(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 21 156 T2** 2004.02.05

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 826 460 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 21 156.8**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 115 033.9**
(96) Europäischer Anmeldetag: **29.08.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.03.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **23.04.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.02.2004**

(51) Int Cl.[7]: **B24B 9/14**
G05B 19/42, G05B 19/4093

(30) Unionspriorität:
24929196 30.08.1996 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, ES, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:
Nidek Co., Ltd., Gamagori, Aichi, JP

(72) Erfinder:
Shibata, Ryoji, Toyokawa-shi, Aichi, JP

(74) Vertreter:
Hoefer & Partner, 81545 München

(54) Bezeichnung: **Brillenglas-Schleifmaschine**

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

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung zum Bearbeiten von Linsen, die in einen Brillenrahmen einzupassen sind.
[0002] Es sind Brillenglas-Linsenschleifvorrichtungen bekannt, welche Linsen mittels Schleifen bearbeiten auf der Grundlagen von Konfigurationsdaten, erhalten durch Nachzeichnen des Brillenrahmens oder der Schablone mit einem Brillenrahmenabtaster. Manche Vorrichtungen dieser Art umfassen Kantenpositions-Erfassungseinrichtungen, welche die Position der Kante der zu bearbeitenden Linse auf der Grundlage der Radiusvektorinformation vom Brillenrahmenabtaster erfassen. Wenn der Durchmesser der zu bearbeitenden Linse unzureichend ist, gerät der Messkopf der Kantenpositions-Erfassungseinrichtung außer Eingriff mit der Linse, dieses Vorkommnis wird dem Bediener zur Kenntnis gebracht und dann stoppt die Vorrichtung die nachfolgenden Bearbeitungsschritte.
[0003] Somit ist die herkömmliche Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung so ausgelegt, dass sie auf ein Bearbeiten verzichtet, wenn die zu bearbeitende Linse nicht geformt werden kann, um vollständig in die Konfiguration des Brillenrahmens zu passen. Wenn jedoch die Insuffizienz des Linsendurchmessers so gering ist, dass die verjüngte Kante (Fase) der zu bearbeitenden Linse von der Umfangsnut des Brillenrahmens verdeckt ist, kann die Bearbeitung ohne jegliche praktische Probleme durchgeführt werden. In diesem Fall möchte der Bediener die Linse bearbeiten, aber es ist unmöglich, dies zu tun mit der herkömmlichen Schleifvorrichtung. Die Notwendigkeit, einen Schleifvorgang trotz einer Insuffizienz des Linsendurchmessers durchzuführen, tritt sehr häufig auf, wenn Rahmen gewechselt werden und es stellt eine große Unbequemlichkeit dar, wenn der Schleifvorgang nicht durchgeführt werden kann während des Rahmenwechsels.
[0004] US-A-5 053 971 offenbart eine Computer-gestützte Vorrichtung und ein Verfahren zur Kantenbearbeitung eines optischen Linsenpreßlings zu einer Linse mit der Größe und Form einer Linsenöffnung in einem Brillenrahmen. Die Vorrichtung kann prüfen, ob die Dicke der optischen Linse ausreichend ist für den Kantenbearbeitungsvorgang und ob die Fragmentierung oder der Bruch der Linsenkante nicht auftreten wird, durch Verwendung von Oberflächenabbildungsrädern, befestigt an Impulsscheibenarmen.
[0005] EP 0 379 427, welche den nächsten Stand der Technik darstellt, offenbart eine Beurteilungseinrichtung der ungeschnittenen Linse für eine Linsenschleifvorrichtung. Die Linsenbeurteilungseinrichtung umfasst eine Korrektureinrichtung, die in der Lage ist, automatisch ein Schnittoriginal zu korrigieren, wenn die Linse nicht groß genug ist, um für eine Linsenrahmenkonfiguration zugeschnitten zu werden. Jedoch ist diese bekannten Lösung für einen Mangel eines Linsendurchmessers, dass die Linsenbeurteilungseinrichtung eine Nichtübereinstimmung zwischen einer Okularachse eines Auges und einer optischen Achse einer Linse ermöglicht. Das heißt, wenn die Linse nicht groß genug ist, um zur Linsenrahmenkonfiguration zugeschnitten zu werden, wird die optische Achse der Linse verschoben, so dass die optische Achse der Linse und die Okularachse eines Auges nicht übereinstimmen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Die vorliegende Erfindung wurde unter diesen Umständen erreicht und hat als Aufgabe, eine Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung vorzusehen, die in der Lage ist, eine Linse angemessen zu bearbeiten, wenn ihr Linsendurchmesser nur geringfügig unzureichend ist oder wenn der Bediener sie bearbeiten möchte, trotz der Insuffizienz des Linsendurchmessers.
[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Die Unteransprüche sind auf bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung gerichtet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0008] **Fig.** 1 ist eine perspektivische Ansicht des allgemeinen Aufbaus einer Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.
[0009] **Fig.** 2 ist eine Querschnittsansicht eines Schlittens.
[0010] **Fig.** 3 ist ein Diagramm der Antriebsvorrichtung des Schlittens, betrachtet in der Richtung des Pfeils A.
[0011] **Fig.** 4 ist ein schematisches Diagramm des allgemeinen Aufbaus eines Linsenkonfigurations-Messabschnitts.
[0012] **Fig.** 5 ist eine Querschnittsansicht des Linsenkonfigurations-Messabschnitts.
[0013] **Fig.** 6 ist eine Draufsicht auf den Linsenkonfigurations-Messabschnitt.
[0014] **Fig.** 7 ist ein Diagramm, das die Funktionsweise einer Feder und eines Stiftes erläutert.
[0015] **Fig.** 8 ist ein Diagramm der Außenansicht des Anzeigeabschnitts **3** und des Eingabeabschnitts **4**.
[0016] **Fig.** 9 zeigt den wesentlichen Teil des Blockdiagramms des elektrischen Steuer- und Regelsystems für die Schleifvorrichtung.
[0017] **Fig.** 10A ist ein Flussdiagramm einer beispielhaften Abfolge von Schritten zur Bearbeitung der Linse.
[0018] **Fig.** 10B ist ein Flussdiagramm einer modifizierten Abfolge von Schritten zum Bearbeiten der Linse.
[0019] **Fig.** l0C ist ein Flussdiagramm einer weiteren modifizierten Abfolge von Schritten zum Bearbei-

ten der Linse.

[0020] **Fig.** 11 ist ein Diagramm zur Erläuterung des Messvorgangs einer Linsenkonfigurations-Messvorrichtung.

[0021] **Fig.** 12 zeigt ein beispielhaftes Bild, welches im Anzeigeabschnitt erscheint, wenn der Durchmesser der zu bearbeitenden Linse unzureichend ist.

[0022] **Fig.** 13a ist ein Diagramm, das die Kantenpositionen der vorderen und hinteren Refraktionslinsenoberflächen in Bezug auf den Radiusvektorwinkel zeigt.

[0023] **Fig.** 13b ist ein Diagramm, das darstellt, wie der Untergröße-Bereich a-b mittels Keilnutfräsen interpoliert wird.

[0024] **Fig.** 14 ist ein Diagramm, welches eine beispielhafte Anzeige der Information über die Kantenposition bei Vorhandensein eines nicht kompletten Zwischenraums darstellt.

Genaue Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

[0025] Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen genau beschrieben.

< Allgemeiner Aufbau einer Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung >

[0026] **Fig.** 1 ist eine perspektivische Ansicht des allgemeinen Aufbaus einer Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung. Das Bezugszeichen **1** bezeichnet eine Vorrichtungsbasis, auf der die Bestandteile der Linsenschleifvorrichtung angeordnet sind.

[0027] Das Bezugszeichen **2** bezeichnet eine Brillenglasrahmen-Konfigurationsmesseinrichtung, die im oberen Teil der Schleifvorrichtung angeordnet ist und die in der Lage ist, dreidimensionale Konfigurationsdaten des Brillenrahmens und der Schablone zu generieren (siehe gemeinsam übertragenes US-Patent 5,333,412). Vor der Messeinrichtung **2** sind ein Anzeigeabschnitt **3**, durch welchen die Messergebnisse, Berechnungsergebnisse usw. in Form von Buchstaben oder Grafiken dargestellt sind, und ein Eingabeabschnitt **4**, mit dem Daten oder Befehle an die Vorrichtung eingegeben werden, angeordnet. Im Frontbereich der Schleifvorrichtung ist eine Linsenkonfigurations-Messeinrichtung **5** vorgesehen, um die imaginäre Kantendicke usw. einer zu bearbeitenden Linse zu messen.

[0028] Das Bezugszeichen **6** bezeichnet einen Linsenschleifabschnitt, in dem eine Schleifscheibenanordnung **60**, die aus einer Grobschleifscheibe **60a** für Glaslinsen, einer Grobschleifscheibe **60b** für Kunststofflinsen und einer Schleifscheibe **60c** zur Bearbeitung von verjüngten Kanten (Fasen) und ebenen Flächen besteht, drehbar an einer Drehwelle **61** befestigt ist, welche an der Basis **1** mittels Befestigungsringen **62** befestigt ist. Mit einem Ende der Drehwelle **61** ist eine Riemenscheibe **63** verbunden, die über einen Riemen **64** mit einer Riemenscheibe **66**, die an der Drehwelle eines Wechselstrom-Motors **65** befestigt ist, verbunden ist. Dementsprechend veranlasst die Drehung des Motors **65** die Schleifscheibenanordnung **60**, sich zu drehen. Das Bezugszeichen **7** bezeichnet einen Schlittenabschnitt, und das Bezugszeichen **700** bezeichnet einen Schlitten.

< Aufbau der Hauptbestandteile >

(A) Schlittenabschnitt

[0029] Der Aufbau wird unter Bezugnahme auf die **Fig.** 1 bis 3 beschrieben. **Fig.** 2 ist eine Querschnittsansicht des Schlittens. **Fig.** 3 ist ein Diagramm einer Antriebsvorrichtung für den Schlitten, betrachtet in einer Richtung, die vom Pfeil A in **Fig.** 1 angegeben ist. Der Schlitten **700** ist so ausgelegt, dass er eine zu bearbeitende Linse LE derart einspannt, dass er die Linse LE nicht nur dreht, sondern auch die Entfernung von der Drehwelle **61** der Schleifscheibenanordnung **60** zur Linse LE sowie die Axialposition der Linse verändert.

[0030] Eine Schlittenwelle **702** ist drehbar und gleitfähig auf einer Welle **701** gelagert, welche auf der Basis **1** befestigt ist, und der Schlitten **700** ist ferner drehbar auf der Schlittenwelle **702** gelagert. Sychronisationsriemenscheiben **703a**, **703b** und **703c** mit gleicher Anzahl an Zähnen sind an einer linken Endposition, einer rechten Endposition bzw. einer mittleren Position dazwischen auf der Schlittenwelle **702** befestigt. Linsendrehwellen **704a** und **704b** sind coaxial und drehbar auf dem Schlitten **700** gelagert, wobei sie sich parallel zu und mit unveränderter Entfernung von der Welle **701** erstrecken. Die Linsendrehwelle **704b** ist drehbar auf einem Rahmen **705** gelagert, der in Axialrichtung beweglich ist. Der Rahmen **705** kann in Axialrichtung mittels eines Ritzels **707**, das auf einer Drehwelle eines Motors **706** befestigt ist, bewegt werden. Im Ergebnis bewegt sich die Linsendrehwelle **704b** axial entweder weg von oder hin zur Drehwelle **704a**, um die Linse LE festzuklemmen. Riemenscheiben **708a** und **708b**, die die gleiche Anzahl von Zähnen haben, sind auf den Linsendrehwellen **704a** und **704b** vorgesehen und sind über die Synchronisationsriemenscheiben **709a** und **709b** jeweils mit den Riemenscheiben **703c** und **703b** verbunden.

[0031] Eine Zwischenplatte **710** ist drehbar auf der linken Seite des Schlittens **700** befestigt. Die Zwischenplatte **710** ist mit zwei Nockenstößeln **711** ausgestattet, die eine Führungswelle **712**, die auf der Basis **1** befestigt ist, festklemmen, wobei sich die Führungswelle parallel zur Welle **701** erstreckt. Die Zwischenplatte **710** beinhaltet einen Rahmen **713**, der sich parallel zur Welle **701** erstreckt und in ein Ritzel **715** eingreift, das auf einer Drehwelle eines Motors **714**, befestigt auf der Basis **1**, befestigt ist, zur seitlichen Bewegung des Schlittens. Durch eine solche

Anordnung kann der Motor **714** den Schlitten **700** in der Axialrichtung der Welle **701** bewegen.

[0032] Eine Antriebsplatte **716** ist fest am linken Ende des Schlittens **700** befestigt, und eine Drehwelle **717** ist drehbar auf der Antriebsplatte **716** vorgesehen, wobei sich die Drehwelle parallel zur Welle **701** erstreckt. Eine Riemenscheibe **718** mit der gleichen Anzahl von Zähnen wie die Riemenscheiben **708a** und **708b** ist am linken Ende der Drehwelle **717** vorgesehen, und die Riemenscheibe **718** ist über einen Synchronisationsriemen **719** mit der Riemenscheibe **703a** verbunden. Ein Zahnrad **720** ist am rechten Ende der Drehwelle **717** vorgesehen, und das Zahnrad **720** ist in Eingriff mit einem Zahnrad, das auf einem Motor **721** befestigt ist. Wenn der Motor **721** sich dreht, veranlasst das Zahnrad **720** die Riemenscheibe **718**, sich zu drehen, so dass die Schlittenwelle **702** über den Synchronisationsriemen **719** gedreht wird, wodurch sich die Linsendrehwellen **704a** und **704b** in Synchronität durch die Riemenscheiben **703c** und **703b**, die Synchronsationsriemen **709a** und **709b** und die Riemenscheiben **708a** und **708b** drehen.

[0033] Ein Block **722** ist auf der Antriebsplatte **716** coaxial mit der Drehwelle **717** befestigt und drehbar, und der Motor **721** ist auf dem Block **722** befestigt.

[0034] Eine Welle **723** ist auf der Zwischenplatte **710** befestigt, wobei sie sich parallel zur Welle **701** dreht, und ein Korrekturblock **724** ist drehbar auf der Welle **723** befestigt. Ein runder Rahmen **725** erstreckt sich parallel zum kürzesten Liniensegment, das die Achse der Drehwelle **717** und die Achse der Welle **723** verbindet, und der runde Rahmen **725** ist gleitfähig vorgesehen, wobei er durch Loch tritt, das im Korrekturblock **724** gebohrt ist. Ein Anschlag **726** ist auf dem runden Rahmen **725** befestigt, so dass die Gleitbewegung nach oben des runden Rahmens **725** bei Berührung des Korrekturblocks **724** begrenzt ist. Ein Sensor **727** ist auf der Zwischenplatte **710** integriert, um die Kontaktbedingung zwischen dem Anschlag **726** und dem Korrekturblock **724** zu erfassen. Dadurch kann die Schleifbedingung der Linse LE überprüft werden.

[0035] Ein auf einer Drehwelle **729** eines Motors **728**, der. auf dem Block **722** befestigt ist, befestigtes Ritzel **730** ist in Eingriff mit dem runden Rahmen **725**, so dass eine axiale Entfernung r' zwischen der Drehwelle **717** und der Welle **723** vom Motor **728** gesteuert werden kann. Mit diesem Aufbau wird weiterhin eine lineare Relation zwischen der axialen Entfernung r' und dem Drehwinkel des Motors **728** beibehalten.

[0036] Ein Haken einer Feder **731** ist an der Antriebsplatte **716** eingehängt, und ein Draht **732** ist an einem Haken auf der anderen Seite der Feder **731** eingehängt. Eine Trommel ist auf einer Drehwelle eines Motors **733**, der auf der Zwischenplatte **710** befestigt ist, angebracht, so dass der Draht **732** um die Trommel gewickelt werden kann. Somit kann der Schleifdruck der Schleifscheibenanordnung **60** für die Linse LE verändert werden.

(B) Linsenkonfigurations-Messabschnitt

[0037] **Fig.** 4 ist ein schematisches Diagramm des allgemeinen Aufbaus des Linsenkonfigurations-Messabschnitts. Einzelheiten seines Aufbaus werden nun unter Bezugnahme auf **Fig.** 5 und 6 beschrieben. **Fig.** 5 ist eine Querschnittsansicht des Linsenkonfigurations-Messabschnitts **5**, und **Fig.** 6 ist eine Draufsicht auf denselben. Eine Welle **501** ist drehbar auf einem Gehäuse **500** durch das Dazwischenliegen eines Lagers **502** montiert. Weiterhin sind auf dem Gehäuse **500** ein Gleichstrom-Motor **503**, Lichtrelais **504** und **505** und ein Potenziometer **506** montiert. Eine Riemenscheibe **507** ist drehbar auf der Welle **501** befestigt. Ferner sind auf der Welle **501** eine Riemenscheibe **508** und ein Flansch **509** befestigt. Auf der Riemenscheibe **507** sind eine Sensorplatte **510** und eine Feder **511** befestigt.

[0038] Wie in **Fig.** 7 gezeigt, ist die Feder **511** an der Riemenscheibe **508** so befestigt, dass sie einen Stift **512** hält. Deshalb, wenn sich die Feder **511** mit der Riemenscheibe **507** dreht, übt die Feder **511** eine elastische Kraft auf den zu drehenden Stift **512** aus, der an der drehbaren Riemenscheibe **507** befestigt ist. Wenn sich der Stift **512** z. B. in der vom Pfeil angezeigten Richtung unabhängig von der Feder **511** bewegt, wirkt die oben erwähnte elastische Kraft derart, dass sie den Stift **512** zur ursprünglichen Position zurückbewegt.

[0039] An der Drehwelle des Motors **503** ist eine Riemenscheibe **513** befestigt, und die Drehung des Motors **503** wird über einen Riemen **514**, der sich zwischen den Riemenscheiben **513** und **507** ausdehnt, zur Riemenscheibe **507** übertragen. Die Drehung des Motors **503** wird von den Photorelais **504** und **505** über die Sensorplatte **510**, die an der Riemenscheibe **507** befestigt ist, erfasst und gesteuert.

[0040] Die Drehung der Riemenscheibe **507** veranlasst die Riemenscheibe **508**, an der der Stift **512** befestigt ist, zu drehen, wobei die Drehung der Riemenscheibe **508** vom Potenziometer **506** über ein Seil **521**, das sich zwischen der Riemenscheibe **508** und einer Riemenscheibe **520**, welche an der Drehwelle des Potenziometers **506** befestigt ist, ausdehnt, erfasst wird. Bei diesem Vorgang drehen die Welle **501** und der Flansch **509** gleichzeitig mit der Drehung der Riemenscheibe **508**.

[0041] Fühler **523** und **524** sind drehbar auf einem Messarm **527** mittels Stiften **525** und **526** befestigt, wobei der Messarm **527** am Flansch **509** befestigt ist. Das Photorelais **504** erfasst die Anfangsposition und die Messendposition des Messarms **527**. Das Photorelais **505** erfasst die Hinterschliffposition und die Messposition der Fühler **523** und **524** in Bezug auf die vordere Refraktionsoberfläche und die hintere Refraktionsoberfläche der Linse LE.

[0042] Um die Linsenkonfiguration zu messen, wird die Linse LE mit dem Fühler **523** gedreht, wobei die-

sem erlaubt wird, gegen die vordere Refraktionsoberfläche der Linse LE anzustoßen (wobei der Fühler **524** gegen die hintere Refraktionsoberfläche der Linse LE anschlägt), woraufhin das Ausmaß der Drehung der Riemenscheibe **508** mit dem Potenziometer **506** erfasst wird, um die Konfiguration der Linse LE zu bestimmen.

(C) Anzeigeabschnitt und Eingabeabschnitt

[0043] **Fig.** 8 ist ein Diagramm, das die Außenansicht des Anzeigeabschnitts **3** und des Eingabeabschnitts **4** darstellt, die als eine einstückige Einheit gebildet sind. Der Eingabeabschnitt **4** umfasst die folgenden Schalter: einen LINSEN-Schalter **402** zum Angeben, ob die zu bearbeitende Linse aus Kunststoff oder Glas hergestellt ist; ein RAHMEN-Schalter **403** zum Anzeigen, ob der Rahmen aus Harz oder Metall hergestellt ist; ein MODUS-Schalter **404** zum Auswählen eines Bearbeitungsmodus für eine ebene Oberfläche oder eines Modus zur Bearbeitung einer verjüngten Kante (Fase); ein R/L-Schalter **405** zum Auswählen, welche der rechten oder linken Linsen bearbeitet werden soll; ein RAHMEN-WECHSEL-Schalter **406** zum Ein- und Ausschalten des Rahmenwechselmodus; ein BILDSCHIRMWECHSEL-Schalter **407** zum Ändern des Bildschirms, der im Anzeigeabschnitt **3** erscheint (ob ein Layout, ein Menü oder Parameter angezeigt werden); Zeigerbewegungsschalter **408** zum Bewegen des Zeigers, der auf dem Anzeigeabschnitt **3** erscheint; (-) und (+)-Schalter **409**, die verwendet werden, um Zahlen einzugeben, z. B. die Werte des Rezepts; ein WECHSEL-Schalter **410**, der typischerweise verwendet wird zum Ändern des Modus der Layouteingabe; ein START/STOP-Schalter 411 zum Starten oder Beenden des Linsenbearbeitungsvorgangs; ein LINSEN-EINSPANNUNG-Schalter **413** zum Öffnen oder Schließen des Linsenspannfutters; ein DOPPELSCHLEIF-Schalter **415** zum Aktivieren des Doppelschleifens (Schlussbearbeitung); ein ABTASTEN-Schalter **416** zum Eingeben eines Befehls zum Abtasten des Linsenrahmens oder der Schablone; und ein NÄCHSTE DATEN-Schalter **417** zum Übertragen der Daten, die von dem Brillenrahmen-Konfigurationsmessabschnitt **2** gemessen wurden.

[0044] Der Anzeigeabschnitt **3** ist aus einer Flüssigkristallanzeige gebildet, die gesteuert ist, um festgelegte Werte der Bearbeitungsinformationen, der Simulation der verjüngten Kante (Fase) der verjüngten Kanten (Fasen-)Position und der Einpassbedingung der verjüngten Kante (Fase) zum Linsenrahmen, der festgelegten Referenzwerte usw. anzuzeigen, mit Hilfe eines arithmetischen Hauptsteuerschaltkreises, der später beschrieben wird.

(D) Elektrisches Steuersystem für die Schleifvorrichtung

[0045] **Fig.** 9 zeigt den wesentlichen Teil eines Blockdiagramms des elektrischen Steuersystems für die Schleifvorrichtung. Ein arithmetischer Hauptsteuerschaltkreis **100** ist typischerweise aus einem Mikroprozessor gebildet und wird von einem Sequenzprogramm gesteuert, das in einem Hauptprogrammspeicher **101** gespeichert ist. Der arithmetische Hauptsteuerschaltkreis **100** kann Daten mit IC-Karten, Augenprüfgeräten usw. austauschen über einen seriellen Kommunikationsport **102**, und einen Datenaustausch und Kommunikation mit einem arithmetischen Abtaststeuerschaltkreis **200** des Brillenrahmen-Konfigurationsmessabschnitts **2** durchführen. Die Brillenrahmen-Konfigurationsdaten sind in einem Datenspeicher **103** gespeichert.

[0046] Mit dem arithmetischen Hauptsteuerschaltkreis **100** sind verbunden: der Anzeigeabschnitt **3**, der Eingabeabschnitt **4**, eine Tonwiedergabeeinrichtung **104** sowie die Photorelais **504** und **505** zum Messen, der Gleichstrom-Motor **503** und der Potenziometer **506** in der Linsenkonfigurations-Messvorrichtung **5**. Der Potenziometer **506** ist mit einem Analog-Digital-Wandler verbunden, dessen Umwandlungsergebnisse in den arithmetischen Hauptsteuerschaltkreis **100** eingeben werden. Die Messdaten der Linsen, die arithmetisch in dem arithmetischen Hauptsteuerschaltkreis **100** verarbeitet wurden, sind in einem Datenspeicher **103** gespeichert. Ein Schlittenbewegungsmotor **714**, ein Schlittenanhebe-/absenkmotor **728** und ein Linsendrehwellenmotor **721** sind mit dem arithmetischen Hauptsteuerschaltkreis **100** über einen Impulsmotortreiber **110** und einen Impulsgenerator **111** verbunden. Der Impulsgenerator **111** bestimmt die Impulsanzahl und die Frequenz (Hz) der Ausgabe an die entsprechenden Impulsmotoren, d. h. er steuert den Betrieb der entsprechenden Motoren, in Antwort auf Befehle von dem arithmetischen Hauptsteuerschaltkreis **100**.

[0047] Der Betrieb der Schleifvorrichtung mit einem oben beschriebenen Aufbau wird nachfolgend beschrieben.

[Bearbeitung der Linse]

[0048] Das Bearbeiten einer Linse (wenn der Rahmenwechselmodus nicht gewählt ist) wird unter Bezugnahme auf das in **Fig.** 10A dargestellte Flussdiagramm erläutert. Als erstes wird ein Brillenrahmen (oder eine Schablone) auf der Brillenrahmen-Konfigurationsmessvorrichtung **2** eingesetzt und der ABTASTEN-Schalter **416** wird gedrückt, um das Abtasten zu starten. Die Radiusvektorinformation des Brillenrahmens wird wie von der Brillenrahmen-Konfigurationsmessvorrichtung **2** erhalten im internen Abtastdatenspeicher **202** gespeichert. Wenn der NÄCHSTE DATEN-Schalter **417** gedrückt wird, werden die abgetasteten Daten in die Schleifvorrichtung übertragen und im Datenspeicher **103** gespeichert. Zur gleichen Zeit erscheint eine grafische Darstellung der Rahmenkonfiguration auf dem Bildschirm des Anzeigeabschnitts **3** basierend auf den Brillen-

rahmendaten und die Vorrichtung ist so weit, die notwendigen Bearbeitungsbedingungen zu empfangen. Die im Datenspeicher **103** zu speichernden Daten können von einem Speichermedium wie z. B. einer IC-Karte zur Verfügung gestellt werden oder können online von einem getrennten Rechner übertragen werden.

[0049] Im nächsten Schritt berührt der Bediener verschiedene Schalter in dem Eingabeabschnitt **4**, um die erforderlichen Informationen einzugeben, einschließlich des Materials, aus dem die zu verarbeitende Linse besteht, des Materials, aus dem der Rahmen besteht, ob die zu bearbeitende Linse für das rechte Auge oder das linke Auge ist und ob die durchzuführende Bearbeitung für eine ebene Oberfläche oder eine verjüngte Kante (Fase) durchzuführen ist. Für die folgende Beschreibung wird angenommen, dass ein Befehl für die Bearbeitung mit einer verjüngten Kante (Fase) eingegeben ist. Zusätzlich schreibt der Bediener der Wert der PD (Pupillendistanz) gemäß dem Rezept und die Höhe des optischen Zentrums der Linse in das EINGABE-Fenster, das auf dem Anzeigebildschirm in einer vorgegebenen Position erscheint, durch Bedienen der Zeigerbewegungsschalter **408** und der (-)/(+) -Schalter **409**.

[0050] Sobald die Eingabe der notwendigen Bearbeitungsbedingungen abgeschlossen ist, werden bestimmte Handlungen vorgenommen (z. B. axiale Ausrichtung der Saugnäpfe), so dass die zu bearbeitende Linse LE von den Linsendrehwellen **704a** und **704b** eingespannt wird. Danach wird der START/STOP-Schalter 411 gedrückt, um die Schleifvorrichtung in Betrieb zu setzen.

[0051] In Antwort auf ein Eingabestartsignal führt die Schleifvorrichtung Rechenoperationen zur Bearbeitungskorrektur aus (die Korrektur des Radius der Schleifscheibe) (siehe US-Patent 5,347,762) und misst nachfolgend die Linsenkonfiguration mittels folgendem Vorgang. Als erstes wird der Linsendrehwellenmotor **721** betätigt, um die Linsenwellen **704a** und **704b** zu drehen, so dass der Radiusvektorwinkel (r_s-θ_n) der Radiusvektorinformation ($r_s\delta_n$, $r_s\theta_n$) , basierend auf den Brillenrahmen-Konfigurationsdaten, auf das Zentrum der Drehung der Schleifscheibe gerichtet ist. Danach wird der Motor **714**, der den Schlitten **700** rückwärts und vorwärts bewegt, betätigt, bis der Schlitten **700** zur Referenzposition zum Messen am linken Ende des Schlittenwegs bewegt ist. Im nächsten Schritt wird der Motor **503**, der von dem Photorelais **505** in der Linsenkonfigurations-Messvorrichtung **5** gesteuert wird, gedreht, bis sich der Messarm **527** von der Anfangsposition zur Hinterschliffposition in Bezug auf die rückwärtige Refraktionsoberfläche der Linse LE, wie in **Fig.** 11 gezeigt, gedreht hat. Nachfolgend wird der Motor **728** betätigt, um die Linse LE in Richtung des Pfeils **535** zu bewegen, so dass sie nahe zum Fühler **524** kommt. Die Linsenbewegung stoppt an einer solchen Position, in der der Fühler **524** fast eine imaginäre Linie berührt, die angenommen wird als die Ortskurve des distalen Endes (oder untere oder geneigte Seite) der verjüngten Kante (Fase) der Linse LE auf der Grundlage der Radiusvektorinformation. Danach wird der Motor **503** betätigt, um den Messarm **527** zu drehen, bis dieser zur Messposition der Rückseite der Linse LE gelangt, so dass der Fühler **524** gegen die Linse LE gedrängt wird. Der Fühler **524** hat eine Drängkraft, die von der Feder **511** kommt, welche flexibel genug ist, um den Positionsveränderungen in der Kontaktoberfläche mit der Linse LE zu folgen.

[0052] Nachdem dieser Zustand erreicht wurde, wird der Motor **721** angetrieben, um die Linse LE zu drehen und, zur gleichen Zeit, wird der Motor **728** auf der Grundlage der Radiusvektorinformation gesteuert, um die Linsenbewegung in der Richtung des Pfeils **535** zu ändern. Als Ergebnis tastet der Fühler **524** das vorwärts gerichtete Ende der imaginären Ortskurve des distalen Endes (oder Bodens) der verjüngten Kante (Fase) der Linse LE ab, woraufhin der Potenziometer **506** das Ausmaß der Bewegung des Fühlers **524** als das Ausmaß der Drehung der Riemenscheibe **508** erfasst und die Konfiguration der hinteren Refraktionsoberfläche der Linse LE wird vom ausgegebenen Erfassungssignal bestimmt. Durch Überwachung der sich ergebenden Messdaten bestimmt die Schleifvorrichtung, ob der Linsendurchmesser ausreichend ist für die Konfiguration des Brillenrahmens. Wenn der Linsendurchmesser unzureichend ist, wodurch der Fühler **524** außer Eingriff mit der Rückfläche der Linse LE während der Messung der Linsenkonfiguration gelangt, tritt ein plötzlicher Wechsel in den Messdaten auf (d. h. des Ausmasses der Bewegung des Fühlers **524**), was es der Vorrichtung ermöglicht, zu wissen, dass der Linsendurchmesser unzureichend ist. Wenn die Messdaten keinen plötzlichen Wechsel zu irgendeinem Zeitpunkt während der Messung aufweisen, wird der Linsendurchmesser als ausreichend erachtet und die Vorrichtung erhält die Konfiguration der hinteren Refraktionsoberfläche der Linse LE für den gesamten Umfang.

[0053] Nachdem die Linse LE eine volle Drehung ausgeführt hat, um die Konfiguration der hinteren Refraktionsoberfläche der Linse LE für den gesamten Umfang zur Verfügung zu stellen, kehrt der Schlitten **700** zur Anfangsposition zurück, wo die Messung gestartet wurde. Im nächsten Schritt wird der Motor **503** angetrieben, um den Messarm **527** zur Hinterschliffposition zu bewegen, um die vordere Refraktionsoberfläche der Linse LE zu messen, die dann zur Messposition bewegt wird. Während die Linse LE eine volle Umdrehung ausführt, tastet der Fühler **523** die imaginäre Ortskurve der verjüngten Kante (Fase) ab und, wie bei der Messung der hinteren Refraktionslinsenoberfläche, wird die Konfiguration der vorderen Refraktionsoberfläche für den gesamten Umfang bestimmt als das Ausmaß der Bewegung dieses Fühlers **523**.

[0054] Wenn eine plötzliche Veränderung in den überwachten Messdaten auftritt und herausgefunden

wird, dass die Linse zu klein ist, führt die Vorrichtung die Messung in folgender Weise weiter. Sobald eine plötzliche Veränderung in den Messdaten auftritt, wird die Drehung der Linse LE gestoppt und der Schlitten **700** wird zur Anfangsposition, wo die Messung begann, zurückgeführt und zusätzlich wird der Messarm **527** zur Hinterschliffposition zurückgeführt. Danach werden wie beim Beginn der Messung die Linsenwellen **704a** und **704b** gedreht, so dass der Radiusvektorwinkel ($r_s\theta_n$) der Radiusvektorinformation auf die Mitte der Drehung der Schleifscheibe gerichtet ist, und der Schlitten **700** wird wieder bewegt auf der Grundlage der Radiusvektorinformation, bis er an der Rotationsstartposition ankommt. Der Messarm **527** wird bewegt, bis der Fühler **524** gegen die Linse LE gedrängt wird. Die Linse LE wird dann in umgekehrter Richtung gedreht, wodurch die Konfiguration der hinteren Refraktionsoberfläche der Linse LE, betrachtet von der entgegengesetzten Richtung, bestimmt wird. Wenn während dieser Drehung in umgekehrter Richtung wieder eine plötzliche Veränderung auftritt im Ausmaß der Bewegung des Fühlers **524**, wird die Drehung der Linse LE gestoppt und der Schlitten **700** wird zur Anfangsposition zurückgefahren, wodurch die Messung der hinteren Linsenoberfläche abgeschlossen ist. Auf diese Weise bestimmt die Schleifvorrichtung die Konfiguration der hinteren Refraktionsoberfläche der Linse LE mit Ausnahme des Untergröße-Bereichs, in dem der Linsendurchmesser unzureichend ist in Bezug auf die Brillenrahmen-Konfigurationsdaten.

[0055] Es folgt der gleiche Vorgang zum Messen der vorderen Oberfläche der Linse LE. Durch Drehen der Linse LE in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung wird die Konfiguration der vorderen Refraktionsoberfläche der Linse LE mit Ausnahme des Untergröße-Bereichs bestimmt.

[0056] Wenn der Linsendurchmesser nach dem Ende der Messung unzureichend ist, gibt der Anzeigeabschnitt **3** eine grafische Darstellung der Rahmenkonfiguration **31** aus, wobei der Untergröße-Bereich blinkt, wie in **Fig.** 12 dargestellt (der Untergröße-Bereich kann durch ein vorbestimmtes Zeichen wie z. B. ein Symbol dargestellt werden). Zusätzlich erscheint eine diesbezügliche Meldung auf dem Bildschirm, die z. B. angibt "LINSEN-DURCHMESSER UNZUREICHEND. BEARBEITUNG FORTFÜHREN?". Dies gibt dem Bediener die genaue Information über den Untergröße-Bereich der Linse LE und sein Ausmaß, wodurch ihm geholfen wird zu bestimmen, ob die Linsenbearbeitung weiter fortgeführt werden soll oder nicht. In dem vorstehenden Fall drückt der Bediener den START/STOP-Schalter **411**, um die Vorrichtung in Betrieb zu setzen.

[0057] Alternativ kann die Vorrichtung so eingestellt sein, dass sie bestimmt, ob der Untergröße-Bereich der Linse LE außerhalb eines festgelegten Bereichs (Referenzbereich) liegt und dass sie automatisch zum nachfolgenden Bearbeitungsschritt weitergeht, wenn der Untergröße-Bereich innerhalb des Referenzbereichs liegt (siehe **Fig.** 10B) (oder nur, wenn der Rahmenwechselmodus eingegeben wurde). Wenn gewünscht, kann die Vorrichtung auch so eingestellt sein, dass sie, abhängig von der Anfangseinstellung, automatisch die Bearbeitung fortsetzt auf der Grundlage des Bestimmungsergebnisses oder der Bediener trifft eine Entscheidung nach eigenem Ermessen. Die Feststellung, ob der Linsendurchmesser unzureichend ist, kann unabhängig von den Daten zur Berechnung einer verjüngten Kante (Fase) getroffen werden (zur Berechnung der verjüngten Kante (Fase), kann die angefaste Unterseite gemessen werden, während verschiedene Positionen des Scheitelpunktes der verjüngten Kante (Fase) gemessen werden, um die Insuffizienz des Linsendurchmesser zu erfahren; alternativ können die Daten zum Erkennen der Insuffizienz des Linsendurchmessers erhalten werden durch Messen mit einem anderen Gerät als der Linsenmessvorrichtung).

[0058] Wenn der START/STOP-Schalter **411** gedrückt ist (oder wenn die Bearbeitung automatisch durchgeführt wird auf der Grundlage der Festlegung der Vorrichtung selbst), führt die Schleifvorrichtung eine Interpolation der Untergröße-Bereiche für die Kantenpositionen der vorderen und hinteren Refraktionsoberflächen der Linse LE durch.

[0059] Das Verfahren der Interpolation der Untergröße-Bereiche wird nun beschrieben. **Fig.** 13A zeigt die Kantenposition sowohl der vorderen als auch der hinteren Refraktionsoberfläche der Linse LE relativ zum Radiusvektorwinkel, und der Untergröße-Bereich ist dargestellt durch den Zwischenraum zwischen den Winkeln a und b. Der Untergröße-Bereich für die Kantenposition der vorderen Linsenoberfläche kann mittels Keilnutfräsen unter Verwendung einer Fräsfunktion interpoliert werden. In dem Verfahren der Interpolation durch Keilnutfräsen wird ein gegebener Zwischenraum, der angenähert werden soll, in eine Vielzahl von Unterzwischenräumen unterteilt und Polynomen werden angewandt auf die entsprechenden Unterzwischenräume, um eine Kurve zu bestimmen, die, als Ganzes genommen, durch die gegebenen Punkte verläuft, so dass die Differentialkoeffizienten der ersten und zweiten Ordnung miteinander übereinstimmen an diesen Punkten. Unter Verwendung dieses Verfahrens und auf der Grundlage der Messdaten für bestimmte Winkel c, d, e und f, welche den Untergrößen-Bereich a-b umgeben (siehe **Fig.** 13b), wird eine Keilnutkurve, die die Punkte a und b gleichmäßig verbindet, bestimmt, um die Konfigurationsdaten für den Untergrößen-Bereich a-b aufzufüllen. Bei diesem Verfahren der Interpolation mittels Keilnutfräsen reichen die Koordinaten von drei Probepunkten aus, um eine gleichmäßige Kurve zu konstruieren, die diese drei Punkte verbindet; es ist jedoch bevorzugt, die Messdaten von vier Punkten zu verwenden, zwei Punkte auf jeder Seite des Untergröße-Bereichs (mehr Probepunkte können ausgewählt werden). Das gleiche Verfahren kann angewendet werden auf den Untergröße-Bereich für die

Kantenposition der hinteren Linsenoberfläche und die Messdaten an bestimmten Winkeln g, h, i und j, die den Untergröße-Bereich a-b umgeben, werden dem Keilnutfräsen unterworfen, um die Konfigurationsdaten für den Untergröße-Bereich aufzufüllen.

[0060] Anstelle einer Verwendung der Messdaten für einen begrenzten Bereich einschließlich des Untergröße-Bereichs können alle erhaltenen Messdaten geteilt werden (in gleiche Zwischenräume) bei gegebenen Abständen und die Endpunkte der entsprechenden Zwischenräume werden mittels Keilnutfräsen verbunden, um die Daten für den Untergröße-Bereich zu interpolieren. Dieses Verfahren bietet den Vorteil, dass eine Kurve für den Untergröße-Bereich generiert wird, welche eine gute Einpassung aufweist zur allgemeinen Tendenz der Linsenkonfiguration.

[0061] Das Verfahren zur Interpolation des Untergröße-Bereichs ist nicht auf Keilnutfräsen beschränkt; praktischerweise kann der Untergröße-Bereich erhalten werden durch linear Interpolation und alle anderen bekannten Verfahren der Interpolation können übernommen werden.

[0062] Nach dem Auffüllen der Untergröße-Bereiche durch das oben beschriebene Verfahren der Interpolation, um die Konfigurationen (Kantenpositionen) der vorderen und der hinteren Refraktionsoberflächen der Linse LE entlang des gesamten Umfangs vorzusehen, werden Berechnungen der verjüngten Kante (Fase) durchgeführt auf der Grundlage solcher Informationen, um die Position des Scheitelpunktes der verjüngten Kante (Fase) zum Errichten der beabsichtigten verjüngten Kante (Fase) zu bestimmen. In dem betrachteten Ausführungsbeispiel wird die Position des Scheitelpunktes der verjüngten Kante (Fase) berechnet mit einem gewissen Verhältnis, das für die Kantendicke festgelegt ist. Die Position des Scheitelpunktes der verjüngten Kante (Fase) muss nicht auf der Grundlage eines bestimmen Verhältnisses berechnet werden; statt dessen kann die Position des Scheitelpunktes der verjüngten Kante (Fase) von der Kantenposition der vorderen Linsenoberfläche hin zur hinteren Oberfläche um einen bestimmen Betrag verschoben sein, so dass die gleiche Kurve der verjüngten Kante (Fase) wie die Kurve der vorderen Oberfläche erhalten wird; dieses und andere Verfahren der Berechnung von verjüngten Kanten (Fase) sind im US-Patent 5,347,762 beschrieben.

[0063] Wenn die Berechnungen der verjüngten Kante (Fase) abgeschlossen sind, zeigt der Anzeigeabschnitt **3** die Konfiguration der verjüngten Kante (Fase) für die Position bei einer minimalen Kantendicke, was genau neben der Anzeige der Rahmenkonfiguration **31** erscheint. Durch Bewegen des Zeigers, der in der Anzeige der Rahmenkonfiguration **31** erscheint, kann der Bediener die Konfiguration der verjüngten Kante (Fase) für einen benannten Ort sehen. Wenn irgendein Untergröße-Bereich der Linse LE (wo der Linsendurchmesser unzureichend ist) vorhanden ist, beinhaltet die angezeigte Konfiguration der verjüngten Kante (Fase) den Untergröße-Bereich nicht.

[0064] Der Bediener überprüft die angezeigte Konfiguration der verjüngten Kante (Fase) und wenn kein Problem auftritt, drückt er den START/STOP-Schalter **411**. Auf der Grundlage der Brillenrahmen-Konfigurationsdaten und der von den Berechnungen der verjüngten Kante (Fase) erhaltenen Bearbeitungsdaten steuert die Vorrichtung den Schlittenabschnitt **7** und den Linsenschleifabschnitt **6** derart, dass eine Bearbeitung in der Reihenfolge Grobbearbeitung und Endbearbeitung der verjüngten Kante (Fase) durchgeführt wird (im AUTOMATIK-Modus führt die Vorrichtung die Bearbeitung automatisch durch, nachdem die Position des Scheitelpunktes der verjüngten Kante (Fase) berechnet wurde). Somit wird sogar bei Vorhandensein einer Insuffizienz im Linsendurchmesser der Untergröße-Bereich interpoliert und die notwendigen Berechnungen der verjüngten Kante (Fase) werden durchgeführt, um die Linsenbearbeitung zu ermöglichen.

[0065] Die vorstehenden Erläuterungen nehmen an, dass bei Vorhandensein einer Insuffizienz im Linsendurchmesser die Untergröße-Bereiche für die Kantenpositionen sowohl der vorderen als auch der hinteren Oberfläche der Linse LE interpoliert werden, bevor die Berechnungen der verjüngten Kante (Fase) durchgeführt werden. Alternativ kann die Interpolation in der folgenden Weise durchgeführt werden. Es sei z. B. der Fall angenommen, dass die Berechnungen der verjüngten Kante (Fase) auf der Grundlage eines bestimmten Verhältnisses, z. B. 5 : 5, durchgeführt werden. In diesem Fall werden die Daten der verjüngten Kante (Fase) zuerst erhalten von den Konfigurationen der vorderen und hinteren Linsenoberflächen mit Ausnahme der Untergröße-Bereiche (siehe **Fig.** 10c). Die Insuffizienz der so erhaltenen Daten der verjüngten Kante (Fase) (d. h. die Kurve der verjüngten Kante (Fase)) wird mittels eines passenden Verfahrens, wie z. B. Keilnutfräsen, interpoliert. Die Berechnungen der verjüngten Kante (Fase) können auch durchgeführt werden unter Verwendung von sphäroidischen Kurven (sowohl für die hintere als auch die vordere Linsenoberfläche); in diesem Fall werden die sphäroidischen Kurven mit den erforderlichen Messdaten berechnet, die derart ausgewählt wurden, um die Untergröße-Bereiche zu vermeiden und die Kantenpositionen der Untergröße-Bereiche werden dann interpoliert auf der Grundlage der berechneten Werte für die sphäroidischen Kurven und der vorgegebenen Radiusvektorinformation. Die Daten für die sphäroidischen Kurven müssen nicht auf der Grundlage der Messung der Linsenkonfiguration berechnet werden; wenn die Daten der sphäroidischen Kurven der zu bearbeitenden Linse LE bereits bekannt sind, können sie in die Vorrichtung eingegeben werden, um die Kantenpositionen der Untergröße-Bereiche der Linse LE zu bestimmen.

(Rahmenwechselmodus)

[0066] Wir beschreiben nun den Betrieb der Vorrichtung in dem Fall, wenn der Rahmenwechselmodus gewählt wurde. Die folgende Beschreibung konzentriert sich auf die Unterschiede zur Bearbeitung, wenn der Rahmenwechselmodus nicht gewählt wurde. Ein neuer Brillenrahmen wird mittels der Brillenrahmen-Konfigurationsmessvorrichtung **2** abgetastet und der NÄCHSTE DATEN-Schalter **417** wird gedrückt, damit die neuen Rahmendaten im Datenspeicher **103** gespeichert werden.

[0067] Nachfolgend drückt der Bediener den RAHMENWECHSEL-Schalter **406** um den Rahmenwechselmodus einzuschalten und drückt nachfolgend den START/STOP-Schalter **411**, um die Bearbeitungskorrektur und Linsenkonfigurationsmessung zu starten.

[0068] Im Rahmenwechselmodus wird die Linsenmessung in Bereichen durchgeführt, die eine bestimmte Entfernung (1,5 mm) nach innen von der Radiusvektorlänge in der Radiusvektorinformation für die Linsenrahmen-Konfigurationsdaten liegen, wodurch Linsenkonfigurationsdaten für die vordere und die hintere Linsenoberfläche in der gleichen Weise erhalten werden wie oben in Verbindung mit der Bearbeitung, wenn der Rahmenwechselmodus nicht gewählt ist, beschrieben (wenn festgestellt wird, dass der Linsendurchmesser unzureichend ist, werden Konfigurationsdaten mit Ausnahme der Untergröße-Bereiche erhalten). Im Rahmenwechselmodus wurde die zu messende Linse LE bereits bearbeitet, um eine verjüngte Kante (Fase) herzustellen, so dass, wenn der Fühler **524** gegen die geneigte Oberfläche der verjüngten Kante (Fase) anstößt, ein unvollständiger Zwischenraum erscheint, wie durch LE1 und L2 in **Fig.** 14 definiert. Nach der Messung der Linsenkonfiguration (wenn der Linsendurchmesser unzureichend ist, wird der Untergröße-Bereich wie in **Fig.** 12 gezeigt dargestellt und ein Schaltersignal, das eine fortgesetzte Bearbeitung befiehlt, wird eingegeben und dann) wird die Kantenpositionsinformation im Anzeigeabschnitt **3**, wie in **Fig.** 14 gezeigt, dargestellt (für den Fall, wenn die Kurve der hinteren Linsenoberfläche einen unvollständigen Zwischenraum enthält). Der Bediener bearbeitet die Messdaten und bewegt den Zeiger, um einen unvollständigen Zwischenraum zu bezeichnen, wie einer definiert durch L1 und L2. Wenn der (-)-Schalter gedrückt ist, bewegt sich der Zeiger zur linken Seite des Bildschirms und wenn der (+)-Schalter gedrückt ist, bewegt er sich zur rechten Seite. Der BESTIMMEN-Schalter **412** wird dann gedrückt, um die Start- und Endpunkte des unvollständigen Zwischenraums zu bezeichnen. Wenn der unvollständige Zwischenraum somit bezeichnet ist, löscht ihn die Vorrichtung aus den Messdaten und führt eine Interpolation mittels eines der bereits oben beschriebenen Verfahren durch, und führt Berechnungen der verjüngten Kante (Fase) durch (was die Korrektur des Messergebnisses der Linsenkonfiguration, die mit einem bestimmten Abstand einwärts durchgeführt wurde, beinhalten sollte). Ein ähnlicher Interpolationsvorgang kann angewandt werden, wenn die Linse LE Untergröße-Bereiche aufweist.

[0069] Nach den Berechnungen der verjüngten Kante (Fase) wird eine Position der verjüngten Kante (Fase) in der gleichen Weise dargestellt wie in dem Fall, in dem der Rahmenwechselmodus nicht gewählt ist, und wenn der START/STOP-Schalter 411 gedrückt ist, wird eine Grobbearbeitung durchgeführt und danach wird die Endbearbeitung der verjüngten Kante (Fase) durchgeführt auf der Grundlage der Daten der verjüngten Kante (Fase).

[0070] In dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel werden die Kantenpositionen und die Untergröße-Bereiche der Linse LE durch Messen der äquivalenten Kantenpositionen der Linse LE mittels der Linsenkonfigurations-Messvorrichtung erfasst. Dies ist jedoch nicht der einzige Fall der Erfindung und sogar in Abwesenheit von Daten, die von der Linsenkonfigurations-Messvorrichtung erhalten werden, kann die Erfindung selbstverständlich implementiert werden durch Eingabe der Daten zur Konfiguration der zu bearbeitenden Brillenlinse (d. h. Dicke der Mitte und Kurven der vorderen und hinteren Oberflächen).

[0071] Wenn die zu bearbeitende Linse LE einen bestimmten Bereich enthält, wo im Hinblick auf das Ergebnis der Messung der Kantenposition eine verjüngte Kante (Fase) nicht sicher erreicht werden kann, besteht keine Notwendigkeit, die komplizierten Verfahren der Interpolation durchzuführen.

[0072] Noch eine weitere Abwandlung des Ausführungsbeispiels ist wie folgt. Die Linsenkonfigutations-Messvorrichtung misst normalerweise Linsenpositionen, außer der der Unterseite der verjüngten Kante (Fase). Alternativ kann die Position der Unterseite der verjüngten Kante (Fase) zu einem Zeitpunkt gemessen werden, wenn eine Insuffizienz des Linsendurchmessers erfasst wird und wenn die Messung erfolgreich ist, werden Berechnungen der verjüngten Kante (Fase) auf der Grundlage der gemessenen Daten durchgeführt; wenn die Vorrichtung einen solchen Mechanismus aufweist, dass sie den Linsendurchmesser prüft, während die Unterseite der verjüngten Kante (Fase) gemessen wird, können Berechnungen der verjüngten Kante (Fase) auf der Grundlage der Daten für die Unterseite der verjüngten Kante (Fase) durchgeführt werden; in beiden Fällen ist der Linsendurchmesser unzureichend und dennoch gibt die Vorrichtung automatisch einen Befehl aus, um eine verjüngte Kante (Fase) zu bilden oder der Bediener entscheidet selbst (auf der Grundlage solcher Informationen wie den angezeigten Daten), den gleichen Befehl zu geben.

[0073] Wie auf den vorhergehenden Seiten beschrieben, bietet das Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung einen Vorteil dadurch, dass, sogar wenn der Durchmesser der zu bearbeitenden Linse unzureichend ist, um in die Brillenrahmen zu passen,

der Bediener die Bearbeitung durchführen kann, wenn er dies wünscht.

[0074] Wenn die Linsenkonfigurations-Messvorrichtung so ausgelegt ist, dass sie die Linsenpositionen außer der der Unterseite der verjüngten Kante (Fase) misst, bietet die Erfindung eine bessere Möglichkeit zum Bearbeiten der verjüngten Kante (Fase) zur gewünschten Form, auch wenn sie einen unvollständigen Zwischenraum aufweist.

Patentansprüche

1. Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung zum Bearbeiten einer Brillenglaslinse, welche in einen Brillenglasrahmen einzupassen ist, umfassend:

eine Konfigurationsdaten-Eingabeeinrichtung (**2**, **4**, **102**) zum Eingeben der Rahmenkonfigurationsdaten des Brillenglasrahmens;

eine Layoutdaten-Eingabeeinrichtung (**3**, **4**, **102**) zum Eingeben von Layoutdaten, die verwendet werden, um ein Layout der Linse entsprechend dem Brillenglasrahmen vorzusehen; eine Layoutermittlungseinrichtung (**100**) zum Ermitteln des Layouts der Linse auf der Grundlage der eingegebenen Rahmenkonfigurationsdaten und der eingegebenen Layoutdaten; eine Kantenpositions-Erfassungseinrichtung (**5**, **100**) zum Erfassen der Kantenpositionen der Linse auf der Grundlage des ermittelten Layouts, wobei die Kantenpositions-Erfassungseinrichtung zumindest einen Messkopf aufweist, um zumindest eine der Vorder- und Rückflächen der Linse zu berühren; eine Bearbeitungsdaten-Berechnungseinrichtung (**100**) zum Berechnen der Linsenbearbeitungsdaten auf der Grundlage des ermittelten Layouts und der erfassten Kantenpositionen;

eine Linsendurchmesser-Insuffizienzerfassungseinrichtung (**5**, **100**) zum Erfassen einer Insuffizienz im Durchmesser der Linse bezüglich des ermittelten Layouts auf der Grundlage eines Erfassungsergebnisses, das von der Kantenpositions-Erfassungseinrichtung erfasst wurde; und

eine Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln, ob ein Schleifvorgang durchgeführt werden soll trotz der Insuffizienz im Linsendurchmesser, der von der Linsendurchmesser-Insuffizienzerfassungseinrichtung erfasst wurde,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung ferner umfasst:

eine Steuereinrichtung (**100**, **110**, **111**), welche die Linsendrehrichtung einschließlich der Vorwärts- und Rückwärtsrichtungen steuert, so dass die Linse in einer entgegengesetzten Richtung gedreht wird, wenn der Messkopf außer Kontakt mit der Oberfläche der Linse gelangt, um die Kantenpositionen eines ausreichenden Bereichs der Linse durch die Kantenpositions-Erfassungseinrichtung zu erfassen; wobei die Ermittlungseinrichtung eine Bearbeitungsbefehl-Eingabeeinrichtung (**4**, **100**) zum Eingeben eines Bearbeitungsbefehls, welcher auf einer Beurteilung des Grades der erfassten Insuffizienz basiert, umfasst;

eine Interpolationsdaten-Berechnungseinrichtung (**100**), welche Interpolationsdaten für einen insuffizienten Bereich der Linse unter Verwendung einer vorbestimmten Interpolationsformel berechnet, auf der Grundlage des ermittelten Layouts und der erfassten Kantenpositionen des ausreichenden Bereichs; und

eine Ausführungseinrichtung (**100**), welche den Schleifvorgang mit der verbliebenen Insuffizienz auf Grundlage der berechneten Bearbeitungsdaten und der berechneten Interpolationsdaten in Antwort auf den Bearbeitungsbefehl ausführt.

2. Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung nach Anspruch 1, ferner umfassend eine Anzeigeeinrichtung (**3**) zum Anzeigen einer grafischen Darstellung des erfassten Fehlers.

3. Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Bearbeitungsbefehl-Eingabeeinrichtung (**4**) eine Eingabetaste (**411**) zum Eingeben des Bearbeitungsbefehls auf der Grundlage des Beurteilungsergebnisses durch einen Bediener umfasst.

4. Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung nach Anspruch 1, ferner umfassend:

– eine Festlegungseinrichtung (**4**) zum Festlegen eines vorbestimmten Referenzbereichs bezüglich einer zu erfassenden Insuffizienz im Durchmesser einer Linse; und

– eine Beurteilungseinrichtung (**100**) zum Beurteilen, ob die erfasste Insuffizienz innerhalb des festgelegten vorbestimmten Referenzbereichs liegt oder nicht.

5. Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Bearbeitungsbefehl-Eingabeeinrichtung (**100**) den Bearbeitungsbefehl automatisch auf Grundlage des Beurteilungsergebnisses der Beurteilungseinrichtung eingibt.

6. Brillenglas-Linsenschleifvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Linsenbearbeitungsdaten und die Interpolationsdaten Daten zur Bearbeitung einer verjüngten Kante beinhalten.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

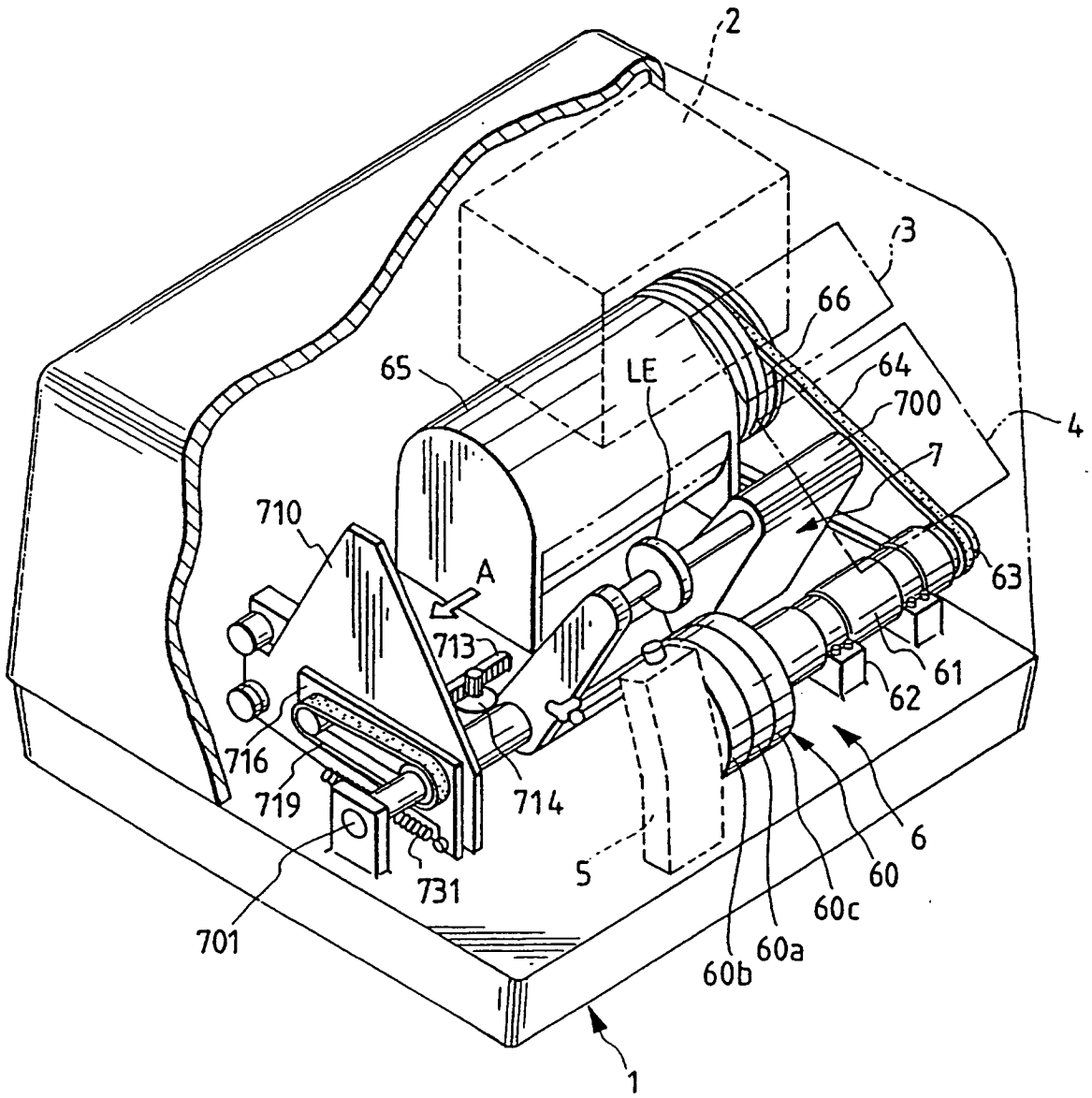


FIG. 2

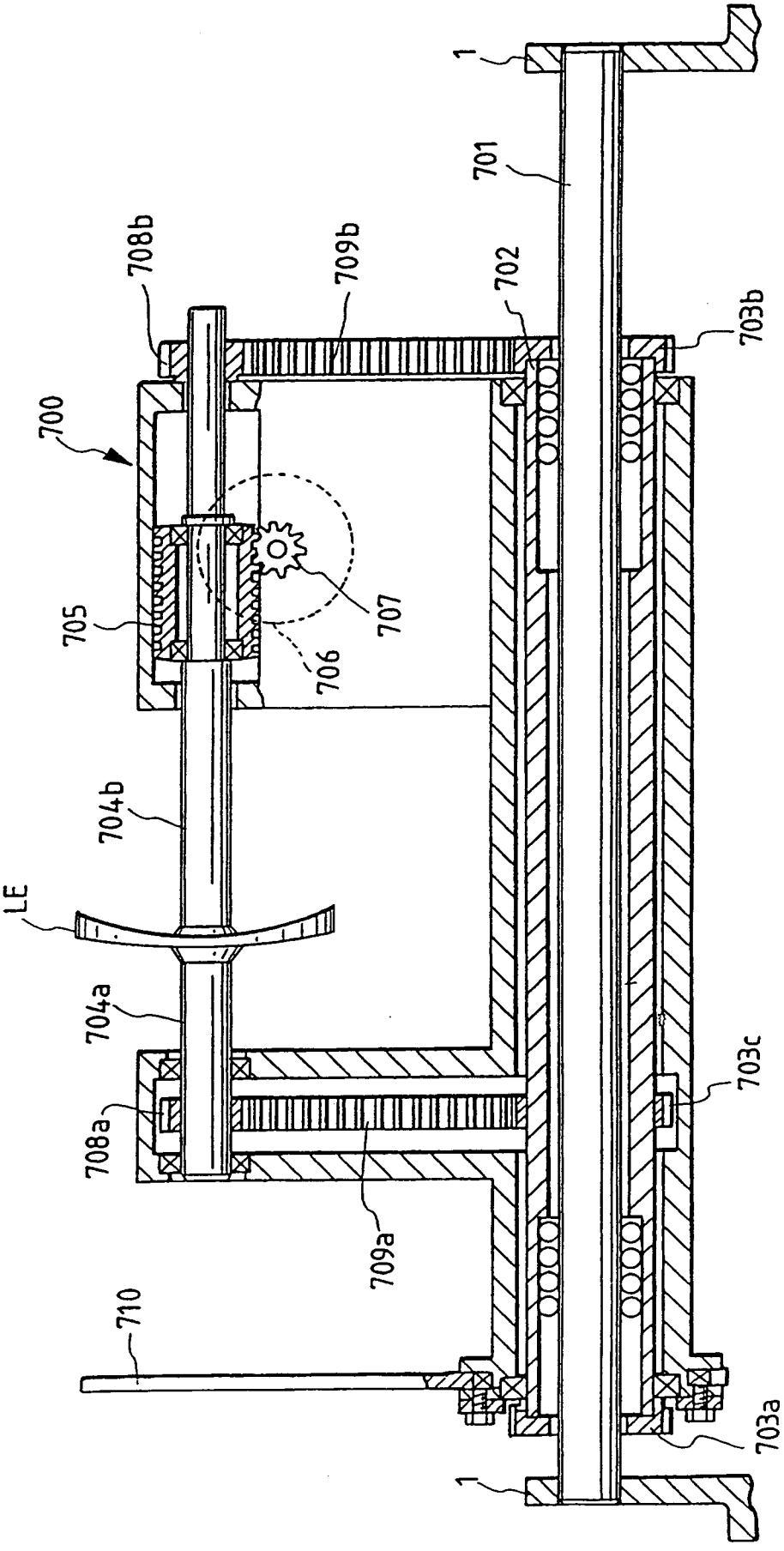

1
701
708b
709b
702
703b
700
705
707
706
704b
LE
704a
708a
703c
709a
710
703a
1

FIG. 3

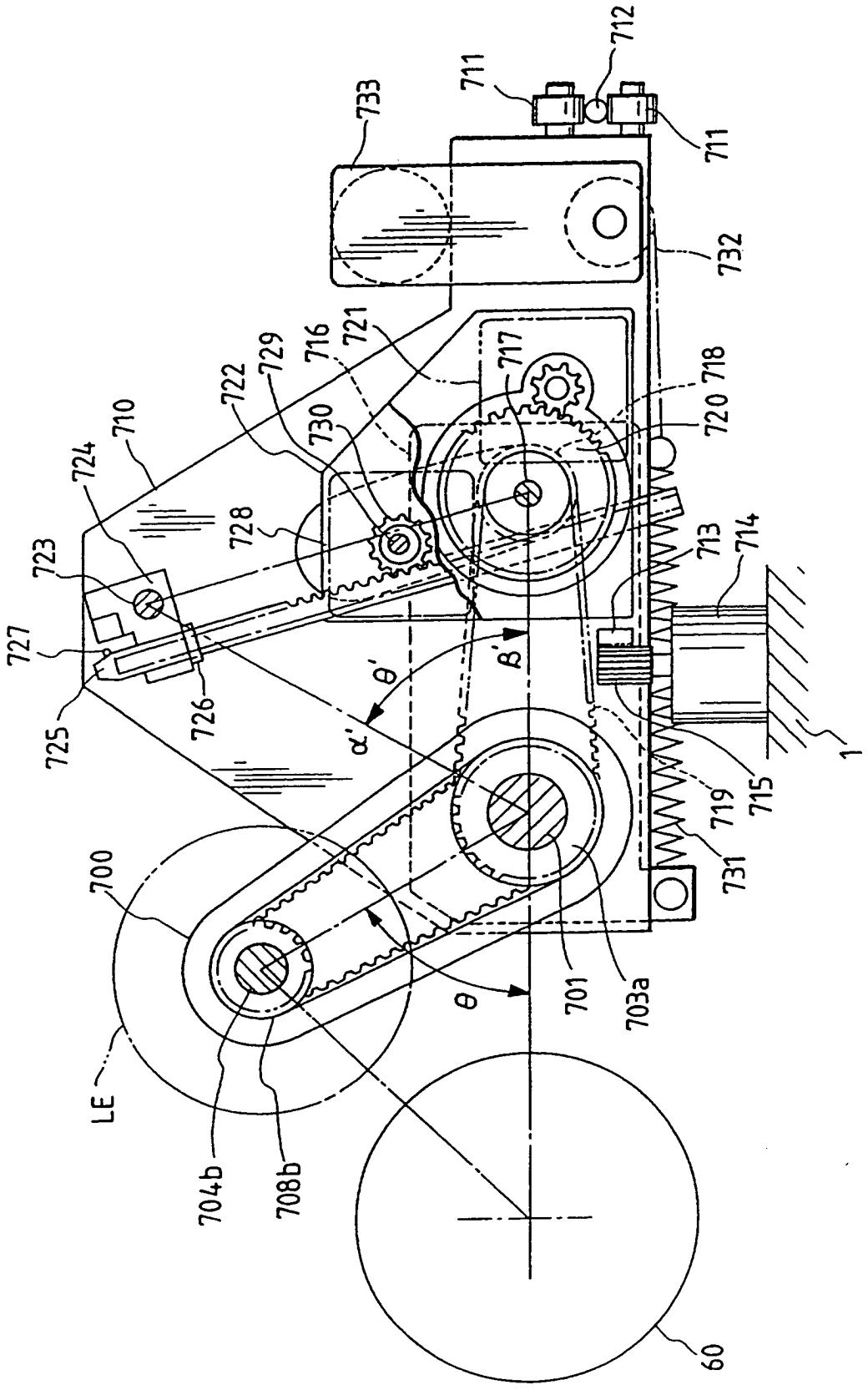

712
711
733
711
732
721
716
729
722
717
718
720
730
710
724
728
723
713
714
727
726
725
θ'
α'
β'
719
715
731
1
700
θ
701
703a
LE
704b
708b
60

FIG. 4

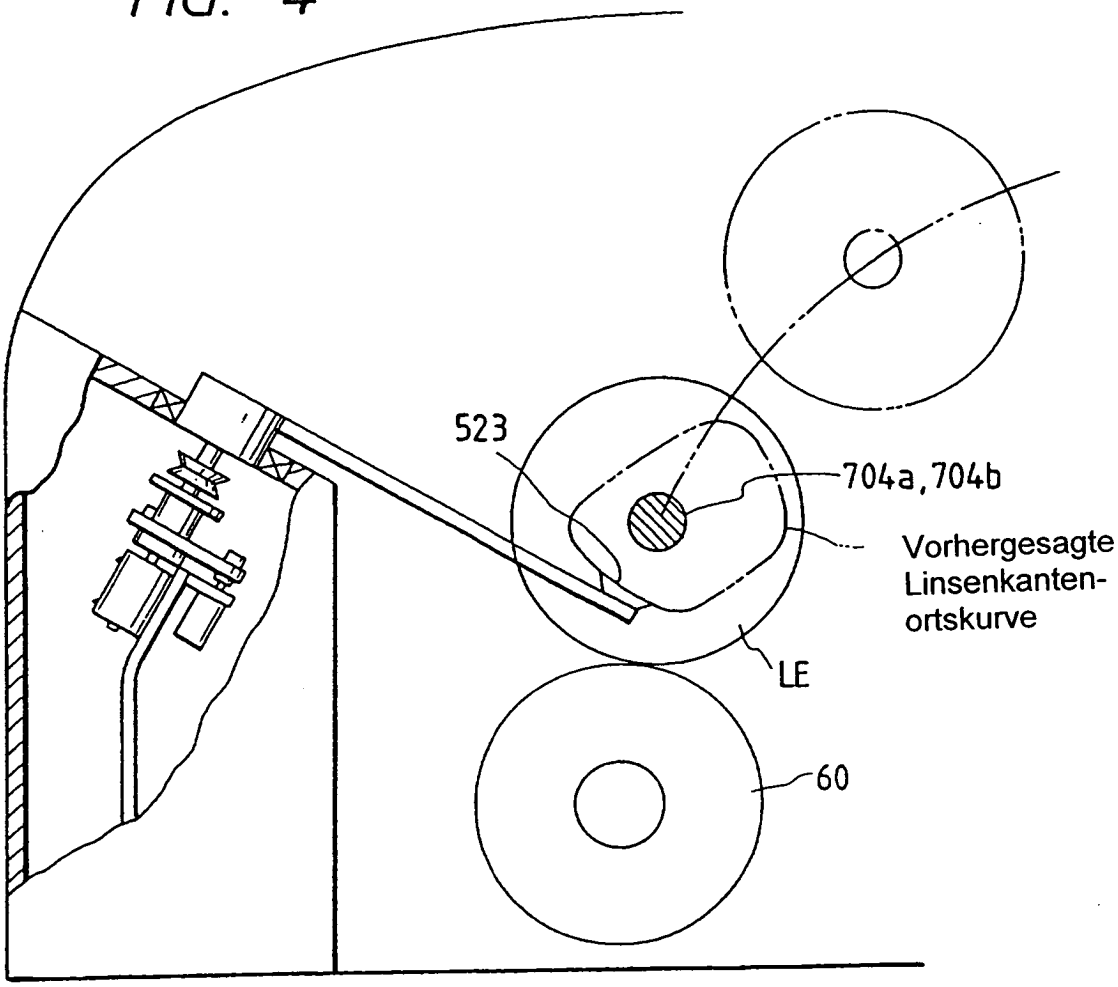

523
704a, 704b
Vorhergesagte Linsenkanten-ortskurve
LE
60

FIG. 5

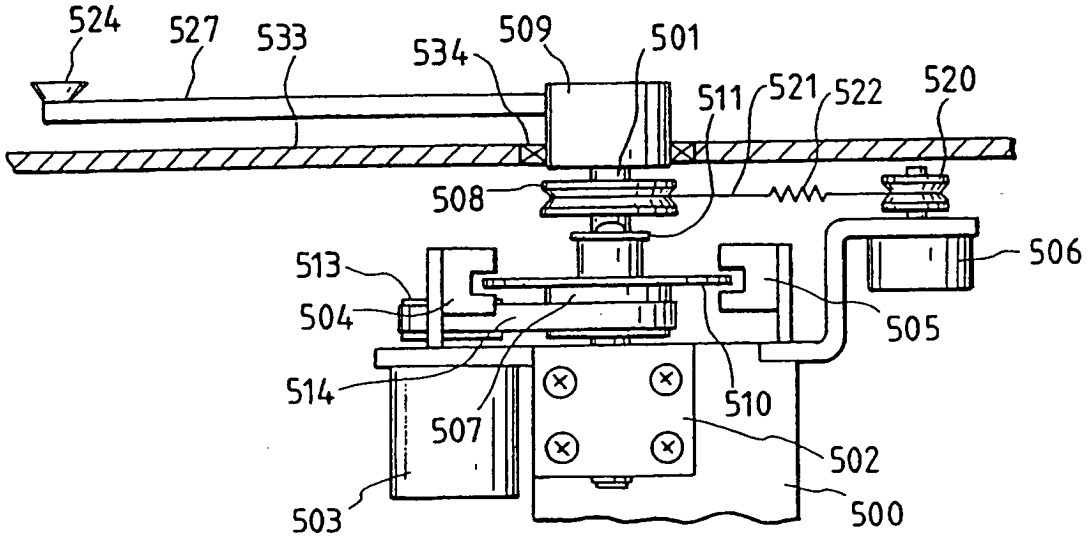

524
527
533
534
509
501
511
521
522
520
508
513
504
514
507
510
505
506
502
503
500

FIG. 6

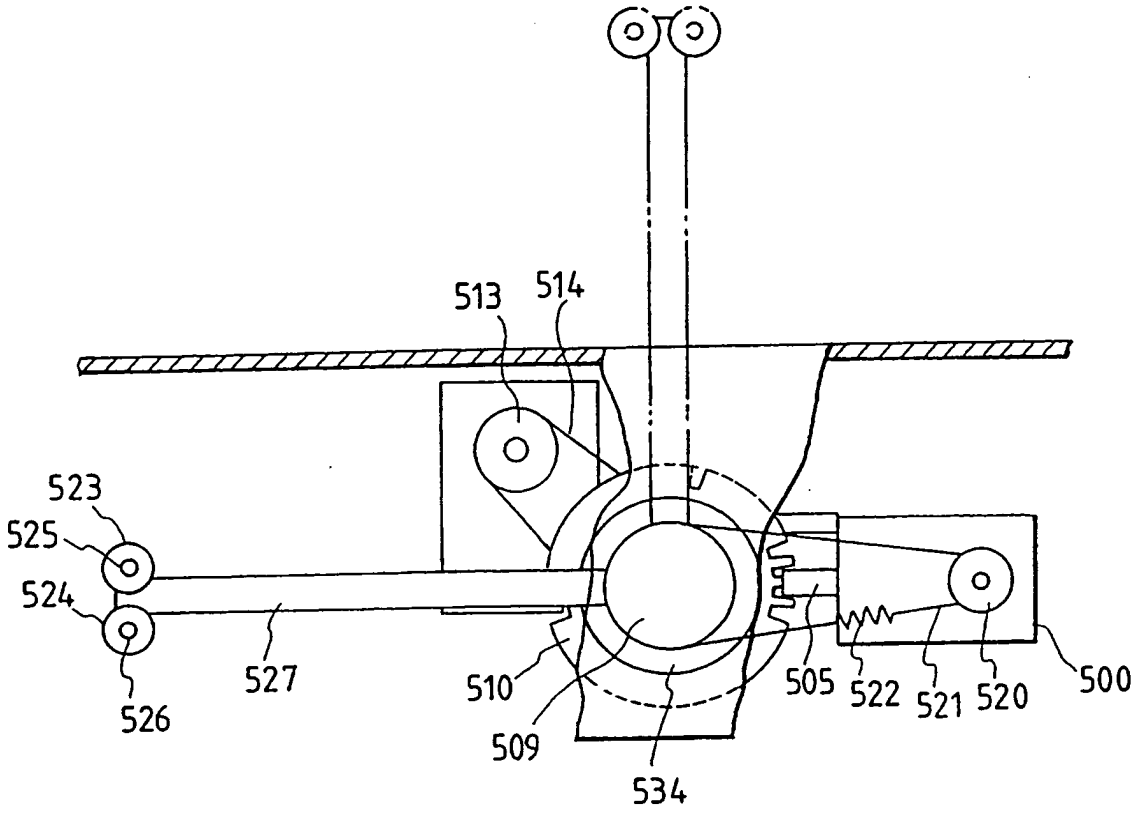

513
514
523
525
524
526
527
510
509
534
505
522
521
520
500

FIG. 7

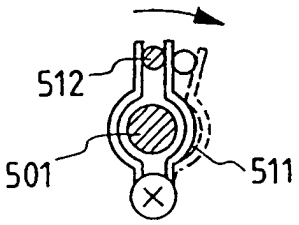

512
501
511

FIG. 8

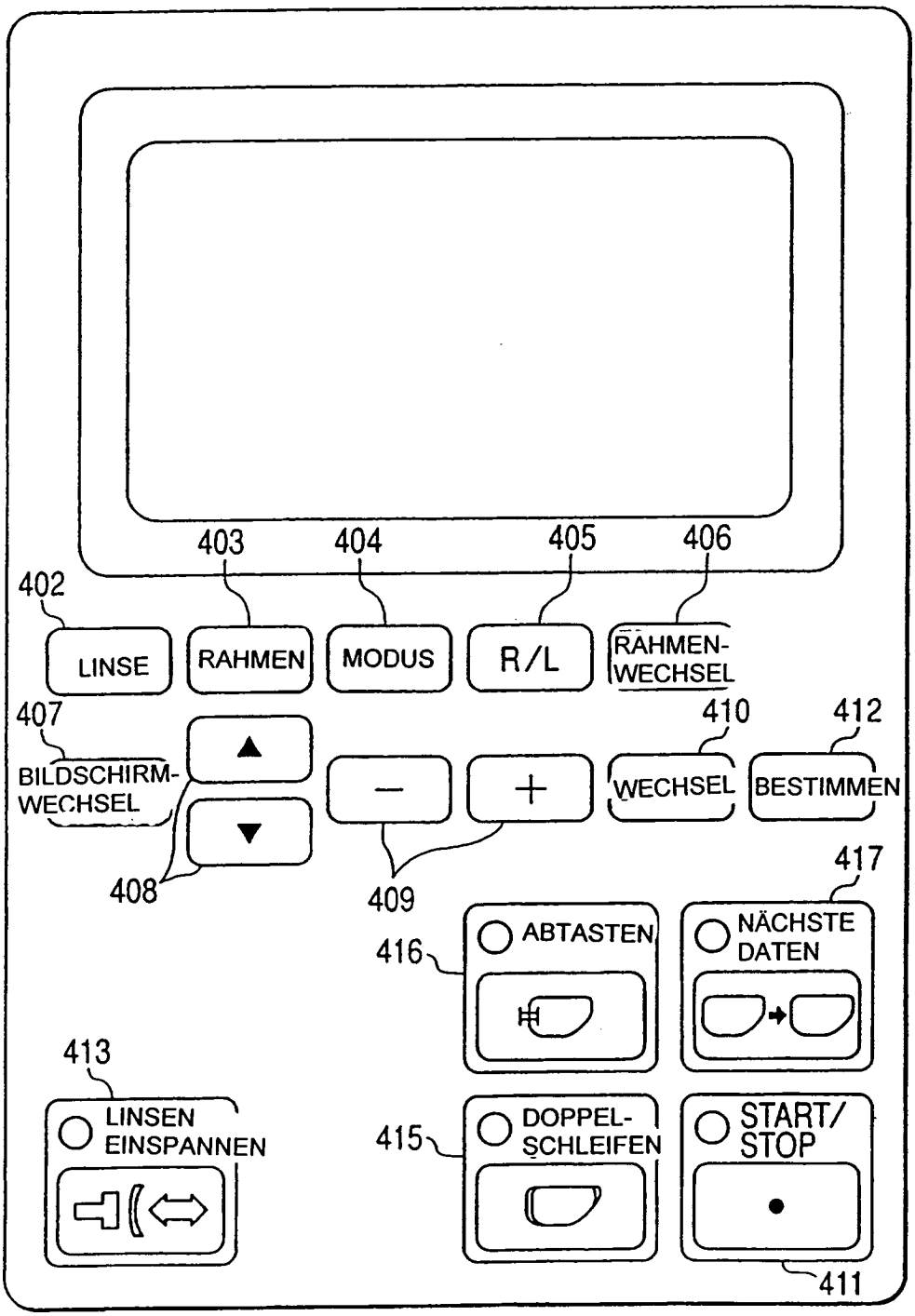

403
404
405
406
402
LINSE
RAHMEN
MODUS
R/L
RAHMEN-WECHSEL
407
BILDSCHIRM-WECHSEL
410
412
WECHSEL
BESTIMMEN
408
409
417
ABTASTEN
NÄCHSTE DATEN
416
413
LINSEN EINSPANNEN
415
DOPPEL-SCHLEIFEN
START/ STOP
411

FIG. 9

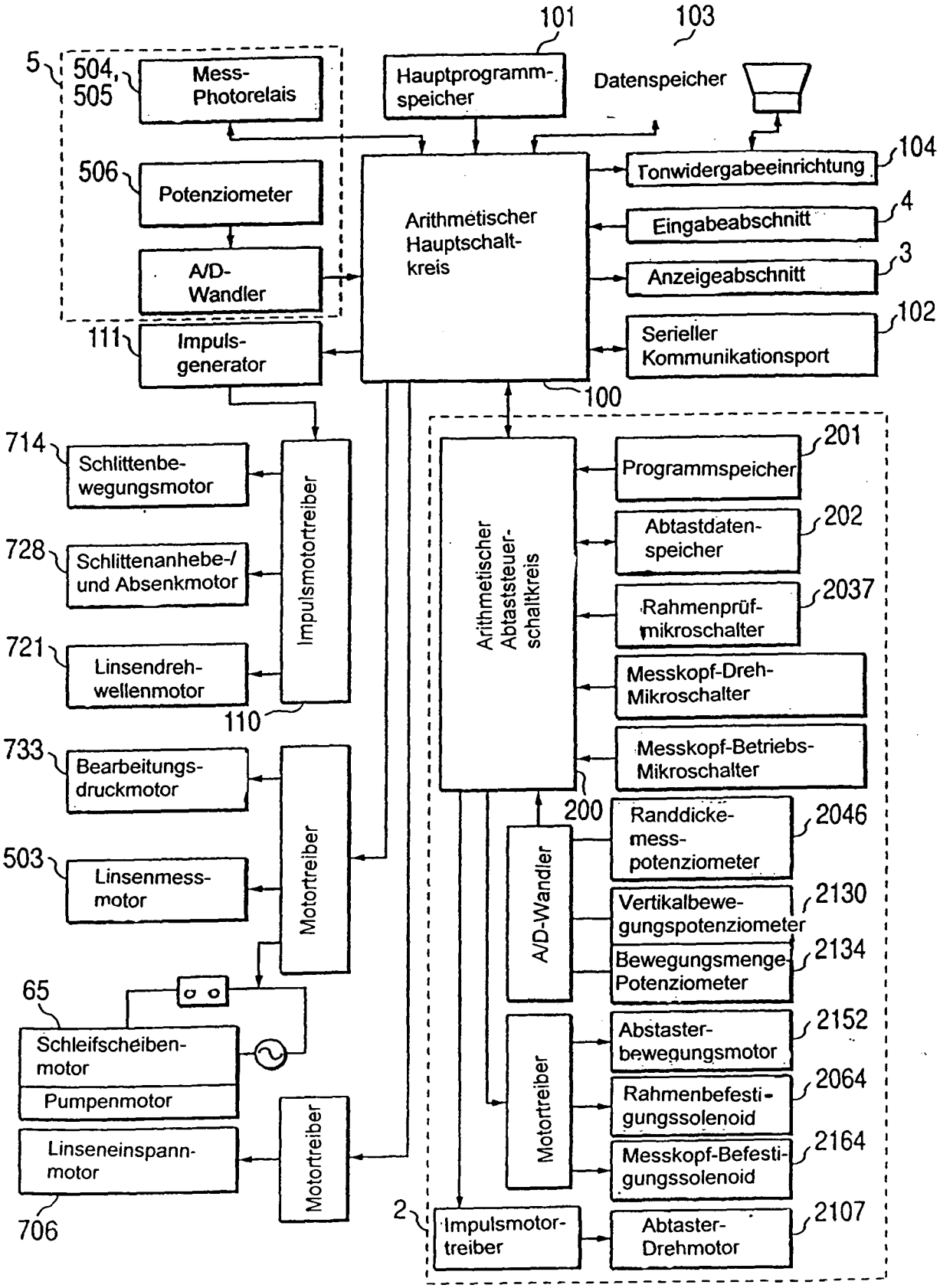

101
103
5
504, 505
Mess-Photorelais
Hauptprogramm-speicher
Datenspeicher
506
Potenziometer
A/D-Wandler
Arithmetischer Hauptschalt-kreis
Tonwidergabeeinrichtung
104
Eingabeabschnitt
4
Anzeigeabschnitt
3
Serieller Kommunikationsport
102
111
Impuls-generator
100
714
Schlittenbe-wegungsmotor
728
Schlittenanhebe-/ und Absenkmotor
721
Linsendreh-wellenmotor
Impulsmotortreiber
110
733
Bearbeitungs-druckmotor
503
Linsenmess-motor
Motortreiber
65
Schleifscheiben-motor
Pumpenmotor
Linseneinspann-motor
706
Motortreiber
Arithmetischer Abtaststeuer-schaltkreis
201
Programmspeicher
202
Abtastdaten-speicher
2037
Rahmenprüf-mikroschalter
Messkopf-Dreh-Mikroschalter
Messkopf-Betriebs-Mikroschalter
200
A/D-Wandler
2046
Randdicke-mess-potenziometer
2130
Vertikalbewe-gungspotenziometer
2134
Bewegungsmenge-Potenziometer
2152
Abstaster-bewegungsmotor
2064
Rahmenbefesti-gungssolenoid
2164
Messkopf-Befesti-gungssolenoid
Motortreiber
2
Impulsmotor-treiber
2107
Abtaster-Drehmotor

FIG. 10A

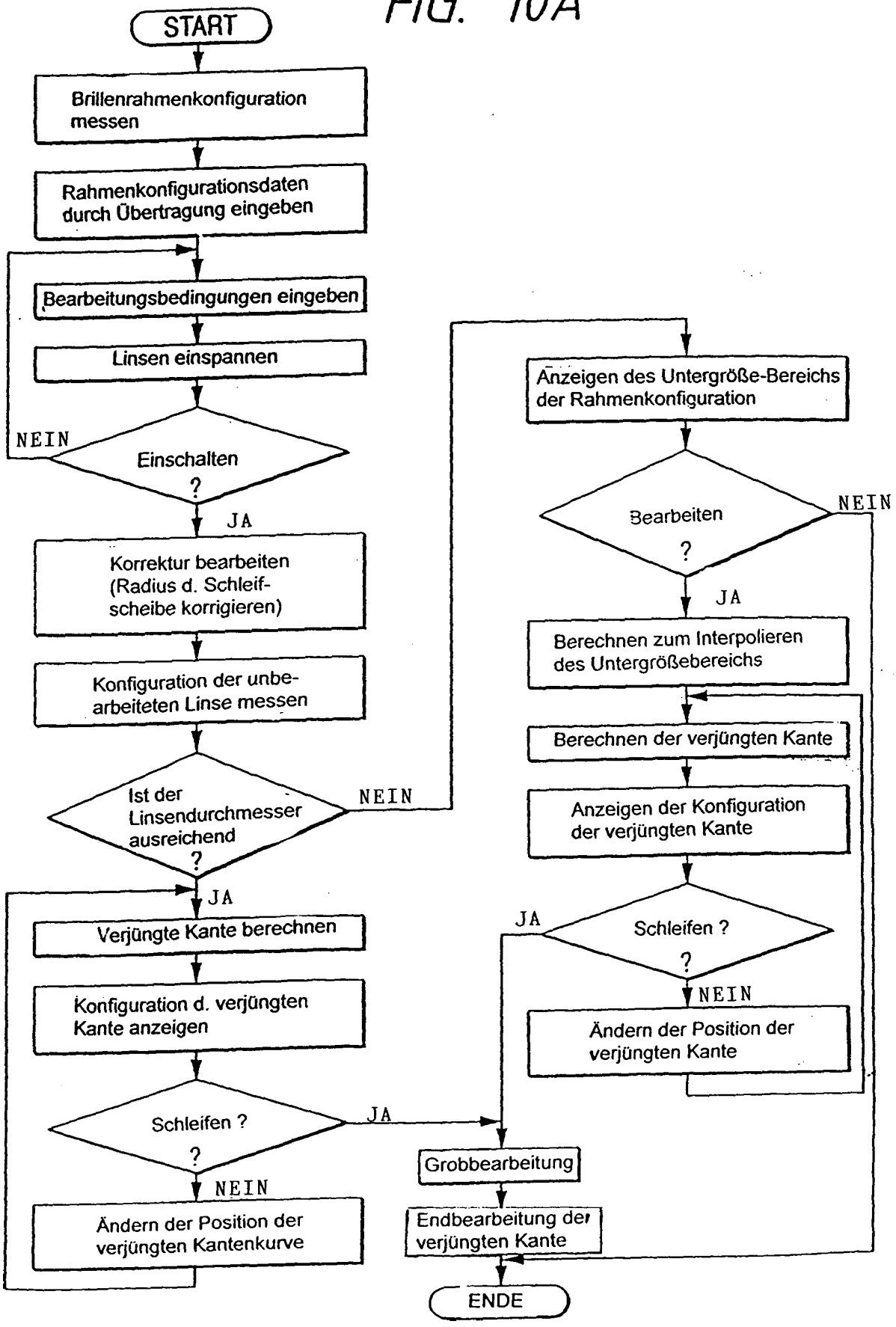

START
Brillenrahmenkonfiguration messen
Rahmenkonfigurationsdaten durch Übertragung eingeben
Bearbeitungsbedingungen eingeben
Linsen einspannen
NEIN
Einschalten ?
JA
Korrektur bearbeiten (Radius d. Schleifscheibe korrigieren)
Konfiguration der unbearbeiteten Linse messen
Ist der Linsendurchmesser ausreichend ?
NEIN
JA
Verjüngte Kante berechnen
Konfiguration d. verjüngten Kante anzeigen
Schleifen ?
JA
NEIN
Ändern der Position der verjüngten Kantenkurve
Anzeigen des Untergröße-Bereichs der Rahmenkonfiguration
Bearbeiten ?
NEIN
JA
Berechnen zum Interpolieren des Untergrößebereichs
Berechnen der verjüngten Kante
Anzeigen der Konfiguration der verjüngten Kante
JA
Schleifen ?
NEIN
Ändern der Position der verjüngten Kante
Grobbearbeitung
Endbearbeitung der verjüngten Kante
ENDE

FIG. 10B

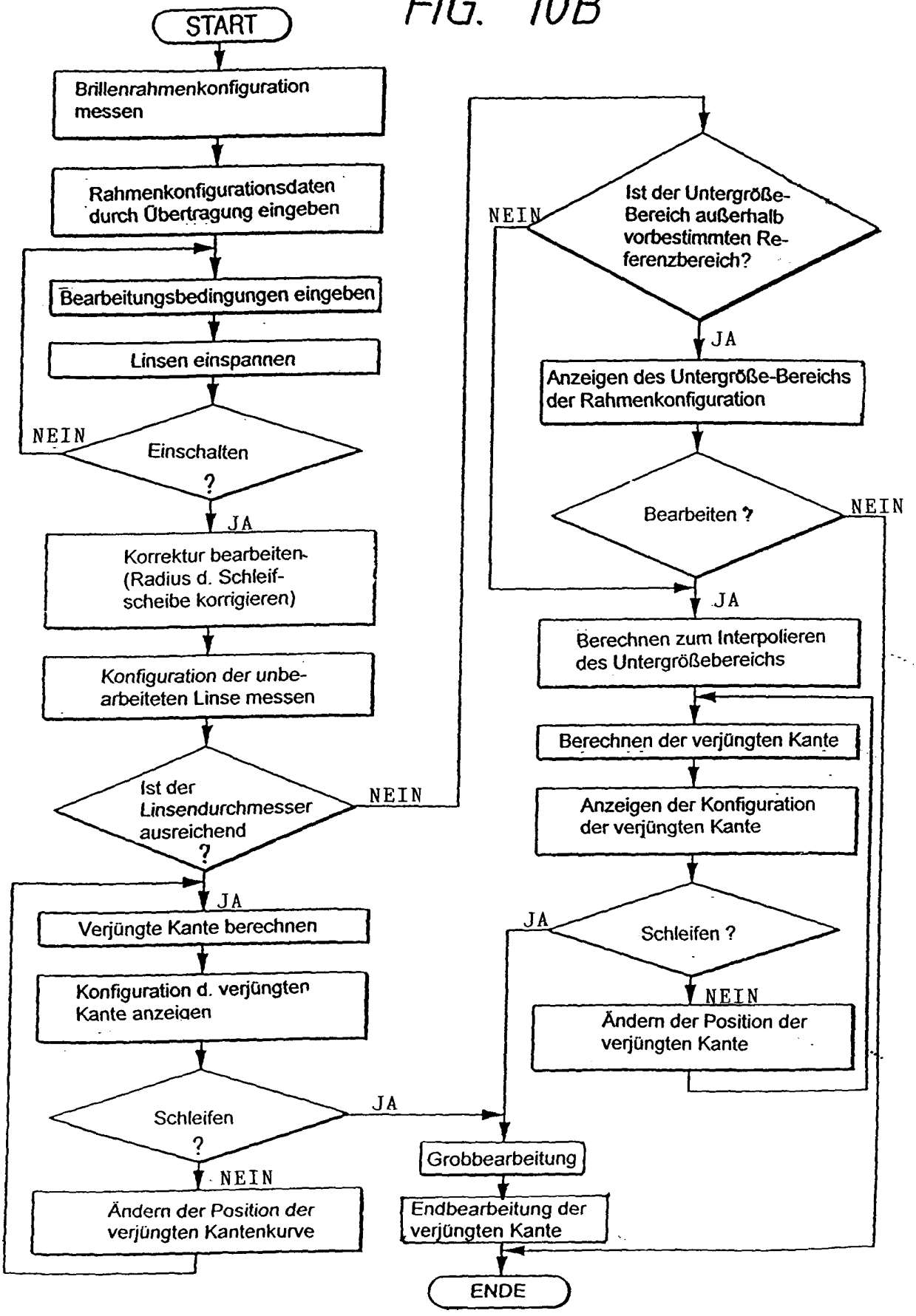

START
Brillenrahmenkonfiguration messen
Rahmenkonfigurationsdaten durch Übertragung eingeben
Bearbeitungsbedingungen eingeben
Linsen einspannen
NEIN
Einschalten ?
JA
Korrektur bearbeiten (Radius d. Schleifscheibe korrigieren)
Konfiguration der unbearbeiteten Linse messen
Ist der Linsendurchmesser ausreichend ?
NEIN
JA
Verjüngte Kante berechnen
Konfiguration d. verjüngten Kante anzeigen
Schleifen ?
JA
NEIN
Ändern der Position der verjüngten Kantenkurve
Ist der Untergröße-Bereich außerhalb vorbestimmten Referenzbereich?
NEIN
JA
Anzeigen des Untergröße-Bereichs der Rahmenkonfiguration
Bearbeiten ?
NEIN
JA
Berechnen zum Interpolieren des Untergrößebereichs
Berechnen der verjüngten Kante
Anzeigen der Konfiguration der verjüngten Kante
JA
Schleifen ?
NEIN
Ändern der Position der verjüngten Kante
Grobbearbeitung
Endbearbeitung der verjüngten Kante
ENDE

FIG. 10C

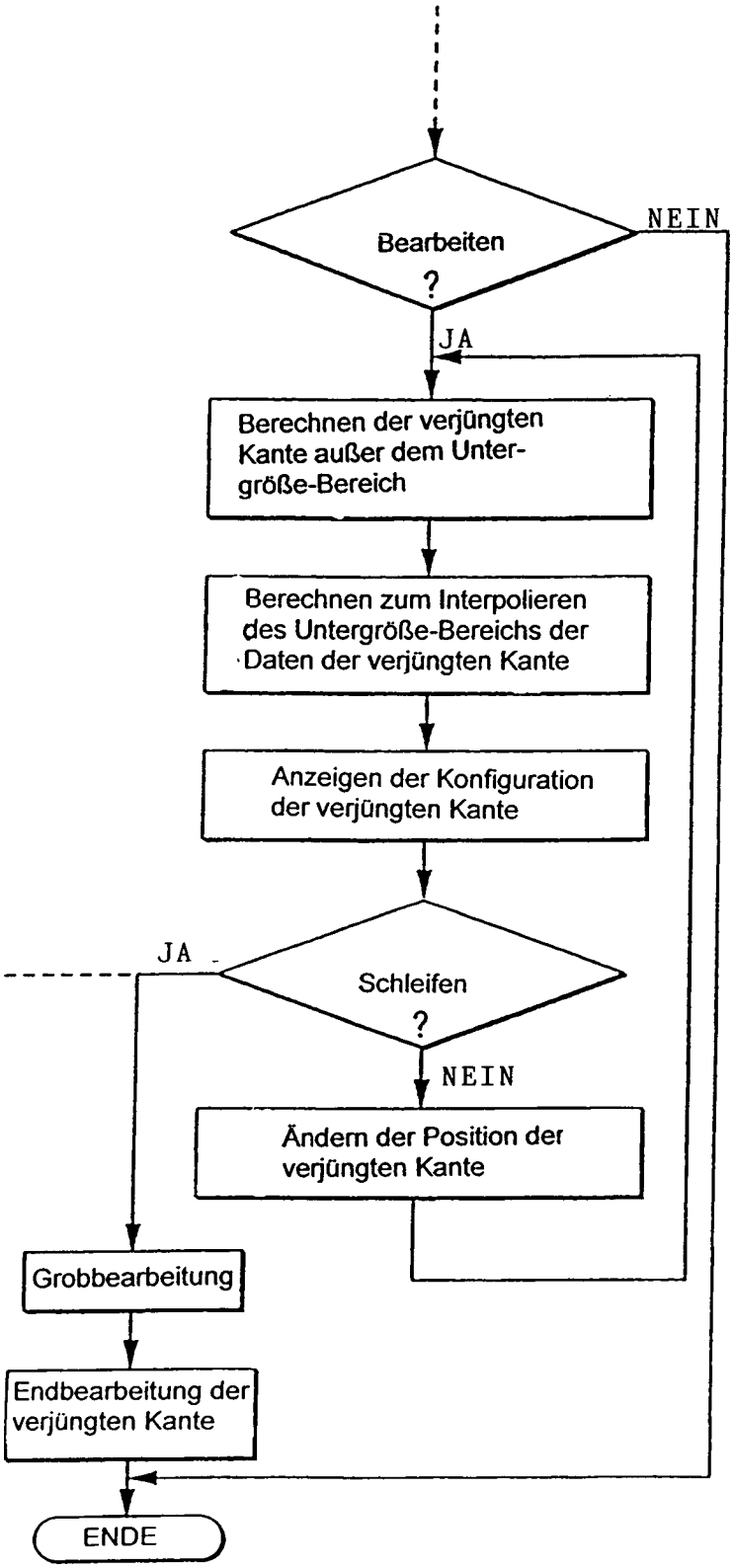

Bearbeiten
?
NEIN
JA
Berechnen der verjüngten Kante außer dem Untergröße-Bereich
Berechnen zum Interpolieren des Untergröße-Bereichs der Daten der verjüngten Kante
Anzeigen der Konfiguration der verjüngten Kante
JA
Schleifen
?
NEIN
Ändern der Position der verjüngten Kante
Grobbearbeitung
Endbearbeitung der verjüngten Kante
ENDE

FIG. 11

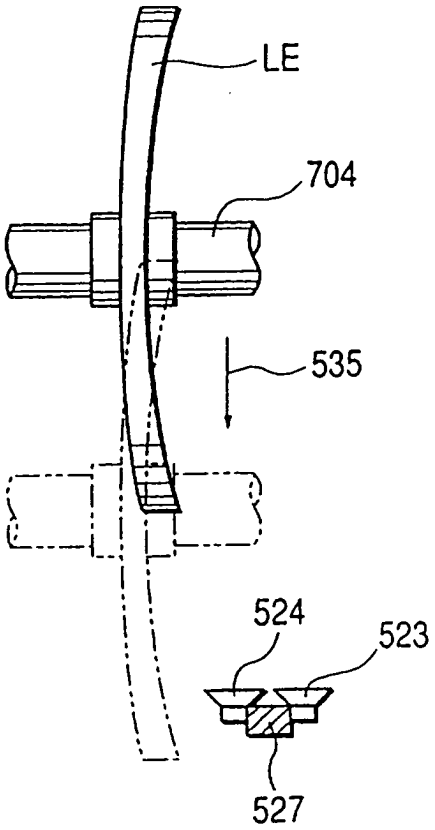

LE
704
535
524
523
527

FIG. 12

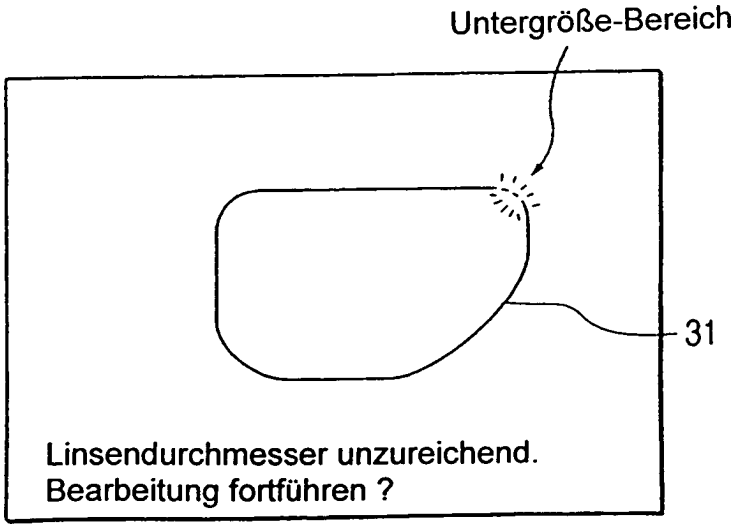

Untergröße-Bereich
31
Linsendurchmesser unzureichend.
Bearbeitung fortführen ?

FIG. 13a

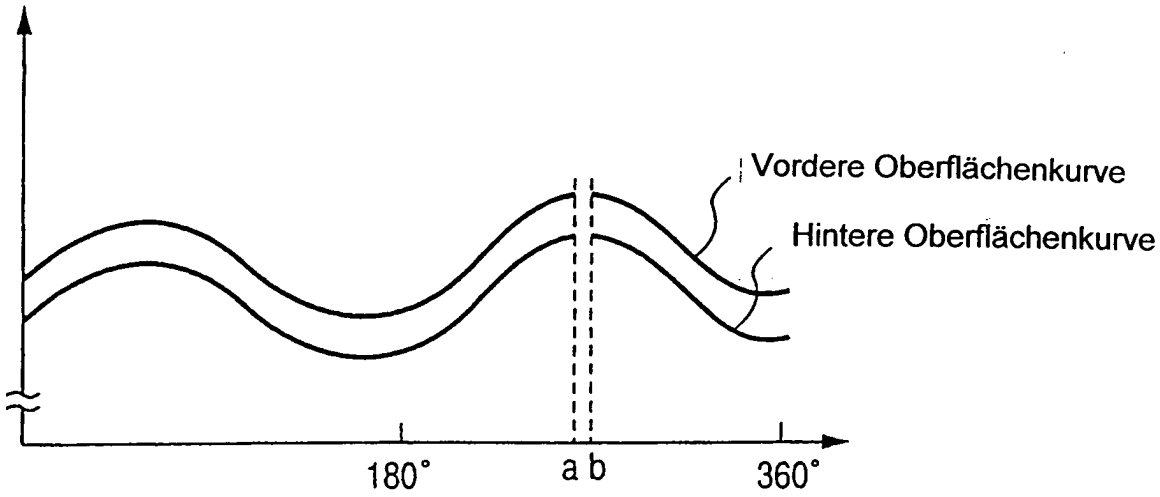


FIG. 13b

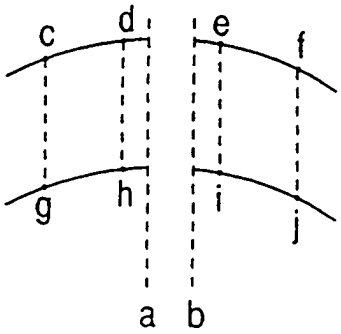
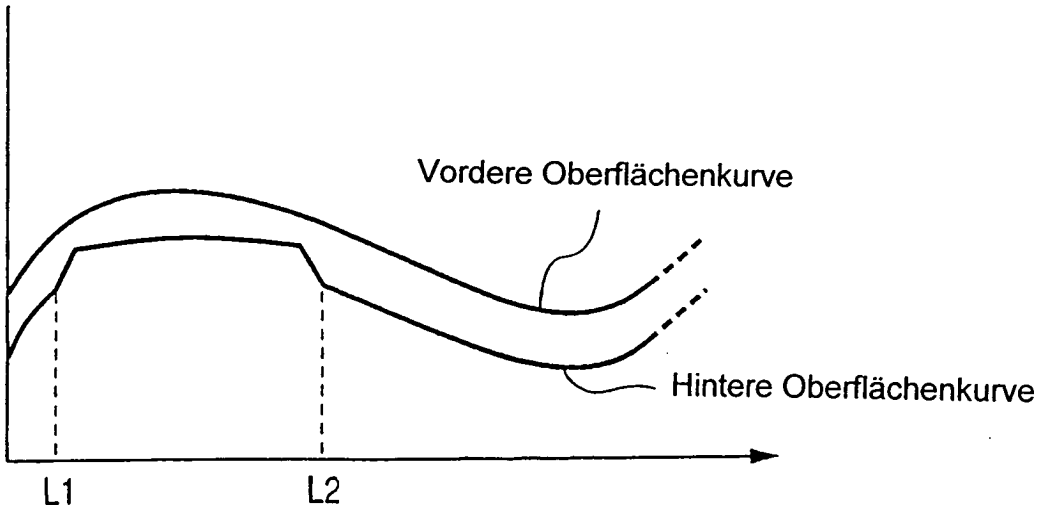


FIG. 14


Vordere Oberflächenkurve
Hintere Oberflächenkurve
L1
L2