechanismus 144 zum radialen Spannen eines der weiteren Randbearbeitungswerkzeuge 30 sowie einen davon unabhängigen zweiten Spannmechanismus 146 zum axialen Spannen mindestens eines anderen der weiteren Randbearbeitungswerkzeuge 30, wie abschließend noch beschrieben werden soll.

[0051] Der erste Spannmechanismus 144 hat eine Spannzange 148, die ausgehend von ihrem in Fig. 6 unteren, mit einem Längsschlitz 150 versehenen Ende außenumfangsseitig einen Schlüsselflächenabschnitt 152, einen konischen Flächenabschnitt 154 und einen Gewindeabschnitt 156 aufweist sowie innenumfangsseitig mit einer Bohrung versehen ist, die zur Aufnahme des hier als Fingerfräser 158 ausgebildeten weiteren Randbearbeitungswerkzeugs 30 dient. Aus Fig. 6 ist ersichtlich, daß beim Einschrauben des Gewindeabschnitts 156 der Spannzange 148 in einen Gegengewindeabschnitt eines Grundkörpers 160 der Werkzeugaufnahme 142 der konische Flächenabschnitt 154 der Spannzange 148 an einer konischen Gegenfläche am Innenumfang des Grundkörpers 160 zur Anlage gelangt. Bei einem weiteren Einschrauben der Spannzange 148 in den Grundkörper 160 gestattet der sich in axialer Richtung über den konischen Flächenabschnitt 154 hinweg erstreckende Längsschlitz 150 eine nach radial innen gerichtete Verformung der Spannzange 148, wodurch der Fingerfräser 158 radial eingespannt wird. Anstelle des Fingerfräfers 158 kann hier den jeweiligen Erfordernissen der Randbearbeitung entsprechend auch ein anderes Werkzeug, z.B. ein Bohrer eingesetzt werden.

[0052] Der zweite Spannmechanismus 146 wird durch eine Ringschulter 162 am Grundkörper 160, ggf. Distanzscheiben 164 sowie einen Gewinding 166 gebildet, der am Innenumfang mit einem Gewindeabschnitt versehen auf einen außenumfangsseitigen Gegengewindeabschnitt am in Fig. 6 unteren Ende des Grundkörpers 160 aufgeschraubt werden kann. Es ist ersichtlich, daß ein oder mehrere weitere Randbearbeitungswerkzeuge 30, im dargestellten Ausführungsbeispiel eine gesinterte Diamantscheibe 168, die zwischen den Distanzscheiben 164 angeordnet ist, axial gespannt werden kann, indem der/das aus den Distanzscheiben 164 und der Diamantscheibe 168 bestehende Sandwich bzw. Paket durch Aufschrauben des Gewindings 166 auf den Gegengewindeabschnitt des Grundkörpers 160 gegen die Ringschulter 162 des Grundkörpers 160 gespannt wird. Anstelle der Diamantscheibe 168 kann hier den jeweiligen Erfordernissen der Randbearbeitung entsprechend auch ein anderes Werkzeug, z.B. ein Sägeblatt oder ein Scheibenfräser axial gespannt werden. In diesem Zusammenhang sollte noch Erwähnung finden, daß die Distanzscheiben 164 im vorliegenden Fall als Schleifscheiben ausgebildet sind, d.h. außenumfangsseitig mit Schleifkörpern 170 versehen sind, die eine konische Außenumfangsfläche bilden. Mittels der Schleifkörper 170 können Fa-

sen am Rand der optischen Linse L angebracht werden.

[0053] Für den Fachmann ist ersichtlich, daß mit nur geringem Rüstaufwand mittels der beschriebenen weiteren Randbearbeitungswerkzeuge 30 den jeweiligen Erfordernissen entsprechend Bohrungen, Nuten, Rillen und/oder Fasen im Randbereich der optischen Linse L angebracht werden können. Anstelle von rotierenden Werkzeugen sind als weitere Randbearbeitungswerkzeuge auch Schneidköpfe zum Laser- oder Wasserstrahlschneiden denkbar, die am Schwenkhebel 86 angebracht werden könnten.

[0054] Es wird eine Vorrichtung zur Randbearbeitung einer optischen Linse, die zwischen zwei fluchtenden, um eine Werkstückdrehachse drehbaren Haltewellen einspannbar ist, offenbart, mit einem Z-Schlitten, der an einem Grundgestell in einer zur Werkstückdrehachse parallelen Z-Richtung längsverschieblich geführt ist, und einem eine Werkzeugspindel mit einem Randbearbeitungswerkzeug tragenden X-Schlitten, welcher an dem Z-Schlitten in einer zur Z-Richtung senkrechten X-Richtung derart längsverschieblich geführt ist, daß das Randbearbeitungswerkzeug mit der Linse in Bearbeitungseingriff bringbar ist. Für einen industriellen Einsatz der Vorrichtung ist erfindungsgemäß das Grundgestell im wesentlichen O-förmig ausgebildet und umgibt den Z-Schlitten, der ebenfalls im wesentlichen O-förmig ausgebildet ist und den X-Schlitten umgibt. In Ergänzung oder alternativ dazu ist vorgesehen, daß an dem X-Schlitten eine zusätzliche Bearbeitungseinrichtung angebracht ist, die mindestens ein weiteres Randbearbeitungswerkzeug aufweist, welches von einer Parkposition in eine Bearbeitungsposition zwischen der Linse und dem Randbearbeitungswerkzeug an der Werkzeugspindel bewegbar ist.

Bezugszeichenliste

[0055]

10	obere Haltewelle
12	untere Haltewelle
14	Z-Schlitten
16	Grundgestell
18	X-Schlitten
20	Werkzeugspindel
22	erstes Randbearbeitungswerkzeug
24	Öffnung
26	Aussparung
28	zusätzliche Bearbeitungseinrichtung
30	weitere Randbearbeitungswerkzeuge
32	Flanschabschnitt
34	Spindelgehäuse
36	Stirnfläche
38	Drehantrieb
40	Düsenanordnung
42	Schieber
44	Faltenbalg
46	Gehäuse

48 Linearführung
 50 Führungsschiene
 52 Führungsschuh
 54 Linearführung
 56 Führungsschiene
 58 Führungsschuh
 60 Hohlwellen-Servomotor
 62 Hohlwellen-Servomotor
 64 Kugelgewindespindel
 66 Kugelgewindespindel
 68 Mutter
 70 Jochplatte
 72 Gewichtsausgleicheinrichtung
 74 Schweißgestell
 76 Lagerbock
 78 Signalgeber
 80 Anschlagfläche
 82 Anschlagfläche
 84 Schwenkmechanismus
 86 Schwenkhebel
 88 Drehantrieb
 90 Antriebsgehäuse
 92 Schwenkantrieb
 94 Zylindergehäuse
 96 Kolbenstange
 98 Anschlüsse
 100 Öffnung
 102 Arm
 104 Stoßdämpfer
 106 Anschlagfläche
 108 Gewindehülse
 110 Winkelkopf
 112 Bohrungsabschnitt
 114 Bohrungsabschnitt
 116 Welle
 118 Kegelrad
 120 Kegelrad
 122 Welle
 124 Festlager
 126 Gewindeabschnitt
 128 Ringteil
 130 Ringschulter
 132 Loslager
 134 Gewindeabschnitt
 136 Wellenmutter
 138 Distanzhülse
 140 Dichtelement
 142 Werkzeugaufnahme
 144 erster Spannmechanismus
 146 zweiter Spannmechanismus
 148 Spannzange
 150 Längsschlitz
 152 Schlüsselflächenabschnitt
 154 konischer Flächenabschnitt
 156 Gewindeabschnitt
 158 Fingerfräser
 160 Grundkörper
 162 Ringschulter

5

10

15

164 Distanzscheibe
 166 Gewinding
 168 Diamantscheibe
 170 Schleifkörper

 C₁ Rotationsachse des ersten Randbearbeitungswerkzeugs
 C₂ Rotationsachse der weiteren Randbearbeitungswerkzeuge
 D Rotationsachse des Drehantriebs 88
 L optische Linse
 R CNC-gesteuerte Werkstückdrehachse
 S Schwenkachse
 X CNC-gesteuerte horizontale Achse
 Z CNC-gesteuerte vertikale Achse

Patentansprüche

- 20 1. Vorrichtung zur Randbearbeitung einer optischen Linse (L), insbesondere eines Brillenglases, die zwischen zwei fluchtenden Haltewellen (10, 12) einspannbar ist, welche um eine Werkstückdrehachse (R) drehbar sind, mit einem ersten Schlitten (14), der an einem Grundgestell (16) in einer zur Werkstückdrehachse (R) parallelen ersten Richtung (Z) längsverschieblich geführt ist, und einem Werkzeugspindel (20) mit einem Randbearbeitungswerkzeug (22) für die optische Linse (L) tragenden zweiten Schlitten (18), welcher an dem ersten Schlitten (14) in einer zur ersten Richtung (Z) senkrechten zweiten Richtung (X) derart längsverschieblich geführt ist, daß das Randbearbeitungswerkzeug (22) mit der optischen Linse (L) in Bearbeitungseingriff bringbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Grundgestell (16) im wesentlichen O-förmig ausgebildet ist und den ersten Schlitten (14) umgibt, der ebenfalls im wesentlichen O-förmig ausgebildet ist und den zweiten Schlitten (18) umgibt.
- 25 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zu beiden Seiten des Grundgestells (16) jeweils eine Linearführung (48) für den ersten Schlitten (14) vorgesehen ist, wobei die Linearführungen (48) am Grundgestell (16) parallel zueinander verlaufen.
- 30 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** jede Linearführung (48) für den ersten Schlitten (14) eine am Grundgestell (16) angebrachte Führungsschiene (50) und zwei mit der Führungsschiene (50) eingreifende Führungsschuhe (52) aufweist, die in symmetrischer Anordnung am ersten Schlitten (14) befestigt sind.
- 35 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zu beiden

Seiten des ersten Schlittens (14) jeweils eine Linearführung (54) für den zweiten Schlitten (18) vorgesehen ist, wobei die Linearführungen (54) am ersten Schlitten (14) parallel zueinander verlaufen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** jede Linearführung (54) für den zweiten Schlitten (18) eine am ersten Schlitten (14) angebrachte Führungsschiene (56) und zwei mit der Führungsschiene (56) eingreifende Führungsschuh-
5 10
e (58) aufweist, die in symmetrischer Anordnung am zweiten Schlitten (18) befestigt sind.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste Schlitten (14) und/oder der zweite Schlitten (18) mittels eines Hohlwellen-Servomotors (60, 62) bewegbar ist, der eine drehbare Mutter aufweist, die mit einer drehfesten Kugelgewindespindel (64, 66) in Wirkeingriff steht.
15 20
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Hohlwellen-Servomotor (60) für den ersten Schlitten (14) am Grundgestell (16) angebracht ist, während die Kugelgewindespindel (64) vorzugsweise mittig am ersten Schlitten (14) drehfest befestigt ist.
25
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Hohlwellen-Servomotor (62) für den zweiten Schlitten (18) vorzugsweise mittig am zweiten Schlitten (18) angebracht ist, während die Kugelgewindespindel (66) drehfest an einer Jochplatte (70) befestigt ist, die mit dem ersten Schlitten (14) fest verbunden ist.
30 35
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die mit dem Hohlwellen-Servomotor (62) für den zweiten Schlitten (18) zusammenwirkende Kugelgewindespindel (66) eine im Verhältnis große Steigung aufweist, die zwischen 20 und 35 mm, mehr bevorzugt zwischen 25 und 30 mm liegt.
40
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Werkzeugspindel (20) mit dem Randbearbeitungswerkzeug (22) in einem Arbeitsraum befindet, der von dem das Grundgestell (16) und die Schlitten (14, 18) umfassenden Achsenaufbau mittels eines
45 50
am ersten Schlitten (14) angebrachten Schiebers (42) und eines den zweiten Schlitten (18) umgebenden Roll- oder Faltenbalgs (44) getrennt ist, welcher zwischen dem Schieber (42) und der Werkzeugspindel (20) angeordnet ist.
55
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste

Richtung (Z) vertikal verläuft, während die zweite Richtung (X) horizontal verläuft.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Gewichtsausgleich für die Schlitten (14, 18) eine Gewichtsausgleicheinrichtung (72) vorgesehen ist, deren eines Ende vorzugsweise mittig am Grundgestell (16) abgestützt ist, während das andere Ende vorzugsweise mittig mit dem ersten Schlitten (14) verbunden ist.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche oder dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** an dem zweiten Schlitten (18) eine zusätzliche Bearbeitungseinrichtung (28) angebracht ist, die mindestens ein weiteres Randbearbeitungswerkzeug (30) für die optische Linse (L) aufweist, welches von einer Parkposition (Fig. 7) in eine Bearbeitungsposition (Fig. 8) zwischen der optischen Linse (L) und dem Randbearbeitungswerkzeug (22) an der Werkzeugspindel (20) bewegbar ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung (28) ein Gehäuse (46) aufweist, welches am zweiten Schlitten (18) angeflanscht ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung (28) einen Schwenkmechanismus (84) aufweist, mittels dessen das weitere Randbearbeitungswerkzeug (30) von der Parkposition (Fig. 7) in die Bearbeitungsposition (Fig. 8) verschwenkbar ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schwenkmechanismus (84) einen am Gehäuse (46) gelagerten Schwenkhebel (86) sowie einen linearen Schwenkantrieb (92) hat, der mit einem Ende am Gehäuse (46) und mit seinem anderen Ende am Schwenkhebel (86) angelenkt ist, wobei es sich bei dem linearen Schwenkantrieb (92) vorzugsweise um einen Pneumatikzylinder handelt.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** das weitere Randbearbeitungswerkzeug (30) mittels eines Drehantriebs (88) um eine Rotationsachse (C_2) drehange-
trieben ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rotationsachse (C_2) des weiteren Randbearbeitungswerkzeugs (30) parallel zu der Rotationsachse (C_1) des an der Werkzeugspindel (20) vorgesehenen Randbearbeitungswerkzeugs (22) verläuft.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Drehantrieb (88) für das weitere Randbearbeitungswerkzeug (30) am Schwenkhebel (86) angebracht ist, wobei die Rotationsachse (D) des Drehantriebs (88) senkrecht zur Rotationsachse (C₂) des weiteren Randbearbeitungswerkzeugs (30) verläuft. 5
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zusätzliche Bearbeitungseinrichtung (28) eine mittels des Drehantriebs (88) drehangetriebene Werkzeugaufnahme (142) hat, die einen ersten Spannmechanismus (144) zum radialen Spannen eines Randbearbeitungswerkzeugs sowie einen zweiten Spannmechanismus (146) zum axialen Spannen mindestens eines Randbearbeitungswerkzeugs aufweist. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

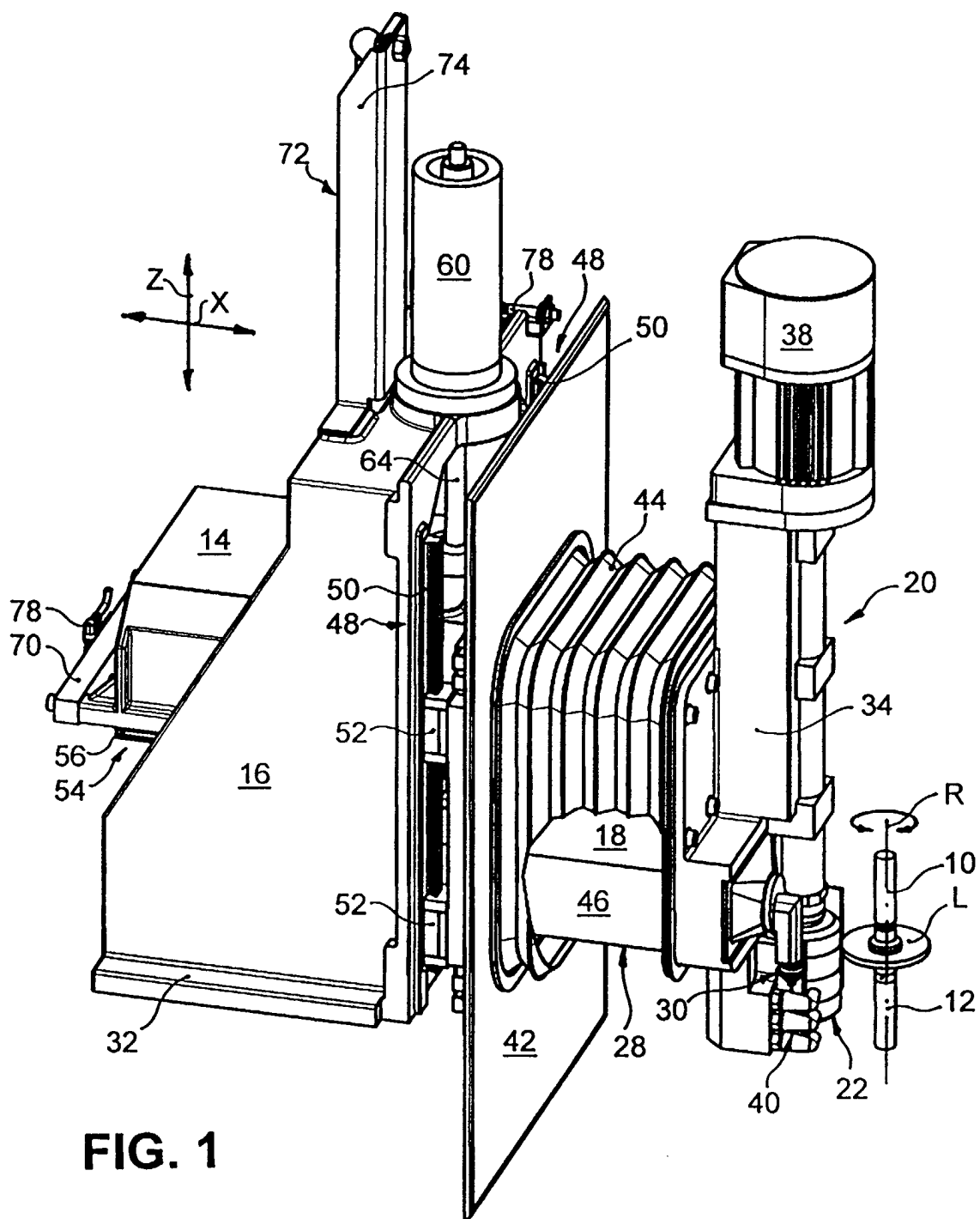


FIG. 1

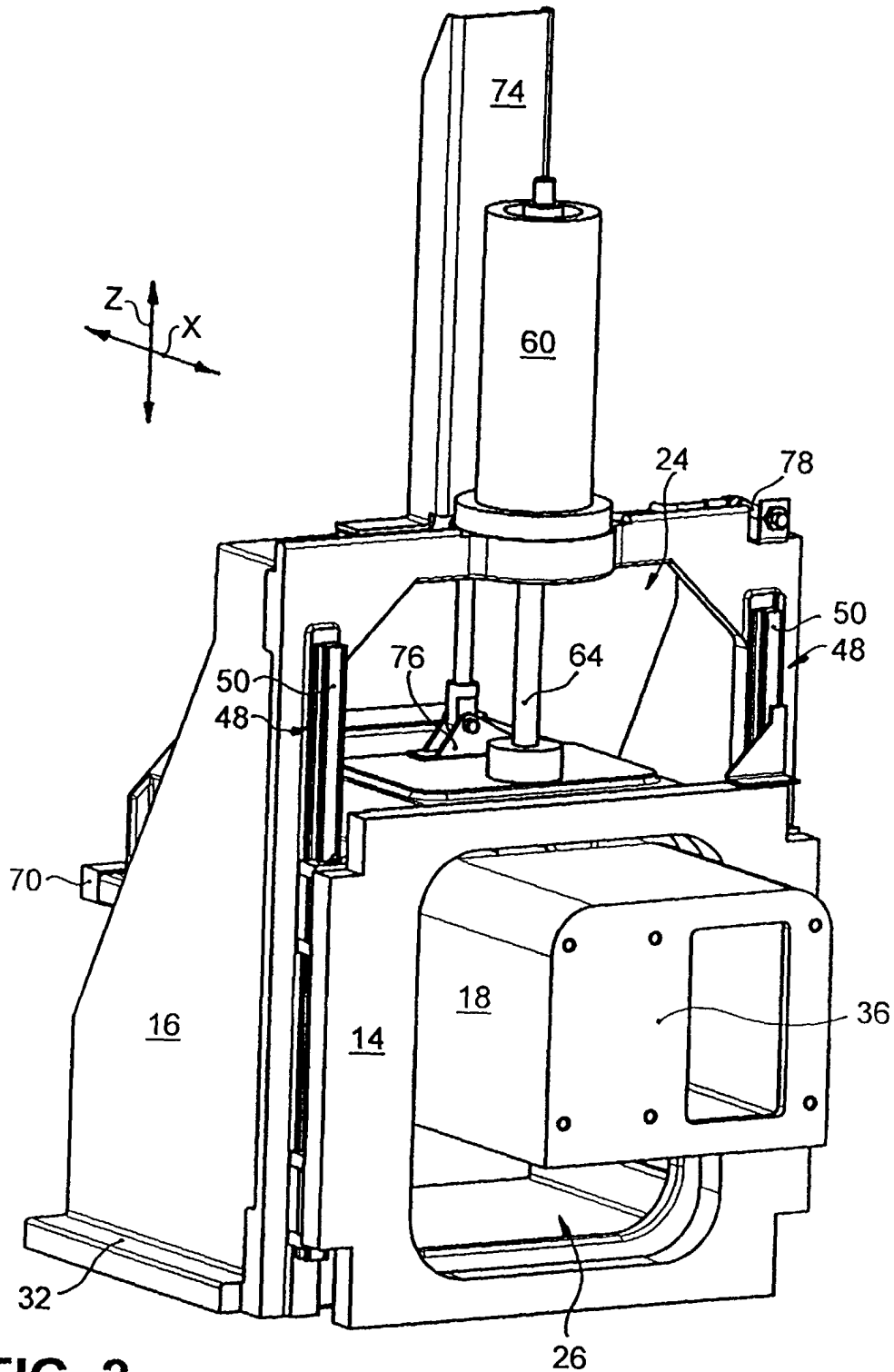


FIG. 2

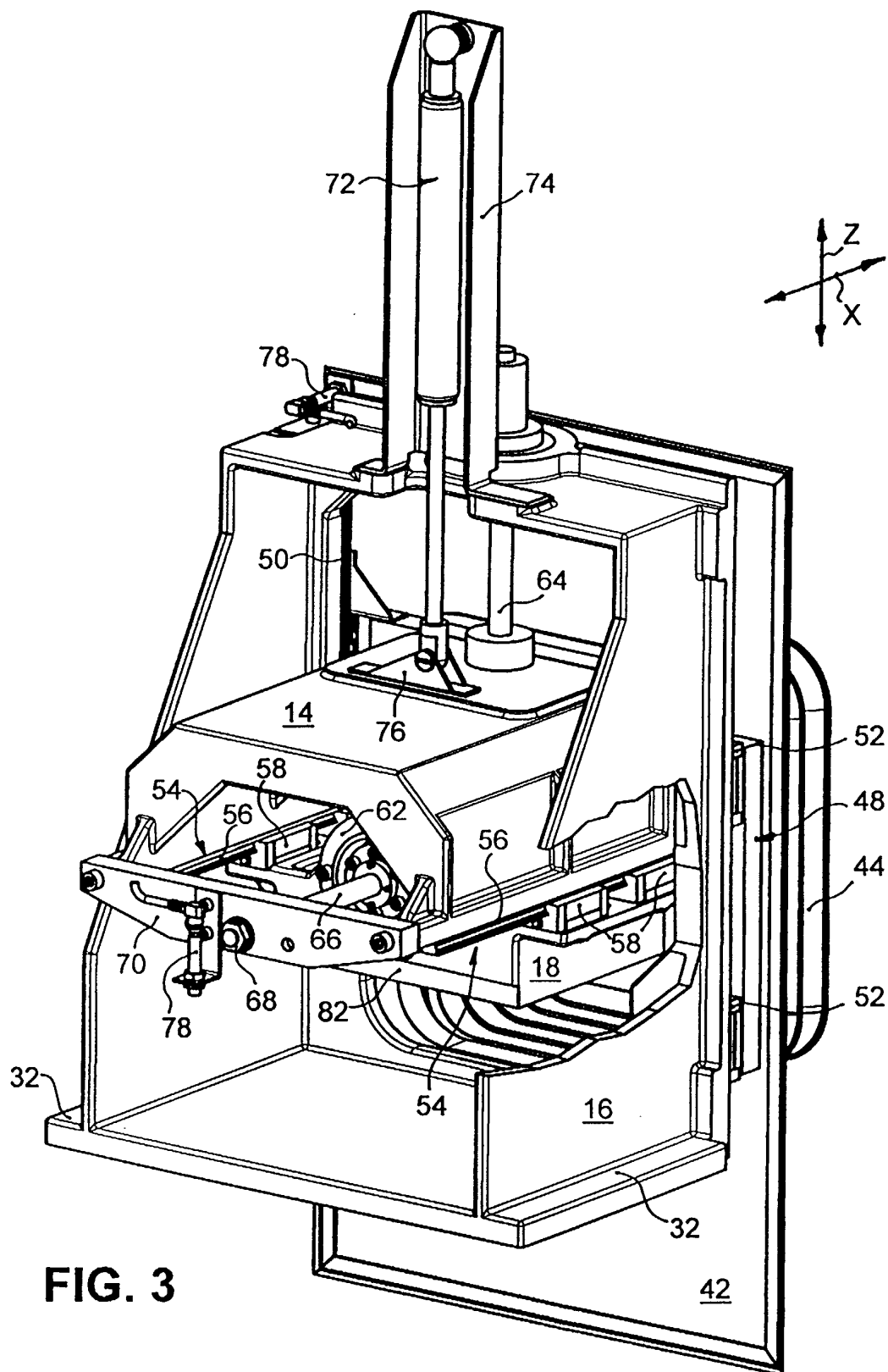


FIG. 3

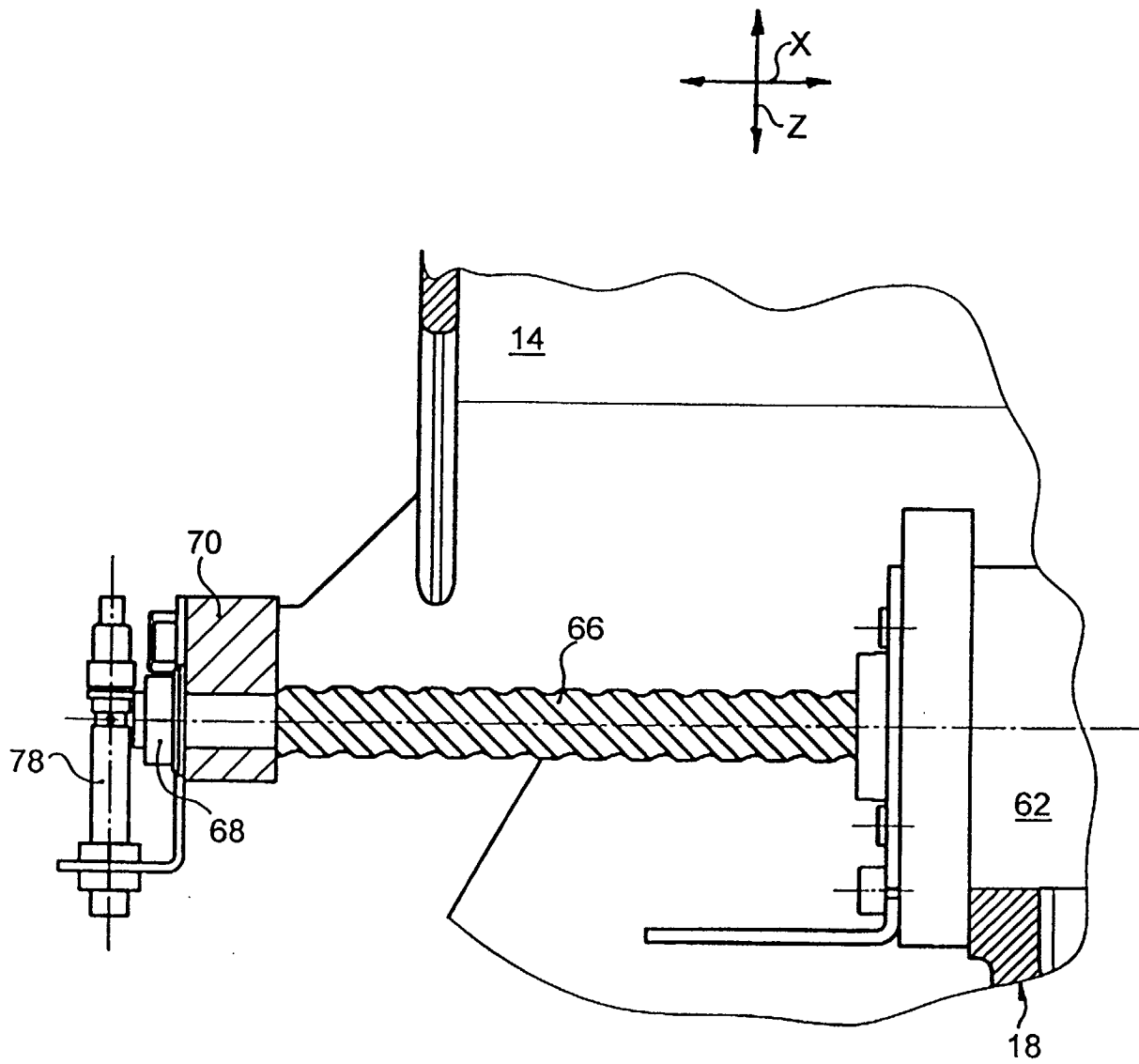


FIG. 4

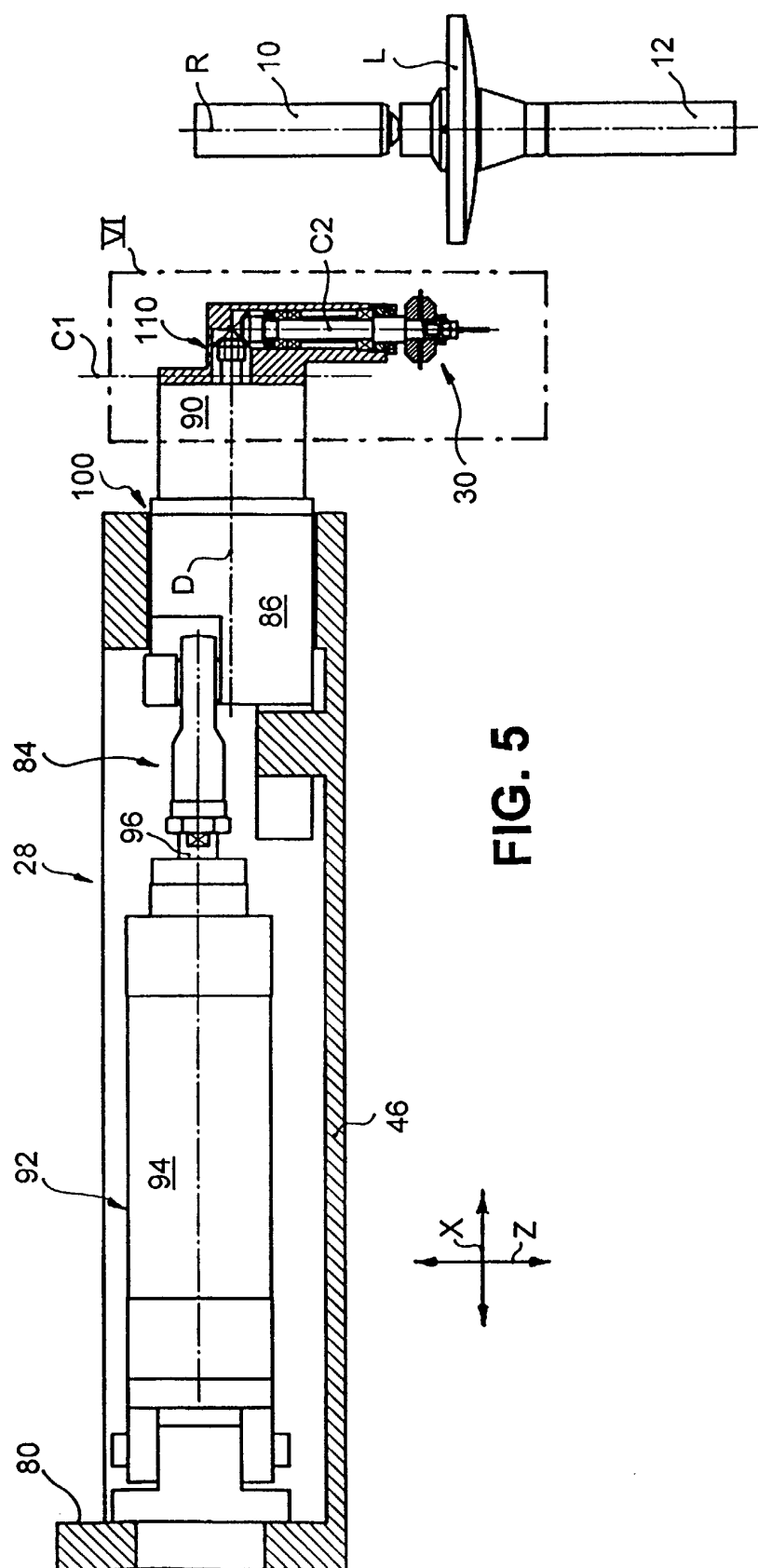
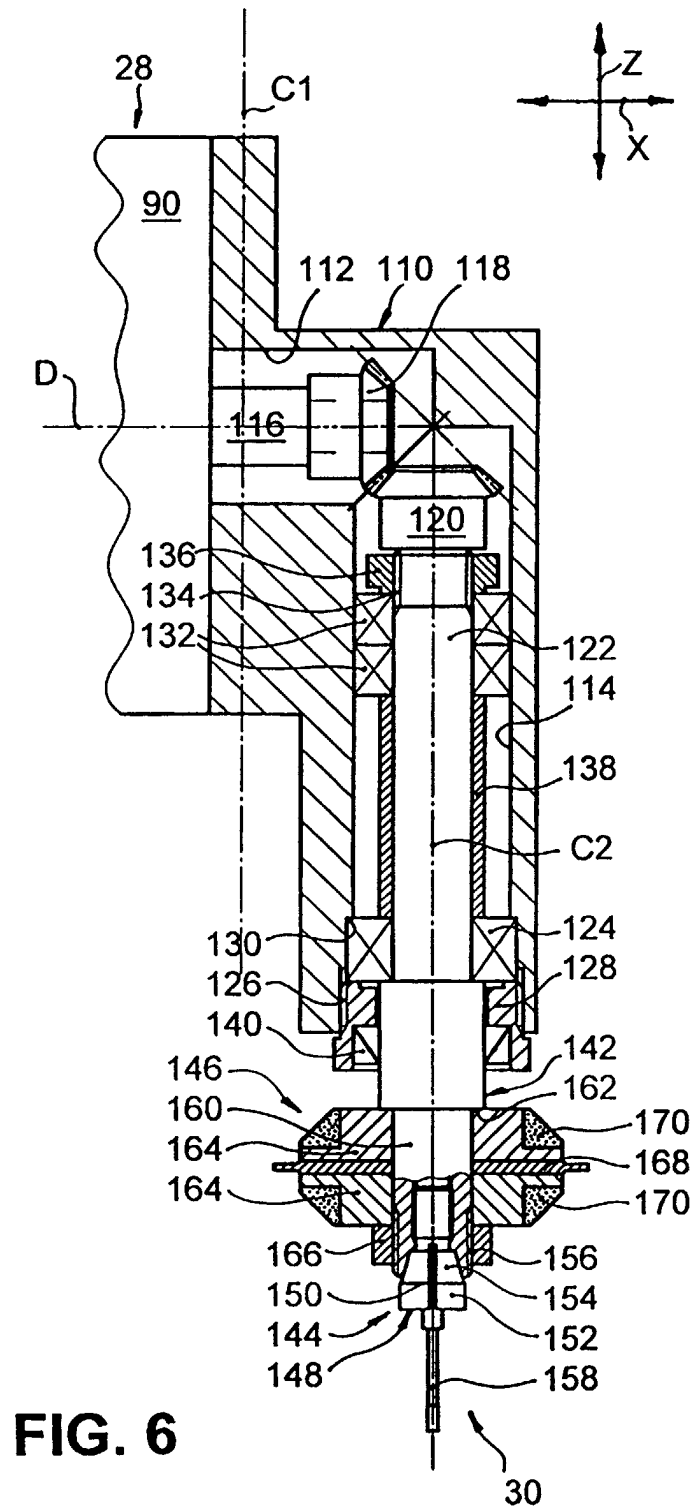


FIG. 5



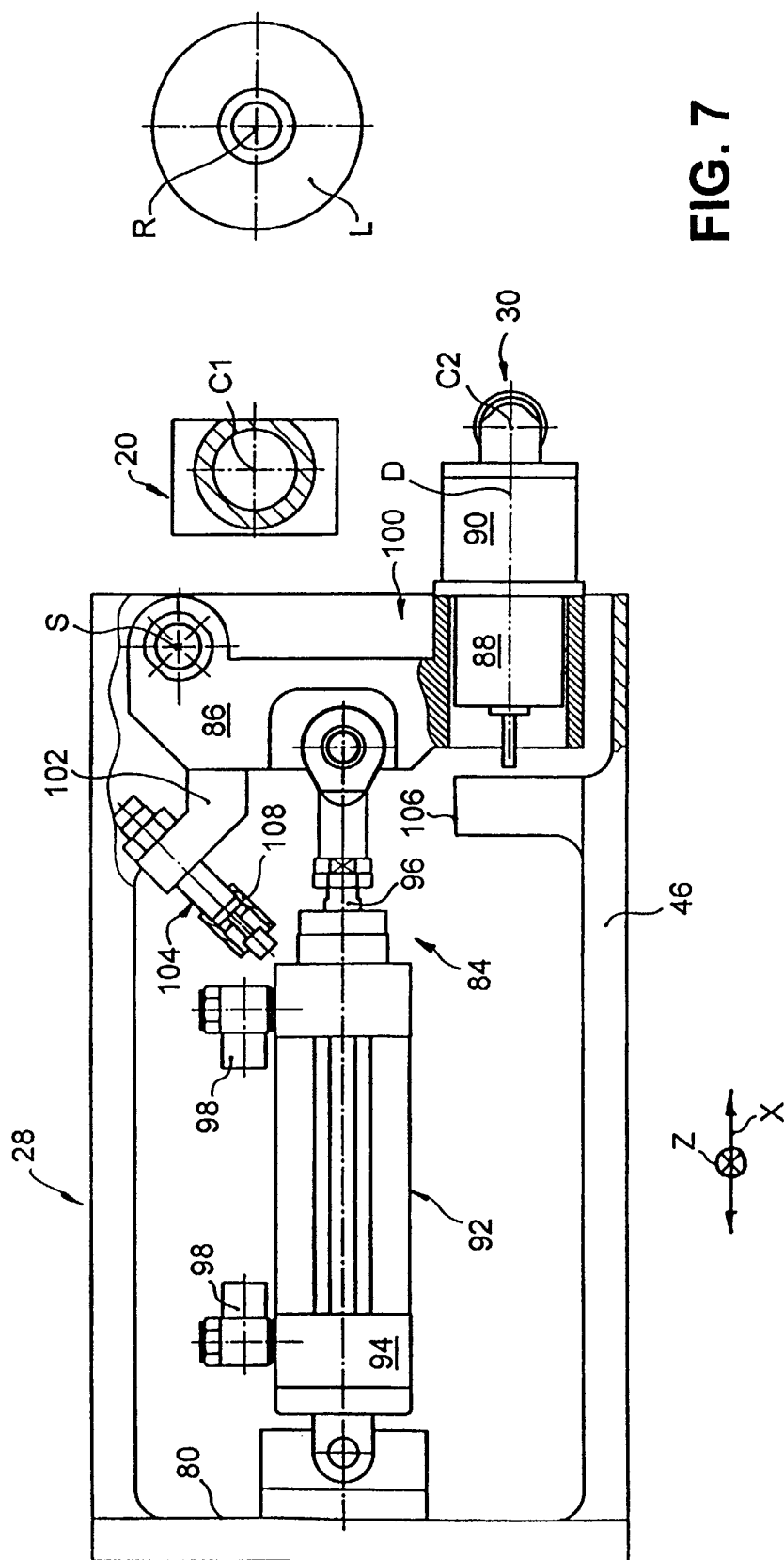


FIG. 7

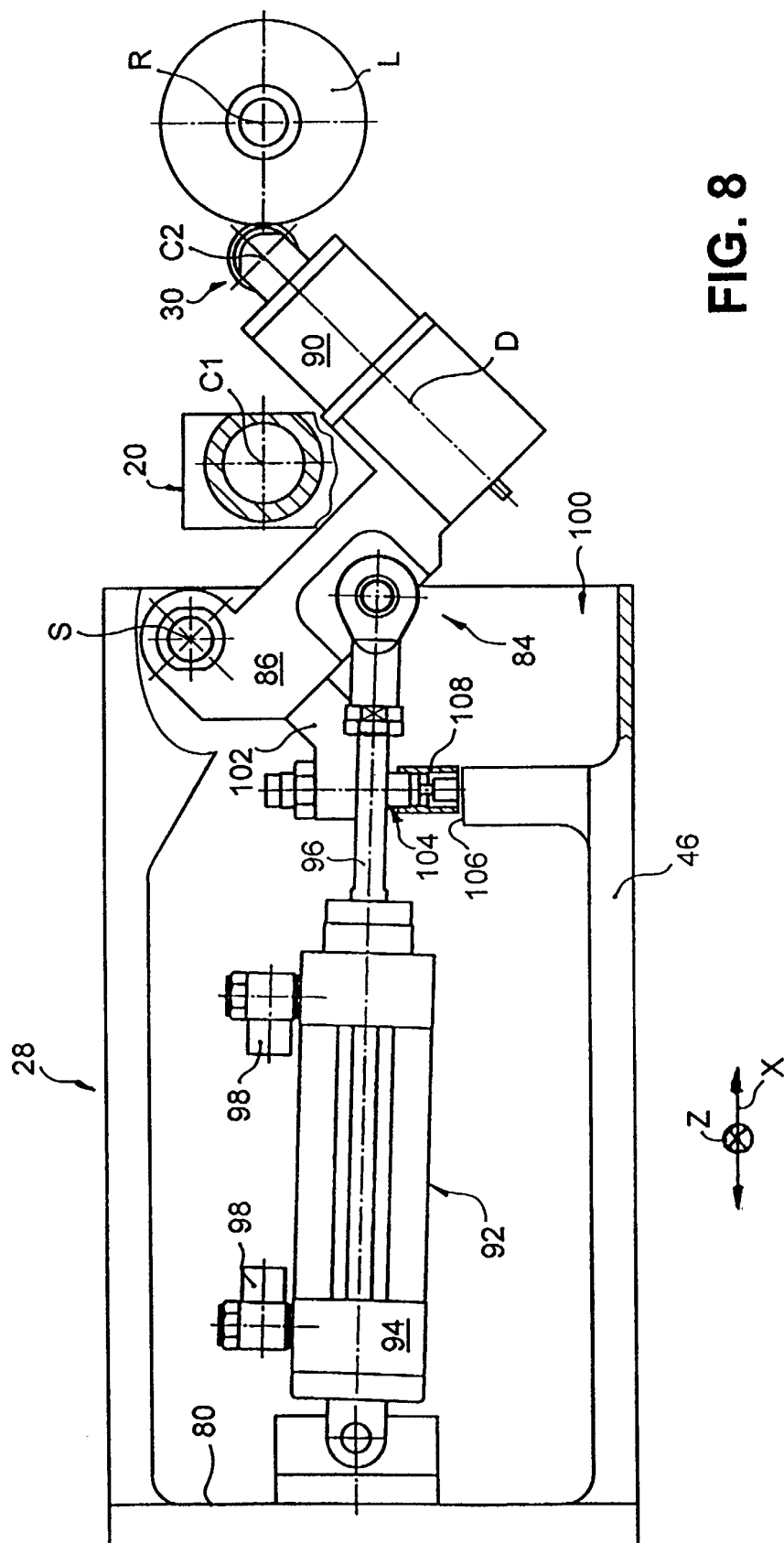


FIG. 8