



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 27 792 T2 2007.12.27**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 203 626 B1**  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 27 792.9**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP01/01105**  
(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 904 491.6**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/060553**  
(86) PCT-Anmeldetag: **16.02.2001**  
(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **23.08.2001**  
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.05.2002**  
(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **11.04.2007**  
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.12.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B24B 1/00 (2006.01)**  
**B24B 9/14 (2006.01)**  
**B24B 13/06 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2000037722 16.02.2000 JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, NL**

(73) Patentinhaber:  
**Seiko Epson Corp., Tokyo, JP**

(72) Erfinder:  
**MIYAZAWA, Makoto, Suwa-shi, Nagano 392-8502, JP; TABATA, Yoshinori, Suwa-shi, Nagano 392-8502, JP; UCHIDANI, Takahiro, Suwa-shi, Nagano 392-8502, JP**

(74) Vertreter:  
**Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte, 80331 München**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON BRILLENLINSEN UND POLIERWERKZEUG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse und auf ein Polierwerkzeug und insbesondere auf ein Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse, das geeignet ist, Oberflächenformen aller Arten von Brillenlinsen durch Schneiden zu schaffen, und auf ein Polierwerkzeug, das zum Hochglanzpolieren einer gekrümmten Oberfläche geeignet ist.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Kunststoffbrillenlinsen, die gegenwärtig hauptsächlich als Brillenlinsen verwendet werden, werden durch zwei Verfahren hergestellt. Gemäß dem einen Verfahren wird eine endgefertigte Linse direkt durch Formgießen gebildet, wobei aus beiden Oberflächen der Linse die endgültigen optischen Oberflächen einer Brillenlinse gebildet werden, indem die Oberflächenformen der Gießformen darauf übertragen werden. Gemäß dem anderen Verfahren wird eine dicke halbgefertigte Linse zuvor durch Formgießen gebildet, wobei eine Oberfläche der Linse zu einer endgültigen optischen Oberfläche endgefertigt wird, indem eine Oberflächenform von einer der Gießformen darauf übertragen wurde, danach wird die andere Oberfläche der Linse durch Schneiden und Polieren zu einer spezifischen Linsenoberflächenform ausgebildet.

**[0003]** Brillenlinsen sind in zwei Hauptarten klassifiziert: Mono-Fokallinsen und Multi-Fokallinsen. Die am meisten verbreitete Art der Multi-Fokallinsen ist eine Gleitsichtlinse, die eine Gleitsichtoberfläche aufweist, die aus einem Fernsicht-Abschnitt, einem Nahsicht-Abschnitt und einem Gleitsichtsabschnitt, bei dem eine Brennweite kontinuierlich zwischen dem Fernsicht-Abschnitt und dem Nahsicht-Abschnitt verändert wird, zusammengesetzt ist. Eine Mono-Fokallinse weist grundsätzlich die Faktoren einer sphärischen Stärke, einer astigmatischen (zylindrischen) Stärke und einer Linsendicke auf, und eine Multi-Fokallinse weist grundsätzlich die Faktoren einer sphärischen Stärke, einer astigmatischen (zylindrischen) Stärke, einer astigmatischen Achse, einer Zusatz-(ADD) Stärke und einer Linsendicke auf. Die Anzahl an Kombinationen dieser Faktoren wird sehr groß, erheblich groß besonders für Multi-Fokallinsen. Entsprechend ist das Verfahren der direkten Bildung einer endgefertigten Linse durch Formgießen auf die Herstellung von häufig bestellten Brillenlinsen, die gängige Kombinationen der obigen Faktoren aufweisen, beschränkt, und viele Kunststofflinsen wurden hergestellt, indem die endgefertigten Linsen aus halbgefertigten Linsen durch Schneiden gebildet wurden.

**[0004]** In dem Fall, dass das Verfahren eingesetzt wird, bei dem die endgefertigten Linsen aus halbgefertigten Linsen durch Schneiden gebildet werden, ist es erforderlich, zuvor die halbgefertigten Linsen durch Formen herzustellen. Eine halbgefertigte Linse wird durch Formgießen unter Verwendung zweier Formen hergestellt. Beim Formgießen wird die konvexe Seite der Linse zu einer sphärischen Oberfläche (für eine Mono-Fokallinse) oder zu einer Gleitsichtoberfläche (für eine Gleitsichtlinse) ausgebildet, indem eine Form der einen der zwei Gießformen darauf übertragen wird, und die konkave Seite der Linse wird in eine solche Form gebracht, die dicker ist als die endgefertigte Größe, so dass sie zu irgendeiner endgefertigten Form geschnitten werden kann, die durch Vorschriften in einem bestimmten Bereich gefordert werden, indem eine Form der anderen Gießform darauf übertragen wird. Die konkave Oberfläche der halbgefertigten Linse wird durch Grobschneiden unter Verwendung eines so genannten Krümmungsgenerators oder eines Generators, der geeignet ist, eine pseudo-torische Oberfläche auszubilden, in eine Form gebracht, die eine sphärische Oberflächenform (für eine sphärische Linse) oder eine gewünschte torische Oberflächenform (für eine astigmatische Linse) aufweist und die eine spezifische Dicke hat. Die konkave Oberfläche der halbgefertigten Linse, die dem Grobschneiden unterzogen wurde, wird einer Kopier-Läppbearbeitung ähnlich einer sogenannten Läppbearbeitung unterzogen, um exakt endgefertigt zu werden. Der Kopier-Läppschrift umfasst das Anordnen einer Linse, die in einer speziellen Einspannvorrichtung auf einer aus Aluminium oder ähnlichem hergestellten Arbeitsplatte gehalten wird, auf den zuvor ein Polierpolster geklebt wurde, starkes Anpressen der Arbeitsplatte an die Linse, während auf die Oberfläche der Linse eine Läpp-Lösung gegossen wird, und Lappen der Arbeitsplatte relativ zu der Linse, wodurch die Oberflächenform der Arbeitsplatte auf die Linsenoberfläche übertragen wird. Eine endgültige Linsenoberflächenform mit weniger Rauigkeit wird durch den Kopier-Läppschrift erreicht. Die Rauigkeit der Linsenoberfläche wird dann durch Verwendung eines Apparats ähnlich demjenigen, der in dem Kopier-Läppschrift verwendet wurde, geglättet, um eine endgültige optische Oberfläche der Linse zu erhalten.

**[0005]** In den letzten Jahren wurde jedoch eine so genannte Linse mit progressiver Brechkraft der inneren Oberfläche vorgeschlagen, bei der eine Gleitsichtoberfläche oder eine gekrümmte Oberfläche, die durch Synthetisieren einer Gleitsichtoberfläche mit einer torischen Oberfläche erhalten wird, auf einer konkaven, dem Augapfel zugewandten Oberfläche vorgesehen ist.

**[0006]** Eine solche Linse mit progressiver Brechkraft der inneren Oberfläche ist vorteilhaft, um Schwankung und Verzerrung als die Fehler einer

Gleitsichtlinse, bei welcher eine Gleitsichtoberfläche auf der äußeren Oberflächenseite ausgebildet wurde, zu verringern, wodurch die optischen Leistungen der Linse erheblich verbessert wurden.

**[0007]** Der Krümmungsgenerator aus dem Stand der Technik, der zur Schaffung einer konkaven Oberfläche auf der dem Augapfel zugewandten Seite verwendet wurde, kann jedoch auf Grund seiner Bearbeitungsstruktur nur entweder eine sphärische Oberfläche oder eine torische Oberfläche schaffen, und kann keine Gleitsichtoberfläche oder komplex gekrümmte Oberfläche, die durch Synthetisieren einer Gleitsichtoberfläche mit einer torischen Oberfläche auf der konkaven Oberfläche erhalten wurde, schaffen. Ferner kann die Kopier-Läpparbeit, die auf einem Prinzip des Lämpens einer Arbeitsplatte mit einer Linsenoberfläche basiert, um die Form der Arbeitsplatte auf die Linsenoberfläche zu übertragen, keine komplex gekrümmte Oberfläche wie zum Beispiel eine Gleitsichtoberfläche schaffen.

**[0008]** Entsprechend wurde es erforderlich, ein neues Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse zu entwickeln, das geeignet ist, Linsen mit komplex gekrümmten Oberflächen, wie zum Beispiel eine Linse mit progressiver Brechkraft der inneren Oberfläche, mit hoher Produktivität herzustellen.

**[0009]** Die Formbildungsschritte des Stands der Technik schaffen jedoch eine Linsenoberflächenform mittels nur eines Schneidewerkzeugs, und somit können nicht alle Arten von Linsenoberflächenformen innerhalb eines breiten Bereichs geformt werden. Typische derartige Formbildungsschritte unter Verwendung nur eines Schneidewerkzeugs sind zum Beispiel in der JP-A-10175149, der JP-A-5237702, beziehungsweise der EP-A-0281754 offenbart.

**[0010]** In Anbetracht des Vorstehenden wurde die vorliegende Erfindung gemacht, und es ist ein Ziel der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung von Brillenlinsen zur Verfügung zu stellen, das geeignet ist, alle Arten von Brillenlinsen, einschließlich Linsen mit progressiver Brechkraft der inneren Oberfläche, mit hoher Produktivität herzustellen.

#### OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

**[0011]** Um das obige Ziel zu erreichen, sieht die vorliegende Erfindung einen Linsen-Formbildungsschritt vor, der durch numerisch gesteuertes (NC) Schneiden, wie in Anspruch 1 dargelegt, durchgeführt wird. Dieser Formbildungsschritt schließt einen der endgefertigten Oberfläche nahe kommenden Grob-Schneideschritt des schnellen Grobschneidens eines Brillenlinsen-Grundmaterials zu einer Oberflächenform analog einer gewünschten Linsenoberflächenform ein, und einen Endfertigungs-Schneideschritt des exakten Endfertigungs-Schneidens der resultierenden

Oberflächenform in die gewünschte Linsenoberflächenform, wobei jeder Schritt verschiedene Schneidewerkzeuge verwendet. Mit dieser Konfiguration können alle Arten von Linsenoberflächenformen innerhalb eines breiten Bereichs von einer einfachen sphärischen Oberfläche bis hin zu einer komplex frei gekrümmten Oberfläche, wie zum Beispiel eine Gleitsichtoberfläche oder eine gekrümmte Oberfläche, die durch Synthetisieren einer Gleitsichtoberfläche mit einer torischen Oberfläche erhalten wird, mit hoher Produktivität hergestellt werden. Durch Verwendung des Schneidewerkzeugs zum Grobschneiden in dem der endgefertigten Oberfläche nahe kommenden Grob-Schneideschritt und des Schneidewerkzeugs zum Endfertigungs-Schneiden im Endfertigungs-Schneideschritt ist es ferner möglich, kontinuierlich eine Reihe von Schneideschritten im Formbildungsschritt durchzuführen, wobei eine numerisch gesteuerte Maschine verwendet wird.

**[0012]** Das numerisch gesteuerte Schneiden kann so durchgeführt werden, dass das Brillenlinsen-Grundmaterial auf seiner Rotationsachse in einer Y-Richtung rotieren gelassen wird und gleichzeitig eine Position von zumindest einem, vorzugsweise beiden Schneidewerkzeugen jeweils in der X-Richtung und Y-Richtung in Bezug auf eine Position des Brillenlinsen-Grundmaterials mit der Rotation des Brillenlinsen-Grundmaterials synchronisiert wird. Mit dieser Konfiguration ist es möglich, alle Arten von Oberflächenformen zu schaffen.

**[0013]** Bei der Schneidbearbeitung eines Linsen-Grundmaterials kann Absplitterung auftreten, falls die Bearbeitungsbedingungen abhängig von einer endgültigen Form und einer Art des Linsen-Grundmaterials nicht passend ausgewählt sind, da das Linsen-Grundmaterial ein Kunststoff ist. Unter diesem Gesichtspunkt werden die Bearbeitungsbedingungen vorzugsweise abhängig von einer Position eines Schneidewerkzeugs in Bezug auf das Brillenlinsen-Grundmaterial geändert. Von den Bearbeitungsbedingungen ist ein Vorschub-Abstand am wichtigsten. Um das Auftreten von Absplitterung zu unterdrücken, wird der Vorschub-Abstand an der äußeren peripheren Oberfläche des Brillenlinsen-Grundmaterials vorzugsweise so eingestellt, dass er geringer ist als der Vorschub-Abstand an der inneren peripheren Oberfläche des Brillenlinsen-Grundmaterials.

**[0014]** Die Bearbeitung mit numerisch gesteuertem Schneiden kann unter Hinzufügen eines Prismas und einer Zentrumsverschiebung, die in einer Vorschrift einer Brillenlinse enthalten sind, fortgeführt werden, ohne eine Spannvorrichtung zu verändern, die das Brillenlinsen-Grundmaterial hält, indem lediglich die Daten des Prismas und der Zentrumsverschiebung den Bearbeitungsdaten für die numerische Steuerung zugefügt werden.

**[0015]** Der Formbildungsschritt kann einen Außendurchmesser-Beschneideschritt zur Verkleinerung eines äußeren Durchmessers einer Linse auf einen spezifischen äußeren Durchmesser, und einen Anfassungsschritt umfassen.

**[0016]** Bei dem Formbildungsschritt der vorliegenden Erfindung kann eine Linsenoberflächenform erhalten werden, die auf einer Vorschrift für eine Brillenlinse basiert, vorzugsweise ist jedoch ein Hochglanz-Polierschritt für die Endfertigung der Linsenoberfläche zu einer endgültigen optischen Oberfläche vorgesehen.

**[0017]** Um eine komplex gekrümmte Oberfläche auf Hochglanz zu polieren, wird die Verwendung eines Polierwerkzeugs bevorzugt, das ein elastisches Blattmaterial mit einer gekrümmten Oberfläche umfasst (siehe beispielsweise JP-A-10175149), wobei ein Werkstück poliert wird, indem auf die innere Oberflächenseite des elastischen Plattenmaterials Druck ausgeübt wird, um das elastische Plattenmaterial zu dehnen und die äußere Oberflächenseite des elastischen Plattenmaterials mit dem Werkstück in Kontakt zu bringen. Mit dieser Konfiguration kann sogar eine komplex gekrümmte Oberfläche des Werkstücks gleichmäßig auf Hochglanz poliert werden, da sich das elastische Blattmaterial der Form der gekrümmten Oberfläche des Werkstücks anpasst.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0018]** **Fig. 1** ist ein Flussdiagramm, das die Herstellungsschritte einer Brillenlinse gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, und **Fig. 1(a)** bis **1(g)** sind schematische Ansichten, welche die Bearbeitungszustände in den entsprechenden Schritten zeigen;

**[0019]** **Fig. 2** ist eine Seitenansicht, die eine schematische Konfiguration einer numerisch gesteuerten Schleifmaschine zeigt, die für das Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

**[0020]** **Fig. 3** ist eine Draufsicht, die eine schematische Konfiguration einer numerisch gesteuerten Schneidemaschine zeigt, die für das Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

**[0021]** **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm, das ein Beispiel eines Arbeitsablaufs zum Erstellen der Bearbeitungsdaten für numerische Steuerung zeigt;

**[0022]** **Fig. 5(a)** und **5(b)** sind schematische Seitenansichten, die eine Anordnung eines Werkstücks im Fall des Hinzufügens eines Prismas bei den Formbildungsschritten auf einer Blockeinspannvorrichtung zeigen, wobei **Fig. 5(a)** ein Verfahren nach dem Stand der Technik zeigt, und **Fig. 5(b)** ein Verfahren

nach der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0023]** **Fig. 6(a)** und **6(b)** sind schematische Seitenansichten und Draufsichten, die eine Anordnung eines Werkstücks für den Fall des Hinzufügens einer Zentrumsverschiebung beim Formbildungsschritt auf einer Blockeinspannvorrichtung zeigen, wobei **Fig. 6(a)** ein Verfahren nach dem Stand der Technik zeigt, und **Fig. 6(b)** ein Verfahren nach der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0024]** **Fig. 7(1)** bis **7(4)** sind Diagramme, die Muster der Vorschub-Abstände zeigen; und

**[0025]** **Fig. 8(5)** bis **8(8)** sind Diagramme, die Muster der Vorschub-Abstände zeigen.

#### BESTES VERFAHREN ZUR DURCHFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0026]** Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung einer Brillenlinse gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

**[0027]** Das Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse gemäß der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die Herstellung von Monofokallinsen oder Multifokallinsen beschränkt, sondern ist auf die Produktion von Brillenlinsen mit aller Arten an gewünschten Linsenoberflächenformen anwendbar. Beispiele der Linsenoberflächenformen können eine sphärische Oberfläche, eine rotationssymmetrische asphärische Oberfläche, eine torische Oberfläche, eine asphärische astigmatische Oberfläche, die durch Synthetisieren einer torischen Oberfläche mit einer asphärischen Oberfläche erhalten wird, eine Gleitsichtoberfläche und eine gekrümmte Oberfläche, die durch Synthetisieren einer Gleitsichtoberfläche mit einer torischen Oberfläche erhalten wird, umfassen. Die vorliegende Erfindung ist natürlich auch auf andere Oberflächenformen als die obigen beispielhaft erläuterten Linsenoberflächenformen, die in Zukunft entwickelt werden, anwendbar. Das Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse gemäß der vorliegenden Erfindung ist besonders zur Herstellung einer sogenannten Linse mit progressiver Brechkraft der inneren Oberfläche geeignet, bei der eine Gleitsichtoberfläche oder eine gekrümmte Oberfläche, die durch Synthetisieren einer Gleitsichtoberfläche mit einer torischen Oberfläche erhalten wird, für eine konkave Oberfläche auf der dem Augapfel zugewandten Seite vorgesehen ist. Die Beschreibung der vorliegenden Erfindung erfolgt hauptsächlich am Beispiel der Herstellung einer Linse mit progressiver Brechkraft der inneren Oberfläche.

**[0028]** Das Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse gemäß der vorliegenden Erfindung weist Formbildungsschritte zur Schaffung einer Linsenoberflä-

chenform auf, um eine Linsenoberflächenform auf einer oder beider der konkaven (äußere Oberflächenseite) und der konvexen Seite (innere Oberflächenseite) eines Brillenglas-Grundmaterials durch Schneiden zu schaffen. Das Schneiden bei jedem Formbildungsschritt wird durch numerische Steuerung auf Basis der Bearbeitungsdaten für die numerische Steuerung durchgeführt.

**[0029]** **Fig. 1** ist ein Flussdiagramm, das ein Ausführungsbeispiel eines Polierverfahrens zeigt, das eine Reihe von Formbildungsschritten gemäß dem Herstellungsverfahren einer Brillenlinse der vorliegenden Erfindung umfasst. Jeder Schritt wird von einer schematischen Ansicht begleitet, die einen Bearbeitungszustand einer Linse in dem Schritt zeigt. Wie in **Fig. 1** gezeigt, umfasst das Polierverfahren einen Anordnungsschritt, einen Halterungsschritt, die Formbildungsschritte gemäß der vorliegenden Erfindung, einen Hochglanz-Polierschritt, einen Auslöseschritt, einen Reinigungsschritt und einen Kontrollschritt.

**[0030]** Vor dem Polierverfahren wurden die Vorschriftsdaten einer Brillenlinse eines Kunden in einen Zentralcomputer eingegeben, indem die Daten aus einem Online-Terminal dorthin übertragen wurden oder indem die Daten direkt über eine Eingabevorrichtung eingegeben wurden, und es wurde eine Linsenform auf Basis der Vorschriftsdaten durch einen Rechencomputer entworfen, um so die Bearbeitungsdaten zur numerischen Steuerung zu erhalten. Die Bearbeitungsdaten für die numerische Steuerung umfassen Außendurchmesser-Beschneidedaten, Grob-Schneidedaten, die der endgefertigten Oberfläche nahe kommen, Endfertigungs-Schneidedaten und Anfasungsdaten.

**[0031]** Die Außendurchmesser-Beschneidedaten werden zum Beschneiden eines unnötigen äußeren peripheren Anteils einer halbgefertigten Linse verwendet, um den Außendurchmesser auf einen spezifischen Außendurchmesser zu reduzieren.

**[0032]** Die der endgefertigten Oberfläche nahe kommenden Grob-Schneidedaten werden zum Schneiden einer Oberfläche auf der konkaven Seite oder auf der konvexen Seite der halbgefertigten Linse verwendet, um eine nahezu endgefertigte Oberflächenform zu schaffen, die einer gewünschten Linsenoberflächenform entspricht, und die in der Lage ist, eine Schneidetoleranz in dem nachfolgendem Endfertigungs-Schneideschritt zu reduzieren, und um die relativ dicke halbgefertigte Linse auf eine spezifische Dicke zu schneiden.

**[0033]** Zum Beispiel wird als die nahezu endgefertigte Oberflächenform basierend auf den Vorschriftsdaten der Brillenlinse eine frei gekrümmte Oberflächenform zum Grobschneiden berechnet, die einer

endgefertigten Linsenoberflächenform entspricht und die geringfügig dicker ist als die endgefertigte Linsenoberflächenform, eine Linsenoberflächenform, die identisch mit der endgefertigten Linsenoberflächenform ist, oder eine einfache Oberflächenform zum Grobschneiden, die eine etwas größere Schneidetoleranz im Hinblick auf die endgefertigte Linsenoberflächenform aufweist, jedoch in der Lage ist, eine Schneidetoleranz in dem nachfolgendem Endfertigungs-Schneideschritt zu verringern. Konkret bedeutet das, wenn die Vorschriftsdaten einen Astigmatismus enthalten, wie die nahezu endgefertigte Oberflächenform, wird eine torische Oberflächenform zum Grobschneiden berechnet, die eine minimale Endfertigungs-Schneidetoleranz für jeden der drei Punkte hat: eine Koordinate eines Linsenzentrums der endgefertigten Linsenoberflächenform, eine Koordinate einer äußeren Kante der endgefertigten Linsenoberflächenform in einer astigmatischen Achsenrichtung der endgefertigten Linsenoberflächenform und eine Koordinate einer äußeren Kante der endgefertigten Linsenoberflächenform in der Richtung, die senkrecht auf der astigmatischen Achsenrichtung steht. Andererseits, wenn die Vorschriftsdaten keinen Astigmatismus enthalten, wie die nahezu endgefertigte Oberflächenform, wird eine sphärische Oberflächenform zum Grobschneiden berechnet, die eine minimale Endfertigungs-Schneidetoleranz für jeden der drei Punkte hat: eine Koordinate eines Linsenzentrums, eine Koordinate des dünnsten Abschnitts der gesamten Peripherie einer äußeren Kante und eine Koordinate des dicksten Teils der gesamten Peripherie der äußeren Kante in der endgefertigten Linsenoberflächenform. Im Ergebnis ist die nahezu endgefertigte Oberflächenform dicker als die endgefertigte Linsenoberflächenform, beispielsweise um einen Wert im Bereich von 0,1 bis 5,0 mm, obwohl die Schneidetoleranz sich bei Linsenteilen unterscheidet.

**[0034]** Die Endfertigungs-Schneidedaten werden verwendet, um die oben beschriebene frei gekrümmte Oberflächenform zum Grobschneiden zu schneiden oder die torische oder sphärische nahezu endgefertigte Oberflächenform zum Grobschneiden mit einer Schneidetoleranz im Bereich von 0,1 bis 0,5 mm zu schneiden, um eine exakte Linsenoberflächenform basierend auf den Vorschriftsdaten der Brillenlinse zu schaffen.

**[0035]** Die Anfasungsdaten werden verwendet, um eine Kante der Oberfläche der halbgefertigten Linse anzufasen, die durch Endfertigungsschneiden endgefertigt wurde.

**[0036]** Die Bearbeitungsdaten zur numerischen Steuerung werden von dem Rechencomputer an den Zentralcomputer übermittelt und in den Zentralcomputer geladen. Zum Zeitpunkt der Bearbeitung der halbgefertigte Linse werden die Bearbeitungsdaten

zur numerischen Steuerung von dem Zentralcomputer auf eine numerische gesteuerte Maschine zum Polieren übertragen und in einem in der numerisch gesteuerten Maschine angelegten Speicher gespeichert.

**[0037]** Als Brillenlinsen-Grundmaterial, das bearbeitet werden soll, wird hauptsächlich eine halbgefertigte Linse verwendet. Falls beide Oberflächen eines Brillenlinsen-Grundmaterials der Formbildung unterzogen werden, kann das Grundmaterial eine einfache zylindrische Form haben. Eine halbgefertigte Linse wird hergestellt, indem zwei Glasgießformen einander gegenüberliegend mit einer bestimmten, dazwischen eingerichteten Lücke zusammengestellt werden, und indem die Lücke mit einem Klebeband oder ähnlichem abgedichtet wird, indem ein Monomer als Linsenmaterial in die Lücke (Kavität) eingespritzt wird, das Monomer aushärten gelassen und ein geformtes Produkt aus den Glasformen ausgelöst wird. Um eine Mono-Fokallinse oder eine gewöhnliche Multi-Fokallinse zu schaffen, wird eine konvexe Seite einer halbgefertigten Linse geformt, indem eine Form, die gleich einer endgültigen Oberfläche der Linse ist, von der einen Glasgießform darauf übertragen wird, und eine konkave Seite der halbgefertigten Linse wird ausgebildet, indem eine Form, die gleich einer Linsenform ist, die groß genug ist, um in jede endgültige Form geschnitten zu werden, die von Vorschriften in einem bestimmten Bereich gefordert werden, von der anderen Glasform übertragen wird. Die halbgefertigte Linse hat daher eine Dicke, die relativ größer ist als eine endgültige Dicke. Für eine Linse mit progressiver Brechkraft der inneren Oberfläche, die durch Formgießen hergestellt wird, wird eine konvexe Seite einer halbgefertigten Linse gebildet, indem eine Form, die einer endgültigen sphärischen oder asphärischen optischen Oberflächenform gleich ist, von einer Glasform auf diese übertragen wird, und eine konkave Seite der halbgefertigten Linse wird gebildet, indem eine Form, die gleich einer Linsenform ist, die groß genug ist, um in jede endgültige Form geschnitten zu werden, die durch Vorschriften in einem gewissen Bereich gefordert werden, von der anderen Glasform auf diese übertragen wird. In Anbetracht der Kombinationen an äußeren Formen, Dicke und ähnlichem muss eine große Anzahl aller Arten an halbgefertigten Linsen hergestellt werden.

**[0038]** Als nächstes wird vor dem Polierverfahren eine optimale zu bearbeitende halbgefertigte Linse aus den vorrätigen halbgefertigten Linsen auf der Basis eines Entwurfs einer Linsenform durch den Rechencomputer ausgewählt, und der Zentralcomputer wird über die ausgewählte halbgefertigte Linse informiert. Die zugehörige halbgefertigte Linse wird manuell aufgenommen oder automatisch aufgenommen, indem ein automatisierter Lagerraum oder ähnliches eingesetzt wird.

**[0039]** In dem in [Fig. 1](#) gezeigten Polierverfahren wird bei dem Schritt der Anordnung der ausgewählten halbgefertigten Linse eine Positionsmarkierung zugefügt, um die ausgewählte halbgefertigte Linse in eine Einspannvorrichtung einzusetzen. Der Anordnungsschritt ist erforderlich für die Ausarbeitung einer torischen Gestaltung oder eines Prismenzusatzes einer Multi-Fokallinse, deren vertikale Richtung eindeutig bestimmt ist, und kann für eine Mono-Fokallinse, die keine Richtungscharakteristik hat, weggelassen werden.

**[0040]** In dem in [Fig. 1\(a\)](#) gezeigten Halterungsschritt wird die konvexe oder konkave Seite einer halbgefertigten Linse **11** adhäsiv über einen Haltebinde **30**, der aus einer Metalllegierung mit niedrigem Schmelzpunkt hergestellt ist, an eine Einspannvorrichtung **20** gebunden, die an der numerisch gesteuerten Maschine befestigt werden soll. Zu diesem Zeitpunkt wird die halbgefertigte Linse **11** derart angeordnet, dass die Positionierungsmarkierung, die der halbgefertigten Linse **11** angefügt wurde, sich an einer spezifischen Position der Einspannvorrichtung **20** befindet.

**[0041]** Dann werden die Formbildungsschritte als das Merkmal der vorliegenden Erfindung durchgeführt. Bei den Formbildungsschritten wird eine Seite der halbgefertigten Linse beschnitten, um eine Linsenoberflächenform basierend auf der Vorschrift der Brillenlinsenvorschrift zu schaffen. Manchmal kann eine endgültige optische Oberfläche durch die Formbildungsschritte erhalten werden; falls die Linsenoberfläche, die in den Formbildungsschritten erhalten wurde, jedoch eine feine Rauigkeit aufweist, folgen dem Hochglanz-Polierschritt zur Glättung der Rauigkeit auf der Linsenoberfläche die Formbildungsschritte.

**[0042]** Die Formbildungsschritte gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen einen Außendurchmesser-Beschneideschritt, einen der endgefertigten Oberfläche nahe kommenden Grob-Schneideschnitt, einen Endfertigungs-Schneideschnitt und einen Anfasungsschritt. Der Außendurchmesser-Beschneideschritt ist vorgesehen, um den äußeren Durchmesser auf einen spezifischen Wert zu reduzieren, indem ein unnötiger äußerer peripherer Anteil einer halbgefertigten Linse durch Schneiden entfernt wird. Dieser Schritt ist auch erforderlich, um die Bearbeitungszeiten zu verkürzen, die für die nachfolgenden Grobschneide- und Endfertigungs-Schneideschritte nötig sind. Der der endgefertigten Oberfläche nahe kommende Grob-Schneideschritt ist vorgesehen, um schnell eine nahezu endgefertigte Oberflächenform zu schaffen, die einer gewünschten Linsenoberflächenform entspricht, und die relativ dicke halbgefertigte Linse schnell auf eine spezifische Dicke zu schneiden. Der Endfertigungs-Schneideschritt ist vorgesehen, um exakt eine gewünschte Linsenober-



flächenform aus der nahezu endgefertigten Oberflächenform durch Schneiden zu schaffen. Der Anfasungsschritt ist vorgesehen, um eine Kante der Linse anzufasen, die in dem Endfertigungs-Schneideschritt endgefertigt wurde, deren Kante so scharf ist, dass ein Bediener verletzt werden kann, und die abgespannt werden muss. Der Außendurchmesser-Beschneideschritt wird für gewöhnlich vor dem nahezu die endgefertigte Oberfläche schaffenden Grob-Schneideschritt durchgeführt; der Schritt kann allerdings vor oder nach dem Endfertigungs-Schneideschritt durchgeführt werden. Darüber hinaus kann der Außendurchmesser-Beschneideschritt weggelassen werden, wenn der Außendurchmesser der halbgefertigten Linse dem entspricht, der auf den Vorschriftsdaten basiert. Der Anfasungsschritt kann manchmal weggelassen werden. Falls die Form der endgefertigten Linse im Wesentlichen einer Linsenoberflächenform basierend auf den Vorschriftsdaten der Brillenlinsenvorgabe nahe kommt, kann ferner die Linsenoberflächenform basierend auf den Vorschriftsdaten der Brillenlinse manchmal direkt erhalten werden, nur durch Endfertigungs-Beschneiden der halbgefertigten Linse, wobei der Grobschneide-Schritt weggelassen wird.

**[0043]** Um die Formbildungsschritte durchzuführen, können Schneidemaschinen verwendet werden, die für die Durchführung des Außendurchmesser-Beschneideschritts, des nahezu die endgefertigte Oberfläche schaffenden Grob-Schneideschritts, des Endfertigungs-Schneideschritts und des Anfasungsschritts spezialisiert sind. Da sich die Arten und Bewegungen der Schneidewerkzeuge zwischen den Schneideschritten verändern, ist es erforderlich, diejenige Schneidemaschine zu verwenden, die auf den jeweiligen Schneideschritt spezialisiert ist. Dies macht es möglich, bei jedem Schneideschritt das Schneiden unter den optimalen Schneidebedingungen durch Verwendung des optimalen Schneidewerkzeugs durchzuführen und daher die Schneidbearbeitung mit hoher Genauigkeit effizient durchzuführen.

**[0044]** Bei dem Außendurchmesser-Beschneideschritt kann eine spezielle numerisch gesteuerte Außendurchmesser-Schneidemaschine (nicht gezeigt) verwendet werden. Die Einspannvorrichtung **20** wird in ein Spannfutter der Schneidemaschine eingesetzt und die Außendurchmesser-Beschneidedaten werden in die Schneidemaschine eingegeben. Alternativ kann die Schneidemaschine den Zentralcomputer über eine Kommunikationsleitung nach den Außendurchmesser-Beschneidedaten abfragen und die Daten, die auf diese Weise von dort übermittelt wurden, in einem Speicher der Schneidemaschine speichern. Die numerisch gesteuerte Außendurchmesser-Schneidemaschine lässt ein Werkstück in der Richtung der Y-Achse rotieren und steuert gleichzeitig die Position eines Schneidewerkzeugs sowohl in

der Y-Achsenrichtung als auch der Radialrichtung (X-Achsenrichtung) des Werkstücks auf der Basis der Außendurchmesser-Beschneidedaten, um den Außendurchmesser der halbgefertigten Linse **11** mittels des Schneidewerkzeugs, das entlang einer Seitenoberfläche der halbgefertigten Linse **11** bewegt wird, auf einen speziellen Außendurchmesser zu schneiden, wodurch eine halbgefertigte Linse **12**, wie in Fig. 1(b) gezeigt, geschaffen wird.

**[0045]** Für den nahezu die endgefertigte Oberfläche schaffenden Grob-Schneideschritt kann eine spezielle numerisch gesteuerte Maschine verwendet werden. Fig. 2 zeigt eine schematische Konfiguration als ein Beispiel einer numerisch gesteuerten Maschine die für den nahezu die endgefertigte Oberfläche schaffenden Grob-Schneideschritt verwendet wird. Eine numerisch gesteuerte Schneidemaschine **200** umfasst eine X-Achsen-Positionierungsvorrichtung **202** und eine Y-Achsen-Positionierungsvorrichtung **210**, die auf einem Fundament **201** befestigt sind. Die X-Achsen-Positionierungsvorrichtung **202** wird in einer X-Achsenrichtung (senkrecht zu der Papierebene) durch einen X-Achsen-Antriebsmotor und einen Encoder **204** angetrieben. Eine Rotationsvorrichtung **205** der Werkstückwelle ist auf der X-Achsen-Positionierungsvorrichtung **202** befestigt. Ein Werkstück-Spannfutter **208**, das auf einer rotierenden Werkstückwelle **207** befestigt ist, wird durch einen Antriebsmotor für die rotierende Werkstückwelle und einen Encoder **206** rotieren gelassen, und die Rotationsposition eines Werkstücks wird angezeigt. Die Vorrichtung zur Positionierung der Y-Achsen **210** wird in einer Y-Achsenrichtung, die im Wesentlichen die horizontale Richtung ist, durch einen Y-Achsen-Antriebsmotor und einen Encoder **211** angetrieben. Eine Z-Achsen-Positionierungsvorrichtung **212** und ein Rotationsvorrichtung für ein Schneidewerkzeug **213** sind auf der Y-Achsen-Positionierungsvorrichtung **210** über eine Z-Achsen-Stütze **214** befestigt. Ein Schleifwerkzeug (Rundschneider) **215** wird durch die Rotationsvorrichtung für das Schneidewerkzeug **213** über eine Rotationswelle für Schneidewerkzeug **216** rotieren gelassen. Das Schleifwerkzeug **215** und die Rotationsvorrichtung für das Schneidewerkzeug **213** sind in einer Z-Achsenrichtung durch einen Z-Achsen-Antriebsmotor der Z-Achsen-Positionierungsvorrichtung **212** und einen Encoder **217** auf und ab bewegbar. Die Z-Achsen-Positionierungsvorrichtung **212** ist hauptsächlich dazu vorgesehen, um die Achse des Werkstücks mit der Achse des Rundschneiders **215** auszurichten. Die halbgefertigte Linse (Werkstück) **12** wird durch das Werkstück-Spannfutter **208** über eine Einspannvorrichtung (nicht gezeigt) gehalten.

**[0046]** Entsprechend der numerisch gesteuerten Schneidemaschine **200** wird die X-Achsen-Positionierungsvorrichtung **202** und die Y-Achsen-Positionierungsvorrichtung **210** synchron mit der Rotations-

position des Werkstücks **12** gesteuert, wodurch die Position des Werkstücks **12** sowohl in X-Achsenrichtung und als auch in Y-Achsenrichtung relativ zur Position des Schleifwerkzeugs **215** gesteuert wird.

**[0047]** Die nahezu die endgefertigte Oberfläche schaffenden Grob-Schneidedaten werden direkt in die numerisch gesteuerte Schneidemaschine eingegeben oder über den Zentralcomputer zu dieser übertragen und dort gespeichert. Eine Zentrumsordinate des Rundschneiders **215** wird in Normalenrichtungslinie, die sich von einem zu bearbeitenden Punkt des Werkstücks hoch erstreckt, unter Verwendung von drei Achsen aus der X-Achsen-Positionierungsvorrichtung **202**, der Y-Achsen-Positionierungsvorrichtung **210** und der Rotationsvorrichtung **205** für das Werkstück positioniert. Die Positionierung der Zentrumsordinate des Rundschneiders **215**, die mit dem zu bearbeitenden Punkt des Werkstücks **12** übereinstimmt, wird kontinuierlich durchgeführt, wodurch die Linsenoberfläche des Werkstücks **12** durch Grobschneiden zu einer frei gekrümmten Oberflächenform oder einer sphärischen oder torischen Oberflächenform auf der Basis der nahezu die endgefertigte Oberfläche schaffenden Grob-Schneidedaten geformt wird.

**[0048]** Mit dem nahezu die endgefertigte Oberfläche schaffenden Grob-Schneideschritt kann, wie in **Fig. 1(c)** gezeigt, eine halbgefertigte Linse **13** mit einer grob geschnittenen Oberfläche erhalten werden, deren Oberflächenrauigkeit  $R_{max}$  in einem Bereich von  $100\ \mu\text{m}$  oder weniger bestimmt ist.

**[0049]** Beim Endfertigungs-Schneideschritt wird Endfertigungs-Schneiden unter einer Endfertigungs-Schneidebedingung durchgeführt, indem eine Schneidemaschine ähnlich der numerisch gesteuerten Schneidemaschine **200** verwendet wird, auf der zuvor ein Endfertigungs-Schneidewerkzeug befestigt wurde. Die grob geschnittene Oberfläche der halbgefertigten Linse **13** wird so akkurat in eine gewünschte endgültige Linsenoberflächenform auf Basis der Endfertigungs-Schneidedaten geschnitten.

**[0050]** Beim Endfertigungs-Schneideschritt, wie in **Fig. 1(d)** gezeigt, kann eine halbgefertigte Linse **14** mit einer Oberflächenrauigkeit  $R_{max}$  in einem Bereich von ungefähr  $0,1$  bis  $10\ \mu\text{m}$  erhalten werden.

**[0051]** Beim Anfasungsschritt kann eine spezialisierte numerisch gesteuerte Anfasungsmaschine (nicht gezeigt) verwendet werden. Die Einspannvorrichtung **20** wird in ein Spannfutter der Anfasungsmaschine eingesetzt und die Anfasungsdaten werden in die Anfasungsmaschine eingegeben. Alternativ kann die Anfasungsmaschine die Anfasungsdaten von dem Zentralcomputer über eine Kommunikationsleitung abfragen und die auf diese Weise von dort übertragenen Daten in einem Speicher der Anfasungsmaschine speichern.

Die numerisch gesteuerte Anfasungsmaschine lässt die halbgefertigte Linse **14** rotieren und bringt gleichzeitig ein Schneidewerkzeug mit einer Kante der endgefertigten Oberfläche der halbgefertigten Linse **14** in Kontakt, um die Kante der endgefertigten Oberfläche der halbgefertigten Linse **14** anzufasen.

**[0052]** Beim Anfasungsschritt, wie in **Fig. 1(e)** gezeigt, kann eine halbgefertigte Linse **15**, die dem Anfasen unterzogen worden ist, erhalten werden.

**[0053]** Nach Bedarf folgt den Formbildungsschritten ein Hochglanz-Polierschritt, um Rauigkeit auf der Linsenoberfläche zu glätten. Die Linsenoberfläche kann durch Endfertigungs-Schneiden zu einer Oberfläche mit einer Oberflächenrauigkeit  $R_{max}$  in Bereich von ungefähr  $0,1$  bis  $10\ \mu\text{m}$  im Endfertigungs-Schneideschritt endgefertigt werden, und die auf diese Weise durch Endfertigungs-Schneiden endgefertigte Linsenoberfläche kann ferner zu einer endgültigen optischen Oberfläche mit einer Oberflächenrauigkeit  $R_{max}$  von etwa einigen  $10\ \text{nm}$  im Hochglanzpolierschritt endgefertigt werden. Wenn die zu polierende Oberfläche beim Hochglanz-Polierschritt eine konkave Oberfläche einer Mono-Fokallinse oder eine konkave Oberfläche einer Multi-Fokallinse mit einer Gleitsichtoberfläche auf der konvexen Seite ist, kann die Oberfläche mit Polierverfahren des Stands der Technik unter Verwendung eines Arbeitstellers poliert werden, da die zu polierende Oberfläche eine sphärische oder torische Oberfläche ist; falls die zu polierende Oberfläche jedoch eine komplex gekrümmte Oberfläche, wie zum Beispiel eine innere Oberfläche einer Linse mit progressiver Brechkraft der inneren Oberfläche ist, kann sie nicht mit Polierverfahren des Stands der Technik unter Verwendung eines Arbeitstellers poliert werden.

**[0054]** Polieren einer komplex gekrümmten Oberfläche, wie zum Beispiel einer inneren Oberfläche einer Linse mit progressiver Brechkraft der inneren Oberfläche wird bevorzugt unter Verwendung eines Kopier-Polierwerkzeugs, gezeigt in **Fig. 1(f)**, durchgeführt. Ein Kopier-Polierwerkzeug **40** hat eine gekrümmte elastische Platte **41**. Die Hochglanzpolierbearbeitung unter Verwendung des Kopier-Polierwerkzeugs **40** wird durchgeführt, indem Druck auf die innere Oberflächenseite der elastischen Platte **41** ausgeübt wird, um die elastische Platte **41** zu dehnen und gleichzeitig die äußeren Oberflächenseite der elastischen Platte **41** in Kontakt mit einem Werkstück **16** zu bringen und die Oberfläche des Werkstücks **16** zu einer spiegelblanken Oberfläche zu polieren. Um genauer zu sein, ist die elastische Platte **41** als eine flexible Gummiplatte gestaltet, die zu einer halbsphärischen Form ausgebildet ist, wobei die Platte auf einem Gehäuse in Form eines runden, tellerförmigen Gehäuses **42** mit einem dazwischen liegenden abgedichteten Raum befestigt ist; und ein Druckgas oder



-fluid wird dem abgedichteten Raum aus einer Öffnung für Gas oder Fluid **43** zugeführt, wodurch ein spezifischer Druck auf die innere Seite der Gummipatte **41** ausgeübt wird, so dass die Gummipatte **41** in einem halbsphärischen Zustand gehalten wird. Die halbsphärische Form der Gummipatte **41** kann abhängig von der Form des Werkstücks **16** geändert werden, indem der Druck des Gases oder Fluids, das dem abgedichteten Raum zugeführt wird, verändert wird. Ein Aufspannungs-Abschnitt **44**, der auf der Rückseite des Gehäuses **42** des Kopier-Polierwerkzeugs **40** vorgesehen ist, kann auf einem schwingenden Apparat (nicht gezeigt) befestigt werden. Ein Polierstoff wie zum Beispiel ein Vliesstoff wird auf die Oberfläche der Gummipatte **41** geklebt. Beim Polieren wird das rotierende und schwingende Gehäuse **42** gegen das Werkstück **16** gedrückt, während eine Polierlösung zwischen der Gummipatte **41** und dem Werkstück **16** zugeführt wird.

**[0055]** Das Kopier-Polierwerkzeug **40** ist insofern vorteilhaft, da die Gummipatte **41** mit einem gleichmäßig darauf ausgeübten Druck in Kontakt mit der Oberfläche des Werkstücks **16** gebracht wird, die Gummipatte **41** der Form der Oberfläche des Werkstücks **16** folgen kann, sogar wenn die Oberfläche des Werkstücks **16** eine komplex gekrümmte Oberfläche ist, mit dem Ergebnis, dass die Oberfläche des Werkstücks **16** gleichmäßig poliert werden kann. Das Polieren unter Verwendung des Kopier-Polierwerkzeugs **40** ist besonders geeignet zum Polieren einer frei gekrümmten Oberfläche wie zum Beispiel einer inneren Oberfläche einer Linse mit progressiver Brechkraft der inneren Oberfläche.

**[0056]** Das Polieren einer komplex gekrümmten Oberfläche kann durch Verwendung einer numerisch gesteuerten Poliermaschine durchgeführt werden. Zum Beispiel umfasst das Polieren einer komplex gekrümmten Oberfläche eines Werkstücks unter Verwendung einer numerisch gesteuerten Poliermaschine das Positionieren eines Polierwerkzeugkopfes relativ zu dem Werkstück und Einstellen eines beliebigen Punktes der Oberfläche des Polierwerkzeugkopfes in der Normalenrichtung, die sich von einem zu polierenden Punkt des Werkstücks nach oben erstreckt, auf der Basis der NC-Polierdaten, die zuvor aus der entworfenen Form einer Linse berechnet wurden und in Druck-Kontakt bringen des Polierwerkzeugkopfes mit dem Werkstück in der Normalenrichtung, die sich von einem zu polierenden Punkt des Werkstücks nach oben erstreckt. Mit diesem numerisch gesteuerten Polierverfahren kann die Form einer gekrümmten Linsenoberfläche, die bei den Formbildungsschritten geschaffen wurde, zu einer endgültigen optischen Oberfläche poliert werden, während die gekrümmte Linsenform beibehalten wird.

**[0057]** Beide Oberflächen der halbgefertigten Linse,

die dem Endfertigungs-Schneiden unterzogen wurden werden so durch den Hochglanz-Polierschritt zu endgültigen optischen Oberflächen geformt, so dass eine endgefertigte Linse **17** erhalten wird. Da die Einspannvorrichtung **20** unnötig wird, wie in **Fig. 1(g)** gezeigt, wird danach der Auslöseschritt durchgeführt, wobei die endgefertigte Linse **17** aus der Einspannvorrichtung **20** entfernt wird. Die endgefertigte Linse **17** wird dann dem Reinigungsschritt unterzogen, bei dem auf der endgefertigten Linse **17** haftende Verunreinigung entfernt wird, und wird schließlich dem Kontrollschritt unterzogen. Das Polierverfahren ist damit vervollständigt.

**[0058]** Die endgefertigte Linse **17** wird dann der Reihe nach einem Färbeschritt, einem Schichtbildungsschritt für einen Hartüberzug, einem Schichtbildungsschritt zur Entspiegelung und ähnlichem unterzogen, um eine endgültige Linse zu erhalten.

**[0059]** Die Formbildungsschritte, die durch Schneiden unter Verwendung der numerischen Steuerung durchgeführt werden, sind effektiv zur Verdrängung der Kopier-Läppbearbeitung des Stands der Technik und ermöglichen es, alle Arten von gekrümmten Oberflächenformen zu schaffen, und, noch genauer, machen es möglich, zu eliminieren die Notwendigkeit, eine großen Anzahl an Arbeitstellern bereit zu stellen, die für jede Linsenoberflächenform bei der Kopier-Läpparbeit erforderlich waren, und eliminieren ebenfalls die Notwendigkeit der Verwendung von Hilfsmaterialien wie zum Beispiel einer Polierkomponente und eines Polierpads, wodurch die Produktionskosten reduziert werden.

**[0060]** In der obigen Beschreibung werden die speziellen Schneidemaschinen bei den jeweiligen Formbildungsschritten des Polierverfahrens verwendet; bei den Formbildungsschritten gemäß der vorliegenden Erfindung können jedoch die Außendurchmesser-Beschneidebearbeitung, die eine nahezu endgefertigte Oberflächenform schaffende Grob-Schneidebearbeitung, die Endfertigungs-Schneidebearbeitung und die Anfasungsbearbeitung unter Verwendung einer numerisch gesteuerten Maschine durchgeführt werden.

**[0061]** **Fig. 3** zeigt eine schematische Konfiguration einer numerisch gesteuerten Schneidemaschine als ein Beispiel einer solchen numerisch gesteuerten Maschine. Eine numerisch gesteuerte Schneidemaschine **300** umfasst eine X-Achsen-Positionierungsvorrichtung **310** und eine Y-Achsen-Positionierungsvorrichtung **320**, die auf einer Basis **301** befestigt sind. Die X-Achsen-Positionierungsvorrichtung **310** wird, durch einen X-Achsenantriebsmotor und einen Encoder **311** in einer X-Achsenrichtung, die im Wesentlichen die horizontale Richtung ist betrieben. Die Position in der X-Achsenrichtung wird durch den Encoder **311** angezeigt. Eine Rotationsvorrichtung **312**

für eine Werkstückwelle wird auf der X-Achsen-Positionierungsvorrichtung **310** befestigt. Eine Werkstückspannvorrichtung **313**, die auf der Rotationsvorrichtung für eine Werkstückwelle **312** befestigt ist, wird mit einem Antriebsmotor für die Werkstücksrotationswelle und einen Encoder **314** rotieren gelassen. Die Rotationsposition des Bearbeitungsspannfutters **313** wird durch den Encoder **314** angezeigt. Eine halbgefertigte Linse (Werkstück) **11** wird in dem Werkstückspannfutter **313** über eine Einspannvorrichtung befestigt. Die Y-Achsen-Positionierungsvorrichtung **320** wird in einer Y-Achsenrichtung, die im Wesentlichen die horizontale Richtung ist, die senkrecht auf der X-Achse steht, durch einen Y-Achsenantriebsmotor und ein Encoder **321** betrieben. Die Position in der Y-Achsenrichtung wird durch den Encoder **321** angezeigt. Zwei Werkzeughalterungen: eine erste Werkzeughalterung **322** und eine zweite Werkzeughalterung **323** sind auf der Y-Achsen-Positionierungsvorrichtung **320** befestigt. Ein Schneidewerkzeug **324** zum Grobschneiden ist auf der ersten Werkzeughalterung **322** befestigt und ein Schneidewerkzeug **325** zum Endfertigungs-Schneiden ist auf der zweiten Werkzeughalterung **323** befestigt. Das Schneidewerkzeug **324** zum Grobschneiden ist typischerweise aus einer Hartmetalllegierung hergestellt, und das Schneidewerkzeug **325** zum Endfertigungs-Schneiden ist typischerweise aus einem Einkristalldiamanten gefertigt.

**[0062]** Entsprechend der numerischen Steuerung der vorliegenden Erfindung wird eine Zentrumskoordinate des führenden Endes des Schneidewerkzeugs **324** oder **325** in der Normalenrichtung, die sich von einem Punkt des Werkstücks **11**, das bearbeitet werden soll hoch erstreckt, unter Verwendung von drei Achsen aus der X-Achsen-Positionierungsvorrichtung **310**, der Y-Achsen-Positionierungsvorrichtung **320** und der Rotationsvorrichtung für die Werkstückwelle **312** positioniert. Die Linsenoberfläche, die auf der entworfenen Form der Linsenvorgabe basiert, wird geschaffen, indem die Zentrumskoordinate des vorderen Endes des Schneidewerkzeugs kontinuierlich positioniert wird, die mit dem Punkt des Werkstücks übereinstimmt, der bearbeitet werden soll. In diesem Fall wird das Werkstück **11** durch die Rotationsvorrichtung für die Werkstückwelle **312** bei einer Umdrehungszahl in einem Bereich von 100 bis 3000 Umdrehungen pro Minute rotieren gelassen. Die Umdrehungszahl des Werkstücks **11** wird abhängig von der Form des Werkstücks **11** und der Art des Schneidens (Grobschneiden oder Endfertigungs-Schneiden) bestimmt. Die Rotationsposition des Werkstücks **11** wird durch den Encoder **314** angezeigt, und die Y-Achsen-Positionierungsvorrichtung **320** und die X-Achsen-Positionierungsvorrichtung **310** werden mit der Rotation des Werkstücks **11** synchron positioniert. Um genauer zu sein, wird die Position des Schneidewerkzeugs **324** oder **325** in der Y-Achsen-Richtung, welche die Rotationsachse des Werk-

stücks **11** ist, in Bezug auf die Position des Werkstücks **11** und die Position des Schneidewerkzeugs **324** oder **325** in der X-Achsenrichtung in Bezug auf die Position des Werkstücks **11** jeweils mit der Rotation des Werkstücks **11** synchronisiert.

**[0063]** In der numerisch gesteuerten Schneidemaschine **300** wird die Schneidarbeit unter Verwendung des Schneidewerkzeugs **324** zum Grobschneiden oder des Schneidewerkzeugs **325** zum Endfertigungs-Schneiden, das mit dem Schneidewerkzeug **324** austauschbar ist, durchgeführt. Um genauer zu sein, werden die Außendurchmesser-Beschneidedaten und die eine nahezu endgefertigte Oberflächenform schaffende Grob-Schneidarbeit unter Verwendung des Schneidewerkzeugs **324** zum Grobschneiden durchgeführt, und die Endfertigungs-Schneidarbeit und die Anfasungsarbeit werden unter Verwendung des Schneidewerkzeugs **325** zum Endfertigungs-Schneiden durchgeführt.

**[0064]** Die Schneidedaten für die numerische Steuerung, die aus Außendurchmesser-Beschneidedaten, der eine nahezu endgefertigte Oberflächenform schaffende Grob-Schneidedaten, die Endfertigungs-Schneidedaten und die Anfasungsdaten zusammengesetzt sind und die durch Berechnung auf der Basis der Vorschriftsdaten einer Brillenlinse erhalten werden, die von einer Eingabevorrichtung durch einen Rechencomputer eingegeben wurden, werden zu der numerisch gesteuerten Schneidemaschine **300** über einen Zentralcomputer übertragen und in dem in der Maschine **300** angelegten Speicher gespeichert.

**[0065]** Die auf einer Einspannvorrichtung **20** fixierte halbgefertigte Linse **11**, wie in Fig. 1(a) gezeigt, wird in dem Werkstückspannfutter **313** befestigt, und der Außendurchmesser der halbgefertigten Linse **11** wird auf einen spezifischen Außendurchmesser auf der Basis der für die halbgefertigte Linse **11** vorgegebenen Außendurchmesser-Beschneidedaten mit dem Schneidewerkzeug **324** zum Grobschneiden geschnitten. Die halbgefertigte Linse wird dann auf der Basis der eine nahezu endgefertigte Oberflächenform schaffende Grob-Schneidedaten mit dem Schneidewerkzeug **324** zum Grobschneiden geschnitten. In diesem Fall wird die Oberfläche der halbgefertigten Linse zu einer grobgeschnittenen Oberfläche geformt, die eine frei gekrümmte Oberflächenform oder eine torische oder sphärische Oberflächenform entsprechend einer gewünschten Linsenoberflächenform aufweist, und die eine Oberflächenrauigkeit  $R_{max}$  von 100  $\mu\text{m}$  oder weniger hat. Die halbgefertigte Linse wird dann zu einer Stärke von ungefähr 0,1 bis 5,0 mm auf der Basis der Endfertigungs-Daten mit dem Schneidewerkzeug **325** zum Endfertigungs-Schneiden geschnitten. In diesem Fall wird die Oberfläche der halbgefertigten Linse zu einer endgefertigten Oberfläche geformt, die

eine Linsenoberflächenform basierend auf die Vorschriftsdaten der Brillenlinse hat und die eine Oberflächenrauigkeit  $R_{\max}$  von ungefähr 0,1 bis 10  $\mu\text{m}$  aufweist. Die Linse, die in dem Endfertigungs-Schneideschritt endgefertigt wurde, wird schließlich gemäß den Anfasungsdaten mit dem Schneidewerkzeug **325** zum Endfertigungs-Schneiden angefast.

**[0066]** Im Vergleich zu dem oben beschriebenen Verfahren, das für die entsprechenden Schritte spezielle Maschinen verwendet, hat das Formbildungs-Verfahren, das dadurch charakterisiert ist, das die Reihe von Formbildungs-Arbeiten kontinuierlich ohne Entfernung eines Werkstücks aus dem Werkstückspannfutter unter Verwendung einer numerisch gesteuerten Maschine **300** durchgeführt wird, wobei die zwei Arten an Schneidewerkzeugen, d. h. das Schneidewerkzeug **324** zum Grobschneiden und das Schneidewerkzeug **325** zum Endfertigungs-Schneiden, umfasst sind, die folgenden Vorteile:

Da jeder Schneideschritt durch Verwendung der einen Maschine durchgeführt wird, ist es möglich, nicht nur die Notwendigkeit zur Bereitstellung von Schneidemaschinen für die entsprechenden Schneideschritte zu beseitigen, sondern auch den Bedarf an Zuwendung durch Bediener für die entsprechenden Schneideschritte zu vermeiden. Im Ergebnis ist es möglich, nicht nur die Arbeitskosten zu reduzieren und dadurch die Produktionskosten zu verringern, sondern auch die Produktionsausbeute zu verbessern und die Qualität zu stabilisieren und zu verbessern, in dem der Produktionsausfall als Folge menschlicher Fehler gesenkt wird, und das Auftreten von Qualitätsschwankung vermieden wird. Ferner ist es möglich, die Kontrolle, die für jeden Schritt durchgeführt wurde, zu erübrigen.

**[0067]** Bei der numerisch gesteuerten Schneidemaschine **300** werden zwei Arten von Schneidewerkzeugen verwendet; es können aber drei oder mehrere Arten von Schneidemaschinen verwendet werden und jede Gruppe an Schneideschritten kann mit dem entsprechenden der Schneidewerkzeuge durchgeführt werden. Auch kann die numerisch gesteuerte Schneidemaschine **300** so ausgeführt sein, dass lediglich einer Art des Schneidewerkzeugs als eine spezielle eine nahezu endgefertigte Oberflächenform schaffende Grob-Schneidemaschine oder eine spezielle Endfertigungs-Schneidemaschine verwendet wird. Ferner wird das Werkstück in dem obigen Ausführungsbeispiel in der X-Achsenrichtung bewegt, und das Schneidewerkzeug wird in der Y-Achsenrichtung bewegt, um das Schneidewerkzeug und das Werkstück relativ zueinander zu bewegen; es kann jedoch eine Konfiguration angenommen werden, bei der das Werkstück in einer bestimmten Position angeordnet ist und das Schneidewerkzeug sowohl in der X-Achsenrichtung als auch Y-Achsenrichtung bewegt wird.

**[0068]** Als nächstes wird ein Verfahren zum Erstellen der Bearbeitungsdaten zur numerischen Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben. [Fig. 4](#) ist ein Flussdiagramm, das ein Berechnungsverfahren für die Bearbeitungsdaten zur numerischen Steuerung, die bei der Formbildung, die durch eine numerisch gesteuerte Maschine durchgeführt wird, verwendet werden, zeigt.

**[0069]** In Schritt **401** werden die Vorschriftsdaten einer Brillenlinse, die von einem Kunden verlangt wurde, erfasst. Falls die Brillenlinse eine Gleitsichtlinse ist, umfassen die Vorschriftsdaten im Allgemeinen eine F (sphärische) Brechkraft, eine C (zylindrische) Brechkraft, eine astigmatische Achse, eine Zusatzbrechkraft (ADD) Stärke, ein Prisma, eine Zentrumsverschiebung, eine Linsenstärke, einen Linsendurchmesser und eine Farbe; und falls die Brillenlinse eine Mono-Fokallinse ist, umfassen die Vorschriftsdaten eine S-Brechkraft, ein C-Brechkraft, eine astigmatische Achse, ein Prisma, eine Zentrumsverschiebung, eine Linsenstärke, einen Linsendurchmesser und eine Farbe. Die Vorschriftsdaten werden direkt von einem in einem Brillengeschäft installierten Terminal zu einem Zentralcomputer, der in einer Produktionsabteilung eines Brillenherstellers installiert ist, über Online-Betrieb übertragen. Alternativ werden die Vorschriftsdaten einmal von einem Brillengeschäft zu einer zentralen Weitergabestation übertragen mit Hilfe eines Übertragungsmittels wie zum Beispiel Telefon oder Fax, und dann von der zentralen Weitergabestation zum Zentralcomputer über Online-Betrieb übertragen. Die Vorschriftsdaten können direkt in den Zentralcomputer unter Verwendung einer Eingabevorrichtung eingegeben werden.

**[0070]** In Schritt **402** werden die Vorschriftsdaten, die in den Zentralcomputer eingegeben wurden, durch einen Rechencomputer zu Produktionsdaten für eine Produktionslinie verarbeitet und eine Kombination gekrümmter Oberflächen einer Linse wird auf Basis der Produktionsdaten berechnet, d. h. auf der Basis der Vorschrift des Kunden. Auf diese Weise wird eine Linsenform als numerische Daten für jede Vorschrift von Kunden entworfen.

**[0071]** In Schritt **403** wird entschieden, ob die Vorschriftsdaten der Brillenlinse ein Prisma enthalten oder nicht. Ein Prisma ist ein Vektor, der eine Richtung und eine Länge hat, und wird im Allgemeinen sowohl hinsichtlich der Basis des Prismas (0 bis 359°) als auch der Länge ausgedrückt. Falls die Vorschriftsdaten ein Prisma enthalten, fährt das Verfahren mit Schritt **404** fort, bei dem die numerischen Daten der Linsenform auf Basis eines Prismenanteils korrigiert werden, d. h., indem die Daten des Prismas zu den numerischen Daten zugefügt werden. Konkret werden die numerischen Daten, die eine zu bearbeitende Oberfläche (entworfene Oberfläche) ausdrücken, in einer beliebigen Richtung, die der Richtung

des Prismas entspricht, um einen beliebigen Anteil, der der Länge des Prismas entspricht, geneigt, und neue numerische Daten der Linsenform werden auf der Basis einer neu bestimmten Oberfläche, die bearbeitet werden soll, erhalten.

**[0072]** Fig. 5(a) zeigt verdeutlichend eine Weise, wie ein Prisma in Übereinstimmung mit dem Polierverfahren des Stands der Technik hinzugefügt werden kann, und Fig. 5(b) zeigt verdeutlichend eine Weise, wie ein Prisma in Übereinstimmung mit dem Polierverfahren der vorliegenden Erfindung hinzu gefügt werden kann.

**[0073]** Ein Linsengrundmaterial **11** wird mit einem Haltezement **30** fest an eine Einspannvorrichtung **20** gebunden, die aus einem Metall mit einem niedrigen Schmelzpunkt hergestellt wurde. Der Haltezement **30** wird gebildet, in dem ein flüssiges Metall mit niedrigem Schmelzpunkt in eine Kavität einer hohlen Spannvorrichtung (nicht gezeigt), die zwischen der Oberfläche der Bindung des Linsengrundmaterials **11** und der Einspannvorrichtung **20** eingefügt ist, gegossen wird, und das Metall fest werden gelassen wird.

**[0074]** Bei der Weise des Hinzufügens eines Prismas in Übereinstimmung mit dem Polierverfahren des Stand der Technik ist es erforderlich, eine hohle Spannvorrichtung zur Verfügung zu stellen, deren Form jeweils dem Prismenanteil entspricht, da das Linsengrundmaterial **11** selbst geneigt werden muss. Für eine allgemeine Multi-Fokal-Linse mit einer Gleitoberfläche auf der äußeren Oberflächenseite ist es erforderlich, eine Hohlspannvorrichtung zur Verfügung zu stellen, deren Form einer Grundkrümmung und einer Zusatz-(ADD)-brechkraft eines jeden Linsengrundmaterials entspricht, da die konvexe Seite in engen Kontakt mit einer Hohlspannvorrichtung gebracht werden muss. Im Ergebnis muss eine große Anzahl an Hohlspannvorrichtungen für eine Vielfalt an Linsenformen zur Verfügung gestellt werden. Die Weise nach dem Stand der Technik hat ein weiteres Problem, dass eine große Abweichung zu der Zeit auftritt, wenn das Linsengrundmaterial manuell auf der Hohlspannvorrichtung positioniert wird, was zu einem Grund für ein Fehlerbildung führt. Nach dem in Fig. 5(a) gezeigten Polieren ist eine Bezugsoberfläche S der Einspannvorrichtung **20** parallel zu einer tangentialen Linie L1 an dem optischen Zentrum der Oberfläche, die bearbeitet werden soll (Passpunkt, d. h., ein im Zentrum einer Pupille lokalisierter Punkt, wenn die Linse in einen Brillenrahmen eingefügt ist).

**[0075]** Im Gegensatz dazu erfordert das Hinzufügen eines Prismas bei der Weise, ein Prisma in Übereinstimmung mit dem Herstellungsverfahren der vorliegenden Erfindung, wie in Fig. 5(b) gezeigt, hinzuzufügen, nur eine Berechnung, die notwendig ist, um eine Oberfläche, die bearbeitet werden soll, in einer

beliebigen Richtung um einen beliebigen Anteil mit einem Schnittpunkt A zwischen einer Rotationsachse MC zur Bearbeitung und der zu bearbeitenden Oberfläche als Grundlage für eine Drehachse (zur Bestimmung der Neigung) zu neigen. Mit einer solchen Berechnung ist es möglich, die zu bearbeitende Oberfläche zu schaffen, bei der eine tangentielle Linie L2 an dem optischen Zentrum der zu bearbeitenden Oberfläche in Bezug auf die Bezugsoberfläche S der Einspannvorrichtung **20** um einen Winkel, der zu einem bestimmten Prismenanteil äquivalent ist, geneigt wurde. Da ein Prisma durch Verändern lediglich der numerischen Daten hinzugefügt werden kann, ist es im Ergebnis möglich, den Bedarf nach Bereitstellung einer großen Anzahl an Hohlspannvorrichtungen zu erübrigen und auch das Auftreten von durch manuelles Bedienen verursachten Abweichungen zu eliminieren.

**[0076]** Wieder Bezug nehmend auf Fig. 4, wird in Schritt **405** entschieden, ob eine zentrumsverschiebende Arbeit in den Vorschriftsdaten der Brillenlinse enthalten ist oder nicht. Die zentrumsverschiebende Arbeit wird hauptsächlich durchgeführt, um den Außendurchmesser der Linse zu reduzieren. Ein Zentrumsverschiebungsanteil ist ein Vektor mit einer Richtung und einer Länge und wird im Allgemeinen sowohl in als Prismenbasis (0 bis 359°) und als Prismenanteil ausgedrückt. Falls in den Vorschriftsdaten eine zentrumsverschiebende Arbeit enthalten ist, fährt das Verfahren mit Schritt **406** fort, bei dem die numerischen Daten der Linsenform durch Hinzufügen der Daten der Zentrumsverschiebung korrigiert werden. Konkret werden die numerischen Daten, die eine zu bearbeitende Oberfläche ausdrücken (entworfene Oberfläche), in einer beliebigen Richtung, die der Richtung des Zentrumsverschiebungsanteils entspricht, um einen beliebigen Anteil, der der Länge des Zentrumsverschiebungsanteils entspricht, von einem geometrischen Zentrum verschoben (welches ein Punkt ist, der im Zentrum der Linse positioniert ist, bestimmt auf der Basis des Außendurchmessers der Linse), und es werden neue numerische Daten der Linsenform basierend auf der neu erhaltenen zu bearbeitenden Oberfläche erhalten.

**[0077]** Fig. 6(a) zeigt verdeutlichend eine Weise zur Hinzufügung eines Zentrumsverschiebungsanteils in Übereinstimmung mit dem Polierverfahren des Stands der Technik, und Fig. 6(b) zeigt verdeutlichend eine Weise, einen Zentrumsverschiebungsanteil in Übereinstimmung mit dem Polierverfahren der vorliegenden Erfindung hinzuzufügen.

**[0078]** Bei der Weise, einen Zentrumsverschiebungsanteil in Übereinstimmung mit dem Polierverfahren des Stands der Technik hinzuzufügen, muss ein Linsengrundmaterial **19a** im Halterungsschritt selbst an der Einspannvorrichtung **20** in einer Stellung befestigt werden, in der ein optisches Zentrum



OC von einer Rotationsachse MC zur Bearbeitung um einen spezifischen Anteil zentrumsverschoben ist. Da das Linsengrundmaterial **19a** an der Einspannvorrichtung **20** befestigt werden muss, während es geneigt wird, ist es bei dieser Weise erforderlich, eine Hohlspannvorrichtung zur Verfügung zu stellen, deren Form jedem Zentrumsverschiebungsanteil entspricht. Im Ergebnis ist, wie bei der Weise nach der ein Prisma hinzugefügt wird, ist eine große Anzahl an Hohlspannvorrichtungen für eine Vielfalt an Linsenformen erforderlich. Die Weise nach dem Stand der Technik hat eine weitere Problematik insofern, als eine große Abweichung zu der Zeit auftritt, wenn das Linsengrundmaterial manuell in der Hohlspannvorrichtung positioniert wird, was zu einem Grund für Fehler führt.

**[0079]** Nach dem wie in **Fig. 6(a)** gezeigten Polieren entspricht die Bearbeitungsrotationsachse MC der Einspannvorrichtung **20** dem geometrischen Zentrum der zu bearbeitenden Oberfläche. Das optische Zentrum OC ist von der Bearbeitungsrotationsachse MC durch den Zentrumsverschiebungsanteil getrennt.

**[0080]** Im Gegensatz dazu erfordert das Hinzufügen eines Zentrumsverschiebungsanteils bei der Weise, eine Zentrumsverschiebung wie in **Fig. 6(b)** gezeigt in Übereinstimmung mit dem Produktionsverfahren der vorliegenden Erfindung hinzuzufügen, nur die Berechnung, die notwendig ist, um eine zu bearbeitende Oberfläche in eine beliebigen Richtung von dem geometrischen Zentrum MC um einen beliebigen Anteil Zentrums zu verschieben. Mit einer solchen Berechnung ist es möglich, eine zu bearbeitende Oberfläche zu schaffen, bei der das optische Zentrum OC der zu bearbeitenden Oberfläche einer bearbeiteten Linse **19b** von der Bearbeitungsrotationsachse MC der Einspannvorrichtung **20** Zentrums verschoben wurde. Da ein Zentrumsverschiebungsanteil zugefügt werden kann, indem lediglich die numerischen Daten verändert werden, ist es im Ergebnis möglich, den Bereitstellungsbedarf nach einer großen Anzahl von Hohlspannvorrichtungen zu eliminieren und auch das Auftreten von durch manuelle Bedienung verursachten Abweichungen zu eliminieren.

**[0081]** Bei Schritt **407**, gezeigt in **Fig. 4**, werden die Bearbeitungsbedingungen ausgewählt. Falls die Bearbeitungsbedingungen für eine numerisch gesteuerte Maschine nicht geeignet sind, kann ein Problem auftreten, dass bei den Formbildungs-Arbeiten das Material des Werkstücks einem Schneidewiderstand nicht standhalten kann, sodass abspannen (feine Schuppen) auf der Oberfläche des Werkstücks verursacht wird. So ist es schwierig, das Abgespannte in den nachfolgenden Schritten zu entfernen, die Bearbeitungsbedingungen müssen so ausgewählt werden, dass das Auftreten von Abspannen vermieden wird. Insbesondere ist ein Material mit einem sehr ho-

hen Brechungsindex, das einen Brechungsindex von 1,74 oder mehr aufweist, oder ein sprödes Linsenmaterial, wie zum Beispiel CR-39 anfällig für Abspannungen.

**[0082]** Die Bearbeitungsbedingungen für eine numerisch gesteuerte Maschine umfassen die Rotationsgeschwindigkeit eines Werkstücks, einen Vorschub-Abstand, der ein pro Umdrehung eines Werkstücks abgesetzter Anteil eines Schneidewerkzeugs ist, ein Schnitttiefen-Grad eines Schneidewerkzeugs, das in ein Werkstück eingedrungen ist, und eine Umlaufgeschwindigkeit einer Werkstücksperipherie. Eine Vielzahl an Bearbeitungsmustern wird erstellt, jeweils für die der endgefertigten Oberfläche nahe kommenden Grob-Schneidearbeit, Endfertigungs-Schneidearbeit, Außendurchmesser-Beschneidearbeit und Anfasungsarbeit, indem die Bearbeitungsbedingungen miteinander jeweils für Linsenformen, Linsenmaterialien und ähnliches, basierend auf die Vorschriftsdaten der Brillenlinsen, kombiniert und in dem Rechencomputer gespeichert werden. Der Rechencomputer berechnet die numerischen Daten einer endgültigen Linsenform, indem er Daten eines Prismas und einer Zentrumsverschiebung zu den numerischen Daten einer Linsenform, die auf einer Vorschrift einer Brillenlinse basiert, hinzufügt, und wählt das Beste aus der Vielzahl der Bearbeitungsmuster auf der Basis der numerischen Daten der endgültigen Linsenform und des Linsengrundmaterials aus. Alternativ kann ein Bediener das Beste aus der Vielzahl der Bearbeitungsmuster auswählen und es in den Rechencomputer eingeben.

**[0083]** Die Bearbeitungsbedingungen werden nachfolgend konkret beschrieben. Bei einer numerisch gesteuerten Maschine, bei der jede Position eines Schneidewerkzeugs in der X-Achsenrichtung und der Y-Achsenrichtung synchron mit der Rotation eines Werkstücks wie oben beschrieben gesteuert wird, wird die Rotationsgeschwindigkeit des Werkstücks in einem Bereich von 100 bis 3000 U/min. für die Grobschneide-Arbeit eingestellt und in einem Bereich von 100 bis 3000 Umdrehungen/min. für die Endfertigungsschneide-Arbeit eingestellt; der Vorschub-Abstand wird in einem Bereich von 0,005 bis 1,0 mm pro Umdrehung für die Grobschneide-Arbeit eingestellt und in einem Bereich von 0,005 bis 0,2 mm pro Umdrehung für die Endfertigungsschneide-Arbeit eingestellt; und der Schnitttiefen-Grad wird in einem Bereich von 0,1 bis 10,00 mm pro Durchlauf für die Grobschneide-Arbeit eingestellt und in einem Bereich von 0,05 bis 3,0 mm pro Durchlauf für die Endfertigungsschneide-Arbeit eingestellt. Für eine numerisch gesteuerte Maschine, bei der Schneiden wie zum Beispiel Außendurchmesser-Beschneiden oder Anfasen eines Werkstücks mit zwei Achsen durchgeführt wird, d. h., die X-Achse und die Y-Achse miteinander synchronisiert sind, wird die Rotationsgeschwindigkeit des Werkstücks in einem Bereich von

100 bis 20.000 Umdrehungen pro Minute für die Grobschneide-Arbeit eingestellt und in einem Bereich von 100 bis 20.000 Umdrehungen/min. für die Endfertigungsschneide-Arbeit eingestellt; der Vorschub-Abstand wird in einem Bereich von 0,005 bis 1,0 mm pro Umdrehung für die Grobschneide-Arbeit eingestellt und in einem Bereich von 0,005 bis 0,2 mm pro Umdrehung für die Endfertigungsschneide-Arbeit eingestellt; und der Schnitttiefen-Grad wird in einem Bereich 0,1 bis 10,00 mm pro Durchlauf für die Grobschneide-Arbeit eingestellt und in einem Bereich von 0,05 bis 3,0 mm pro Durchlauf für die Endfertigungsschneide-Arbeit eingestellt.

**[0084]** Von den Bearbeitungsbedingungen ist der Vorschub-Abstand am wichtigsten. Der Vorschub-Abstand wird vorzugsweise abhängig von einer Position eines Schneidwerkzeugs in Bezug auf eine Position eines Werkstücks verändert. Zum Beispiel wird der Vorschub-Abstand vorzugsweise an einem äußeren peripheren Teil, abseits des Rotationszentrums des Werkstücks, klein gehalten, d. h. an einem Teil, an dem die Geschwindigkeit eines Schneidwerkzeugs in Bezug auf die Geschwindigkeit des Werkstücks groß wird, oder an einem Teil, an dem eine Veränderung der Oberflächenform groß wird. Da der größere Vorschub-Abstand zu größerer Produktivität führt, kann der Vorschub-Abstand andererseits so groß wie möglich an einem Teil sein, an welchem die daran verursachte Abspannung durch die Endfertigungsschneide-Arbeit entfernt werden kann.

**[0085]** Fig. 7(1) bis (4) und Fig. 8(5) bis (8) sind Diagramme, welche die Muster der Vorschub-Abstände zeigen. In jedem Diagramm bezeichnet die horizontale Achse einen Abstand Distanz vom Rotationszentrum eines Werkstücks und die vertikale Achse bezeichnet einen Vorschub-Abstand. Es sollte zur Kenntnis genommen werden, dass die Zahlenwerte an der horizontalen Achse lediglich zu Anschauungszwecken eingesetzt sind. Wenn geschnitten wird, wird ein Schneidwerkzeug im Allgemeinen von einem äußeren peripheren Teil zu einem inneren peripheren Teil bewegt und entsprechend wird jedes Muster aus Sicht der Bewegung des Schneidwerkzeugs beschrieben. Fig. 7(1) zeigt ein Muster, bei dem der Vorschub-Abstand konstant gehalten wird, ungeachtet des Abstands vom Zentrum des Werkstücks. In diesem Fall ist der Vorschub-Abstand hinsichtlich dem Material und der Form des Werkstücks passend ausgewählt. Fig. 7(2) zeigt ein Muster (durchgezogene Linie), bei dem der Vorschub-Abstand auf einen konstanten Wert P0 an dem äußeren peripheren Teil und dem zentralen Teil eingestellt ist, wobei er auf einen Wert P1 an der Grenze des zentralen Teils zu dem inneren peripheren Teil reduziert wird, und an dem inneren peripheren Teil bei dem Wert P1 gehalten wird, und ein Muster (gestrichelte Linie), bei dem der Vorschub-Abstand an dem äußeren peripheren Teil und dem zentralen Teil auf den konstanten Wert

P0 eingestellt ist, und graduell von dem Wert P0 auf den Wert P1 an dem inneren peripheren Teil reduziert wird. Fig. 7(3) zeigt ein Muster, bei dem der Vorschub-Abstand an dem äußeren peripheren Teil bei dem konstanten Wert P1 gehalten wird, wobei er an der Grenze des zentralen Teils zu dem inneren peripheren Teil auf den Wert P0 erhöht wird, und an dem inneren peripheren Teil auf dem Wert P0 gehalten wird. Fig. (4) zeigt ein Muster (durchgezogene Linie), bei dem der Vorschub-Abstand an dem äußeren peripheren Teil und dem inneren peripheren Teil auf dem konstanten Wert P0 gehalten wird, und an dem zentralen Teil auf den Wert P1 reduziert wird, und ein Muster (gestrichelte Linie), bei dem der Vorschub-Abstand an dem äußeren peripheren Teil und dem inneren peripheren Teil auf dem konstanten Wert P1 gehalten wird, und an dem zentralen Teil auf den Wert P0 erhöht wird. In diesem Fall können die Vorschub-Abstände an den äußeren und inneren peripheren Teilen voneinander unterschiedlich sein.

**[0086]** Fig. 8(5) zeigt Muster, bei denen jeweils der Vorschub-Abstand linear von dem äußeren peripheren Teil zu dem inneren peripheren Teil verändert wird, genauer gesagt, das Muster (gestrichelte Linie), bei dem der Vorschub-Abstand von dem äußeren peripheren Teil zu dem inneren peripheren Teil erhöht wird, und das Muster (durchgezogene Linie), bei dem der Vorschub-Abstand von dem äußeren peripheren Teil zu dem inneren peripheren Teil reduziert wird. Fig. 8(6) zeigt ein Muster (durchgezogene Linie), bei dem der Vorschub-Abstand an dem äußeren peripheren Teil rasch reduziert wird, und an dem zentralen Teil und dem inneren peripheren Teil mäßig verringert wird, und ein Muster (gestrichelte Linie), bei dem der Vorschub-Abstand an dem äußeren peripheren Teil und dem zentralen Teil moderat erhöht wird, und an dem inneren peripheren Teil rasch erhöht wird. Fig. 8(7) zeigt ein kontinuierliches Muster (durchgezogene Linie), bei dem der Vorschub-Abstand an dem zentralen Teil am größten ist und an dem inneren peripheren Teil und dem äußeren peripheren Teil klein wird, und ein kontinuierliches Muster (gestrichelte Linie), bei dem der Vorschub-Abstand an dem zentralen Teil am kleinsten ist, und an dem äußeren peripheren Teil und dem inneren peripheren Teil groß wird. Fig. 8(8) zeigt ein Muster (gestrichelte Linie), bei dem der Vorschub-Abstand schrittweise von dem äußeren peripheren Teil zu dem inneren peripheren Teil reduziert wird, und ein Muster (durchgezogene Linie), bei dem der Vorschub-Abstand schrittweise von dem äußeren peripheren Teil zu dem inneren peripheren Teil erhöht wird.

**[0087]** Aus diesen Mustern wird ein geeignetes Vorschub-Abstandsmuster entsprechend einer endgültigen Linsenform, einem Linsenmaterial und ähnlichem ausgewählt. Zum Beispiel kann bei der eine nahezu endgefertigte Oberflächenform schaffenden Grob-Schneidarbeit, sogar wenn Abspannen auftritt,



dieses Abspannen durch die Endfertigungs-Schneidearbeit entfernt werden. Entsprechend kann in diesem Fall das Muster (gestrichelte Linie), das in **Fig. 8(5)** gezeigt wird, angenommen werden, bei dem der Wert P1 in einem Bereich von 0,05 bis 0,20 mm pro Umdrehung eingestellt werden kann und der Wert P0 in einem Bereich von 0,10 bis 0,40 mm pro Umdrehung eingestellt werden kann.

**[0088]** In der Endfertigungs-Schneidearbeit wird hauptsächlich das in **Fig. 7(1)** gezeigte Muster angewendet, bei dem der Wert P0 typischerweise in einem Bereich von 0,01 bis 0,10 mm pro Umdrehung eingestellt wird. In dem Fall, dass ein Material für eine Linse mit einem Astigmatismus von 2,00 D oder mehr geschnitten wird, unabhängig von dem Brechungsindex, tritt leicht Abspannen auf, und entsprechend kann das in **Fig. 7(3)** gezeigte Muster angewendet werden, bei dem der Wert P0 in einem Bereich von 0,03 bis 0,10 mm pro Umdrehung eingestellt werden kann, und der Wert P1 in einem Bereich von 0,01 bis 0,07 mm pro Umdrehung eingestellt werden kann. In diesem Fall kann der Vorschub-Abstand P1 in einem Bereich von 5 bis 15 mm von der äußersten Peripherie gehalten werden.

**[0089]** In dem Fall, dass ein Material für eine Linse mit einem sehr hohen Brechungsindex, die einen Brechungsindex von 1,74 oder mehr aufweist, oder dass ein sprödes Material wie zum Beispiel CR-39 geschnitten wird, wird vorzugsweise das Muster (1) angenommen ungeachtet der Linsenform, bei dem der Wert P0 in einem Bereich von 0,05 mm pro Umdrehung oder weniger eingestellt werden kann. In dem Fall, dass ein Material für eine Linse mit einem Astigmatismus von 2,00 D oder mehr geschnitten wird, kann der Vorschub-Abstand an dem äußeren peripheren Teil kleiner als derjenige an dem inneren peripheren Teil gemacht werden. Zum Beispiel kann das Muster, das durch die durchgezogene Linie in **Fig. 7(3)** gezeigt ist, das Muster, das durch die gestrichelte Linie in **Fig. 8(5)** gezeigt ist, das Muster, das durch die gestrichelte Linie in **Fig. 8(6)** gezeigt ist, und das Muster, das durch die durchgezogene Linie in **Fig. 8(8)** gezeigt ist, angewendet werden.

**[0090]** In dem Fall, dass eine sphärische Oberfläche oder eine rotationssymmetrische asphärische Oberfläche geschnitten wird, kann weniger abspannen auftreten, da ein Schneidewerkzeug sich lediglich in eine Richtung bewegt. Entsprechend kann in diesem Fall das Muster, das in **Fig. 7(1)** gezeigt ist, angewendet werden, bei dem der Wert P0 in einem Bereich von 0,03 bis 0,10 mm pro Umdrehung eingestellt sein kann. In diesem Fall kann das Muster, das durch die gestrichelte Linie in **Fig. 8(6)** gezeigt ist, angewendet werden, das dabei wirkungsvoll ist, die Produktivität unter Beibehaltung hoher Schneidequalität zu erhöhen. Um genauer zu sein, kann das obige Muster durch eine quadratische Funktion unter Verwendung

des Wertes P0 gleich 0,07 bis 0,20 mm pro Umdrehung und des Wertes P1 gleich 0,02 bis 0,07 mm pro Umdrehung angenähert werden.

**[0091]** Wenn Abspannen nicht ausreichend verhindert werden kann, sogar falls der Vorschub-Abstand an dem äußeren peripheren Teil kleiner eingestellt ist als an dem inneren peripheren Teil, wie durch das Muster in **Fig. 7(3)** gezeigt, ist es wirkungsvoll, beispielsweise die gewöhnliche Rotationsgeschwindigkeit in einem Bereich von 300 bis 1000 U/min. um ungefähr 20 bis 40 % zu reduzieren.

**[0092]** Falls eine Kunststofflinse unter Verwendung jeweils des Musters geschnitten wird, das durch die durchgezogene Linie und die gestrichelte Linie in **Fig. 7(2)** gezeigt ist, und des Musters, das durch die gestrichelte Linie in **Fig. 7(4)** gezeigt ist, kommt es leicht zu Abscheuern an dem zentralen Teil, und entsprechend kann in diesem Fall der Vorschub-Abstand an dem zentralen Teil kleiner gemacht werden (P0 = 0,03 bis 0,10 mm pro Umdrehung, P1 = 0,01 bis 0,03 mm pro Umdrehung). Bei dem Muster, das durch die gestrichelte Linie in **Fig. 7(4)** gezeigt ist, können die Werte P1 an dem äußeren peripheren Teil und dem inneren peripheren Teil sich voneinander unterscheiden sein. Der Wert P0 an dem äußeren peripheren Teil wird beispielsweise auf 0,03 mm pro Umdrehung eingestellt und der Wert P1 an dem inneren peripheren Teil wird auf 0,01 mm pro Umdrehung eingestellt.

**[0093]** Ein Steuerungsverfahren kann angewendet werden, um eine konstante periphere Geschwindigkeit zu erzeugen, indem die Rotationsgeschwindigkeit eines Werkstücks abhängig von einer Position eines Schneidewerkzeugs in der Radialrichtung des Werkstücks verändert wird. Dieses Steuerungsverfahren ist wirkungsvoll, um das Auftreten von Abspannung an dem äußeren peripheren Teil zu eliminieren.

**[0094]** Schließlich erzeugt der Rechencomputer in Schritt 408 die Bearbeitungsdaten zur numerischen Steuerung, die für eine numerisch gesteuerte Maschine auf der Basis sowohl von den numerischen Daten für die endgültigen Linsenform als auch von dem auf diese Weise erhaltenen Bearbeitungsmuster verwendet werden. Die Bearbeitungsdaten zur numerischen Steuerung werden auf den Zentralcomputer übertragen und dort gespeichert. Auf der Basis dieser Bearbeitungsdaten zur numerischen Steuerung werden die oben beschriebenen Formbildungsschritte durchgeführt.

**[0095]** In der obigen Beschreibung hinsichtlich der Vorbereitung der Bearbeitungsdaten zur numerischen Steuerung werden die Korrekturen für ein Prisma und eine Zentrumsverschiebung getrennt voneinander durchgeführt; da jedoch ein Prisma und eine Zentrumsverschiebung Vektoren sind, können die

Korrekturen für ein Prisma und eine Zentrumsverschiebung gleichzeitig durchgeführt werden.

**[0096]** Da das Verfahren zur Schaffung einer Linsenoberflächenform durch Schneiden den Außendurchmesser-Beschneideschritt, den nahezu eine endgefertigten Oberfläche schaffenden Grob-Schneideschritt, den Endfertigungs-Schneideschritt und Anfasungsschritt umfasst, die sich in Arten und Bewegungen der Schneidewerkzeuge voneinander unterscheiden, kann das Schneiden bei jedem Schritt unter den optimalen Schneidebedingungen durchgeführt werden, indem das optimale Schneidewerkzeug verwendet wird, entsprechend dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel des Herstellungsverfahrens einer Brillenlinse der vorliegenden Erfindung. Im Ergebnis ist es möglich, die Linsenoberflächenform schnell mit einer großen Genauigkeit herzustellen.

**[0097]** Da zumindest der nahezu eine endgefertigten Oberfläche schaffende Grob-Schneideschritt und der Endfertigungs-Schneideschritt durch Schneiden unter Verwendung einer numerisch gesteuerten Maschine durchgeführt werden, ist es möglich, alle Arten von Formen von gekrümmten Linsenoberflächen zu schaffen, die eine progressive Brechkraft der inneren Oberfläche mit einer komplex gekrümmten Oberfläche enthalten.

**[0098]** Da alle Formbildungsschritte kontinuierlich durch eine numerisch gesteuerte Maschine durchgeführt werden können, die in der Lage ist, selektiv zumindest zwei Arten von Schneidewerkzeugen zu verwenden: einem Endfertigungs-Schneidewerkzeug und einem Grob-Schneidewerkzeug, ist es möglich, eine Linse mit einer stabilen Qualität und mit einer hohen Ausbeute effizient herzustellen.

**[0099]** Da die Arbeiten zum Hinzufügen eines Prismas und einer Zentrumsverschiebung lediglich durch Berechnung, ohne eine Einspannvorrichtung zu verändern, durchgeführt werden können, ist es entsprechend dem Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse der vorliegenden Erfindung möglich, eine Brillenlinse in hervorragender Bearbeitungsgenauigkeit mit hoher Produktivität herzustellen.

**[0100]** Da die Schneidegeschwindigkeit erhöht werden kann, während das Auftreten von Abspannen durch Verändern eines Bearbeitungsmusters abhängig von einer Linsenoberflächenform und einem Linsenmaterial basierend auf einer Vorschrift einer Brillenlinse unterdrückt werden kann, ist es zusätzlich möglich, die Produktivität zu erhöhen, während das Auftreten eines Fehlers unterdrückt wird.

**[0101]** Wie oben beschrieben, ist es gemäß dem Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse der vorliegenden Erfindung möglich, eine Linsenoberflä-

chenform, die eine komplex gekrümmte Oberfläche aufweist, mit hoher Produktivität zu schaffen.

**[0102]** Ferner ist es mit einem Polierwerkzeug gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, die Linsenoberflächenform, die eine komplex gekrümmte Oberfläche hat, die durch das Herstellungsverfahren der vorliegenden Erfindung geschaffen wurde, gleichmäßig auf Hochglanz zu polieren.

#### INDUSTRIELLE ANWENDBARKEIT

**[0103]** Das Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine Linse produzieren, die eine Gleitsichtoberfläche oder eine gekrümmte Oberfläche, die durch Synthetisieren einer Gleitsichtoberfläche mit einer torischen Oberfläche erhalten wird, aufweist, beispielsweise eine Gleitsichtlinse mit einer Gleitsichtoberfläche auf der inneren Oberflächenseite.

**[0104]** Das Polierwerkzeug der vorliegenden Erfindung kann verwendet werden, um die Oberfläche, die durch das obige Herstellungsverfahren geschaffen wurde, auf Hochglanz zu polieren, um eine Brillenlinse herzustellen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse, umfassend:

einen Formbildungs-Schritt zum Schaffen einer Linsenoberflächenform basierend auf einer Vorschrift einer Brillenlinse auf ein Brillenlinsen-Grundmaterial (11), indem eine oder beide der Oberflächen des Brillenlinsen-Grundmaterials bearbeitet werden; wobei der Formbildungs-Schritt einen der endgefertigten Oberfläche nahe kommenden Grob-Schneideschritt zur Schaffung einer nahezu endgefertigten Oberfläche, analog zu der Linsenoberflächenform basierend auf der Vorschrift für die Brillenlinse auf dem Brillenlinsen-Grundmaterial (11), durch numerisch gesteuertes Schneiden umfasst, basierend auf Bearbeitungsdaten zur numerischen Steuerung unter Verwendung eines Schneidewerkzeug (324) zum Grobschneiden; und gekennzeichnet durch einen Endfertigungs-Schneideschritt zur Schaffung der Linsenoberflächenform basierend auf der Vorschrift der Brillenlinse von der nahezu endgefertigten Oberflächenform durch numerisch gesteuertes Schneiden basierend auf den Bearbeitungsdaten zur numerischen Steuerung unter Verwendung eines Schneidewerkzeugs (325) zum Endfertigungs-Schneiden.

2. Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse nach Anspruch 1, wobei das numerisch gesteuerte Schneiden durch Rotieren des Brillenlinsen-Grundmaterials und gleichzeitiges Synchronisieren einer Position eines entsprechenden der Schneidewerkzeuge in einer Rotationsachsenrichtung des Brillenlin-

sen-Grundmaterials relativ zu einer Position des Brillenlinsen-Grundmaterials mit der Rotation des Brillenlinsen-Grundmaterials, und ebenfalls Synchronisieren einer Position des Schneidewerkzeugs in der Richtung senkrecht zu der Rotationsachsenrichtung, relativ zu einer Position des Brillenlinsen-Grundmaterials bei der Rotation des Brillenlinsen-Grundmaterials durchgeführt wird.

3. Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse nach Anspruch 2, wobei der einer der endgefertigten Oberfläche nahe kommenden Grob-Schneideschritt und der Endfertigungs-Schritt kontinuierlich durchgeführt werden durch Verwendung einer numerisch gesteuerten Maschine, die mit dem Schneidewerkzeug (324) für den einer der endgefertigten Oberfläche nahe kommenden Grob-Schneideschritt und mit dem Schneidewerkzeug (325) für den Endfertigungs-Schneideschritt ausgestattet ist.

4. Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Bearbeitungsdaten zur numerischen Steuerung einen oder mehrere der folgenden Faktoren umfasst:

Eine Vorschub-Abstand des Schneidewerkzeugs, ein Schnitttiefen-Grad des Schneidewerkzeugs und eine Rotationsgeschwindigkeit des Brillenlinsen-Grundmaterials werden abhängig von einer Position des Schneidewerkzeugs relativ zu einer Position des Brillenlinsen-Grundmaterials geändert.

5. Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse nach Anspruch 4, wobei der Vorschub-Abstand an der äußeren peripheren Seite des Brillenlinsen-Grundmaterials geringer ist als an der inneren peripheren Seite des Brillenlinsen-Grundmaterials.

6. Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse nach irgend einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei Daten eines Prismenbetrags, die in der Vorschrift der Brillenlinse enthalten sind, zu den Bearbeitungsdaten für die numerische Steuerung hinzugefügt werden.

7. Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse nach irgend einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei Daten eines Betrags der Zentrumsverschiebung, die in der Vorschrift der Brillenlinse enthalten sind, zu den Bearbeitungsdaten für die numerische Steuerung hinzugefügt werden.

8. Verfahren zur Herstellung einer Brillenlinse nach irgend einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Formbildungs-Schritt ferner einen Außendurchmesser-Beschneideschritt zur Verringerung eines äußeren Durchmessers des Brillenlinsen-Grundmaterials in einen spezifischen äußeren Durchmesser durch Beschneiden und einen Anfasungs-Schritt zum Anfasen einer Kante des Brillenlinsen-Grundmaterials durch Schneiden nach dem Endfertigungs-Schneiden umfasst.

9. Verfahren zur Herstellung einer optischen Linse nach irgend einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend ferner einen Hochglanzpolierschritt zum Glätten von Rauigkeit auf der Oberfläche, wobei der Hochglanzpolierschritt nach dem Formbildungs-Schritt durchgeführt wird.

10. Verfahren zur Herstellung einer optischen Linse nach irgend einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Linsenoberflächenform eine sphärische Oberfläche, eine torische Oberfläche, eine rotationssymmetrische asphärische Oberfläche, eine gekrümmte Oberfläche, erhalten durch Synthetisieren einer torischen mit einer asphärischen Oberfläche, eine Gleitsichtoberfläche oder eine gekrümmte Oberfläche, erhalten durch Synthetisieren einer Gleitsichtoberfläche mit einer torischen Oberfläche, ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

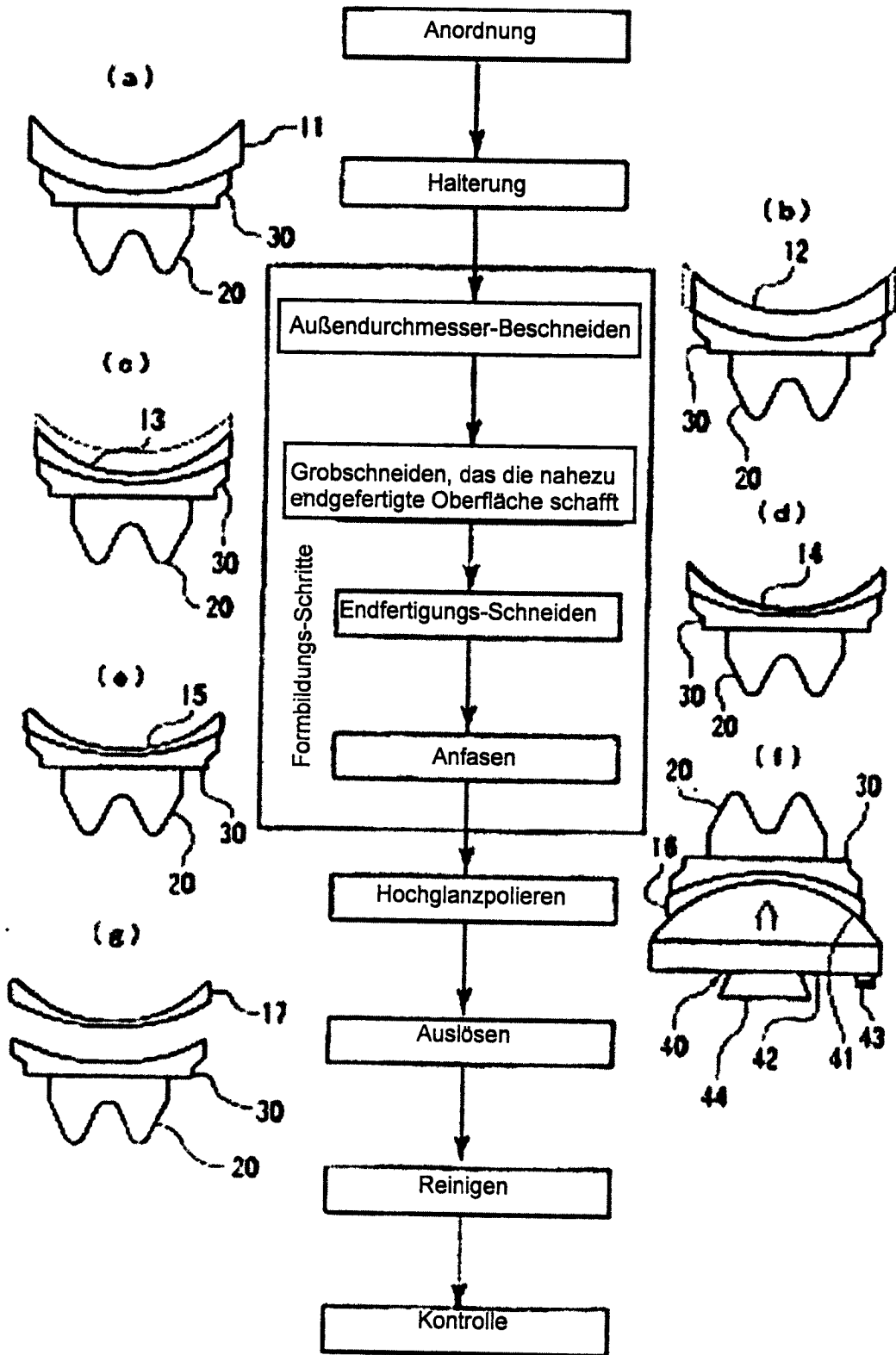


Fig. 2

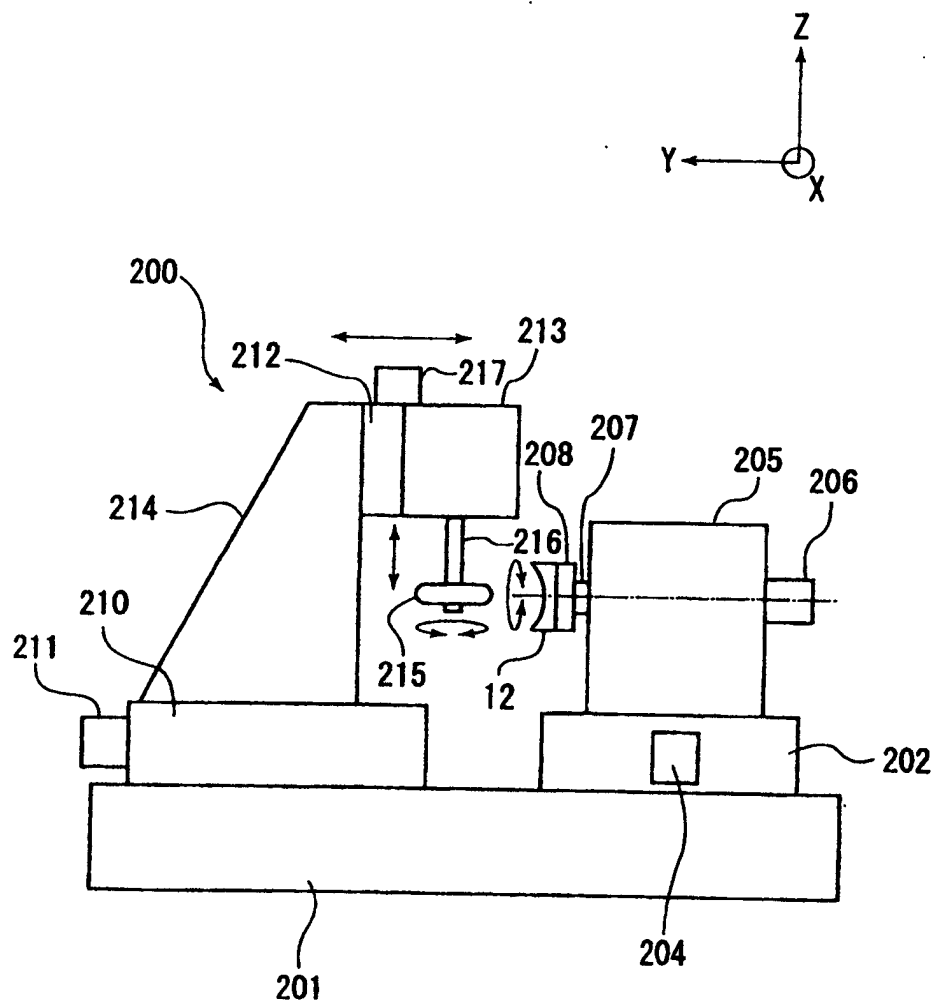


Fig. 3

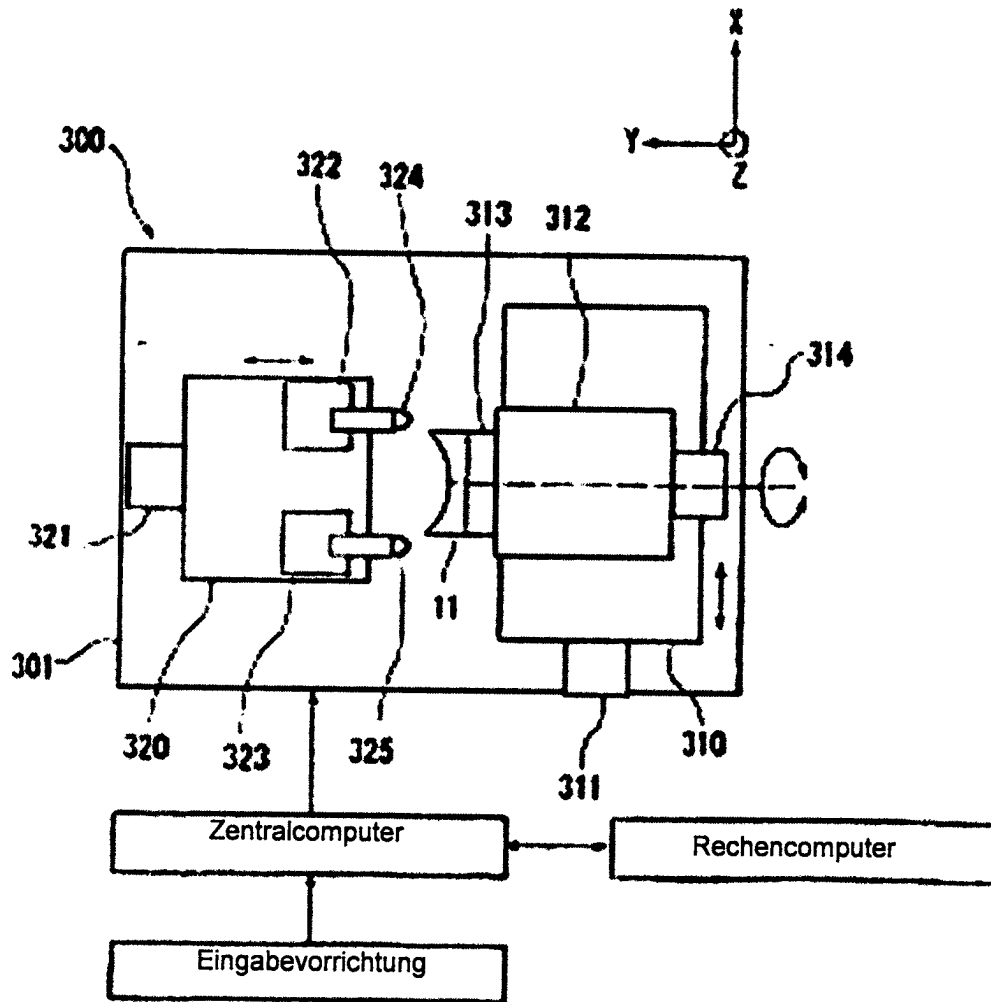




Fig. 4

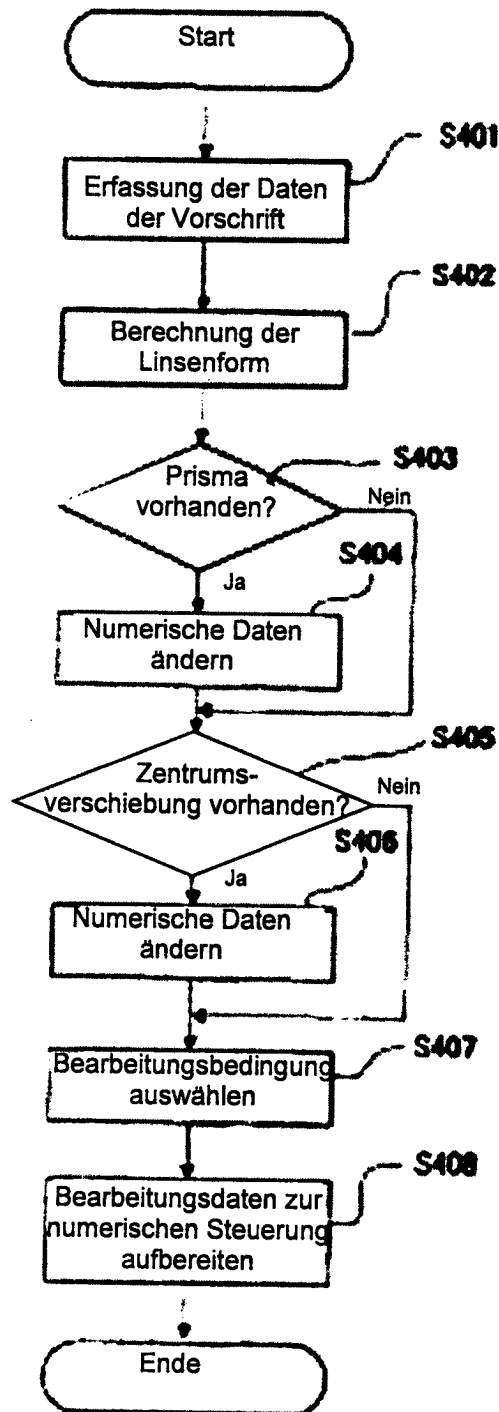


Fig. 5

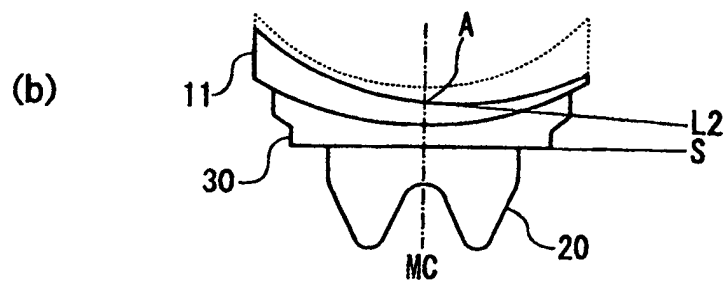
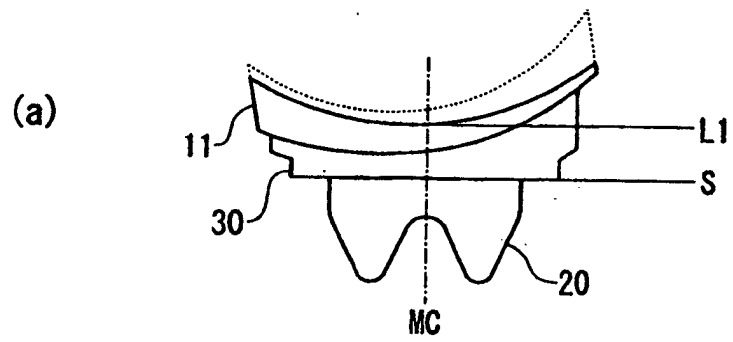


Fig. 6

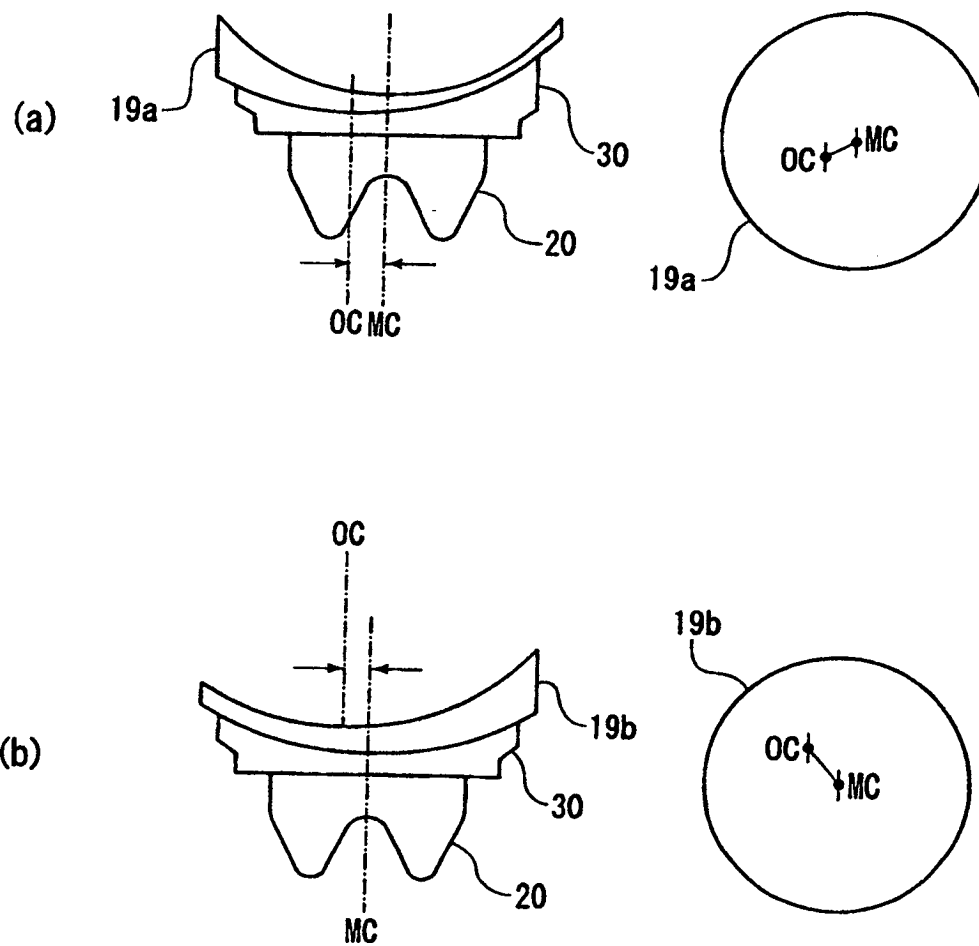


Fig. 7

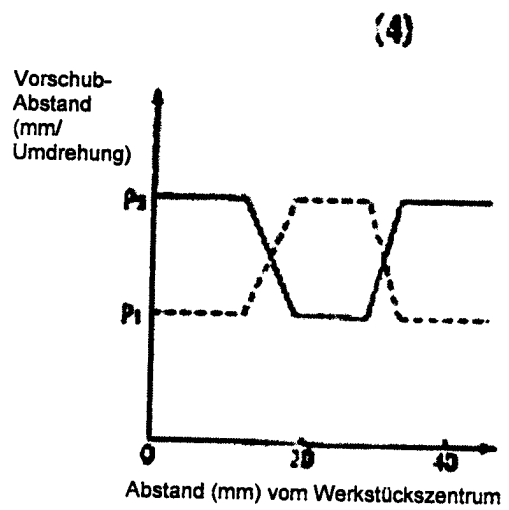
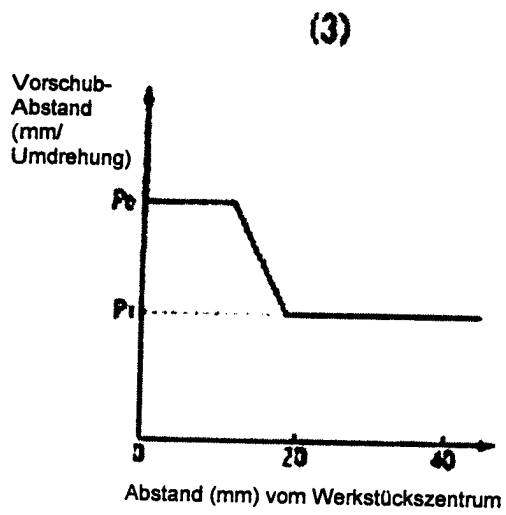
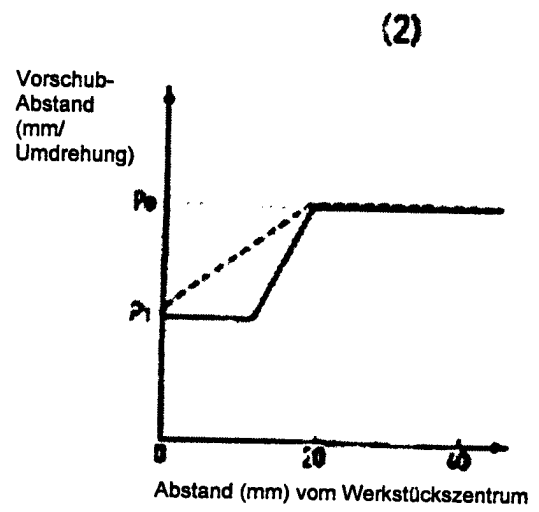
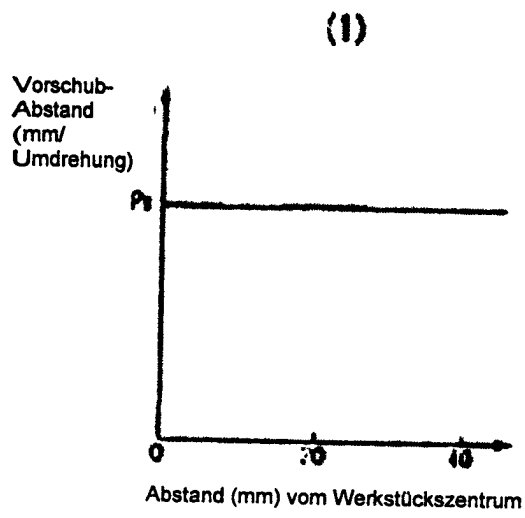


Fig. 8

