

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Erzeugung einer konkaven Oberfläche aus einem Brillenglasrohling, entsprechend dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, und schließt auch Werkzeuge zur Durchführung des Verfahrens an sprödharten und aus Kunststoff bestehenden Brillenglasrohlingen ein.

Bei einem bekannten Verfahren der eingangs angegebenen Gattung (DE 42 10 381 A1) werden das Werkzeug und das Werkstück während des gesamten Verfahrensablaufs so gesteuert, daß die Materialabtragung ausschließlich entlang eines spiralförmigen Weges erfolgt. Auf diese Weise läßt sich zwar eine Formgebung der konkaven Oberfläche erzielen, die der fertigen Linsenfläche schon weitgehend entspricht, jedoch erfolgt dies mit geringer Zerspanungsleistung. Sollen auf diese Weise größere Materialabtragungen an dem Werkstück vorgenommen werden, so müßten Werkstück und Werkzeug mehrfach entlang eines spiralförmigen Weges relativ zueinander bewegt werden, was bei der Rezeptfertigung von Brillengläsern zu unerwünscht langen Bearbeitungszeiten führt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Gattung vorzuschlagen, mit welchem bei hoher Zerspanungsleistung sowohl sprödharte Materialien als auch Kunststoffmaterialien zur Erzeugung aller in der Brillenglasoptik üblichen konkaven Flächenformen mit dem Ergebnis einer gleichmäßigen Flächenqualität und kurzen Bearbeitungszeiten genau und wirtschaftlich bearbeitet werden können. Die Erfindungsaufgabe umfaßt auch die Bereitstellung von zur Verfahrensdurchführung besonders geeigneten Werkzeugen. Die gestellte Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 5 angegeben und nachfolgend ebenfalls näher erläutert. Für die Verfahrensdurchführung besonders geeignete Werkzeuge sind in den Ansprüchen 6 und 7 angegeben, von denen Anspruch 6 die Werkzeugausbildung für sprödharte Materialien und Anspruch 7 die Werkzeugausbildung für Kunststoffmaterialien beinhaltet.

Die Schrittaufteilung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf zwei Arbeitsgänge, nämlich auf einen ersten Einstech-Arbeitsgang und einen zweiten Arbeitsgang mit Materialabtragung entlang eines spiralförmigen Weges, führt zu sehr kurzen Bearbeitungszeiten. Beim Einstech-Arbeitsgang sind sehr hohe Zerspanungs- bzw. Schleifleistungen möglich, so daß die Hauptmenge des zu entfernenden Rohlingmaterials rasch abgetragen ist. Der kontinuierlich erfolgende Einstech- oder Eintauch-Arbeitsgang erspart die bei dem bekannten Verfahren notwendigen Mehrfachsnitte im Fall dicker Brillenglasrohlinge. Schon beim Einstech-Arbeitsgang wird mindestens im Bereich des Außenrandes eine Oberfläche erzielt, die der Sollaußenkontur der optisch wirksamen Brillenglasinnenfläche entspricht.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die Erzeugung hochgenauer Oberflächen. Mit seiner Hilfe können sämtliche in der Brillenglasoptik üblichen Flächenformen erzeugt werden, nämlich torische, prismatische, dezentrierte, multifokale oder atorische Oberflächen an Gläsern und Kunststoffen.

Vorzugsweise ist in das erfindungsgemäße Verfahren entsprechend Anspruch 2 ein Randbearbeitungsvorgang integriert, wodurch nicht nur dünne komfortable Brillengläser hergestellt werden können, sondern für das spätere Einpassen des Brillenglases in das Brillengestell auch eine Arbeitszeitverkürzung bei geringerem Werkzeugverschleiß auf der Seite des Brillenfertigers erreicht wird. Für den Verfahrensanwender ergibt sich der Vorteil, daß ein geringerer Lagerbestand an halbfertigen Gläsern mit unterschiedlichen Durchmessern ermöglicht wird.

Wenn die drei Arbeitsgänge Randbearbeitung, Einstechen und Bearbeitung entlang des spiralförmigen Weges gemäß Anspruch 3 in kontinuierlicher Abfolge vorgenommen werden, sind sehr kurze Herstellzeiten erzielbar. Diese Arbeitsgänge können in einer einzigen Aufspannung bzw. Aufblockung des Werkstücks durchgeführt werden.

Wenn die Werkstückumfangskante mit einer Facette versehen werden soll, kann auch gemäß Anspruch 4 ein Facettierungs-Arbeitsgang in den Verfahrensablauf eingeschaltet werden, so daß bei Vornahme eines Randbearbeitungsvorgangs insgesamt vier unmittelbar aufeinanderfolgende Arbeitsgänge bei nur einer Aufspannung bzw. Aufblockung des Werkstücks an diesem durchgeführt werden.

Zwischen den beiden Rotationsbewegungsachsen c und b ist ein festgelegter Winkel zwischen 90° und 120° möglich. Vorzugsweise ist dieser Winkel entsprechend Anspruch 5 auf 105° festgelegt, d.h. bei senkrecht angeordneter Werkstückachse b ist die Werkzeugachse c zur Horizontalen in einem Winkel von nur 15° schräggestellt. Bei diesem Winkel kann es während der Durchführung des Schleif- bzw. Fräsverfahrens auch bei sehr stark konkav gekrümmten Brillenglasoberflächen nicht zu einer Kollision zwischen der Werkzeugspindel bzw. dem Werkzeugschaft und dem Brillenglasrand kommen.

Das im Anspruch 6 angegebene Schleifwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens an einem sprödharten Brillenglasrohling ist aufgrund der besonderen Ausbildung der Schleiflippe sehr vorteilhaft, weil die Schneidengeometrie auch bei Verschleiß konstant bleibt. Lediglich der Durchmesser des Werkzeugs nimmt durch Verschleiß ab, was jedoch leicht durch Dickenmessung des geschliffenen Brillenglases und anschließende Verrechnung im Steuerungsprogramm kompensiert werden kann.

Das Fräswerkzeug gemäß Anspruch 7 zur Durchführung des Verfahrens an einem Kunststoff-Brillenglasrohling ist bezüglich seiner Rotationsform scheibenförmig ausgebildet, wobei einzelne Fräschneiden am Umfang verteilt angeordnet sind. Die

Zerspanungsleistung dieses Fräswerkzeugs, bei dem die Schneiden eine formgebende torische Hüllfläche definieren, ist hoch.

Die Standzeit der Frässchneiden läßt sich vorteilhaft erhöhen, wenn die die Schneiden aufweisenden Schneidplatten des Fräswerkzeugs entsprechend Anspruch 8 verdrehbar befestigt sind. Auf diese Weise können nacheinander mehrere Bereiche der Schneidplatten in eine Arbeitsposition eingedreht werden, bevor die Schneidplatten aus Verschleißgründen auszuwechseln oder deren Außendurchmesser nachzuarbeiten sind.

Die Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die im wesentlichen schematisch ausgeführten Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigt:

- Fig. 1 eine teilweise geschnittene und abgebrochen dargestellte Seitenansicht einer Fräs- und Schleifmaschine für Brillengläser,
- Fig. 2 die Vorderansicht der Maschine nach Fig. 1,
- Fig. 3 eine Seitenansicht des Schleifwerkzeugs,
- Fig. 4 die Seitenansicht gemäß Fig. 3, jedoch nach Benutzung und Verschleiß des Schleifwerkzeugs,
- Fig. 5 eine Seitenansicht des Fräswerkzeugs,
- Fig. 6 eine vergrößerte Einzelheit des Fräswerkzeugs gemäß Fig. 5, entsprechend dem Ausschnittskreis VI,
- Fig. 7 die Vorderansicht des Fräswerkzeugs in Blickrichtung des Pfeils VII in Fig. 5,
- Fig. 8 Werkzeug und Werkstück während des Randbearbeitungsvorgangs, in zwei Ansichten, nämlich mit einer Seitenansicht und der Vorderansicht des Werkzeugs,
- Fig. 9 Werkzeug und Werkstück während des Facettierungs-Arbeitsgangs, in zwei Ansichten ähnlich Fig. 8,
- Fig. 10 Werkzeug und Werkstück während des Einstech-Arbeitsgangs, in zwei Ansichten ähnlich Fig. 8 und 9,
- Fig. 11 Werkzeug und Werkstück während des Arbeitsgangs mit Bearbeitung entlang des spiralförmigen Weges, in zwei Ansichten ähnlich Fig. 8,9 und 10,
- Fig. 12 die Draufsicht auf das Werkstück nach dem Arbeitsgang mit Bearbeitung entlang des spiralförmigen Weges und

den abgebrochenen und vergrößerten Schnitt durch das Werkstück gemäß der Linie XIII-XIII in Fig. 12.

5 Von der Schleif- bzw. Fräsmaschine sind in den Fig. 1 und 2 zur Vereinfachung nur die das Werkstück 1 und das Werkzeug 2 tragenden bzw. führenden und antreibenden Teile dargestellt. Das Werkzeug 2 ist über einen Schaft 3 gleichachsig an einer Spindel 4 befestigt, die über einen Elektromotor 5 drehend und in der Drehzahl regelbar angetrieben wird. Das Werkstück 1 ist auf einen Werkstückhalter 6 aufgeblockt, der an einer Spindel 7 konzentrisch befestigt ist. Die Spindel 7 wird von einem Servomotor 8 numerisch gesteuert drehbar angetrieben.

15 Werkstück 1, Werkzeughalter 6, Spindel 7 und Motor 8 sowie alle damit verbundenen nicht näher bezeichneten Teile sind an einer Koordinatenvorrichtung der Maschine angebracht und können daher gemeinsam auf zueinander rechtwinkligen linearen Bewegungsachsen x und y bewegt werden. Die gemeinsame Mittelachse der Teile 1, 6, 7 und 8 fällt mit der Rotationsbewegungsachse b des Werkstücks 1 zusammen. Die dem Werkzeug 2, dem Schaft 3, der Spindel 4 und dem Motor 5 gemeinsame Mittelachse fällt mit der Rotationsbewegungsachse c des Werkzeugs 2 und einer Werkzeugeinstellachse z (Fig. 1) zusammen. Die linearen Bewegungsachsen x, y und die Rotationsbewegungsachse b sind CNC-gesteuert, während die Rotationsbewegungsachse c nur drehzahlregelbar ist. Die Achse z dient lediglich der auf der Rotationsbewegungsachse c verschiebenden Einstellung des Werkzeugs 2. Da alle CNC-Achsen in der Werkstückspindel vereinigt sind, ergibt sich eine einfache Beschickung. Das Werkstück kann in eine definierte Be- und Entladeposition gefahren werden, so daß auch einfache Handhabungsgeräte zum automatischen Werkstückwechsel eingesetzt werden können.

20 Im gezeichneten Beispiel hat der durch die Maschinenkonstruktion festgelegte Winkel α zwischen den beiden Rotationsbewegungsachsen b und c den Wert von 105° . Der Winkel α ist somit durch die Maschinenkonstruktion festgelegt und nicht veränderbar.

25 Die Werkzeugspindel 4 mit dem daran befestigten Werkzeug 2 und dem Zugehörigen Elektromotor 5 sowie alle anderen damit verbundenen nicht näher bezeichneten Teile können unter Beibehaltung des konstruktiv festgelegten Winkels α zur Justierung des Werkzeugs 2 auf die Mitte des Werkstücks 1 rechtwinklig zur x-Bewegungsachse verstellt werden. Zu diesem Zweck sind die genannten verstellbaren Teile über einen Tragarm 9 mit einem Führungsschlitten 10 starr verbunden, der in der angegebenen Justierichtung verschiebbar an einem Führungsbett 11 der Maschine gelagert ist. Zwischen dem Führungsschlitten 10 und dem Führungsbett 11 ist zum Verstellen eine Gewinde-30 spindel 12 wirksam, die einerseits drehbar aber axial unverschiebbar am Führungsbett 11 gelagert ist und andererseits in ein entsprechendes Gewinde des Füh-

zungsschlittens 10 eingreift.

Zur näheren Erläuterung des als Schleifwerkzeug ausgebildeten Werkzeugs 2 wird nunmehr auf die Fig. 3 und 4 Bezug genommen. Wie daraus hervorgeht, ist das Schleifwerkzeug scheibenförmig mit einer an seinem Umfang befindlichen ringförmigen Schleiflippe 13 ausgebildet. Von der Stirnseite der asymmetrisch ausgebildeten Schleiflippe 13 ausgehend vergrößert sich deren Radius zur Spindel 4 hin, wobei ihr größter Radius in einer kreisförmigen formgebenden Schnittkante 14 ausläuft. Für die Durchführung des Verfahrens ist diese formgebende Schnittkante auf das Werkstück so einzustellen, daß sie etwa radial zur Mitte des Werkstücks gerichtet ist. Die auf der Spindelseite befindliche in die Schnittkante 14 mündende Rückfläche 15 der Schleiflippe 13 ist unter Berücksichtigung des konstruktiv festgelegten Winkels α so ausgebildet, daß die Rückfläche zur Werkzeugrotationsachse c unter dem Winkel α verläuft. Eine Senkrechte durch den jeweils tiefsten Punkt 16 der Schnittkante 14 liegt der Rückfläche 15 nach Art einer radialen Mantellinie an. Der jeweils tiefste Punkt 16 befindet sich dabei immer in der Ebene der beiden linearen Bewegungsachsen x und y . Dieses wird bei einem Vergleich der Fig. 3 und 4 deutlich. Die Schnittkante 14 wird immer durch den größten Radius der Schleiflippe bestimmt und ist auch bei fortschreitender Werkzeugabnutzung immer etwa radial zur Mitte des Werkstücks gerichtet. In Fig. 4 ist neben der in vollen Linien dargestellten Abnutzungskontur auch die neue Kontur des Werkzeugs in gestrichelten Linien eingezeichnet. Aufgrund dieser besonderen Werkzeuggeometrie schärft sich die Schnittkante während des Schleifvorgangs stets selbst, so daß die Formgebung für die zu bearbeitende Oberfläche nicht beeinträchtigt ist. Die durch Verschleiß eintretende Verringerung des Schnittkantenradius kann im Rechnerprogramm der Maschine leicht berücksichtigt werden.

Das Schleifmaterial der Schleiflippe 13 besteht aus feinverteilten Diamantteilchen. Hierbei besteht die Schleiflippe 13 entweder aus gesintertem Material, in welches die Diamantteilchen feinverteilt eingebettet sind, oder die feinverteilten Diamantteilchen sind galvanisch gebunden auf die ringförmige Schleiflippe 13 aufgetragen.

Zur Beschreibung des für die Kunststoffbearbeitung vorgesehenen Fräswerkzeugs 2' wird jetzt auf die Fig. 5 bis 7 Bezug genommen. Wie aus Fig. 5 hervorgeht, ist das Fräswerkzeug 2' bezüglich seiner Rotationsform scheibenförmig ausgebildet. Zu diesem Zweck ist das Fräswerkzeug 2' mit einer Mehrzahl, im gezeigten Beispiel mit acht am Umfang gleichmäßig verteilten Haltearmen 17 versehen, die sich von einem zentralen Nabenteil 18 nach außen strecken. An den äußeren Enden der Haltearme 17 sind im Durchmesser übereinstimmende Schneidplatten 19 befestigt. Die Ringschneiden 20 der Schneidplatten 19 sind radial zur Rotationsachse c des Fräswerkzeugs 2' ausgerichtet und definieren eine formgebende torische Hüllfläche, die durch gestrichelte Linien in Fig. 5 angedeutet ist.

Die torische Hüllfläche ist bezüglich ihrer von ihrem größten Radius gebildeten Ebene etwa radial zur Mitte des Werkstücks gerichtet. Hierbei befindet sich der jeweils tiefste Punkt 16' der formgebenden torischen Hüllfläche immer in der Ebene der beiden linearen Bewegungsachsen x und y .

In Fig. 6 ist dargestellt, daß die Schneidplatten 19 an den Haltearmen 17 jeweils durch eine zentrale Schraube 21 befestigt sind. Mit Hilfe der Schraube 21 wird die eingestellte Drehstellung der Schneidplatte 19 am Haltearm 17 fixiert. Wie in Fig. 6 durch das Winkelmaß β angedeutet ist, wird von dem Kreisumfang der Ringschneide 20 für den Fräsvorgang nur ein Winkel von etwa 90° benutzt, d.h. nur etwa ein Viertel des Ringschneidenumfanges wird für den Fräsvorgang herangezogen. Dies bedeutet, daß die Schneidplatten 19 nach Verschleiß des ersten Ringschneidensektors noch dreimal in eine neue Position gedreht werden können.

Zur näheren Erläuterung des Verfahrensablaufs wird nunmehr nachstehend auf die Fig. 8 bis 11 Bezug genommen. Dieser Verfahrensablauf erfaßt alle möglichen Bearbeitungsvorgänge, nämlich den Randbearbeitungsvorgang (Fig. 8), den Facettierungs-Arbeitsgang (Fig. 9), den Einstech-Arbeitsgang (Fig. 10) und den die Flächenbearbeitung im Rahmen des vorliegenden Verfahrens abschließenden Arbeitsgang mit Bearbeitung entlang des spiralförmigen Weges (Fig. 11). In den rechtsseitigen Ansichten der Fig. 8, 9, 10 und 11 ist die relative Bewegung der Werkzeugmitte gegenüber dem Werkstück in punktierten Linien angegeben. Tatsächlich bewegt sich aber nicht das Werkzeug gegenüber dem Werkstück, sondern umgekehrt das Werkstück gegenüber dem Werkzeug.

Die Schilderung des Verfahrensablaufs erfolgt am Beispiel der Bearbeitung eines Brillenglasrohrlings 1 an einem sprödharten Material mittels eines Schleifwerkzeugs 2. Die Bearbeitung eines Brillenglasrohrlings aus Kunststoff mittels eines Fräswerkzeugs wird entsprechend vorgenommen. Die Verfahrensschritte Randbearbeitung und Facettieren sind im Verfahrensablauf wahlfrei, wenn auch bevorzugt mitablaufende Vorgänge. Die Fig. 8 bis 11 zeigen die Sequenz der angewendeten Verfahrensschritte. Die nur in Fig. 8 symbolisch angegebenen Achsen x , y , b und c gelten für alle Fig. 8 bis 10.

Das aufgeblockte Werkstück 1 wird zunächst durch seitliche Verlagerung auf der x -Achse dem Werkzeug 2 angenähert, worauf das Werkstück 1 auf der y -Achse gegenüber dem stets ortsfest verbleibenden Werkzeug 2 verlagert wird, bis das Werkstück 1 sich etwa auf gleicher Höhe mit der Werkzeugachse befindet und der Werkstückrand die kreisförmige Schnittkante 14 tangiert. Hierbei wird bei Rotation von Werkzeug und Werkstück um die jeweiligen Rotationsbewegungsachsen c bzw. b Material vom Werkstückrand abgetragen. Durch weitere seitliche Bewegung des Werkstücks 1 auf der x -Achse und kontinuierliches Zustellen auf der y -Achse wird jetzt eine Bearbeitung des Brillenglasrohrlings auf die durch die Brillengestellform vorgegebene

Umfangskontur vorgenommen. Bei der Zustellung des Werkstücks 1 auf der y-Achse erfolgt der Werkzeugangriff am Werkstückrand etwa nach Art einer Schraubelinie.

Nach Fertigstellung der Umfangskontur wird die obere Werkstückumfangskante mittels des Werkzeugs facettiert. Dieser Arbeitsgang erfolgt in kontinuierlicher Abfolge mit den anderen Arbeitsgängen unter ständiger Rotation von Werkstück und Werkzeug. Hierbei wird entsprechend dem Ausmaß und der Richtung der gewünschten Facettierung das Werkstück 1 sowohl dem Werkzeug 2 auf der x-Achse weiter angenähert als auch das Werkstück in einer damit überlagerten Bewegung auf der y-Achse nach unten gefahren, bis die gewünschte Facettenfläche 22 erzielt ist.

In weiterer kontinuierlicher Verfahrensschrittfolge wird unter ständiger Rotation von Werkstück und Werkzeug um die zugehörigen Rotationsachsen das Werkstück 1 gegenüber dem Werkzeug 2 beim Einstech-Arbeitsgang durch koordinierte, programmgesteuerte Bewegung auf den x- und y-Achsen weiter verlagert, bis Werkzeug und Werkstück etwa die in Fig. 10 gezeigte Relativlage einnehmen. An dieser Stelle des Verfahrensablaufs ist die Hauptmenge des zu entfernenden Rohlingmaterials abgetragen. Hierbei ist eine der zu erzeugenden Oberfläche so weit wie möglich angepaßte ringmuldenförmige Fläche 23 entstanden. Außerdem ist ein Außenrand 24 erzielt, welcher der Sollaußenkontur der optisch wirksamen Brillenglasinnenfläche entspricht. Damit ist der Einstech-Arbeitsgang abgeschlossen.

Nunmehr erfolgt wiederum in kontinuierlicher Verfahrensschrittfolge der in Fig. 11 verdeutlichte letzte Arbeitsgang, welcher der Abtragung der Restmenge des überschüssigen Rohlingmaterials bis zur endgültigen Formgebung der Oberfläche dient. Hierbei erfolgt eine überlagerte Bewegung zwischen dem um seine Achse b rotierenden Werkstück 1 und dem um seine Achse c rotierenden sonst ortsfesten Werkzeug 2 in Richtung der x- und der y-Achse mit spiralförmigem Verlauf der in Fig. 12 dargestellten Bearbeitungsbahn 25 auf der bearbeiteten Oberfläche. Bei diesem letzten Arbeitsgang verschwindet die aus dem Einstech-Arbeitsgang herrührende ringmuldenförmige Fläche, d.h. die etwa kegelförmige Zentralspitze dieser Fläche. Wegen des großen Durchmessers der formgebenden Schnittkante 14 des Werkzeugs 2 entsteht an der spiralförmigen Bearbeitungsbahn nur eine sehr geringe Nutbildung, d.h. eine sehr geringe Spitzenhöhe über dem Nutgrund. Diese beträgt beispielsweise bei einem Durchmesser der Schnittkante 14 von 70 mm nur 0,0642 mm, bei einem Spitzenabstand von 5 mm. Diese Verhältnisse sind in Fig. 13 dargestellt. Es resultiert mithin nach dem letzten Verfahrensschritt, d.h. dem Arbeitsgang mit Bearbeitung entlang des spiralförmigen Weges, eine bearbeitete Oberfläche, die bereits so formgenau ist, daß der dem erfindungsgemäßen Verfahren nachfolgende Feinschleif- und Polieraufwand gering ist.

Zur Vereinfachung wurde die Erzeugung einer sphärisch-konkaven Oberfläche gezeigt und beschrieben. Selbstverständlich können auch andere, eingangs genannte Flächenformen durch entsprechende Programmsteuerung der x- und y-Achsen erzeugt werden.

Es wird ein Verfahren zur Erzeugung einer Oberfläche aus einem Brillenglasrohling beschrieben, das sowohl für sprödharte Materialien als auch für Kunststoffe geeignet ist. Hierbei wird ein scheibenförmiges, rotationssymmetrisches Werkzeug verhältnismäßig großen Durchmessers verwendet, mit dessen Hilfe in mindestens zwei Arbeitsgängen, einem Einstech-Arbeitsgang und einem formgebenden Arbeitsgang mit Materialabtragung entlang eines spiralförmigen Weges, das zu entfernende Rohlingmaterial mit hoher Schleif- bzw. Fräsleistung abgetragen wird. Hierbei resultiert aus dem letzten Arbeitsgang eine spiralförmig von außen nach innen verlaufende Bearbeitungsbahn mit geringer Restspitzenhöhe bei relativ großem Spitzenabstand. Die erzeugte Oberfläche bedarf nur geringer Feinschleif- und Poliernachbearbeitung. Wahlweise kann in das Verfahren sowohl ein an die Brillengestellform anpassender Randbearbeitungsvorgang als auch ein den Brillenglasrand facettierender Arbeitsgang integriert sein. Weiterhin werden Werkzeuge zur Durchführung des Schleif- bzw. Fräsverfahrens vorgeschlagen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer konkaven Oberfläche an einem Brillenglasrohling (Werkstück), die der fertigen Brillenglasinnenfläche schon weitgehend entspricht, mittels eines Fräs- oder Schleifwerkzeugs, bei welchem das aufgeblokte Werkstück und das Werkzeug in einem CNC-gesteuerten Bearbeitungsvorgang mit zwei linearen Bewegungsachsen (x- und y-Achse) und zwei unter einem Winkel (α) zueinander verlaufenden Rotationsbewegungsachsen, von denen die eine dem Werkstück (b-Achse) und die andere dem Werkzeug (c-Achse) zugeordnet ist, zueinander relativbeweglich geführt sind, wobei zur Formgebung der Oberfläche die Materialabtragung entlang eines spiralförmigen Weges auf der Oberfläche vorgenommen wird, indem das Werkzeug und das Werkstück entlang der x-, y- und b-Achsen relativ zueinander gesteuert bewegt werden, und als Werkzeug ein scheibenförmiges rotationssymmetrisches Werkzeug verwendet wird, das derart angeordnet ist, daß sich der tiefste Punkt (16, 16') des Werkzeugs in bezug auf das Werkstück in einer durch die b- und x-Achsen definierten Ebene befindet, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Materialabtragung entlang des spiralförmigen Weges ein Einstech-Arbeitsgang vorgeschaltet ist, bei dem das Werkstück um seine Achse (b) rotiert und das Werkzeug mindestens in Richtung der y-Achse bewegt wird, bis eine der zu erzeugenden konkaven Oberfläche mindestens im Bereich des Außen-

randes des Werkstücks angepaßte ringmuldenförmige Fläche erzielt ist, so daß mindestens im Bereich des Außenrandes die am Werkstück hergestellte Oberfläche der Sollaußenkontur der optisch wirksamen Brillenglasinnerfläche entspricht. 5

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor dem Einstech-Arbeitsgang der Brillenglasrand zur Anpassung an die Kontur des Brillengestells in einem Randbearbeitungsvorgang bearbeitet wird, wobei Werkzeug und Werkstück zunächst durch seitliche Relativbewegung auf der x-Achse einander angenähert werden, worauf Werkzeug und Werkstück durch Relativbewegung auf der y-Achse zueinander verlagert werden, bis das Werkstück sich etwa auf gleicher Höhe mit der Werkzeugachse befindet und der Werkstückrand die kreisförmige Schnittkante des Werkzeugs tangiert, so daß bei Rotation von Werkzeug und Werkstück um die jeweiligen Rotationsbewegungsachsen (c- und b-Achsen) Material vom Werkstückrand abgetragen wird, wobei durch seitliche Relativbewegung auf der x-Achse und kontinuierliches Zustellen auf der y-Achse eine Bearbeitung des Brillenglasrohlings auf die durch die Brillengestellform vorgegebene Umfangskontur vorgenommen wird. 10 15 20 25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer einzigen Aufspannung des Werkstücks der Randbearbeitungsvorgang, der Einstech-Arbeitsgang und die Bearbeitung entlang des spiralförmigen Weges in kontinuierlicher Abfolge durchgeführt werden. 30 35
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor dem Einstech-Arbeitsgang und ggf. nach dem Randbearbeitungsvorgang die obere Werkstückumfangskante mittels des Werkzeugs facettiert wird, wobei der Facettierungs-Arbeitsgang in kontinuierlicher Abfolge mit den anderen Arbeitsgängen durchgeführt wird. 40
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Winkel (α) zwischen der Werkstückachse (b) und der Werkzeugachse (c) während aller Arbeitsgänge 105° beträgt. 45
6. Scheibenförmiges Schleifwerkzeug mit einer ringförmigen Schleiflippe zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 5 zur Erzeugung einer konkaven Oberfläche aus einem spröd-harten Brillenglasrohling, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schleiflippe (13) am Werkzeug (2) asymmetrisch ausgebildet ist und mit ihrem größten Radius in einer kreisförmigen formgebenden Schnittkante (14) ausläuft, und daß die der Schleiflippe (13) abgewandte, in die Schnittkante (14) mündende 50 55

Rückfläche (15) des Werkzeugs (2) zur Werkzeugrotationsachse (c) unter dem Winkel (α) zwischen der Werkstück- (b) und der Werkzeugrotationsachse (c) verläuft.

7. Fräswerkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 5 zur Erzeugung einer konkaven Oberfläche aus einem Kunststoff-Brillenglasrohling, **dadurch gekennzeichnet**, daß es bezüglich seiner Rotationsform scheibenförmig ausgebildet ist und mit einer Mehrzahl von am Umfang gleichmäßig verteilten Haltearmen (17) versehen ist, an deren äußeren Enden Schneidplatten (19) befestigt sind, die radial zur Rotationsachse (c) des Fräswerkzeugs (2') ausgerichtet sind und deren Schneiden (20) eine formgebende torische Hüllfläche definieren.
8. Fräswerkzeug nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schneidplatten (19) um ihre Kreismitte drehbar und in der jeweiligen Drehstellung an den Haltearmen (17) befestigbar sind.

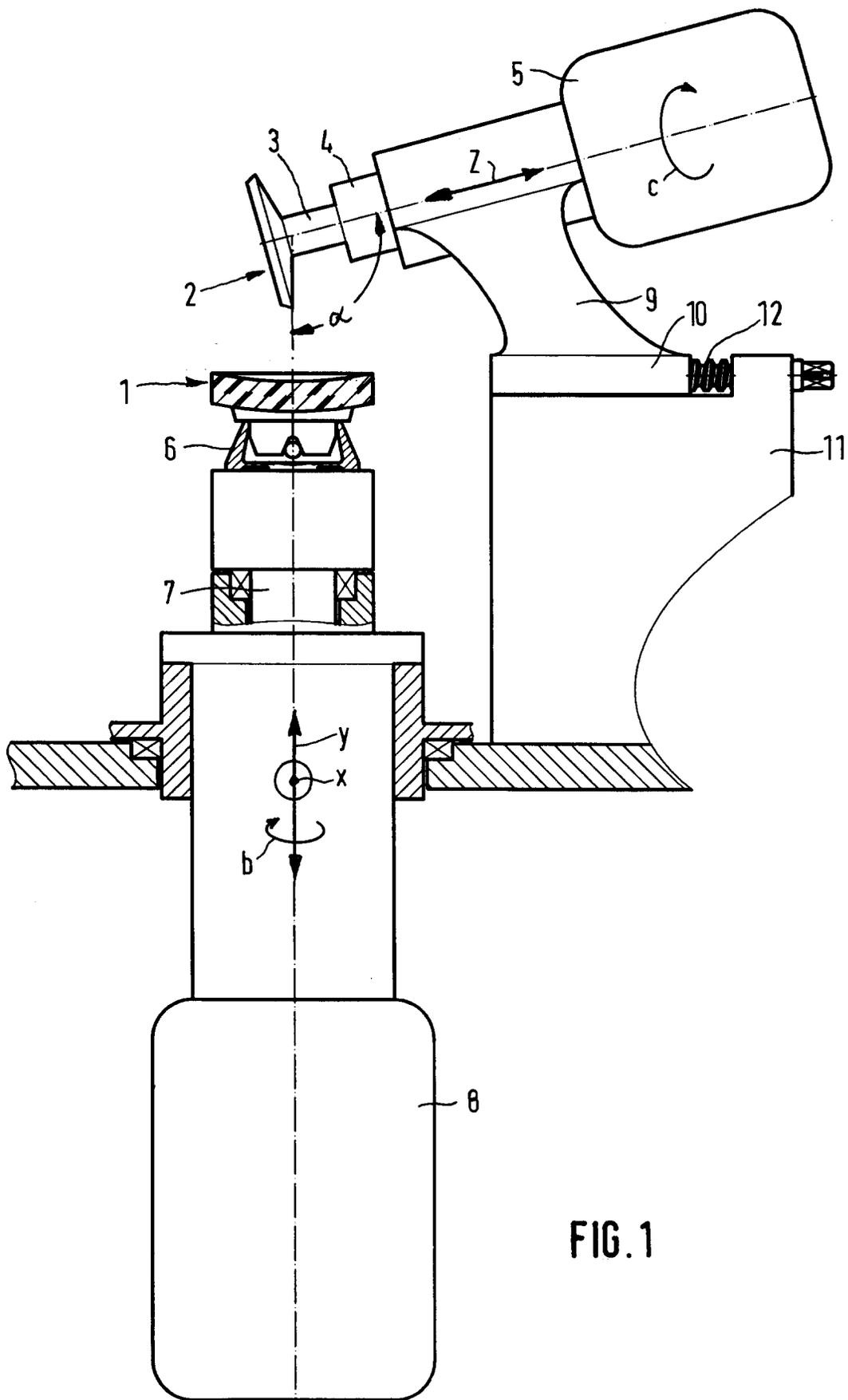
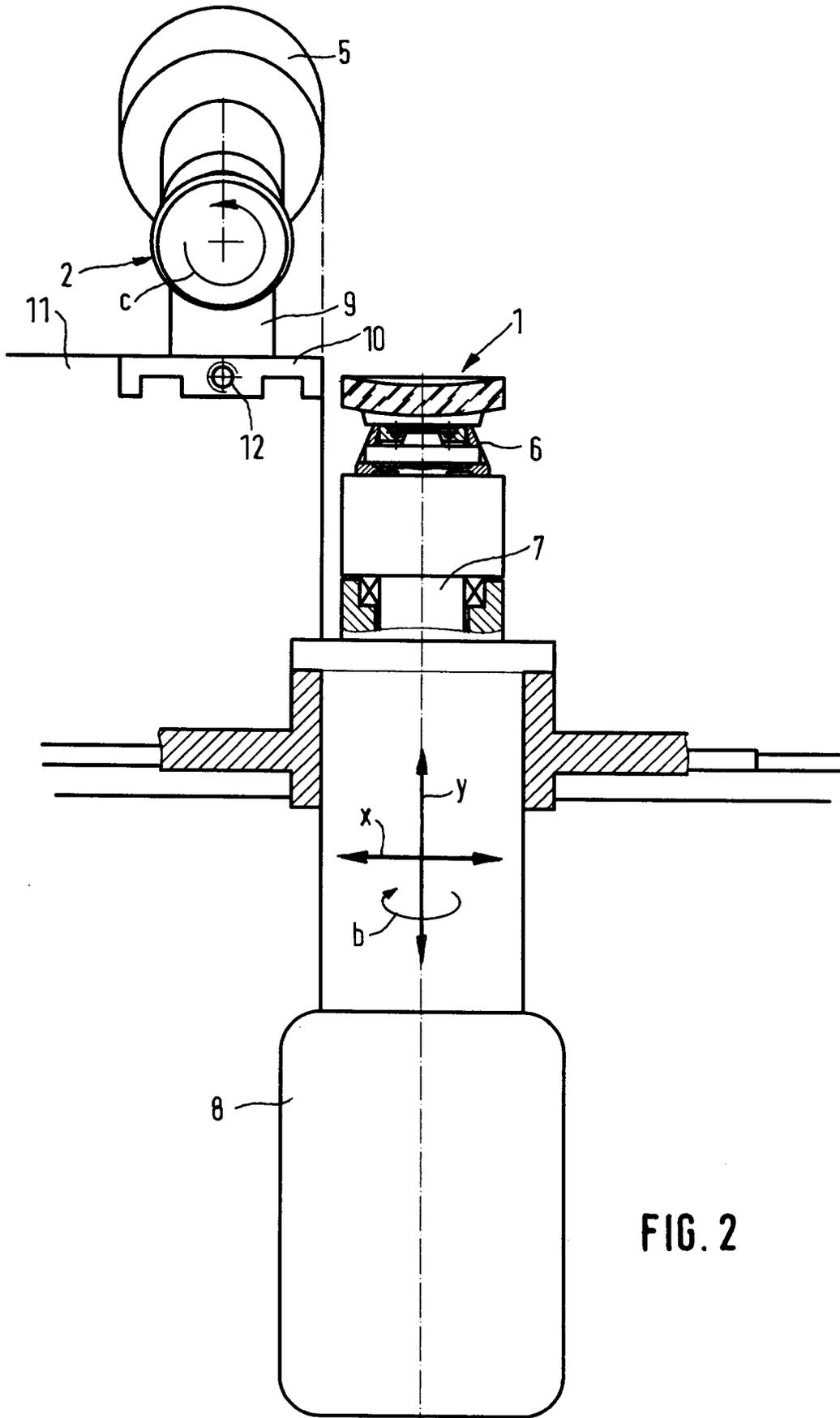
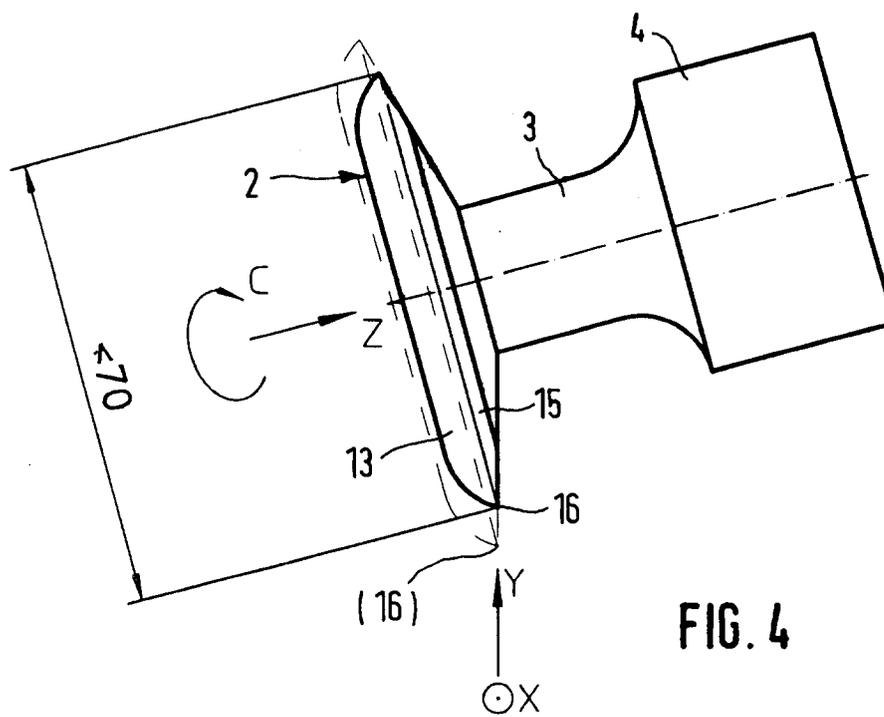
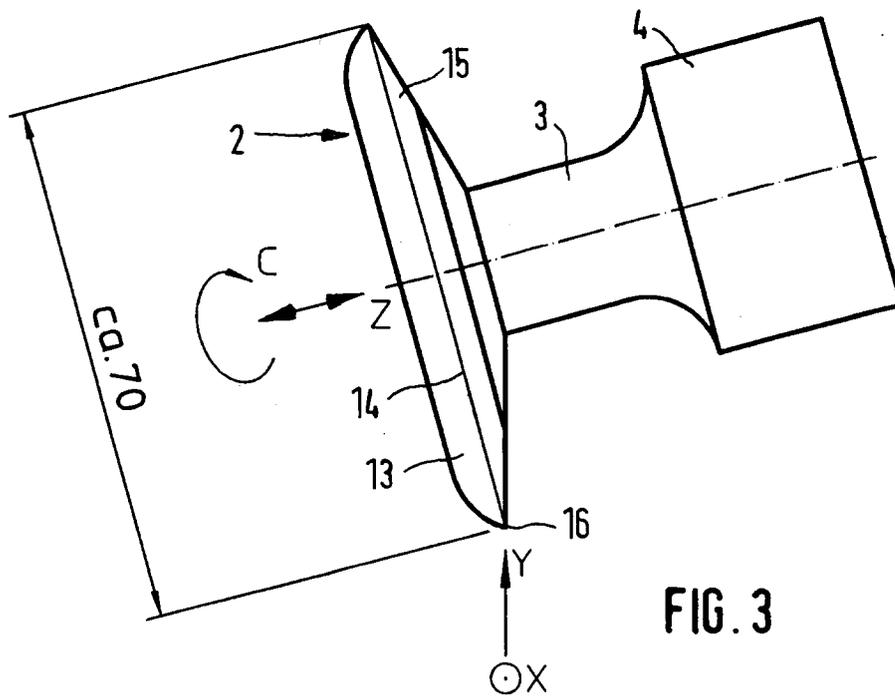
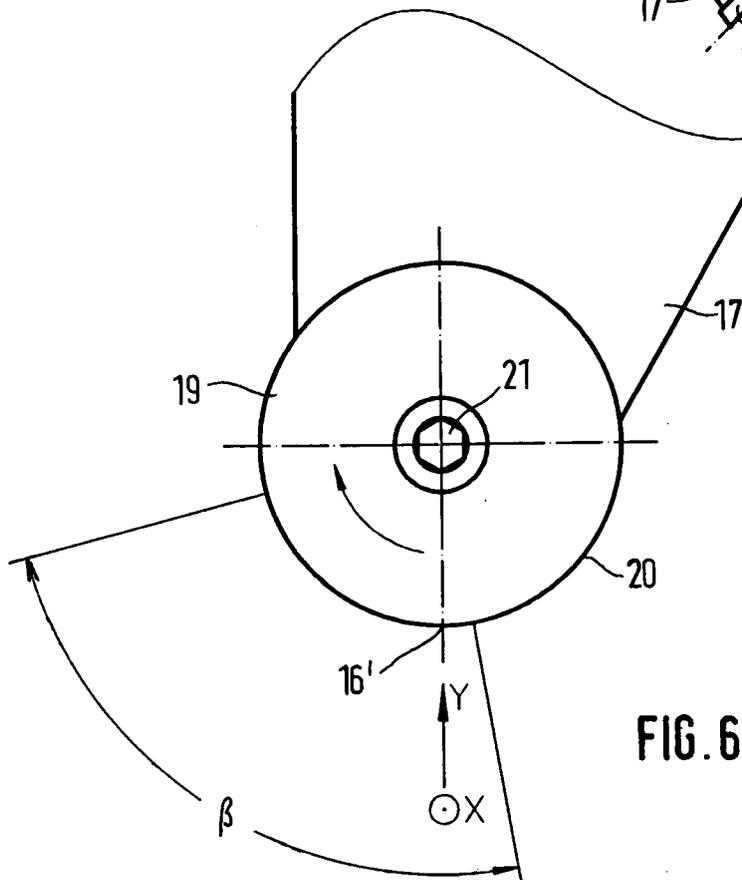
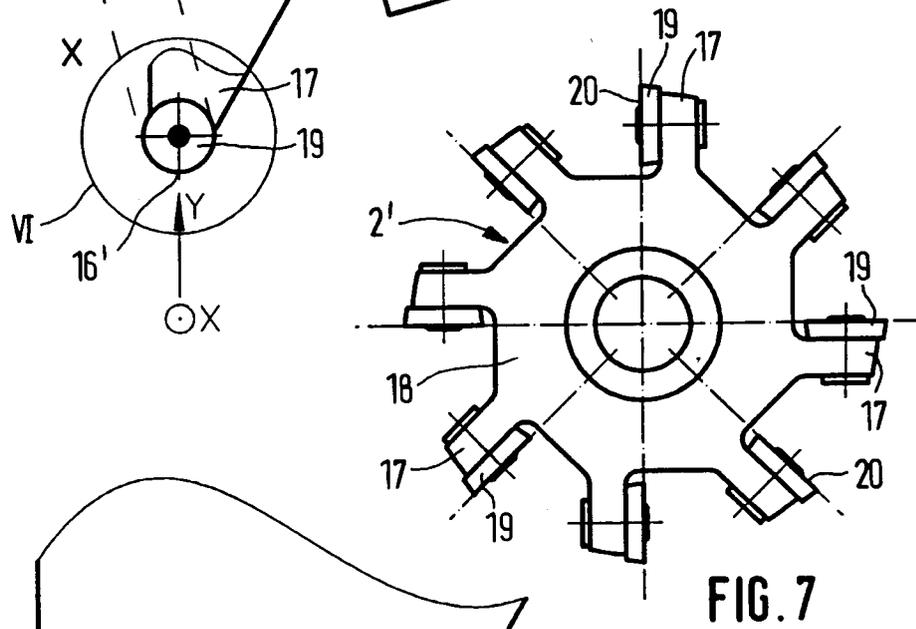
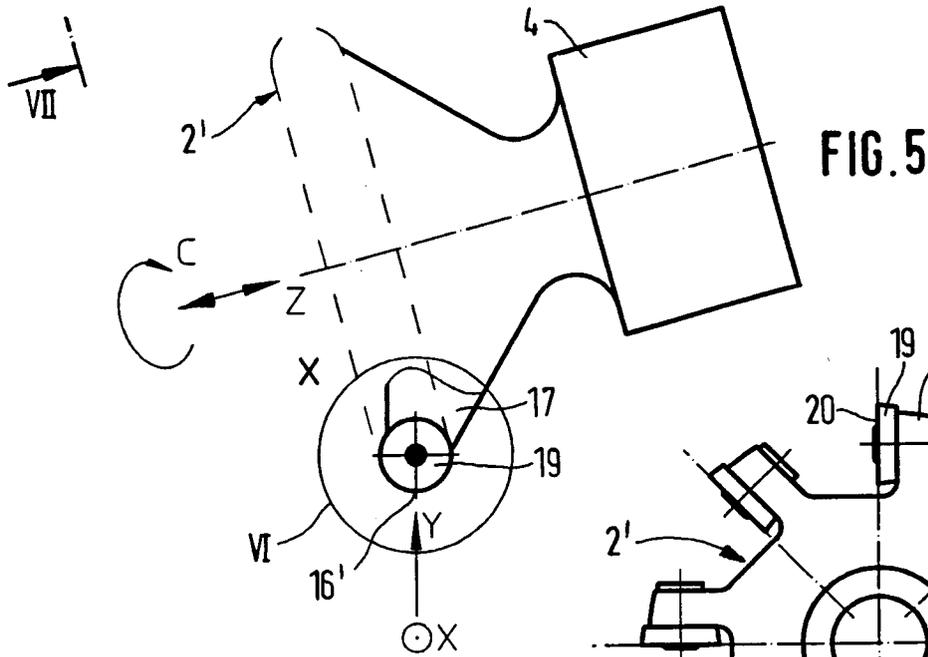


FIG. 1







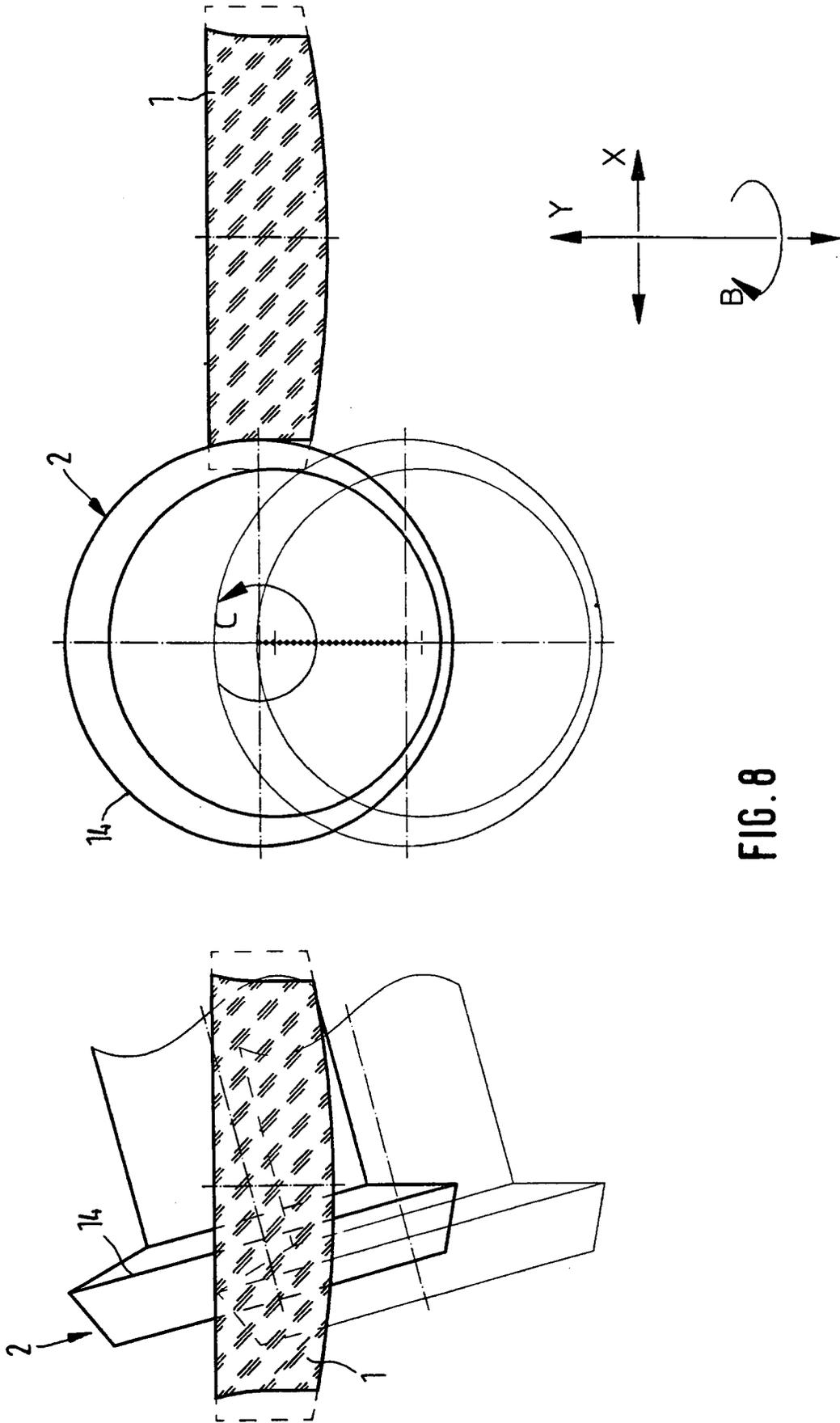


FIG. 8

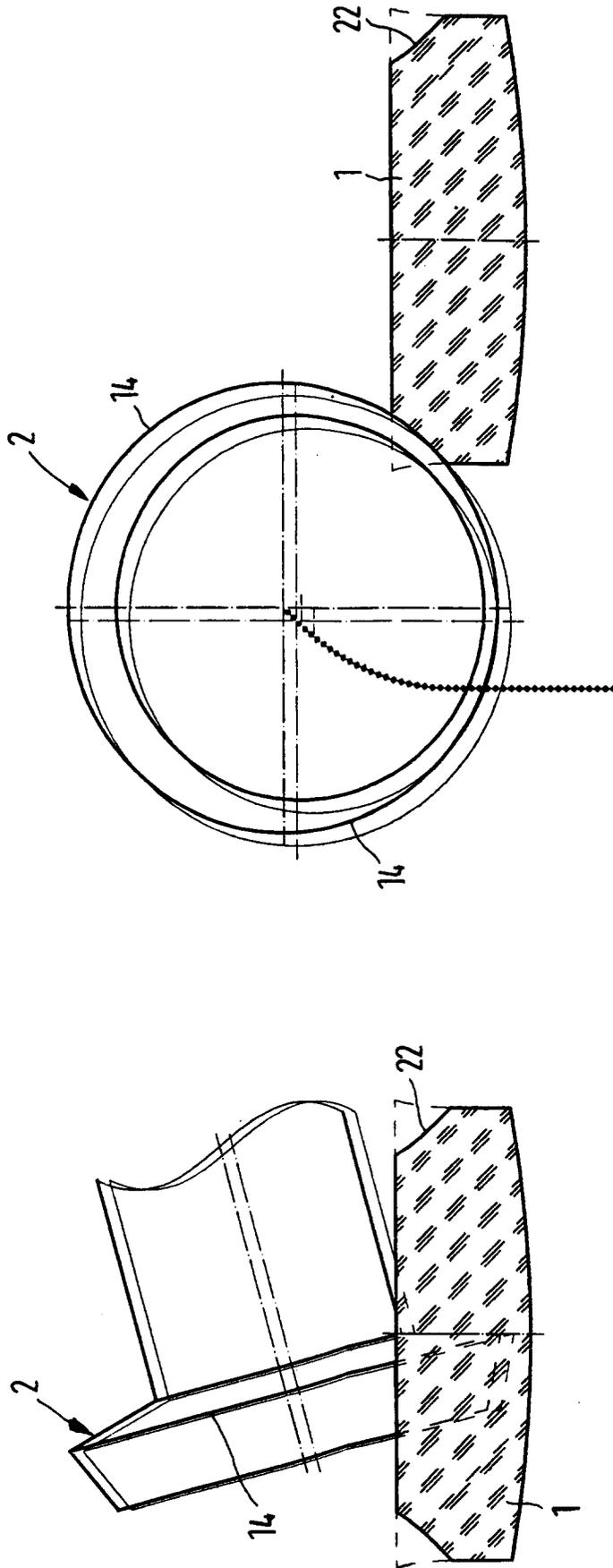


FIG. 9

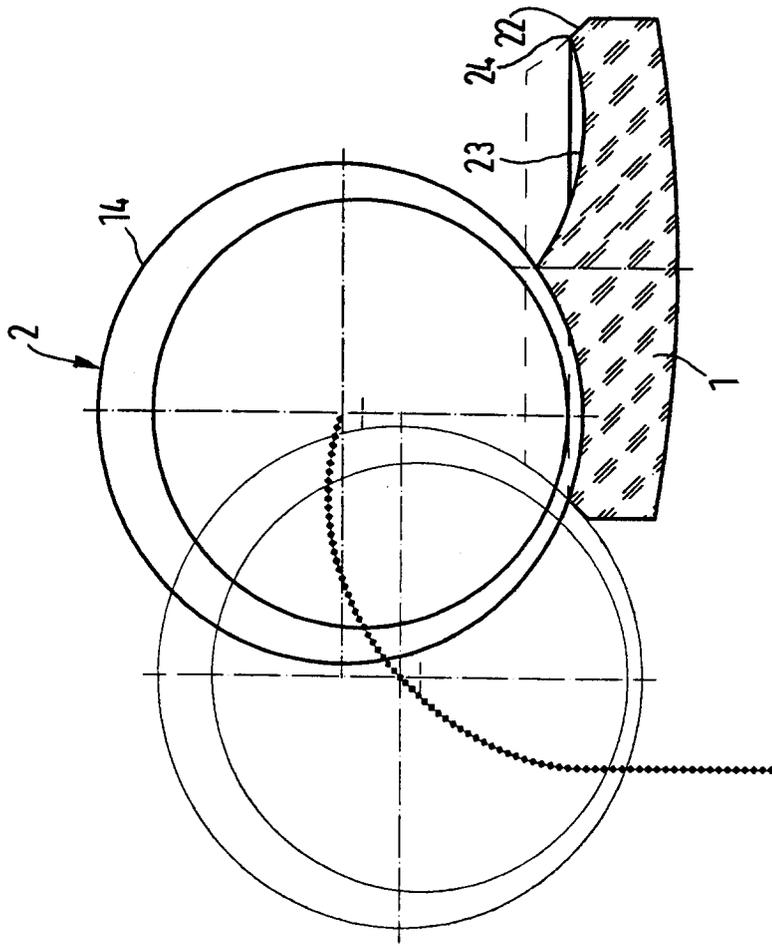
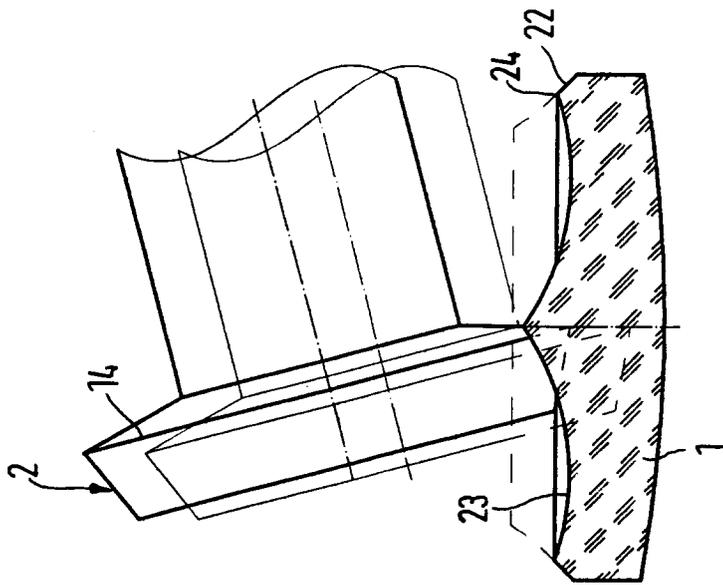


FIG. 10



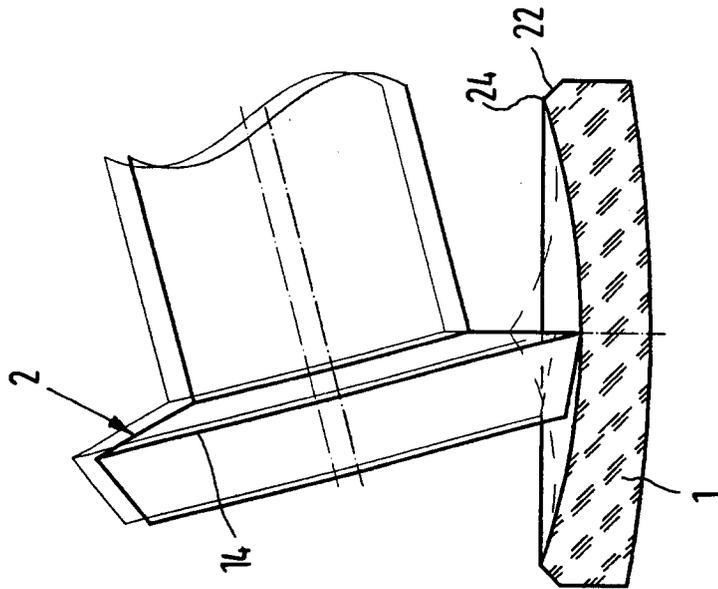
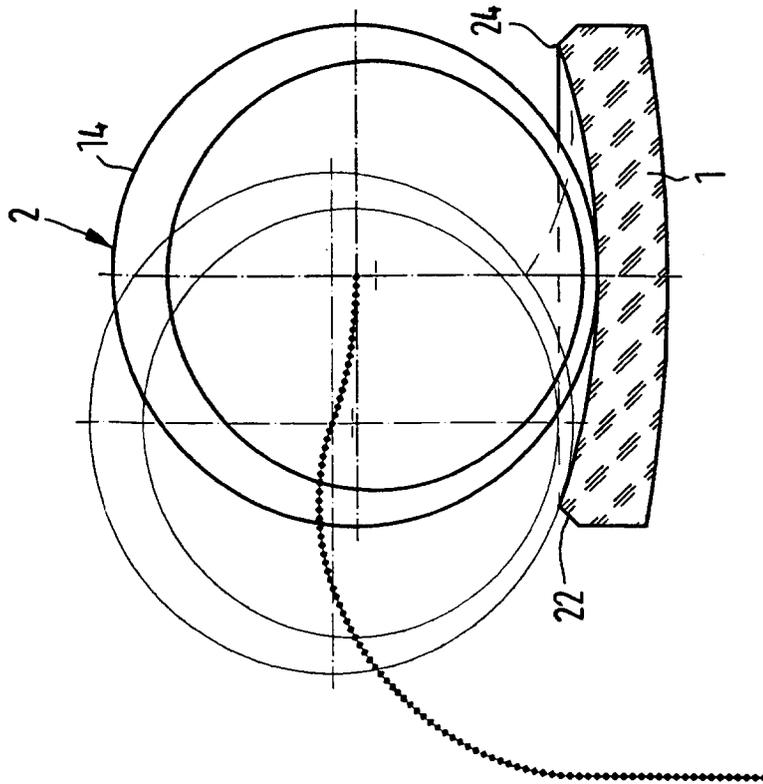


FIG. 11

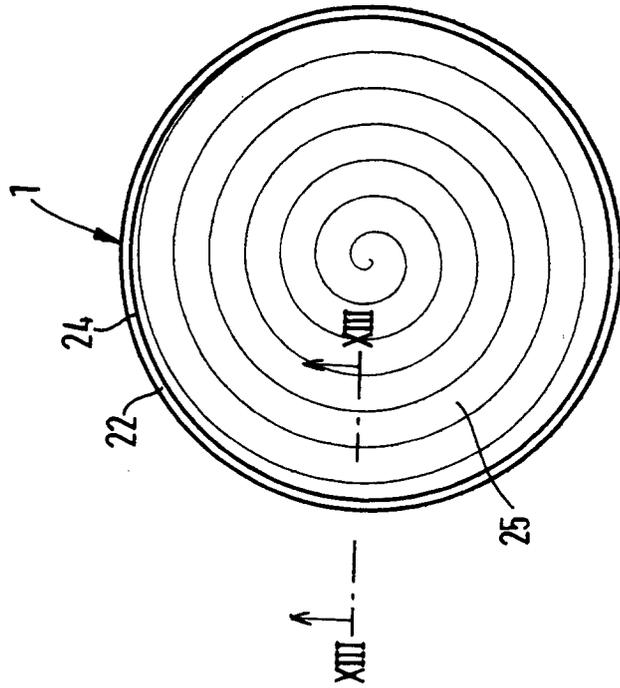


FIG. 12

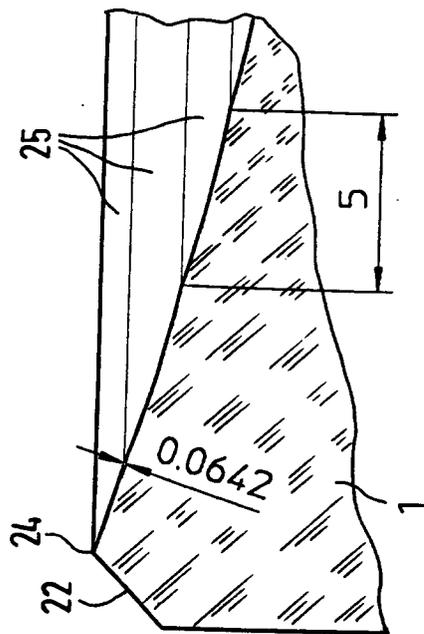


FIG. 13



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 11 2436

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	WO-A-92 00832 (LOH OPTICAL MACHINERY, INC.) * Ansprüche 1,2; Abbildungen 1-3,5-7,10 * ---	1-5	B24B11/00 B24B13/06
A	DE-A-31 25 915 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) * Ansprüche 1-8; Abbildung 1 * ---	1,3,5,6	
A	US-A-3 877 177 (TADASU TANIGUCHI) * Spalte 5, Zeile 33 - Spalte 6, Zeile 41; Abbildungen 3,4 * ---	1,3,5,6	
A	US-A-3 212 405 (R.J. SMITH) * das ganze Dokument * ---	1,6-8	
A	EP-A-0 453 627 (NATIONAL OPTRONICS, INC.) * Ansprüche 1-30; Abbildungen 3,6-8 * ---	1-5,7	
A	MASCHINENMARKT, Bd. 82, Nr. 86, 1976, WÜRZBURG, DE, Seiten 1577-1580, XP002017834 FRIEDMAR MACKSCHEIDT: "Bedeutung der Sonderwerkzeuge - Anwendungsbeispiele für Serien mit mittleren Stückzahlen." * Abbildung 13 * ---	6-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) B24B B23C
A,D	DE-A-42 10 381 (SEIKO EPSON CORP.) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 7. November 1996	Prüfer Cuny, J-M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (POM03)