



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 868 972 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.10.1998 Patentblatt 1998/41

(51) Int. Cl.⁶: **B24B 13/00**

(21) Anmeldenummer: **97105089.3**

(22) Anmeldetag: **26.03.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(71) Anmelder:
**Optotech Optikmaschinen GmbH
35435 Wettenberg (DE)**

(72) Erfinder:
**Mandler, Roland, Dipl.-Ing.
35452 Heuchelheim (DE)**

(74) Vertreter:
**Olbricht, Karl Heinrich, Dipl.-Phys.
Patentanwalt Karl Olbricht,
Postfach 11 43,
Am Weinberg 15
35095 Weimar/Lahn (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung optischer Linsen**

(57) Zur Zweiseitenbearbeitung von optischen Linsen weisen die verwendeten Rohlinge jedes Linsenkörpers (7) erfindungsgemäß einen Spannabsatz (18) auf. Eine einzige Vorrichtung genügt zur Durchführung des Verfahrens. Sie verfügt außer über Werkstückspindeln (1, 2) sowie Werkzeugspindeln (4, 5) mit Grobwerkzeugen (8) und Feinwerkzeugen (9) auch über eine Entladeeinrichtung (10) und eine Ladeeinrichtung (13), die im nacheinander ablaufenden Zusammenwirken den auf einer Seite und am Umfang bearbeiteten Linsenkörper (7) aus einem Spannwerkzeug (12) von Werkstückspindel (1) entnehmen, um 180° wenden und zur Bearbeitung der anderen Seite in ein Spannwerkzeug (15) von Werkstückspindel (2) zentriert einlegen. Die Werkstückspindeln (1, 2) können parallel zueinander auf einem horizontal verfahrbaren und höhenverstellbaren Vorschubschlitten (3) angebracht sein. Ein Vorschubwagen (6) kann die Werkzeugspindeln (4, 5) samt Entladeeinrichtung (10) gemeinsam verfahren und verschwenken. Die Ladeeinrichtung (13) ist zwischen den Werkstückspindeln (1, 2) und den Werkzeugspindeln (4, 5) um eine horizontale Achse (C) schwenkbar.

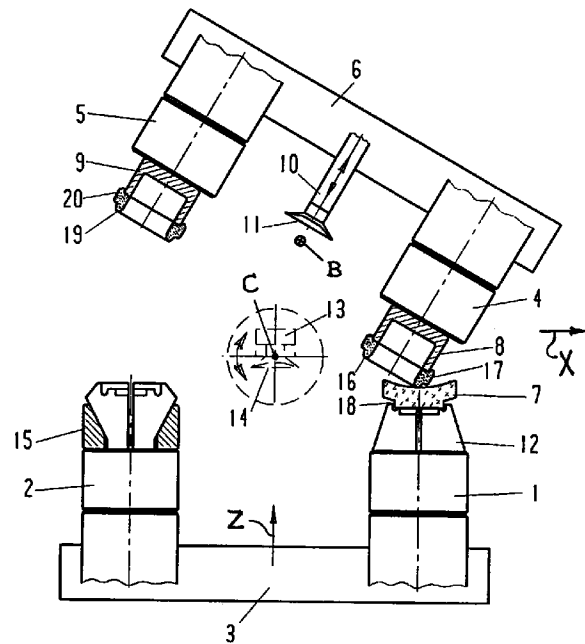


Fig. 2

EP 0 868 972 A1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bearbeitung optischer Linsen und auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Oberbegriffen von Anspruch 1 und Anspruch 8 bzw. 18.

Bei der Linsenherstellung werden herkömmlich warmgepreßte Glasrohlinge verarbeitet, welche die Form von flachen Zylinderscheiben oder auch entsprechend der gewünschten Linsenform stirnseitig jeweils gekrümmte Oberflächen haben. Zunächst werden die Glasrohlinge mittels Schleifmaschinen auf die gewünschte Kontur gebracht, indem auf einer ersten Vorrichtung der Linsenrohling auf der einen Seite grob vorgeschliffen und in einem zweiten Arbeitsgang ein polierfähiger Feinschliff erzeugt wird. Die Linse wird dieser ersten Schleifmaschine dann entnommen, gewendet und mit einer zweiten Schleifmaschine die andere Seite der Linse ebenfalls mit Grob- und Feinschliff versehen. Auf einer dritten Vorrichtung wird die Linse anschließend beidseitig poliert. Schließlich wird die fertigpolierte Linse auf einer vierten Vorrichtung, der sog. Zentriermaschine, auch am Rand bearbeitet. Der Linsenrand erhält eine präzise, kreisrunde Geometrie, gegebenenfalls an den Rändern auch mit Fasen, um die Kanten stoßfester zu machen. Während des Zentriervorgangs wird die Linse zwischen Zentrierglocken aus Metall gehalten, welche die Linse so ausrichten, daß ihre optische Achse mit der Drehachse der Zentrierspindel übereinstimmt. Bei ungünstigen Linsenformen ist die selbstzentrierende Wirkung der Zentrierglocken allerdings nicht gegeben. Dann müssen die Linsen in einer getrennten Zentriervorrichtung mittels Lichtstrahl zentriert werden, bevor man sie auf eine Zentrierspindel aufklebt, mittels dieser in Drehung versetzt und am äußeren Rand abschleift, um zu erreichen, daß die optische Achse der Linse mit ihrer geometrischen Achse in Übereinstimmung gebracht wird.

Nachteilig an dem bisherigen Verfahren zum Herstellen von Linsen ist, daß zusätzlich zu der Poliermaschine insgesamt zwei Schleifmaschinen und eine Zentriermaschine benötigt werden. Dies ist - soweit bekannt - z. Zt. modernste Technik, wobei bereits davon ausgegangen wurde, daß das Grob- und Feinschleifen pro Linsenseite auf einer einzigen Vorrichtung durchgeführt wird. Dennoch ist der maschinelle Aufwand beträchtlich.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die fertigpolierten Linsen in der Zentriermaschine mit metallischen Werkzeugen, d. h. den erwähnten Zentrierglocken an ihrer empfindlichen polierten Oberfläche gespannt werden, die dabei sehr leicht beschädigt werden kann.

Darüber hinaus ist es auch ungünstig, daß bei dem bisherigen Verfahren die Linse an ihrem äußeren Umfang gespannt wird, der nur die Qualität und Genauigkeit eines Glaspreßlings hat. Wenn die erste Linsen-

seite fertiggeschliffen ist, wird die Linse wie beschrieben gewendet und in einer zweiten Vorrichtung wieder gespannt. Bei diesem Umspannen und Zentrieren an dem noch wenig präzisen Umfang der Linse kann es zu unerwünschten Ungenauigkeiten und Differenzen zwischen den optischen Achsen der beiden Linsenseiten kommen.

Ein wichtiges Ziel der Erfindung ist es, Linsen kostengünstiger herzustellen und gleichzeitig die Bearbeitungs-Genauigkeit zu steigern. Das vorgeschlagene Verfahren und die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens bezwecken ferner eine Vereinfachung des Grob- und Feinschleifens beider Linsenseiten sowie des Zentrierens.

Hauptmerkmale der Erfindung sind in den Ansprüchen 1, 8 und 18 angegeben. Ausgestaltungen des Verfahrens sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 7. Spezialisierungen der Vorrichtung sind in den Unteransprüchen 9 bis 17 aufgeführt.

Bei einem Verfahren zu Bearbeitung optischer Linsen, wobei ein Rohling eines Linsenkörpers eingespannt und mittels Grob- und Feinwerkzeugen durch schleifen und polieren auf eine vorbestimmte Kontur gebracht wird, sieht die Erfindung gemäß dem kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 vor, daß der bzw. jeder Linsenkörper einen Spannabsatz hat oder mit einem solchen versehen wird, der eine Einmal-Einspannung ermöglicht und beim Abschluß der Bearbeitung entfernt wird. Man geht also von einer neuartigen Geometrie des Linsenrohlings aus, der ja gewöhnlich ein heißgepreßter Glaskörper ist, dessen Form in gewissen Grenzen variiert werden kann, ohne daß nennenswerte Mehrkosten entstehen. Die neue Form des Linsenkörpers unterscheidet sich von der bisherigen Gestalt der Linsenrohlinge durch einen Spannabsatz von z. B. einigen Millimetern Höhe auf einer Seite des Linsenkörpers, gegenüber dessen äußerem Durchmesser der Spannabsatz mit seinem Durchmesser deutlich zurücktritt.

Diese Grundvoraussetzung gestattet die Verfahrensführung von Anspruch 2, wonach die Grob- und Feinbearbeitung des Linsenkörpers in ein und derselben Einspannung des Spannabsatzes einseitig erfolgt, worauf der Linsenkörper gewendet wird und die rückseitige Bearbeitung wiederum in einer einzigen Einspannung stattfindet. Bei diesen Arbeitsgängen fallen die optische Achse der Linse und ihre geometrische Achse präzise zusammen, da in einer einzigen Aufspannung gearbeitet wird. Ein späteres Zentrieren der Linse mit einer speziellen Zentriermaschine entfällt, da die Linse schon zentriert ist, wenn sie die erste Bearbeitungsstufe verlassen hat.

Sehr vorteilhaft ist die Ausgestaltung gemäß Anspruch 3, wobei die Entnahme aus einer ersten Einspannung und das Einbringen in eine zweite Einspannung mit einem einzigen Zwischenhalte- und Umwende-Vorgang erfolgt. Das ermöglicht nicht nur beträchtliche Einsparungen an maschinellen Hilfsmit-

teilen, sondern trägt auch wesentlich zur Genauigkeit der Linsbearbeitung bei. Dabei kann in jeder Einspannung laut Anspruch 4 jeweils auch die Randbearbeitung des Linsenkörpers vorgenommen werden. Insbesondere kann im Einklang mit Anspruch 5 in der ersten Einspannung eine zur anschließenden Zentrierung dienende Umfangs-Bearbeitung stattfinden, so daß in der zweiten Einspannung der Linsenkörper bereits an dem bearbeiteten, mithin sehr genauen äußeren Umfang eingespannt und auf die Drehachse des Werkstückspindel ausgerichtet wird. So erreicht man, daß beim nachfolgenden Grob- und Feinschleifen der zweiten Linsenseite die optische Achse dieser Linsenfläche wieder exakt mit ihrer geometrischen Achse zusammenfällt.

Wichtig ist die Ausgestaltung von Anspruch 6, wonach die kontrollierten Bewegungen von Werkstück und Werkzeugen auf einer einzigen Maschine so ausgeführt werden, daß der Linsenkörper auf jeder Seite zunächst an der Stirnfläche und dann am Umfang bearbeitet wird. Laut Anspruch 7 kann der teil- oder fertigbearbeitete Linsenkörper zumindest einseitig mit einer Rand-Fase versehen werden, um die bzw. jede Kante des Linsenkörpers zu schützen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bearbeitung optischer Linsen zeichnet sich nach Anspruch 8 durch folgende Merkmale aus:

- a) an einem Maschinenständer sind motorische Antriebe und Führungsmittel für zwei vertikal verfahrbare Werkstückspindeln für einen darin zur Bearbeitung aufnehmbaren Rohling eines Linsenkörpers vorhanden,
- b) den Werkstückspindeln sind zwei horizontal (in X-Achsenrichtung) verfahrbare und quer dazu um eine horizontale Achse schwenkbare Werkzeugspindeln in veränderlicher Gegenüberstellung zugeordnet,
- c) zwischen den Werkzeugspindeln befindet sich eine senkrecht zur Schwenkachse verfahrbare Entladeeinrichtung,
- d) der Entladeeinrichtung ist eine Ladeeinrichtung zugeordnet, die um eine weitere Schwenkachse schwenkbar ist.

Man erkennt, daß eine so gestaltete Vorrichtung die Gesamtbearbeitung ermöglicht, so daß für das Grob- und Feinschleifen beider Linsenseiten sowie das Zentrieren und das Anbringen von Fasen nur diese einzige Maschine benötigt wird. Sie ist gemäß Anspruch 9 zweckmäßig so konstruiert, daß die Schwenkachsen parallel zueinander und quer zur X-Achsenrichtung verlaufen. Das gestattet einen sehr kompakten Aufbau.

Nach Anspruch 10 weisen die Werkstückspindeln Spannmittel für den Linsenkörper auf, insbesondere

Spannzangen, die pneumatisch oder hydraulisch betätigbar sein können. Entsprechendes gilt für Anspruch 11, wonach die Entladeeinrichtung sowie die Ladeeinrichtung jeweils Spannmittel für den Linsenkörper aufweisen, insbesondere Saugspanner. Diese erlauben ein schonendes Erfassen des Linsenkörpers, so daß die empfindliche Linsenoberfläche während des Umladens geschützt bleibt.

Laut Anspruch 12 sind die Werkstückspindeln einerseits und die Werkzeugspindeln andererseits unabhängig voneinander jeweils in Richtung der Z-Achse bzw. X-Achse bewegbar, wobei die Werkzeugspindeln jeweils über eine eigene B-Achse verfügen. Bei dieser Gestaltung sind alle vier Spindeln gleichzeitig im Einsatz, um zwei Linsen zur gleichen Zeit zu bearbeiten.

Alternativ sieht die Erfindung gemäß Anspruch 13 vor, daß die Werkstückspindeln parallel zueinander und senkrecht zur Hauptausdehnung eines Vorschubschlittens auf diesem gehalten sind. Das ermöglicht die gemeinsame Bewegung und mithin eine Antriebs-Einsparung. Analog können nach Anspruch 14 die Werkzeugspindeln auf einem oberhalb der Werkstückspindeln befindlichen Vorschubwagen gehalten sein, der um die horizontale Schwenkachse schwenkbar ist und die beiden Werkstückspindeln in konstantem Abstand trägt. Dieser kann laut Anspruch 14 derselbe sein wie zwischen den Werkstückspindeln.

Vorteilhaft ist die Weiterbildung von Anspruch 16, wonach die eine Werkzeugspindel mit einem Grobschleifwerkzeug und die andere Werkzeugspindel mit einem Feinschleifwerkzeug ausgestattet ist. Ferner können gemäß Anspruch 17 die Werkzeuge jeweils eine stirnseitige und eine umfangsseitige Schleiffläche haben. Dies gestattet es, mit jeweils ein und demselben Werkzeug die Linsenkontur herzustellen, in folgenden Arbeitsschritten den äußeren Umfang zu bearbeiten und - falls gewünscht - auch eine Fase als Kantenschutz zu erzeugen.

Besonders vorteilhaft ist die Kombination von Anspruch 18, die folgende Merkmale aufweist:

- a) an einem Maschinenständer sind motorische Antriebe und Führungsmittel für einen Vorschubschlitten und für einen Vorschubwagen vorhanden,
- b) der Vorschubschlitten ist vertikal (in Z-Achsenrichtung) verfahrbar und hält zwei Werkstückspindeln, die jeweils ein Spannmittel für einen darin aufnehmbaren Linsen-Rohling tragen,
- c) der Vorschubwagen ist horizontal (in X-Achsenrichtung) verfahrbar sowie um eine quer zu seiner Hauptausdehnung verlaufende Achse schwenkbar und hält zwei Werkzeugspindeln,
- d) der Vorschubwagen hält eine senkrecht zu seiner Hauptausdehnung verfahrbare Entladeein-

richtung,

e) zwischen der Entladeeinrichtung und dem Vorschubschlitten ist eine Ladeeinrichtung angeordnet, die um eine horizontale Achse schwenkbar ist,

f) die Werkzeugspindeln weisen ein Grob- und ein Feinschleifwerkzeug mit je einer stirnseitigen Schleiffläche und einer umfangsseitigen Schleiffläche auf.

Eine derartige Vorrichtung kann als vollautomatische Maschine ausgeführt werden, so daß keinerlei Eingreifen von Hand erforderlich ist, um die Bearbeitung des Linsenkörpers von der Rohlingsform bis zur fertigen Kontur durchzuführen. Wesentliche Qualitätsvorteile ergeben sich dadurch, daß die optischen Achsen beider Linsenseiten jeweils mit der geometrischen Achse zusammenfallen, so daß zwangsläufig auch die optischen Achsen beider Linsenseiten miteinander übereinstimmen.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem Wortlaut der Ansprüche sowie aus der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Diese zeigt in 12 schematisierten Seitenansichten die Anordnung und Verwendungsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung, womit zugleich der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens beispielhaft veranschaulicht wird.

Bei der dargestellten Vorrichtung sind zwei Werkstückspindeln 1 und 2 an einem gemeinsamen Vorschubschlitten 3 befestigt, der die gleichzeitige Bewegung der beiden Werkstückspindeln 1 und 2 in vertikaler Richtung (Z-Achse) ermöglicht. Zwei Werkzeugspindeln 4 und 5 sind in entsprechender Weise bevorzugt an einem gemeinsamen Vorschubwagen 6 befestigt, der die gleichzeitige Horizontalbewegung (Richtung X-Achse) ermöglicht. Für den Vorschubwagen 6 und die damit verbundenen Werkzeugspindeln 4 und 5 ist eine gemeinsame B-Achse vorhanden, um welche der Vorschubwagen 6 samt den Werkzeugspindeln 4 und 5 in beiden Drehrichtungen geschwenkt werden kann.

Bei einer modifizierten, hier jedoch nicht näher beschriebenen Vorrichtung ist es auch möglich, daß die Werkstückspindeln 1 und 2 von getrennten Vorschubeinrichtungen geführt werden, wodurch man sie unabhängig voneinander in Richtung der Z-Achse verfahren kann. Das gleiche gilt für die Werkzeugspindeln 4 und 5, die ebenfalls von getrennten Vorschubeinrichtungen geführt werden und dadurch unabhängig voneinander in Richtung der X-Achse verfahrbar sind. Auch die zur X-Achse senkrecht stehende B-Achse kann für Werkzeugspindel 4 und Werkzeugspindel 5 getrennt vorgesehen werden, um jede dieser Spindeln für sich um eine B-Achse schwenken zu können.

Bei der dargestellten Bauform sind die Werkstückspindeln 1 und 2 zur Aufnahme eines Linsenkörpers 7

im unteren Teil der Vorrichtung senkrecht angeordnet, während in ihrem oberen Teil eine rechte Werkzeugspindel 4 ein Grobschleifwerkzeug 8 und eine linke Werkzeugspindel 5 ein Feinschleifwerkzeug 9 trägt. Der Schleifvorgang selbst erfolgt zunächst mit dem Grobschleifwerkzeug 8, das erfindungsgemäß nicht nur über eine stirnseitige Schleiffläche 16 zum Herstellen der gewünschten Linsenform verfügt, sondern auch über eine umfangseitige Schleiffläche 17, die zum Bearbeiten des Linsen-Umfangs und zum Herstellen einer Fasedient, um den Linsenkörper 7 exakt zentrieren zu können. Das anschließend eingesetzte Feinschleifwerkzeug 9 hat gleichfalls eine stirnseitige Schleiffläche 19 und eine umfangseitige Schleiffläche 20.

Zusätzlich zu den zwei genannten Vorschubeinrichtungen, nämlich Vorschubschlitten 3 zum Bewegen in Richtung der Z-Achse und Vorschubwagen 6 zum Bewegen in Richtung der X-Achse, ist eine Entladeeinrichtung 10 vorhanden, die ebenfalls vertikale Bewegungen ausführt und an ihrem unteren Ende über einen Saugspanner 11 verfügt. Die Entladeeinrichtung 10 ist an dem Vorschubwagen 6 befestigt und kann somit auch horizontale Bewegungen entlang der X-Achse ausführen. Mit der Entladeeinrichtung 10 läßt sich der Linsenkörper 7 nach Fertigstellung der ersten Oberfläche und nach der Zentrierung aus dem Spannwerkzeug 12 der ersten Werkstückspindel 1 entnehmen.

Eine Ladeeinrichtung 13, die mit einem Saugspanner 14 versehen und in einer horizontalen C-Achse um 180° verdrehbar ist, übernimmt den einseitig und am Umfang bearbeiteten Linsenkörper 7 von der Entladeeinrichtung 10. Er wird dann in das z.B. als Spannzange ausgebildete Spannwerkzeug 15 der zweiten Werkstückspindel 2 eingelegt und an dem bearbeiteten Rand gespannt. Die Entladeeinrichtung 10 und die Ladeeinrichtung 13 sind so ausgelegt, daß sie aus dem Arbeitsbereich der Werkstückspindeln 1 und 2 bzw. der Werkzeugspindeln 4 und 5 herausfahren können.

Im folgenden wird der Arbeitsablauf anhand der Fig. 1 bis 12 erläutert.

Fig. 1: Der Rohling des Linsenkörpers 7 wird in das Spannwerkzeug 12 der Werkstückspindel 1 eingelegt und an seinem Spannabsatz 18 mechanisch mittels des automatisch betätigbaren Spannwerkzeugs 12 gespannt, das eine vakuumunterstützte Spannzange sein kann.

Fig. 2: Mit dem Grobschleifwerkzeug 8 an der Werkzeugspindel 4 wird der Linsenkörper 7 grob vorge-schliffen, wobei die stirnseitige Schleiffläche 16 im Einsatz ist. Die vorher nötige Positionierbewegung des Grobschleifwerkzeugs 8 wird längs der X-Achse mit Werkzeugspindel 4 und Vorschubwagen 6 ausgeführt, während die Zustellbewegung durch den Vorschubschlitten 3 mit Werkstückspindel 1 sowie Spannwerkzeug 12 mit Linsenkörper 7 längs der Z-Achse erfolgt. Entsprechend dem gewünschten Arbeitsergebnis wird der Vorschubwagen 6 samt den damit verbundenen Teilen um die B-Achse geschwenkt. Während des Schleif-

vorgangs wird der Linsenkörper 7 mittels der Werkstückspindel 1 in Drehung versetzt, während das Grobschleifwerkzeug 8 von der Werkstückspindel 4 angetrieben wird.

Fig. 3: Nach dem Grobschleifen fährt die Werkstückspindel 1 längs der Z-Achse wieder nach unten; die Werkzeugspindel 5 mit dem Feinschleifwerkzeug 9 wird in Richtung der X-Achse in die Arbeitsposition gefahren. Der Feinschleifvorgang läuft dann ab wie vorstehend beim Grobschleifen beschrieben, wobei die stirnseitige Schleiffläche 19 im Einsatz ist. Der Vorschubwagen 6 mit den daran befestigten Werkzeugspindeln 4 und 5 wird wieder um die B-Achse geschwenkt, diesmal jedoch in Gegenrichtung.

Fig. 4: Durch Bewegungen in Richtung der Z- und X-Achse werden anschließend entweder das Grobschleifwerkzeug 8 oder das Feinschleifwerkzeug 9 oder auch beide - ggf. nacheinander - in Arbeitsposition gebracht, um den Umfang des Linsenkörpers 7 zu bearbeiten. In der dargestellten Fase ist die umfangseitige Schleiffläche 20 von Feinschleifwerkzeug 9 im Einsatz. Ein Umspannen des Linsenkörpers 7 findet nicht statt, so daß die optische Achse und die geometrische Achse, die jetzt festgelegt wird, genau miteinander übereinstimmen.

Fig. 5: In einem weiteren Arbeitsschritt bringt man an dem Linsenkörper 7 eine Fase an, wozu die Werkzeugspindel 5 in erforderlicher Weise um die B-Achse geschwenkt wird. Im Einsatz ist die umfangseitige Schleiffläche 20 von Feinschleifwerkzeug 9.

Fig. 6: Durch Bewegung des Vorschubwagens 6 in Richtung der X-Achse wird die Entladeeinrichtung 10 über die Werkstückspindel 1 mit dem Linsenkörper 7 positioniert, so daß der Saugspanner 11 letztere erfassen und durch Vertikalhub aus dem Spannwerkzeug 12 der Werkstückspindel 1 entnehmen kann.

Fig. 7: Die Ladeeinrichtung 13 wird nach vorne in Arbeitsposition gefahren und führt dabei eine 180°-Drehung um die C-Achse aus, so daß der Saugspanner 14 nach oben zeigt. Er übernimmt nach dem Positionieren des Vorschubwagens 6 samt vertikal bewegter Entladeeinrichtung 10 von dieser den Linsenkörper 7.

Fig. 8: Nachdem die Entladeeinrichtung 10 hochgefahren ist, dreht sich die Ladeeinrichtung 13 nun 180° um die C-Achse, so daß der Saugspanner 14 mit dem von ihm gehaltenen Linsenkörper 7 nach unten weist.

Fig. 9: Nach Positionierung des Vorschubwagens 6 entlang der X-Achse und des Vorschubschlittens 3 in Richtung der Z-Achse kann der Linsenkörper 7 in das Spannwerkzeug 15 der Spindel 2 eingebracht werden. Die bereits bearbeitete Fläche zeigt nach unten, d. h. Richtung zur Spindel 2, während die unbearbeitete Seite mit dem Spannabsatz 18 nach oben gerichtet ist.

Fig. 10: Die zweite Seite des Linsenkörpers 7 wird durch Schleifen mit dem Grobschleifwerkzeug 8 bearbeitet, wobei die stirnseitige Schleiffläche 16 im Einsatz ist. Die Arbeitsbewegungen der verschiedenen Maschinenteile in der X- und Z-Achse sowie um die B-Achse

verlaufen analog zu den vorbeschriebenen Bewegungen, d.h. wie bei der Bearbeitung der ersten Linsenseite. In diesem Arbeitsgang wird auch der Spannabsatz 18 mit abgeschliffen.

Fig. 11: Durch Schleifen mit dem Feinschleifwerkzeug 9 wird die polierfähige Oberfläche auch der zweiten Linsenseite hergestellt, wozu die stirnseitige Schleiffläche 19 eingesetzt wird.

Fig. 12: Zum Abschluß wird auch an dieser zweiten Seite der Linse 7 mittels Feinschleifwerkzeug 9 eine Fase angebracht, wobei die umfangseitige Schleiffläche 20 im Einsatz ist.

Das beschriebene Verfahren im Zusammenwirken mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergibt Linsen höherer Präzision bei deutlich niedrigeren Herstellkosten. Statt der bisher üblichen drei Maschinen für Grob- und Feinschleifen der ersten Seite bzw. Grob- und Feinschleifen der zweiten Seite mit anschließendem Zentrieren auf einer separaten Vorrichtung wird jetzt nur noch eine Vorrichtung benötigt. Weil der Linsenkörper bereits während des Schleifvorgangs zentriert wird, entfällt das aufwendige und für die empfindliche Linsenoberfläche gefährliche Zentrieren der fertigpolierten Linse.

Zur Zweiseitenbearbeitung von optischen Linsen weisen die verwendeten Rohlinge jedes Linsenkörpers 7 erfindungsgemäß einen Spannabsatz 18 auf. Eine einzige Vorrichtung genügt zur Durchführung des Verfahrens. Sie verfügt außer über Werkstückspindeln 1,2 sowie Werkzeugspindeln 4,5 mit Grobwerkzeugen 8 und Feinwerkzeugen 9 auch über eine Entladeeinrichtung 10 und eine Ladeeinrichtung 13, die im nacheinander ablaufenden Zusammenwirken den auf einer Seite und am Umfang bearbeiteten Linsenkörper 7 aus einem Spannwerkzeug 12 von Werkstückspindel 1 entnehmen, um 180° wenden und zur Bearbeitung der anderen Seite in ein Spannwerkzeug 15 von Werkstückspindel 2 zentriert einlegen. Die Werkstückspindeln 1,2 können parallel zueinander auf einem horizontal verfahrbaren und höhenverstellbaren Vorschubschlitten 3 angebracht sein. Ein Vorschubwagen 6 kann die Werkzeugspindeln 4, 5 samt Entladeeinrichtung 10 gemeinsam verfahren und um eine horizontale Achse B verschwenken. Die Ladeeinrichtung 13 ist zwischen den Werkstückspindeln 1, 2 und den Werkzeugspindeln 4, 5 um eine horizontale Achse C schwenkbar.

Sämtliche aus den Patentansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritten, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

B-Achse

C-Achse
X-Achse
Z-Achse

1,2	Werkstückspindeln	5
3	Vorschubschlitten	
4,5	Werkzeugspindeln	
6	Vorschubwagen	
7	Linsenrohling	
8	Grobschleifwerkzeug	10
9	Feinschleifwerkzeug	
10	Entladeeinrichtung	
11	Saugspanner	
12	Spannwerkzeug	
13	Ladeeinrichtung	15
14	Saugspanner	
15	Spannwerkzeug	
16,17	Schleifflächen	
18	Spannabsatz	
19,20	Schleifflächen	20

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung optischer Linsen, wobei ein Rohling eines Linsenkörpers (7) eingespannt und mittels Grob- und Feinwerkzeugen durch Schleifen und Polieren auf eine vorbestimmte Kontur gebracht wird, dadurch **gekennzeichnet**, daß der bzw. jeder Linsenkörper (7) einen Spannabsatz (18) hat oder mit einem solchen versehen wird, der eine Einmal-Einspannung ermöglicht und beim Abschluß der Bearbeitung entfernt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Grob- und Feinbearbeitung des Linsenkörpers (7) in ein und derselben Einspannung des Spannabsatzes (18) einseitig erfolgt, worauf der Linsenkörper (7) gewendet wird (Fig. 7 und 8) und die rückseitige Bearbeitung wiederum in einer einzigen Einspannung stattfindet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Entnahme aus einer ersten Einspannung und das Einbringen in eine zweite Einspannung mit einem einzigen Zwischenhalte- und Umwende-Vorgang erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß man in jeder Einspannung jeweils auch die Randbearbeitung des Linsenkörpers (7) vornimmt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß in der ersten Einspannung eine zur anschließenden Zentrierung dienende Umfangs-Bearbeitung erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei Werkstück und Werkzeuge kontrolliert aufeinander zu- und voneinander wegbewegt werden, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bewegungen auf einer einzigen Vorrichtung und so ausgeführt werden, daß der Linsenkörper (7) auf jeder Seite zunächst an der Stirnfläche und dann am Umfang bearbeitet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß der teil- oder fertig-bearbeitete Linsenkörper (7) zumindest einseitig mit einer Rand-Fase versehen wird.
8. Vorrichtung zur Bearbeitung optischer Linsen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet**, durch folgende Merkmale:
 - a) an einem Maschinenständer sind motorische Antriebe und Führungsmittel für zwei vertikal verfahrbare Werkstückspindeln (1; 2) für einen darin zur Bearbeitung aufnehmbaren Rohling eines Linsenkörpers (7) vorhanden,
 - b) den Werkstückspindeln (1; 2) sind zwei horizontal (in X-Achsenrichtung) verfahrbare und quer dazu um eine horizontale Achse (B) schwenkbare Werkzeugspindeln (4; 5) in veränderlicher Gegenüberstellung zugeordnet,
 - c) zwischen den Werkzeugspindeln (4; 5) befindet sich eine senkrecht zur Schwenkachse (B) verfahrbare Entladeeinrichtung (10),
 - d) der Entladeeinrichtung (10) ist eine Ladeeinrichtung (13) zugeordnet, die um eine weitere Schwenkachse (C) schwenkbar ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Schwenkachsen (B; C) parallel zueinander und quer zur X-Achsenrichtung verlaufen.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Werkstückspindeln (1; 2) Spannmittel für den Linsenkörper (7) aufweisen, insbesondere Spannzangen (12; 15).
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Entladeeinrichtung (10) sowie die Ladeeinrichtung (13) jeweils Spannmittel für den Linsenkörper (7) aufweisen, insbesondere Saugspanner (11; 14).
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Werkstückspindeln (1; 2) einerseits und die Werkzeugspindeln (4; 5) andererseits unabhängig voneinander jeweils in

Richtung der Z-Achse bzw. der X-Achse bewegbar sind und daß die Werkzeugspindeln (4; 5) jeweils über eine eigene Schwenkachse (B) verfügen.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Werkstückspindeln (1; 2) parallel zueinander und senkrecht zur Hauptausdehnung eines Vorschubschlittens (3) auf diesem gehalten sind. 5
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Werkzeugspindeln (4; 5) auf einem oberhalb der Werkstückspindeln (1; 2) befindlichen Vorschubwagen (6) gehalten sind, der um die horizontale Schwenkachse (B) schwenkbar ist. 10
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 und 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Werkstückspindeln (1; 2) und die Werkzeugspindeln (4; 5) in jeweils gleichem Abstand nebeneinander angeordnet sind. 15
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß die eine Werkzeugspindel (4) mit einem Grobschleifwerkzeug (8) und die andere Werkzeugspindel (5) mit einem Feinschleifwerkzeug (9) ausgestattet ist. 20
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Werkzeuge (8; 9) jeweils eine stirnseitige Schleiffläche (16 bzw. 19) und eine umfangsseitige Schleiffläche (17 bzw. 20) haben. 25
18. Vorrichtung zur Bearbeitung optischer Linsen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet**, durch die Kombination folgender Merkmale: 30
 - a) an einem Maschinenständer sind motorische Antriebe und Führungsmittel für einen Vorschubschlitten (3) und für einen Vorschubwagen (6) vorhanden, 35
 - b) der Vorschubschlitten (3) ist vertikal (in Z-Achsenrichtung) verfahrbar und hält zwei Werkstückspindeln (1; 2), die jeweils ein Spannwerkzeug (12 bzw. 15) für einen darin aufnehmbaren Linsen-Rohling (7) tragen, c) der Vorschubwagen (6) ist horizontal (in X-Achsenrichtung) verfahrbar sowie um eine quer zu seiner Hauptausdehnung verlaufende Achse (B) schwenkbar und hält zwei Werkzeugspindeln (4; 5), 40
 - d) der Vorschubwagen (6) hält eine senkrecht zu seiner Hauptausdehnung verfahrbare Entladeeinrichtung (10), 45

e) zwischen der Entladeeinrichtung (10) und dem Vorschubschlitten (3) ist eine Ladeeinrichtung (13) angeordnet, die um eine horizontale Achse (C) schwenkbar ist,

f) die Werkzeugspindeln (4; 5) weisen ein Grob- und ein Feinschleifwerkzeug (8; 9) mit je einer stirnseitigen Schleiffläche (16 bzw. 19) und einer umfangsseitigen Schleiffläche (17 bzw. 20) auf.

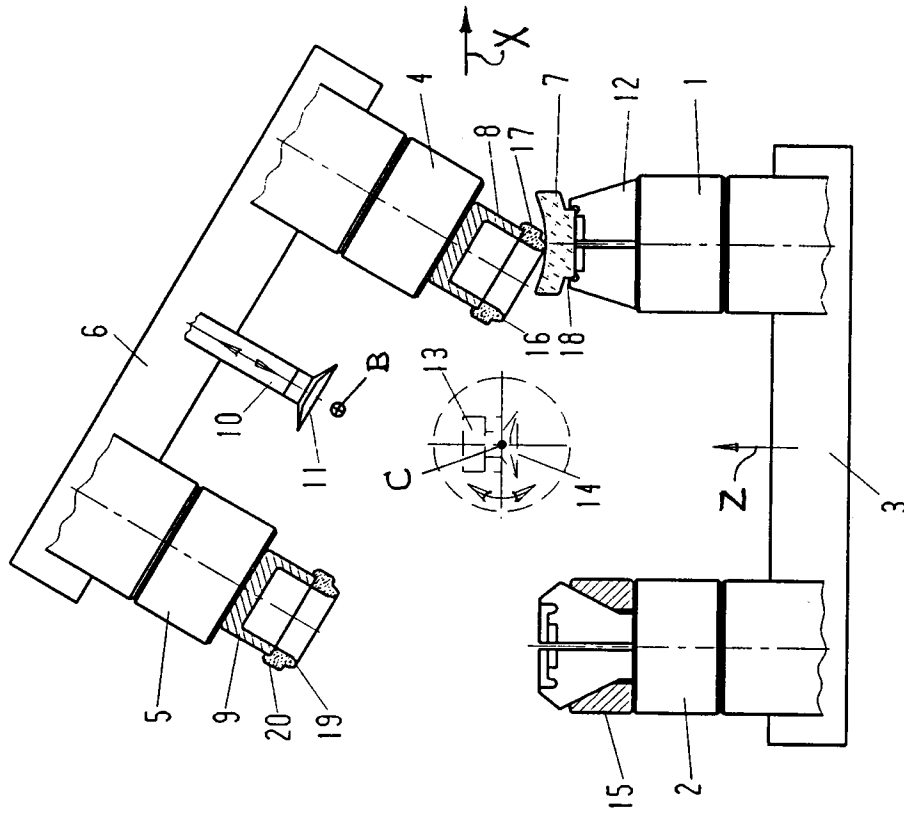


Fig. 2

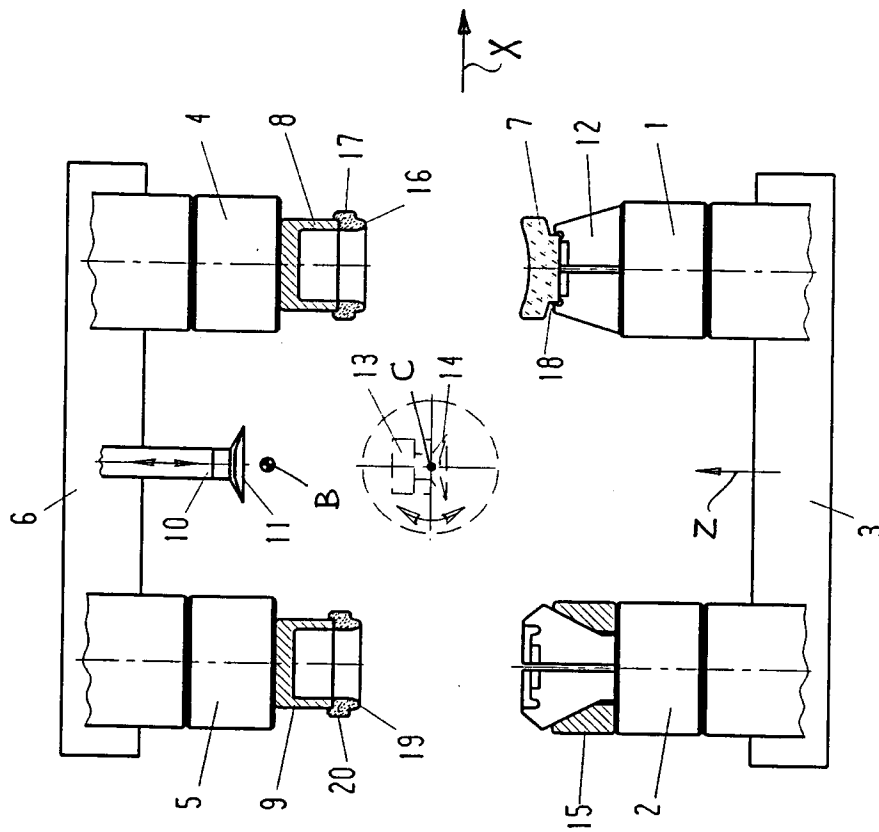
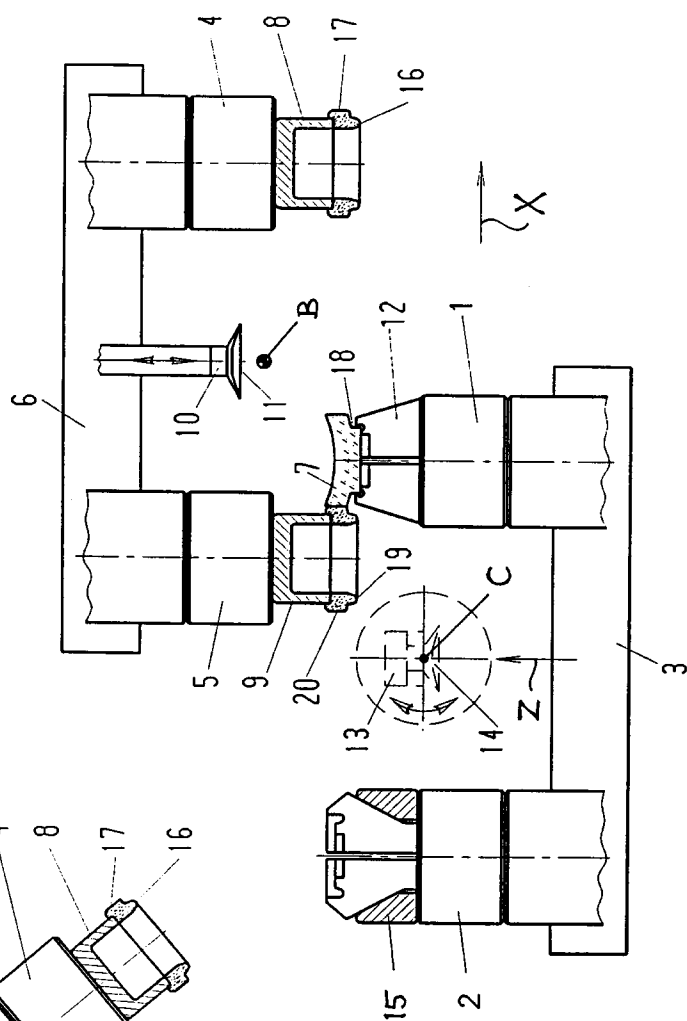
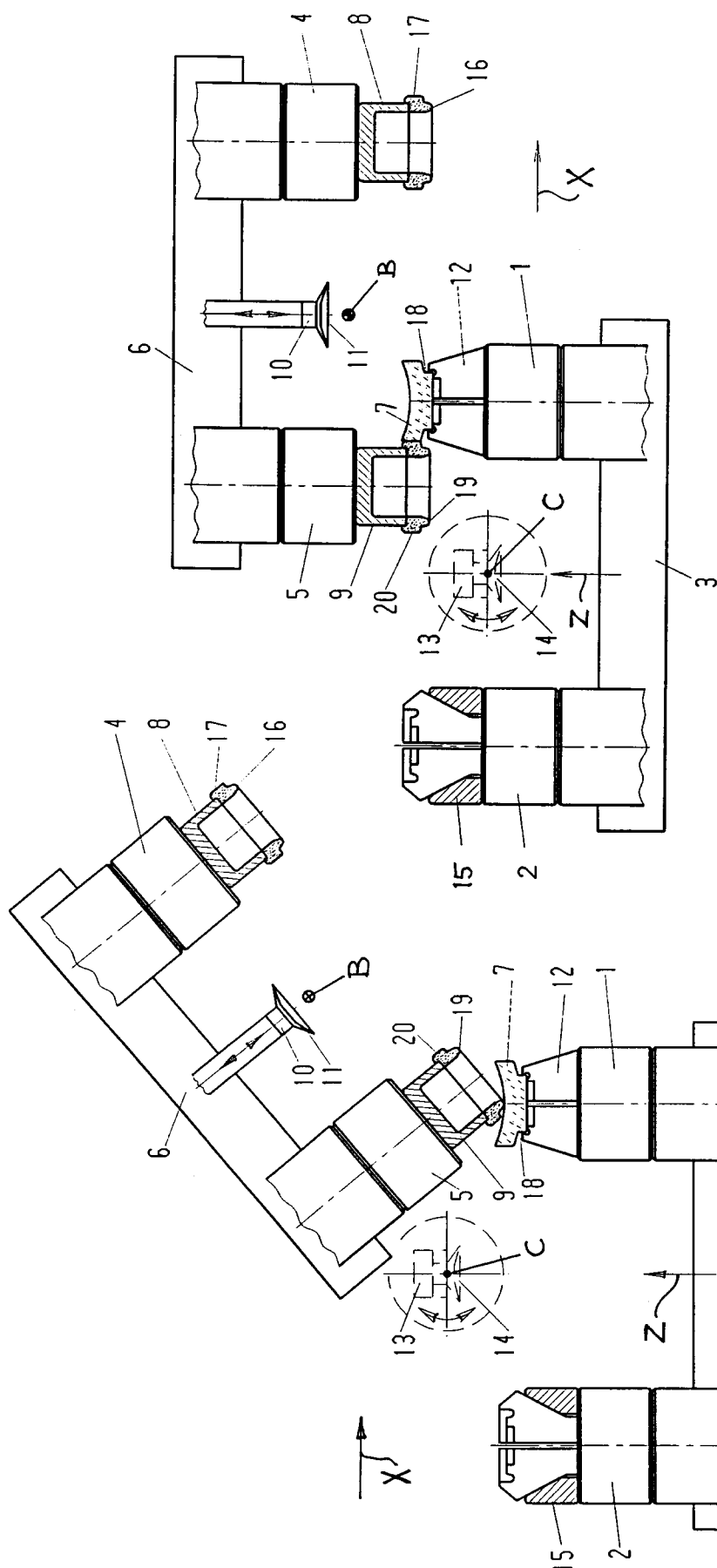


Fig. 1



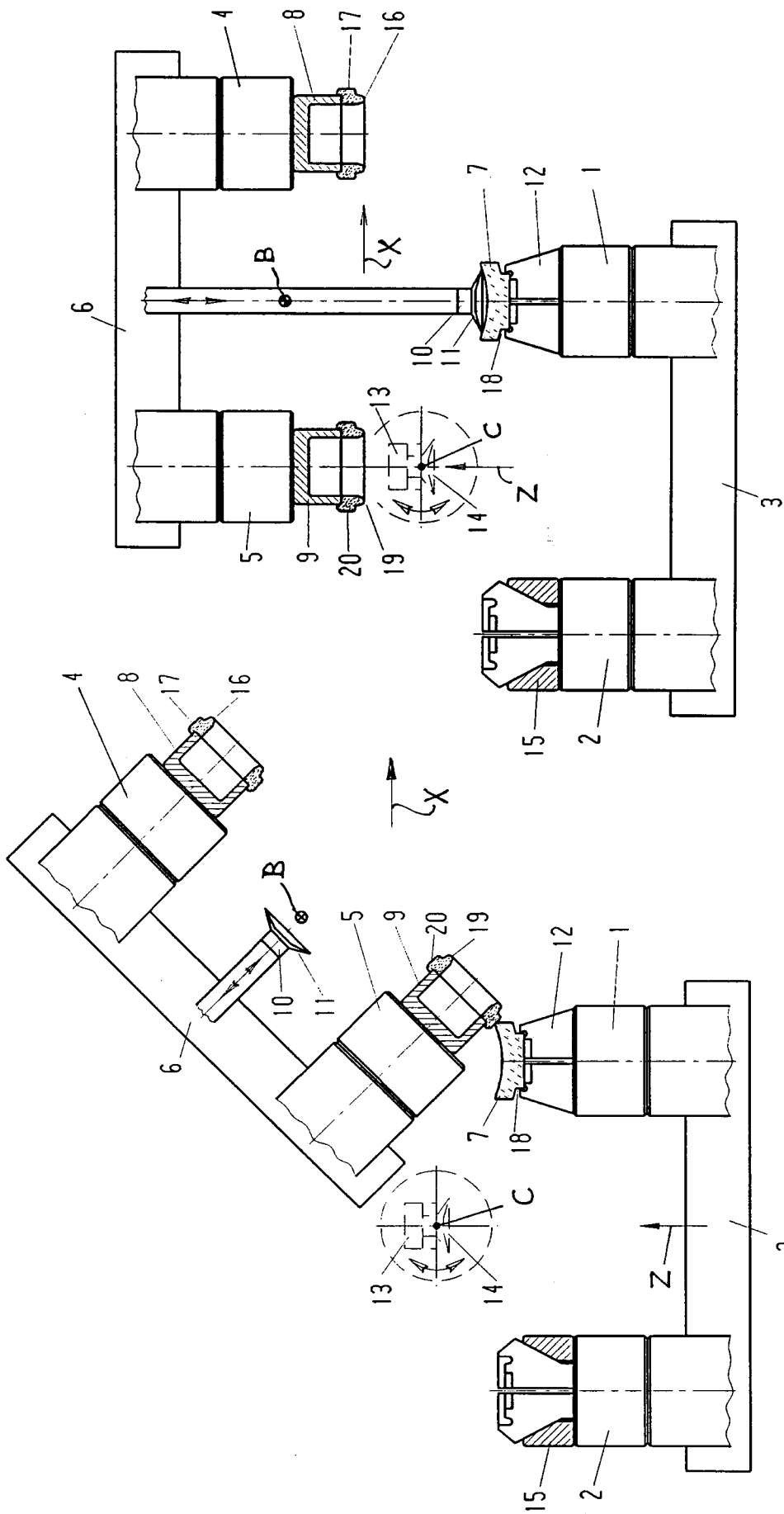


Fig. 6

Fig. 5

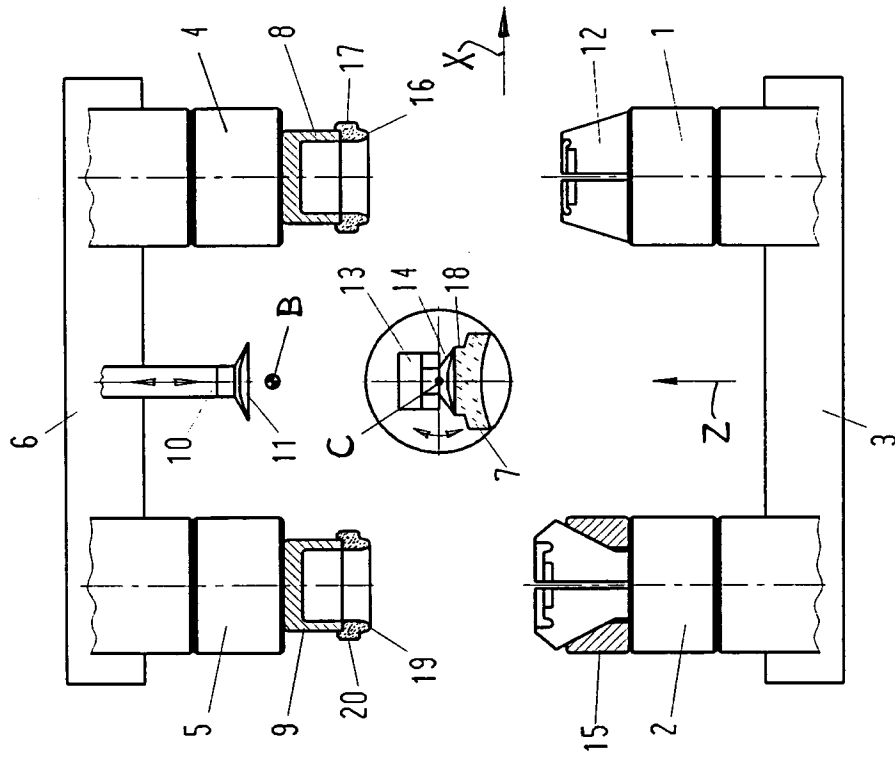


Fig. 7

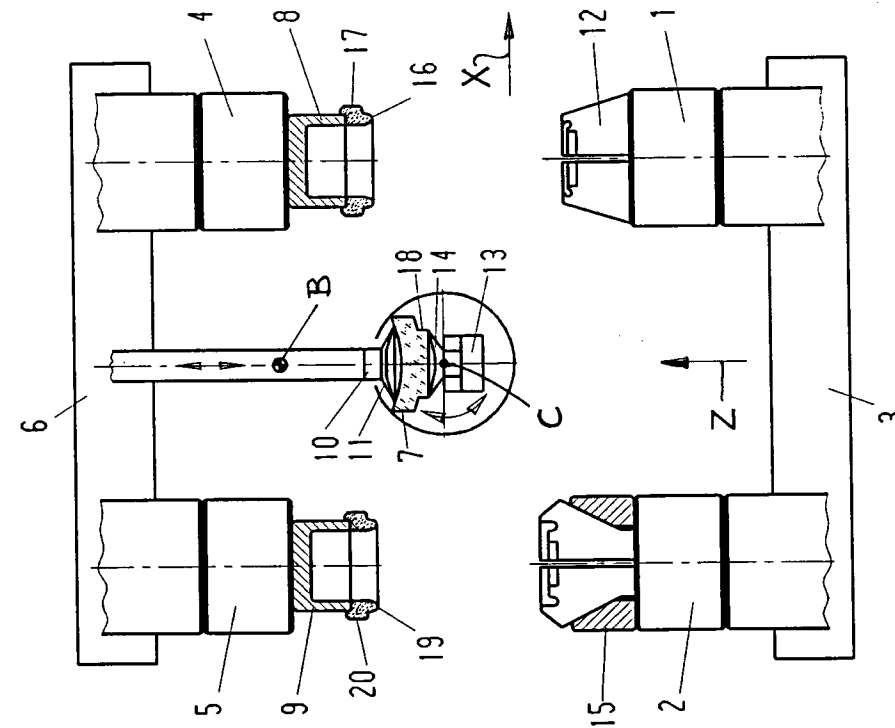


Fig. 8

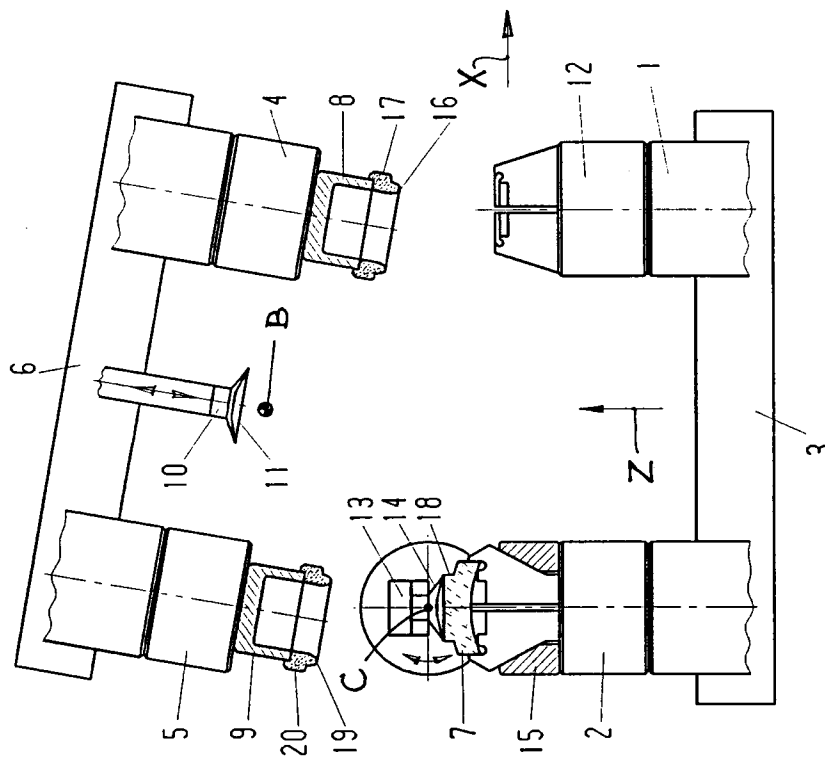


Fig. 9

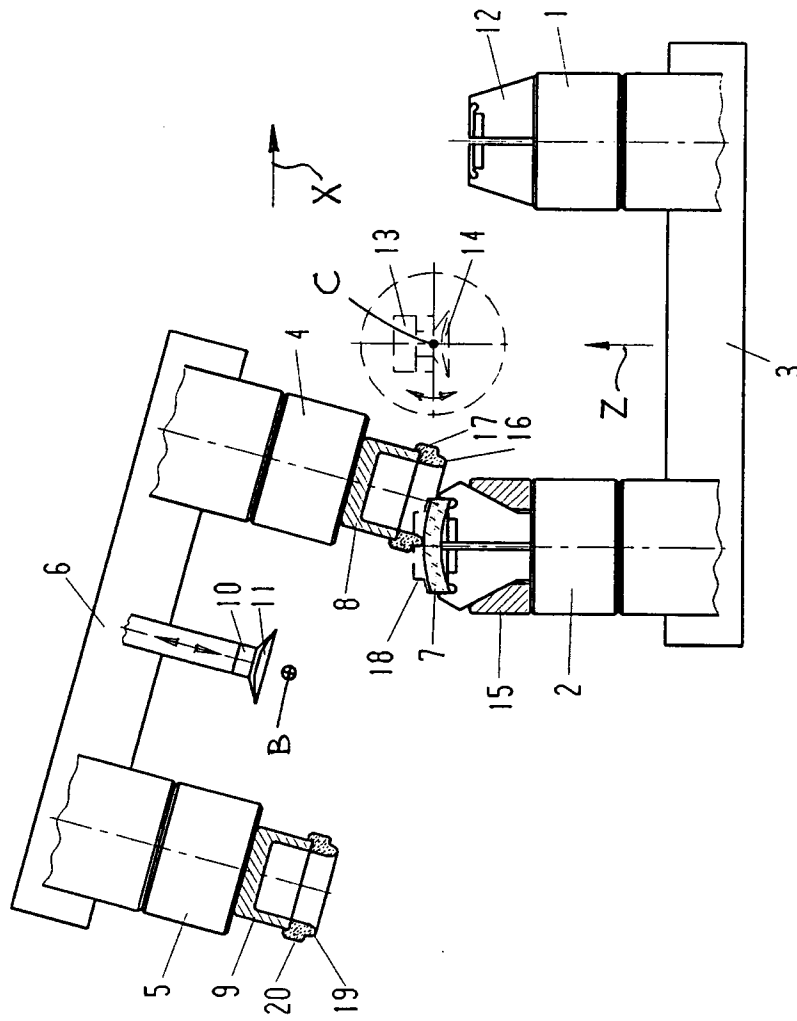


Fig. 10

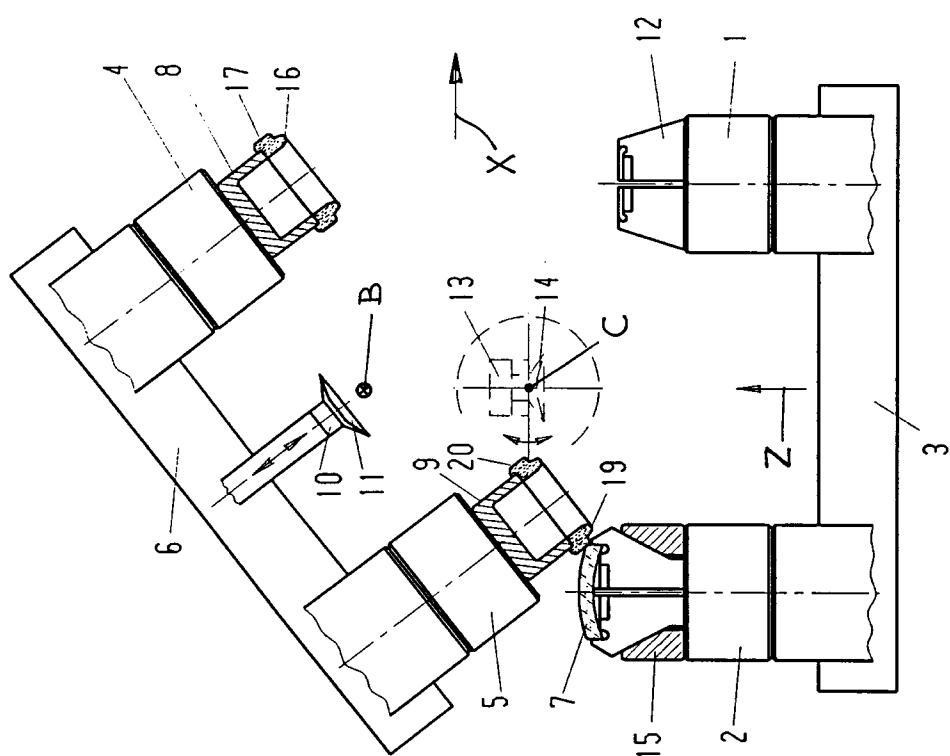


Fig. 12

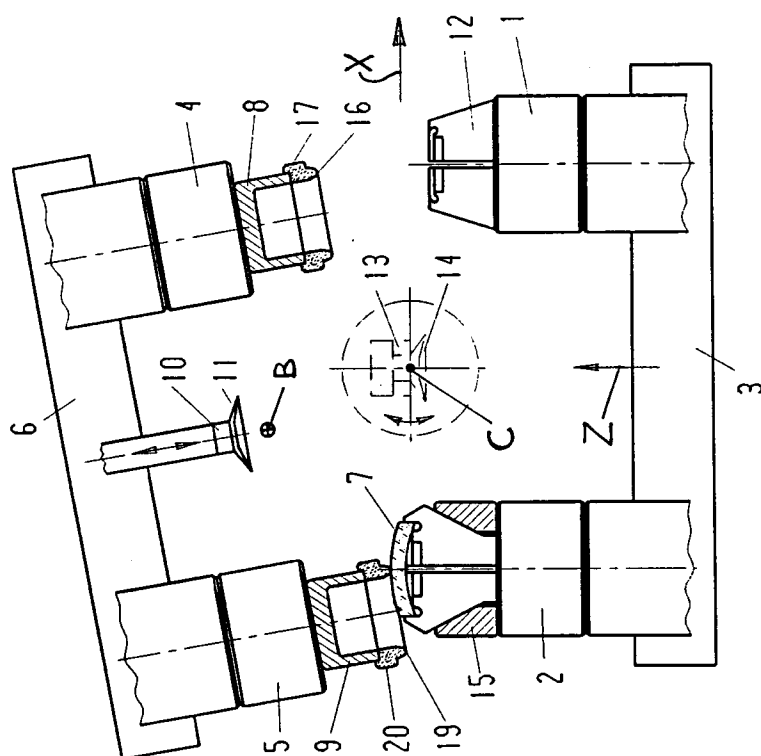


Fig. 11



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 10 5089

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
X	US 5 205 076 A (NELSON T E; VERNON E W) 27. April 1993 * Spalte 4, Zeile 59 - Spalte 5, Zeile 26; Abbildung 6 *	1-7
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 245 (P-729), 12. Juli 1988 & JP 63 037309 A (HITACHI LTD), 18. Februar 1988, * Zusammenfassung * -----	1
		KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
		B24B13/00
		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
		B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchesort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	16. Juli 1997	Eschbach, D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)