

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4708035号
(P4708035)

(45) 発行日 平成23年6月22日 (2011.6.22)

(24) 登録日 平成23年3月25日 (2011.3.25)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 C 13/00 (2006.01)
 B 2 3 B 39/08 (2006.01)
 B 2 3 B 41/00 (2006.01)
 G O 2 C 1/02 (2006.01)

G O 2 C 13/00
 B 2 3 B 39/08
 B 2 3 B 41/00
 G O 2 C 1/02

Z

請求項の数 2 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2005-1891 (P2005-1891)
 (22) 出願日 平成17年1月6日 (2005.1.6)
 (65) 公開番号 特開2006-189659 (P2006-189659A)
 (43) 公開日 平成18年7月20日 (2006.7.20)
 審査請求日 平成19年12月29日 (2007.12.29)

(73) 特許権者 000135184
 株式会社ニデック
 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4
 (72) 発明者 柴田 良二
 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株
 式会社ニデック拾石工場内

審査官 堀井 康司

(56) 参考文献 特開2004-106147 (JP, A)
)
 特開平08-155945 (JP, A)
)
 特開2003-145328 (JP, A)
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼鏡レンズ加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レンズチャック軸に保持された眼鏡レンズにリムレスフレームを取り付けるための取り付け穴を加工するための穴加工工具を持ち、該穴加工工具をレンズ屈折面に相対的に移動させて穴加工する穴加工機構と、眼鏡レンズに加工する穴の位置を二次元玉型の二次元座標系上での所定の基準位置又は玉型のエッジ位置からの寸法で指定して入力する穴位置入力手段と、を備える眼鏡レンズ加工装置において、眼鏡レンズの屈折面形状を測定するレンズ形状測定手段と、前記レンズ形状測定手段による測定結果に基づいてレンズの屈折面のカーブを求め、前記玉型の寸法を前記カーブに沿った寸法に補正した玉型補正データを求めると共に、前記入力手段により入力された穴位置の二次元座標系上で指定された寸法を前記カーブに沿った寸法として穴位置を補正した穴位置補正データを求める演算手段と、前記演算手段により求められた穴位置補正データに基づいて前記穴加工機構の動作を制御して眼鏡レンズに穴を加工させる穴加工制御手段と、を備えることを特徴とする眼鏡レンズ加工装置。

【請求項 2】

請求項 1 の眼鏡レンズ加工装置は、前記レンズチャック軸に保持された眼鏡レンズの周縁を加工するための周縁加工工具を持つ周縁加工手段と、前記演算手段により求められた玉型補正データに基づいて前記周縁加工手段を制御してレンズの周縁を加工させる周縁加工制御手段と、を備えることを特徴とする眼鏡レンズ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼鏡レンズの屈折面にリムレスフレームを取り付けるための穴等を加工する眼鏡レンズ加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

眼鏡レンズにリムレスフレーム（ツープointフレーム）を取り付けるための穴加工は、従来、ボール盤等により作業者が手作業で行っていたが、良好な穴加工には熟練を要する。近年、数値制御により穴加工を自動的に行い、良好な穴加工を可能にした眼鏡レンズ加工装置が提案されている（特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2003-145328号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

数値制御による穴加工では穴位置データを入力して加工する。穴位置データは、眼鏡レンズの2次元玉型形状の幾何中心（ボクシング中心）を基準にした極座標系で指定する方法もあるが、一般的には2次元玉型形状の幾何中心を基準にした直交座標系（眼鏡の左右方向をx軸、上下方向をy軸）の寸法で指定したり、x軸方向のみ穴の横のエッジからの寸法で指定したりしている。何れの方法においても、穴位置データは2次元座標系で指定している。

【0004】

しかし、実際に穴をあける眼鏡レンズの屈折面（レンズ表面）は三次元的なカーブを持っているために、穴位置データを管理する上で色々な不都合や矛盾が生じてしまう。例えば、図10(a)に示すように、2つの穴H1、H2をレンズ屈折面の垂直方向に並べて穴加工する場合、玉型の幾何中心FCに対する2次元寸法xc1、xc2やレンズエッジからの寸法xh1、xh2の指定でそのまま加工すると、レンズ屈折面に沿った方向から見た2つの穴間隔daは、指定された穴間隔dとはレンズ屈折面の傾斜の影響でずれてしまい、矛盾が生じる。この問題はレンズ屈折面のカーブが強くなるほど大きくなる。長穴の座繰り加工においても同種の問題がある。また、穴H1、H2の位置を、レンズ屈折面に沿った方向でのレンズエッジからの寸法xh1として指定する方式も考えられるが、この場合には幾何中心FCからの穴までの寸法で指定する方式に対して矛盾が生じる。

【0005】

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、2次元座標系で指定された穴位置等を矛盾無く3次元のレンズ屈折面上に配置し、適切な加工が行える眼鏡レンズ加工装置を提供することを技術課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上記課題を解決するために次のような構成を備えることを特徴とする。

【0007】

(1) レンズチャック軸に保持された眼鏡レンズにリムレスフレームを取り付けるための取り付け穴を加工するための穴加工工具を持ち、該穴加工工具をレンズ屈折面に相対的に移動させて穴加工する穴加工機構と、眼鏡レンズに加工する穴の位置を二次元玉型の二次元座標系上での所定の基準位置又は玉型のエッジ位置からの寸法で指定して入力する穴位置入力手段と、を備える眼鏡レンズ加工装置において、眼鏡レンズの屈折面形状を測定するレンズ形状測定手段と、前記レンズ形状測定手段による測定結果に基づいてレンズの屈折面のカーブを求め、前記玉型の寸法を前記カーブに沿った寸法に補正した玉型補正データを求めると共に、前記入力手段により入力された穴位置の二次元座標系上で指定された寸法を前記カーブに沿った寸法として穴位置を補正した穴位置補正データを求める演算手段と、前記演算手段により求められた穴位置補正データに基づいて前記穴加工機構の動作を制御して眼鏡レンズに穴を加工させる穴加工制御手段と、を備えることを特徴とす

る。

(2) (1)の眼鏡レンズ加工装置は、前記レンズチャック軸に保持された眼鏡レンズの周縁を加工するための周縁加工具を持つ周縁加工手段と、前記演算手段により求められた玉型補正データに基づいて前記周縁加工手段を制御してレンズの周縁を加工させる周縁加工制御手段と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、2次元座標系で指定された穴位置を矛盾なく3次元のレンズ屈折面上に配置し、適切に加工が行える。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

(1)全体構成

図1は本発明に係る眼鏡レンズ加工装置の外観構成を示す図である。1は眼鏡レンズ加工装置本体である。装置本体1には眼鏡枠形状測定装置2が接続されている。眼鏡枠形状測定装置2としては、例えば、本出願人による特開平5-212661号公報等に記載のものが使用できる。装置本体1上部には、タッチパネル410、加工スタートスイッチ等の加工指示用の各種スイッチを持つスイッチ部420が設けられている。タッチパネル410は、加工情報等を表示する表示手段及びデータや加工条件等の入力のための入力手段を兼ねる。402は加工室用の開閉窓である。

【0010】

図2は装置本体1の筐体内に配置されるレンズ加工部の概略構成を示す斜視図である。ベース10上にはキャリッジ部700が搭載され、キャリッジ701が持つチャック軸(レンズ回転軸)702L, 702Rに挟持された被加工レンズLEは、砥石回転軸601aに取り付けられた砥石群602に圧接されて研削加工される。回転軸702L, 702Rと回転軸601aとは、平行に配置されている。601は砥石回転用モータである。砥石群602はガラス用粗砥石602a、プラスチック用粗砥石602b、ヤゲン及び平加工用の仕上げ砥石602cからなる。キャリッジ701の上方には、レンズ形状測定部500、520が設けられている。キャリッジ部700の後方には、穴あけ・面取り・溝掘り機構部800が配置されている。

【0011】

(2)各部の構成

(イ)キャリッジ部

キャリッジ部700の構成を、図2に基づいて説明する。キャリッジ701は、ベース10に固定され、且つ回転軸601aと平行に延びるシャフト703, 704に沿って移動可能になっており、また、チャック軸702L, 702Rと回転軸601aとの軸間距離が変わるように移動可能となっている。以下では、キャリッジ701を回転軸601aと平行に移動させる方向をX軸方向、チャック軸(702L, 703R)と回転軸601aとの軸間距離が変わるようにキャリッジ701を移動させる方向をY軸方向として、レンズチャック機構及びレンズ回転機構、キャリッジ701のX軸移動機構及びY軸移動機構を説明する。

【0012】

<レンズチャック機構及びレンズ回転機構>

キャリッジ701の左腕701Lにチャック軸702Lが、右腕701Rにチャック軸702Rが、それぞれ回転可能に同軸に保持されている。右腕701Rの前面にはチャック用モータ710が固定されており、モータ710の回転軸に取り付けられているプーリ711の回転がベルト712を介してプーリ713に伝わり、右腕701Rの内部で回転

10

20

30

40

50

可能に保持されている図示なき送りネジ及び送りナットに伝わる。これにより、チャック軸 702R をその軸方向（X 軸方向）に移動させることができ、レンズ LE がチャック軸 702L, 702R によって挟持される。

【0013】

キャリッジ左腕 701L の左側端部にはレンズ回転用モータ 720 が固定されている。モータ 720 の回転軸に取付けられたギヤ 721 がギヤ 722 と噛合い、ギヤ 722 と同軸のギヤ 723 がギヤ 724 と噛合い、ギヤ 724 とギヤ 725 が噛合っている。これにより、チャック軸 702L へモータ 720 の回転が伝達される。

【0014】

また、モータ 720 の回転は、キャリッジ 701 の後方で回転可能に保持されている回転軸 728 を介してキャリッジ右腕 701R 側に伝えられる。キャリッジ右腕 701R 右側端部には、キャリッジ左腕 701L の左側端部と同様なギヤ（キャリッジ左腕 701L の左側端部のギヤ 721 ~ 725 と同様であるため詳細は省略）が設けられている。これによりモータ 720 の回転がチャック軸 702R に伝えられ、チャック軸 702L とチャック軸 702R が同期して回転される。

10

【0015】

<キャリッジの X 軸方向移動機構、Y 軸方向移動機構>

キャリッジシャフト 703, 704 にはその軸方向に移動可能な X 軸移動支基 740 が取り付けられている。X 軸移動支基アーム 740 の後部には、シャフト 703 と平行に延びる図示なきボールネジが取り付けられており、このボールネジはベース 10 に固定された X 軸移動用モータ 745 の回転軸に取り付けられている。モータ 745 の回転により、X 軸移動支基 740 と共にキャリッジ 701 が X 軸方向に直線移動される。

20

【0016】

X 軸移動支基 740 には、Y 軸方向に延びるシャフト 756, 757 が固定されている。シャフト 756, 757 にはキャリッジ 701 が Y 軸方向に移動可能に取り付けられている。また、X 軸移動支基 740 には取付板 751 によって Y 軸移動用モータ 750 が固定されている。モータ 750 の回転はプーリ 752 とベルト 753 を介して、取付板 751 に回転可能に保持されたボールネジ 755 に伝達される。ボールネジ 755 の回転によりキャリッジ 701 は Y 軸方向に移動される（すなわち、レンズチャック軸と砥石回転軸 601a との軸間距離が変化される）。

30

【0017】

（ロ）レンズ形状測定部

図 3 はレンズ前側屈折面形状を測定するレンズ形状測定部 500 の構成を説明する図である。ベース 10 上に固設された支基ブロック 100 に取付支基 501 が固定され、取付支基 501 に固定されたレール 502 上をスライダ 503 が摺動可能に取り付けられている。スライダ 503 にはスライドベース 510 が固定され、スライドベース 510 には測定子アーム 504 が固定されている。測定子アーム 504 の先端部には、L 型の測定子ハンド 505 が固定され、測定子ハンド 505 の先端部には円板状の測定子 506 が固定されている。レンズ屈折面形状を測定するために、測定子 506 はレンズ LE の前側屈折面に接触される。

40

【0018】

スライドベース 510 の下端部にはラック 511 が固定されている。ラック 511 は取付支基 501 側に固定されたエンコーダ 513 のピニオン 512 と噛み合っている。また、モータ 516 の回転軸に取付けられたギヤ 515、アイドルギヤ 514、ピニオン 512 を介してモータ 516 の回転がラック 511 に伝えられ、スライドベース 510 が X 軸方向に移動される。レンズ形状測定中は、モータ 516 は常に一定の力で測定子 506 をレンズ LE に押し当てている。エンコーダ 513 はスライドベース 510 の X 軸方向の移動量（測定子 506 の移動位置）を検知する。この移動量とレンズチャック軸（702L, 702R）の回転角度の情報により、レンズ LE の前側屈折面形状が測定される。

レンズ後屈折面のレンズ形状測定部 520 は、レンズ形状測定部 500 に対して左右対

50

称であるのでその構成の説明は省略する。

【 0 0 1 9 】

(ハ) 穴あけ・面取り・溝掘り機構部

穴あけ・面取り・溝掘り機構部 8 0 0 の構成を図 4 及び図 5 に基づいて説明する。図 4 は機構部 8 0 0 の立体図、図 5 は機構部の回転機構を説明するための断面図である。

【 0 0 2 0 】

機構部 8 0 0 のベースとなる固定板 8 0 1 は支基ブロック 1 0 0 に固定されている。固定板 8 0 1 には Z 軸方向 (X Y 軸平面に対して直交する方向) に延びるレール 8 0 2 が固定され、レール 8 0 2 上にはスライダ 8 0 3 が摺動可能に取り付けられている。スライダ 8 0 3 には、移動支基 8 0 4 が固定されている。移動支基 8 0 4 は、モータ 8 0 5 がボールネジ 8 0 6 を回転することによって Z 軸方向に移動される。

10

【 0 0 2 1 】

移動支基 8 0 4 には、回転支基 8 1 0 が 2 個の軸受け 8 1 1 によって回転可能に軸支されている。また、軸受け 8 1 1 の片側には、ギヤ 8 1 3 が回転支基 8 1 0 に固定されている。ギヤ 8 1 3 はアイドルギヤ 8 1 4 を介して移動支基 8 0 4 に取付けられたモータ 8 1 6 の軸に固定されたギヤ 8 1 5 と噛み合っている。回転支基 8 1 0 は、モータ 8 1 6 を回転させることにより、軸受け 8 1 1 の軸を中心として回転する。

【 0 0 2 2 】

回転支基 8 1 0 の先端部には、穴あけ用エンドミル 8 3 5 等を保持する回転部 8 3 0 が取り付けられている。回転部 8 3 0 の回転軸 8 3 1 の中央部にはプーリ 8 3 2 が付けられ、回転軸 8 3 1 は 2 つの軸受け 8 3 4 により回転可能に軸支されている。また、回転軸 8 3 1 の一端には穴加工工具としてのエンドミル 8 3 5 がチャック機構 8 3 7 により取付けられ、他端にはスペーサ 8 3 8 及び砥石部 8 3 6 がナット 8 3 9 により取付けられている。砥石部 8 3 6 は面取砥石 8 3 6 a と溝掘砥石 8 3 6 b とを一体的に形成して構成されている。溝掘砥石 8 3 6 b の直径は約 1 5 mm 程で、面取砥石 8 3 6 a は溝掘砥石 8 3 6 b から先端側に向かって径が小さくなる円錐形状の加工斜面を持つ。

20

【 0 0 2 3 】

回転軸 8 3 1 を回転するためのモータ 8 4 0 は、回転支基 8 1 0 に取付けられた取付板 8 4 1 に固定されている。モータ 8 4 0 の回転軸にはプーリ 8 4 3 が取付けられている。プーリ 8 3 2 とプーリ 8 4 3 との間には回転支基 8 1 0 内部でベルト 8 3 3 が掛けられ、モータ 8 4 0 の回転が回転軸 8 3 1 へ伝達される。

30

【 0 0 2 4 】

以上のような構成を持つ装置において、リムレスフレームを取り付けるための穴あけ加工の動作を中心に、図 6 の制御系ブロック図を使用して説明する。

まず、眼鏡レンズの二次元玉型形状データを入力する。リムレスフレームの場合、型板又はダミーレンズを眼鏡枠形状測定装置 2 により測定して玉型形状データを得る。玉型形状データは、タッチパネル 4 1 0 に表示された外部通信キーを押すことにより入力され、玉型形状の幾何中心を基準にした動径データ (R_n , θ_n) ($n = 1, 2, \dots, N$) に変換されてデータメモリ 1 6 1 に記憶される。タッチパネル 4 1 0 の画面には玉型形状に基づく図形が表示され、加工条件を入力できる状態になる。操作者はタッチパネル 4 1 0 に表示された各種タッチキーを操作して、玉型形状に対する装用者の P D、光学中心の高さ等のレイアウトデータを入力する。また、フレーム種類としてリムレスフレーム (ツーポイント) を指定した後、メニューから穴編集を指定すると、穴位置データを入力できる穴位置編集画面がタッチパネル 4 1 0 に表示される。

40

【 0 0 2 5 】

図 7 は、穴位置編集画面の例である。ここでは、リムレスフレームを取り付けるレンズ前側屈折面の鼻側及び耳側にそれぞれ 2 つ穴をあける場合を例にとって説明する。図において、F C は二次元玉型形状 F T に対する幾何中心である。H o1, H o2 は右眼用レンズにリムレスフレームを取り付けるための鼻側の 2 つの穴位置であり、H o3, H o4 は耳側の 2 つの穴位置を示す。以下では穴 H o1, H o2 について説明する。穴 H o1, H o2 は、両者の中

50

間位置のレンズ前側屈折面に垂直方向（屈折面の法線方向）となるように並べてあけるものとする。

【 0 0 2 6 】

穴位置データは、一般的に、幾何中心 F C を基準として左右方向を x 軸、上下方向（眼鏡装用時の左右上下をいう）を y 軸とする直交座標系にて指定されるので、図 7 でも直交座標系にての入力例としている。なお、穴位置データ管理上の直交座標 x y は、前述のレンズ加工部の X 軸、Y 軸とは区別して使用するものとする。

【 0 0 2 7 】

穴 Ho1 の位置データを入力する場合、穴番号をキー 4 1 1 a で指定した後、y 軸位置データについては y 軸データ欄 4 1 2 a を指定して、中心 F C を基準にした寸法 y c1 を入力する。x 軸位置データについては、x 軸データ欄 4 1 2 b を指定して、選択キー 4 1 1 b により、中心 F C を基準にした寸法 x c1（センター基準）、穴の真横のエッジからの寸法 x h1（H - エッジ基準）、玉型の耳側端からの寸法 x b1（B - エッジ基準）の 3 種類から選択できる。各データの寸法は、各データ欄 4 1 2 a 及び 4 1 2 b を押すことで表示されるテンキーで入力できる。もう一つの穴 Ho2 についても、穴指定番号を変えて同様に入力できる。なお、2 つ穴の場合は、穴 Ho1 又は穴 Ho2 の一方を基準にした間隔で入力する方法にしても良い。また、穴位置データの inputs は、中心 F C を基準とした極座標系で入力する方法にしても良い。

【 0 0 2 8 】

なお、複数の穴 Ho1 及び穴 Ho2 を平行に明ける場合は、キー 4 1 6 によりグループ番号を入力する。穴角度指定キー 4 1 7 でオートを指定すると、同じグループの穴の中間位置のレンズ屈折面に垂直に加工することができる。もちろん、任意の角度しても可能である。図 7 において、4 1 3 は穴径のデータ入力欄、4 1 4 は座繰り加工時の穴深さのデータ入力欄である。これらの寸法も、各データキーを押すことで表示されるテンキーで入力できる。入力した穴位置データは、メモリ 1 6 1 に記憶される。また、通信加工の場合は、外部装置（ホストコンピュータ等）からの穴位置データが通信ポート 1 6 3 を介して主制御部 1 6 0 に入力され、メモリ 1 6 1 に記憶される。

【 0 0 2 9 】

穴位置データ等の必要な入力ができたら、レンズ L E をチャック軸 7 0 2 L , 7 0 2 R によりチャッキングした後、スイッチ部 4 2 0 のスタートスイッチを押して装置を作動させる。主制御部 1 6 0 は、入力された玉型形状データを基にレンズ形状測定部 5 0 0 及び 5 2 0 を制御してレンズ屈折面形状を測定する。主制御部 1 6 0 は測定子アーム 5 0 4 を退避位置から測定位置に位置させた後、玉型の動径データ（ R_n , n ）（ $n = 1, 2, \dots, N$ ）に基づき、モータ 7 5 0 を駆動してキャリッジ 7 0 1 を移動させると共に、モータ 5 1 6 を駆動して、測定子 5 0 6 がレンズ L E の前側屈折面に当接するように測定子アーム 5 0 4 をレンズ側に移動させる。測定子 5 0 6 が屈折面に当接した状態で、モータ 7 2 0 を駆動してレンズ L E を回転しながら、動径データに従ってキャリッジ 7 0 1 を上下移動させる。こうしたレンズ L E の回転及び移動に伴い、測定子 5 0 6 はレンズ前側屈折面形状に沿ってチャック軸（7 0 2 L , 7 0 2 R）方向に移動する。この移動量はエンコーダ 5 1 3 により検出され、レンズ L E の前側屈折面形状データ（ R_n , n , z_n ）（ $n = 1, 2, \dots, N$ ）が測定される。 z_n は、チャック軸方向のレンズ屈折面の高さデータである。レンズ L E の後側屈折面形状についてもレンズ形状測定部 5 2 0 により測定される。測定された屈折面形状データはメモリ 1 6 1 に記憶される。

【 0 0 3 0 】

ここで、リムレスフレームの加工モードが指定されている場合、主制御部 1 6 0 はレンズ前側屈折面のカーブを求めるために、さらに動径長 R_n より R （例えば、1 mm）だけ少し大きい輪郭でレンズ前側屈折面形状を測定し、その屈折面形状データ（ $R_n + R$, n , az_n ）（ $n = 1, 2, \dots, N$ ）をメモリ 1 6 1 に記憶する。なお、レンズ後側屈折面に穴をあける場合は、レンズ後側屈折面のカーブを求めるために、動径長 R_n より R だけ大きい輪郭でレンズ前側屈折面形状を測定する。

【0031】

レンズ形状が測定できると、主制御部160は、玉型寸法データ及び穴位置寸法データをレンズ屈折面形状のカーブに沿った寸法で管理するための補正計算を行う。この補正計算を以下説明する。

まず、玉型の動径データを基に得られた屈折面形状データ(R_n, θ_n, z_n) ($n = 1, 2, \dots, N$)と、それより R だけ大きい輪郭での屈折面形状データ($R_n + R, \theta_n, az_n$) ($n = 1, 2, \dots, N$)とに基づいて前側屈折面のレンズカーブ L_r を求める。図8に示すように、ある動径角での動径長 R_i における測定点を Q_1 、同じ動径角で R_i より R だけ大きい測定点を Q_2 とする。この2点のチャック軸方向の差 z と動径長の差 R とから、測定点 Q_1 における接線の傾斜角 α が近似的に求められる。

10

【0032】

$$z / R = \tan \alpha \quad (\text{式1})$$

傾斜角 α が分かれば、レンズカーブ L_r が次の式より求められる。

$$L_r = R_i / \sin \alpha \quad (\text{式2})$$

なお、レンズ前側屈折面のカーブ(半径) L_r は、穴位置付近のレンズ屈折面形状から求めることも良いが、好ましくは全周で計算した平均値として求める。また、レンズ L_E の前側屈折面のカーブが予め分かっている場合は、外部装置(ホストコンピュータ等)から主制御部160に入力される。

【0033】

20

次に、このカーブ(半径) L_r を用いて、二次元玉型形状の寸法を屈折面のカーブ L_r に沿った寸法に補正する。この補正は、穴位置データの入力時の座標系とは関わりなく、極座標系で計算する方法と直交座標系で計算する方法がある。

極座標系で計算する場合を説明する。二次元玉型形状の寸法を屈折面に沿わせるためには、図9に示すように、動径長 R_i の寸法と半径 L_r の円弧寸法 R_{arci} とが等しくなるようにすれば良い。このときの円弧寸法 R_{arci} の角度 θ_i は、

$$\theta_i = 360^\circ \times R_i / (2 \times L_r) \quad (\text{式3})$$

となる。このとき、補正動径長 $C R_i$ は、

$$C R_i = L_r \times \sin \theta_i \quad (\text{式4})$$

となる。この計算を玉型形状の全周の各点について行う。すなわち、全周の補正動径長(半径) $C R_n$ ($n = 1, 2, \dots, N$) は、

30

$$C R_n = L_r \times \sin \{ 360^\circ \times R_n / (2 \times L_r) \} \quad (n = 1, 2, \dots, N)$$

(式5)

で求められる。指定された各穴位置についても、それぞれ上記式5を用いて補正する。各穴位置データが直交座標系で指定されているときは、一旦各穴位置を極座標系に変換して行う。

【0034】

主制御部160は、入力された穴位置の寸法及び二次元玉型形状を、上記の補正計算によりレンズ屈折面形状のカーブに沿った寸法で管理し、穴加工データを求める。穴加工データは、穴位置データ及び穴方向のデータを、キャリッジ701のX軸及びY軸の移動データ、レンズ L_E の回転角データ、機構部800のZ軸移動データ、回転部830の回転角データ等に変換することで求められる。また、主制御部160は、周縁加工データも補正された玉型形状データを基にレンズ回転毎の加工点を求めることにより得る。なお、2つの穴を並べてレンズ屈折面に垂直な方向で平行に加工する方式が指定された場合は、各穴の中間位置のレンズ屈折面に垂直となるように穴方向を求める。また、各穴位置は各穴の中間位置における屈折面の傾斜角での穴間隔が入力された穴位置の間隔 d となるように求める。これにより、2次元で指定された穴位置を矛盾無く3次元のレンズ屈折面上に配置することができる。すなわち、図10(a)で示した2つの穴 H_1, H_2 をレンズ屈折面の垂直方向に並べて穴加工する場合に対して、図10(b)に示すごとく、レンズ屈折面に沿った方向から見た2つの穴間隔は、指定された間隔 d と同じになる。また、穴 H_1

40

50

をレンズエッジからの寸法 x_{h1} で指定した場合も、レンズ屈折面に沿った方向から見た寸法 x_{h1} の位置で、幾何中心からの穴位置寸法 x_{c1} の指定方式と同じに矛盾なく配置できる。図 7 のように動径角が異なる角度で穴 H_{o1} 、 H_{o2} の位置データが入力された場合も、同じように補正計算をしてレンズ屈折面形状のカーブに沿った寸法の穴位置データを求めることで、穴位置を矛盾無く 3 次元のレンズ屈折面上に配置できる。

【 0 0 3 5 】

上記の極座標系での補正計算に対して、直交座標系で補正計算する場合には、玉型形状の全周の各点について、上記の式 5 における R_n をそれぞれ x_n 、 y_n に置き換えて、その補正座標 C_{x_n} 、 C_{y_n} ($n = 1, 2, \dots, N$ である) をそれぞれ計算する。その際には、カーブ L_r の値は位置による変更は加えないで計算する。指定された穴位置について

10

も、式 5 における R_n を、それぞれ直交座標系での値に置き換えてその x 及び y の補正座標をそれぞれ計算する。

この直交座標系での補正は、丁度、地球表面上の位置を表すための緯線を正射図として見た時と同じようになる (図 1 1 (a) 参照)。一方、先に説明した極座標系での補正は、地球表面上の位置を表すための経線を正射図として見た時と同じようになる (図 1 1 (b) 参照)。

【 0 0 3 6 】

ところで、極座標系での補正では、図 1 1 (b) に示したように、中心 F_C からの x 座標の寸法が長いほど、 y 座標の補正量が大きくなる。 y 座標値 y_{c1} が同じ 2 つの穴 H_{o1} 、 H_{o2} を明ける場合、一見すると、真横に 2 つの穴が並んでいないように思えるが、これは

20

【 0 0 3 7 】

ところで、2 次元座標系で指定された y 座標が同じ 2 つの穴 (鼻側の穴) を、図 1 3 (a) に示すように、従来と同じ指定位置又は直交座標系での補正位置でレンズ前側屈折面の垂直方向にあけた場合を考える。このレンズに実際にリムレスフレームが取り付けられた眼鏡を穴位置基準に見てみると、図 1 3 (b) に示すように、左右のレンズの玉型は耳側

30

【 0 0 3 8 】

このように直交座標系での補正と極座標系での補正とでは補正される結果は多少異なる。これは、管理する座標系の違い (見方の違い) によるもので、2 次元で指定された穴位置を 3 次元球面上に配置する点においては、両者とも矛盾なく行える。しかし、両者の補正結果は異なるので、使用者の必要に応じて選択可能にしておくが良い。タッチパネル 4 1 0 上のメニューキー 4 1 5 を押してメニュー画面を開くと、極座標系での補正と直交座標系での補正の何れを適用するかを選択する画面が表示される。制御部 1 6 0 は、選択信号の入力により適用する補正演算を変える。

40

また、直交座標系での補正の場合、 x 軸又は y 軸の一方のみとしても良い。通常、玉型中心 F_C に対する y 軸の穴位置の値は小さいので、 x 軸のみ補正することでも実用上の問題は少ない。

【 0 0 3 9 】

主制御部 1 6 0 は、上記の補正計算ができると、レンズ L_E の周縁を加工する。主制御部 1 6 0 は粗砥石 6 0 2 b 上にレンズ L_E がくるようにキャリッジ 7 0 1 をモータ 7 2 0 により移動させた後、モータ 7 5 0 によりキャリッジ 7 0 1 を上下移動させて粗加工を行う。次に、仕上げ砥石 6 0 2 c の平坦部分にレンズ L_E を移動し、同様にキャリッジ 7 0 1 を上下移動させて仕上げ加工を行う。レンズ L_E の周縁加工に際しては、好ましくは、

50

レンズ屈折面形状のカーブに沿って補正した玉型形状の動径データ (CR_n, n) ($n = 1, 2, \dots, N$) で加工する。なお、入力された玉型の動径データ (R_n, n) に対して、補正された動径データ (CR_n, n) は小さくなるが、リムレスフレームの場合には、その差は実用上問題とならない程度である。例えば、レンズカーブ値が 5 カーブで、半径 30 mm の玉型形状を加工とした場合でも、その差は 0.1 mm 以下である。

【0040】

仕上げ加工が終了すると、続いて穴あけ加工に移る。主制御部 160 は、前述の各穴 H01, H02 の補正データに従って機構部 800 及びキャリッジ 701 の移動を制御する。2 つの穴を並べてレンズ屈折面に垂直な方向（法線方向）で平行に加工する場合は、2 つの穴の中間位置がレンズ屈折面に垂直になるように穴角度 θ_2 を求めておく（図 14 参照）。主制御部 160 は、チャック軸方向（X 軸方向）に対して、角度 θ_2 だけエンドミル 835 の回転軸を傾斜させると共に、レンズ LE の回転、チャック軸の XY 軸方向の移動等を制御し、補正後の穴位置にエンドミル 835 の先端を位置させる。その後、エンドミル 835 をモータ 840 によって回転させ、エンドミル 835 の回転軸の軸方向（傾斜角 θ_2 方向）にキャリッジ 701 を XY 移動することにより、穴あけ加工を行う。もう 1 つの穴についても、角度 θ_2 のまま、補正後の穴位置にエンドミル 835 の先端を位置させて同様に加工する。これにより、2 次元座標系で指定された穴位置を 3 次元の屈折面上に矛盾なく加工できる。

【0041】

穴加工はレンズ屈折面に対して任意の方向に明けることも可能である。この場合は、図 7 の角度指定キー 417 でメニュー画面を表示させ、その表示画面で任意の角度を指定する。任意の角度が指定された場合、主制御部 160 はその角度に基づいてエンドミル 835 の軸方向、レンズの回転角度及び回転部 830 の Z 軸方向位置を求める。そして、キャリッジ 701 を XY 軸方向の移動制御することにより穴加工する。この穴加工制御は、基本的に特開 2003 - 145328 号公報と同じであるので、詳細な説明は省略する。

【0042】

以上は穴加工について説明したが、レンズ表面に座繰り（貫通させない凹部形状）を加工する場合についても、その座繰り位置データを同様に補正して使用する。座繰り加工の場合は、座繰りの径、縦横の寸法、穴深さ（座繰り深さ）等のデータを入力する。エンドミル 835 は、穴加工のみならず、その側部で座繰り加工が可能である。

【0043】

また、レンズ LE は単焦点レンズに限らず、累進レンズの場合であっても良い。累進レンズの場合、厳密には場所によってレンズ前側屈折面のカーブは異なるが、全周でレンズ形状を測定した屈折面形状の平均値として求めても、実用上の誤差少ない。

【0044】

以上説明した実施形態においては、被加工レンズ LE を挟持して回転するチャック軸を持つキャリッジ 701 を XY 軸方向に移動するタイプの装置について説明したが、穴あけ機構部 800 側のエンドミル 835 を、XYZ 軸の 3 次元方向に移動する構成としても良い。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図 1】眼鏡レンズ加工装置の外観構成を示す図である。

【図 2】レンズ加工部の概略構成を示す斜視図である。

【図 3】レンズ形状測定部 500 の構成を説明する図である。

【図 4】穴あけ・面取り・溝掘り機構部の立体図である。

【図 5】穴あけ・面取り・溝掘り機構部の回転機構を説明する断面図である。

【図 6】眼鏡レンズ加工装置の制御系ブロック図である。

【図 7】タッチパネルに表示される穴位置編集画面の例である。

【図 8】レンズカーブの算出方法を説明する図である。

10

20

30

40

50

【図 9】レンズ屈折面形状のカーブに沿った寸法の補正方法を説明する図である。

【図 10】2つ穴の加工において、2次元的な寸法のまま加工した場合と、本発明によるレンズ屈折面に沿った寸法に補正した穴位置で加工した場合を説明する図である。

【図 11】3次元球面上における直交座標系での補正と極座標系での補正の結果を示す図である。

【図 12】極座標系での補正を説明する図である。

【図 13】直交座標系での補正による穴加工したリムレスフレームの場合に、穴位置基準で見た場合の見え方を示す図である。

【図 14】エンドミルによる穴加工動作を説明する図である。

【符号の説明】

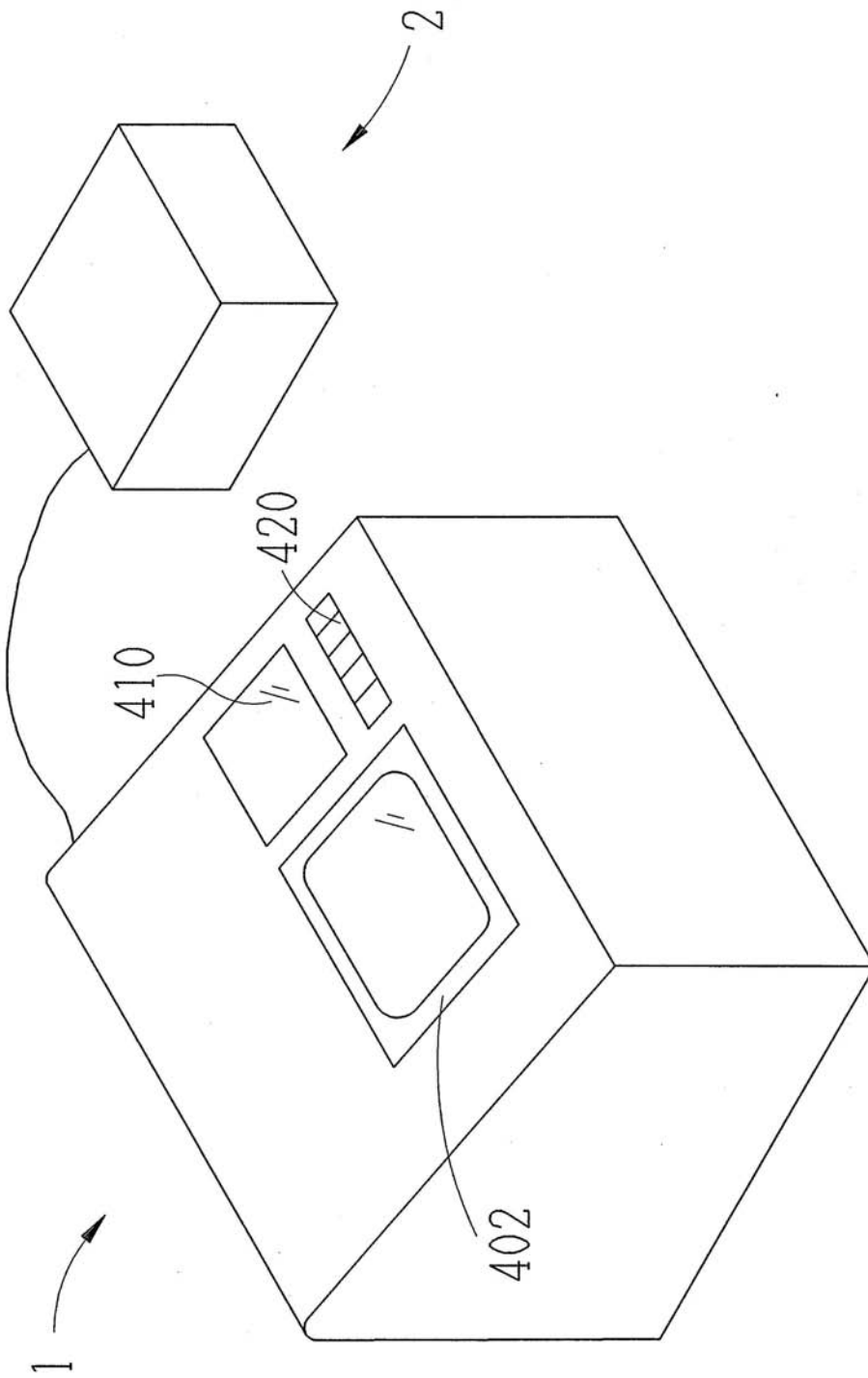
10

【0046】

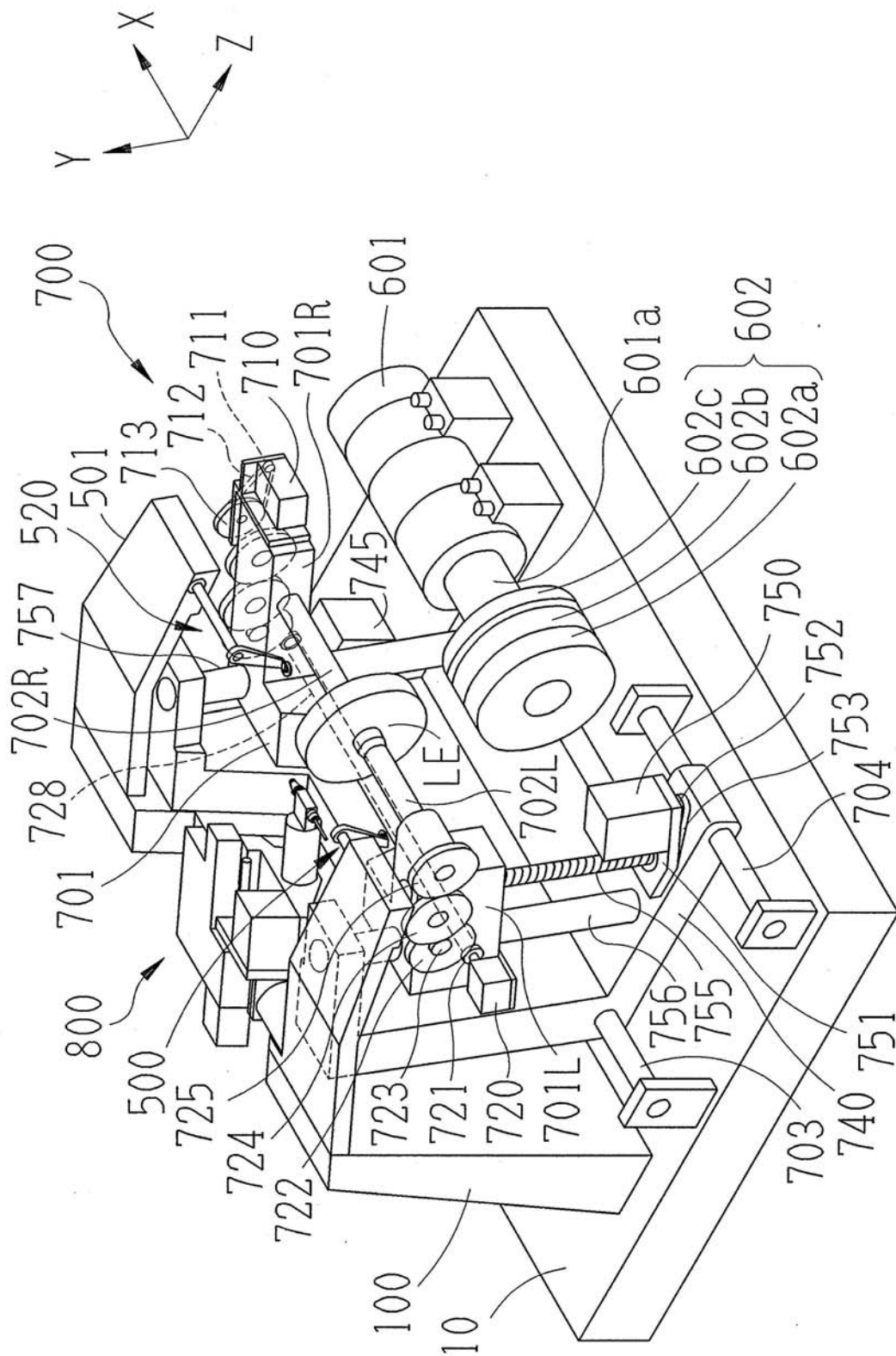
- 1 眼鏡レンズ加工装置本体
- 2 眼鏡枠形状測定装置
- 160 主制御部
- 161 メモリ
- 410 タッチパネル
- 500 レンズ形状測定部
- 602 砥石群
- 700 キャリッジ部
- 800 穴あけ・面取り・溝掘り機構部
- 835 エンドミル

20

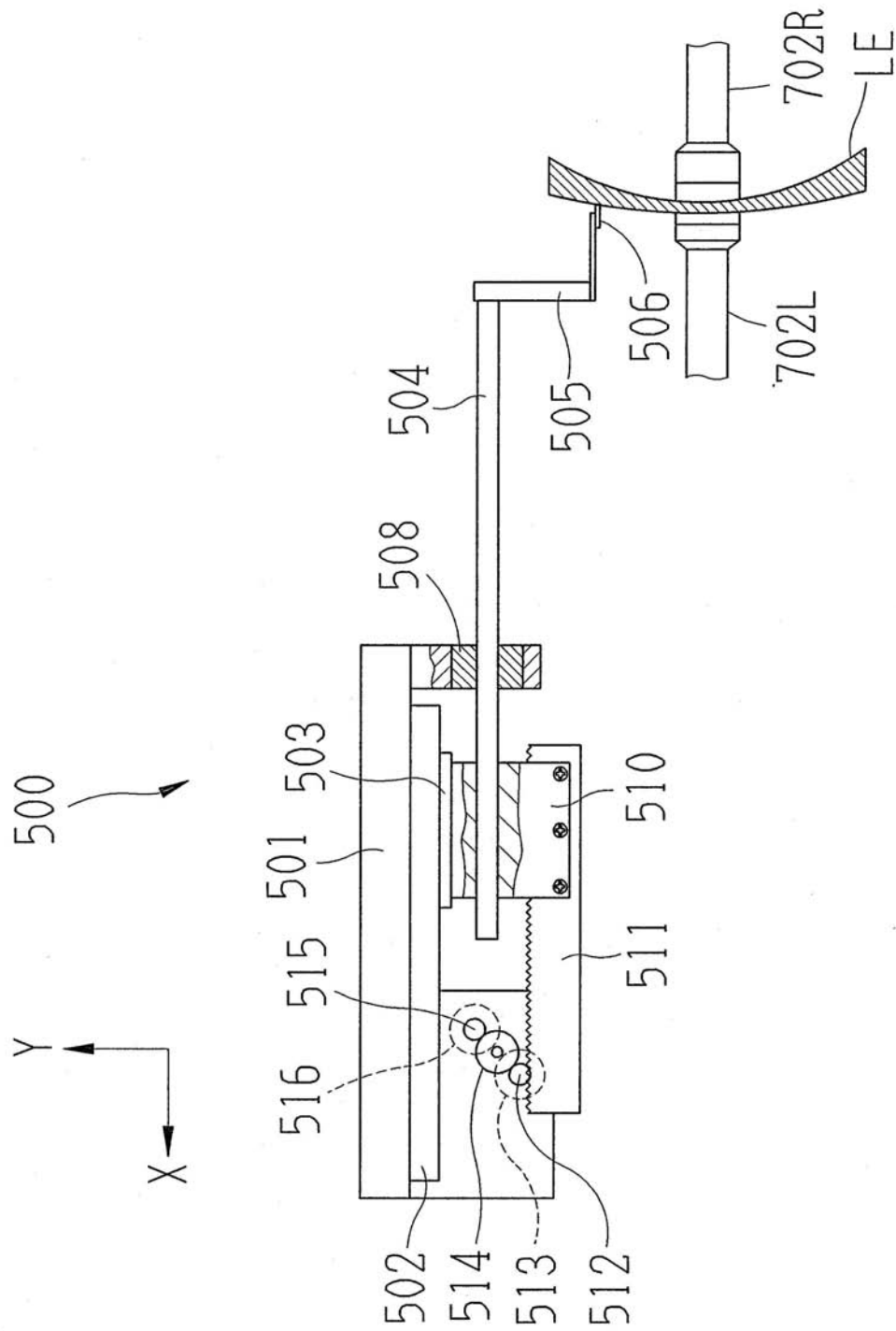
【図 1】



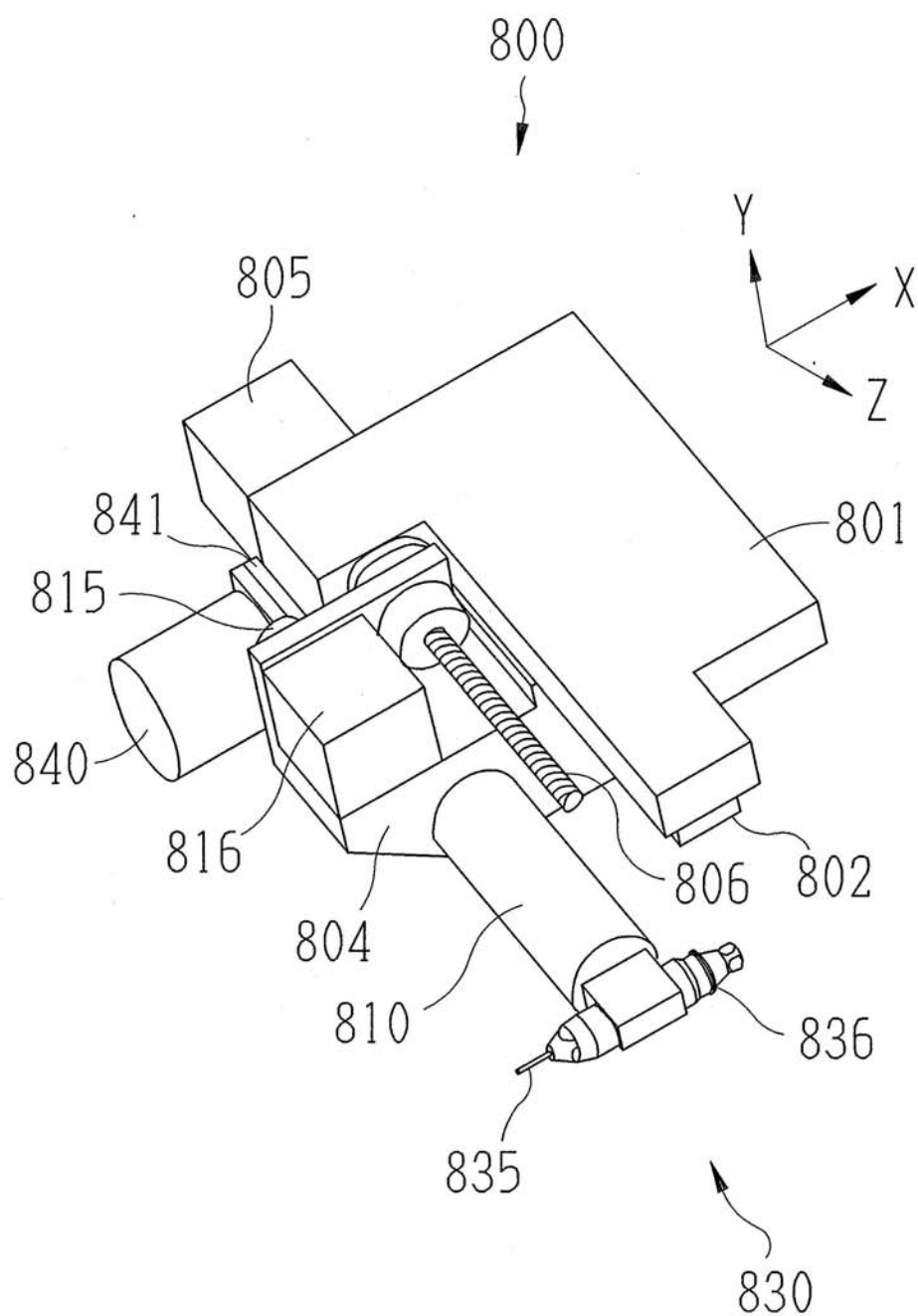
【 図 2 】



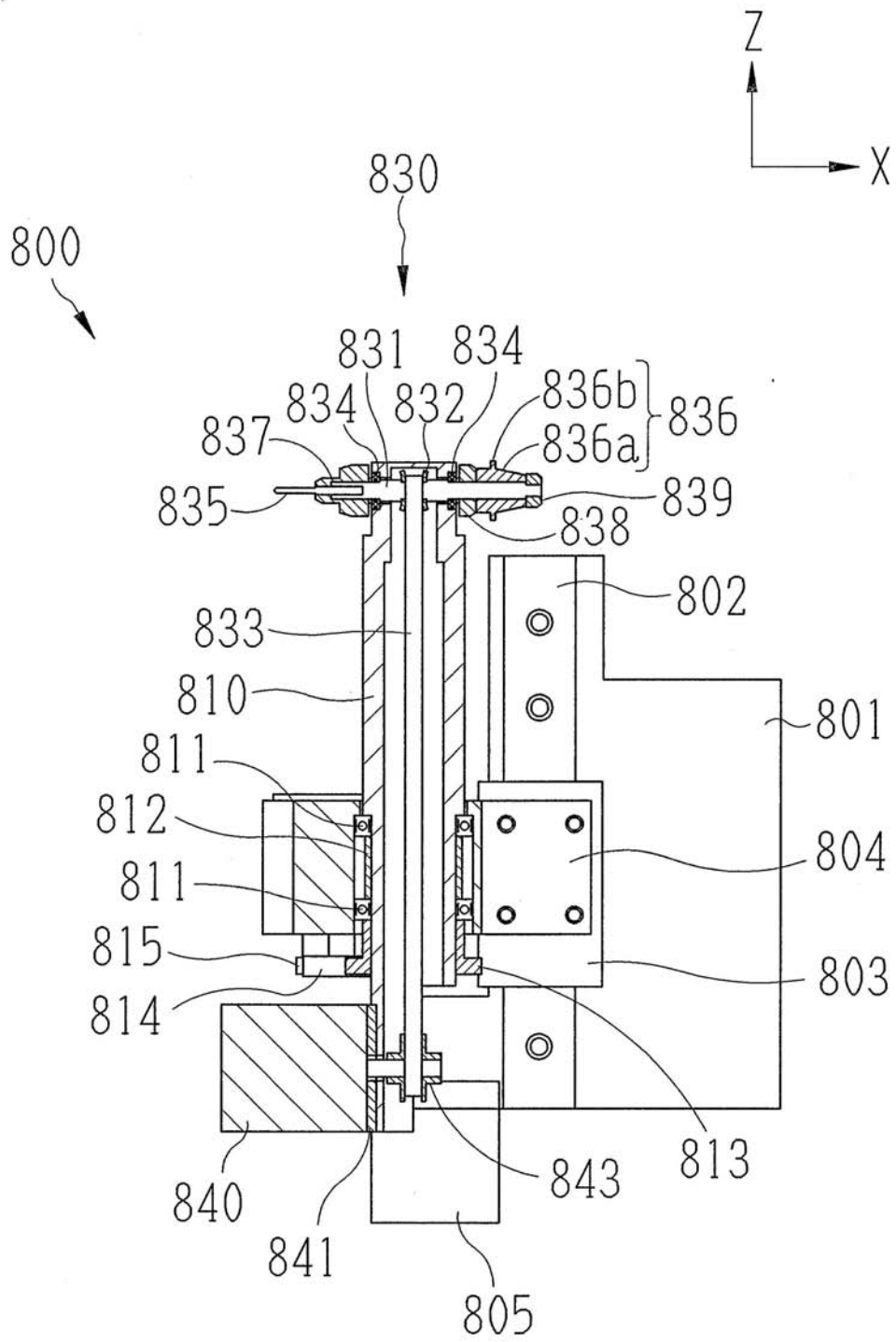
【図 3】



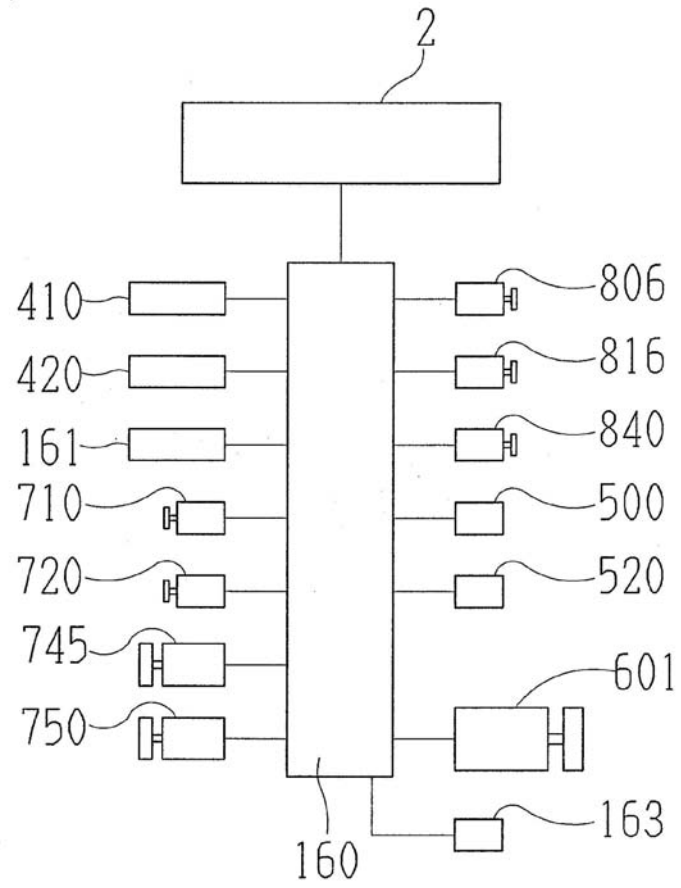
【図4】



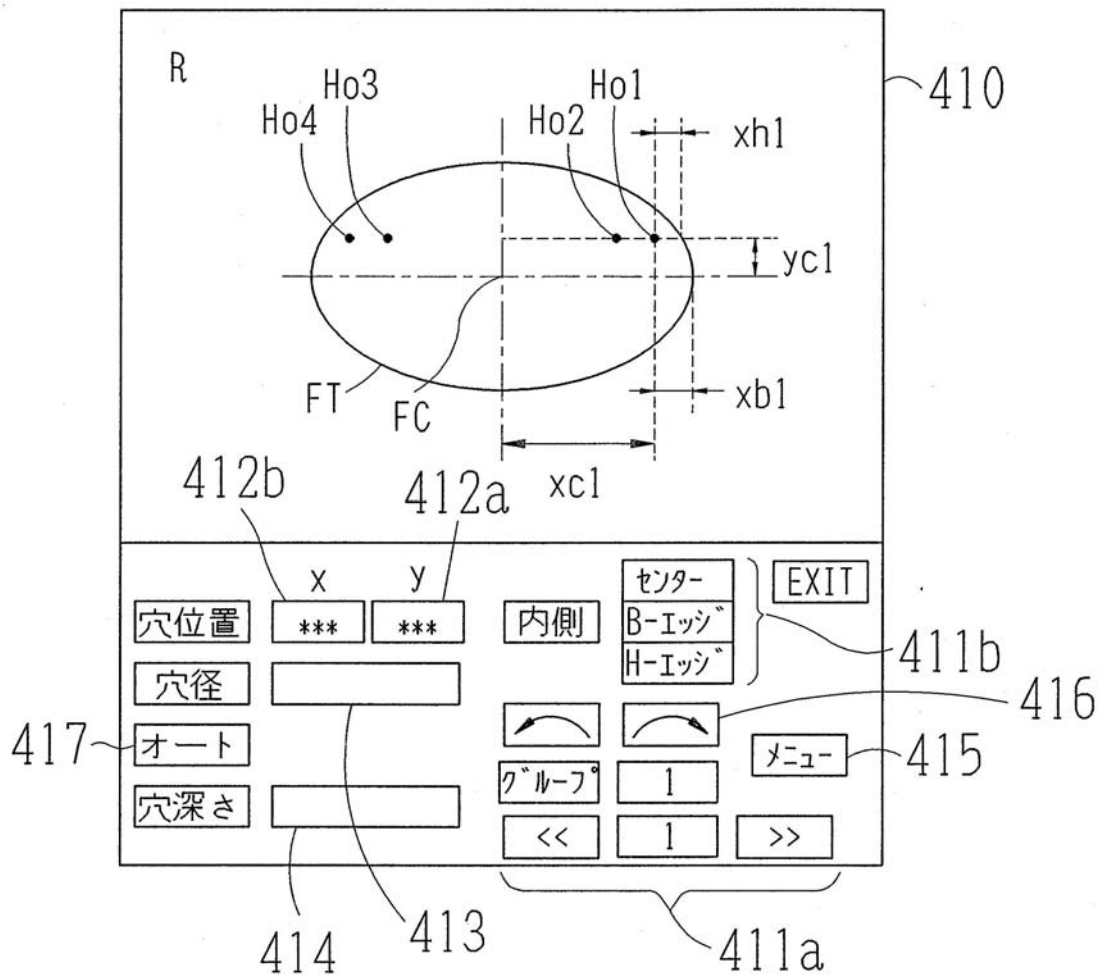
【図5】



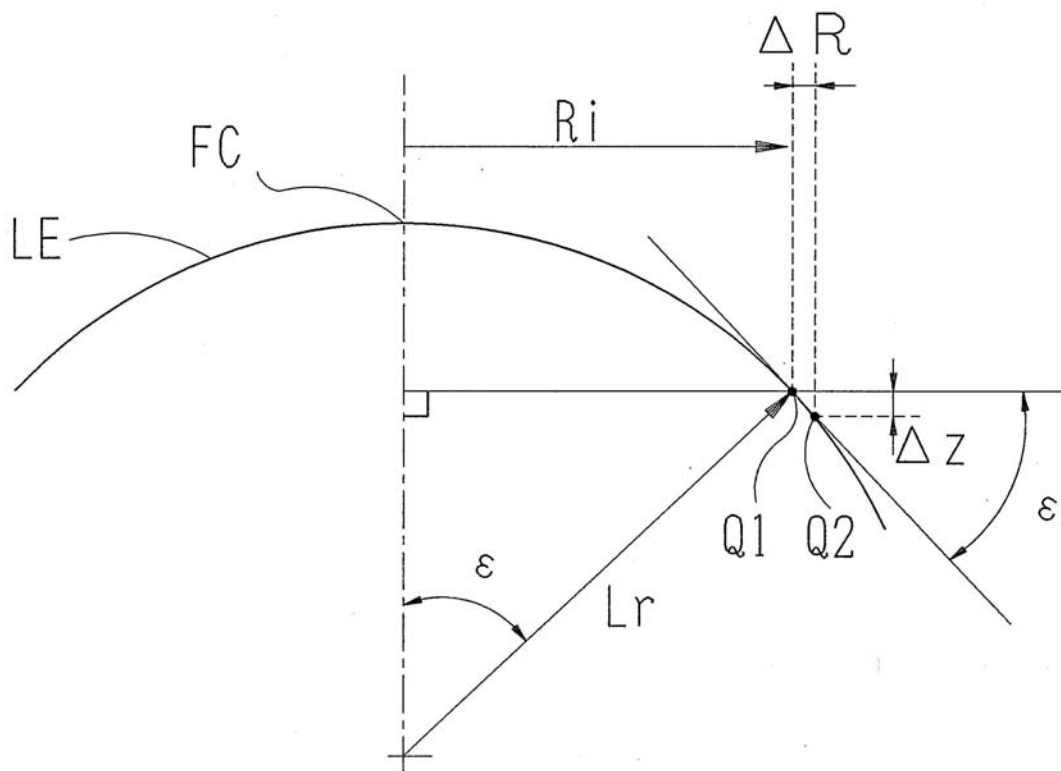
【図 6】



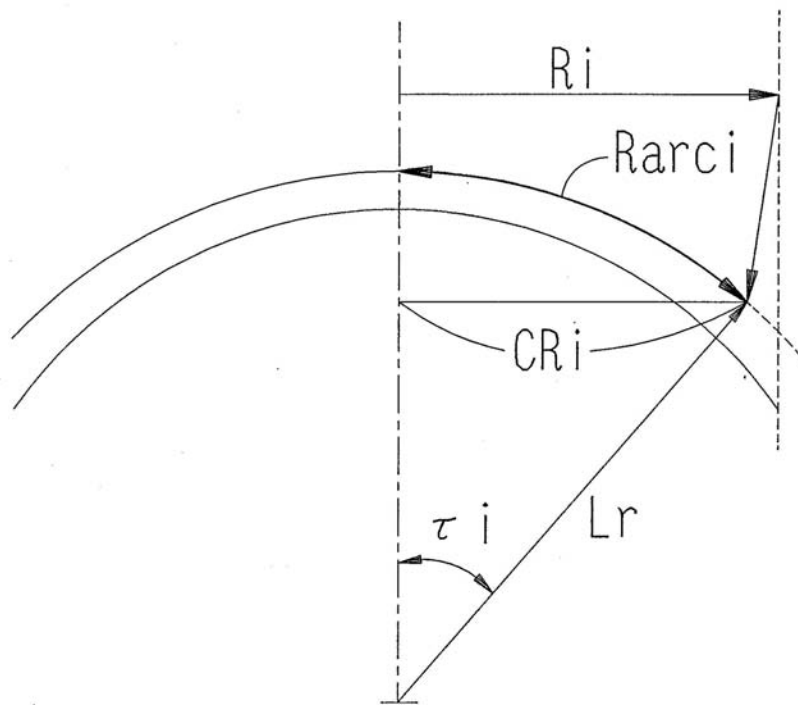
【図 7】



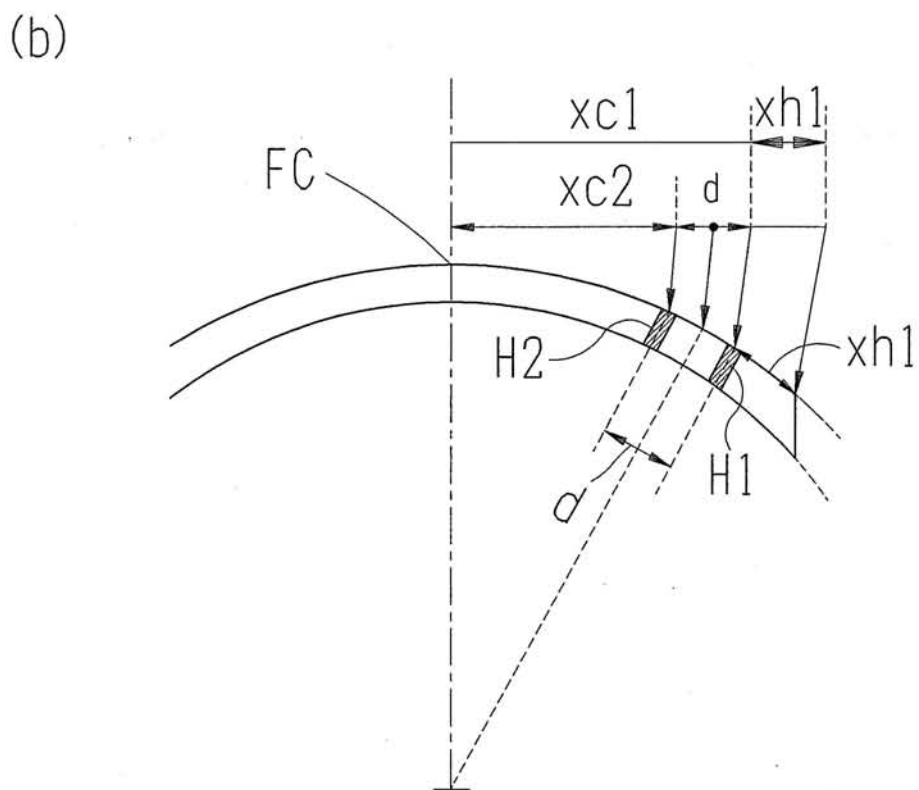
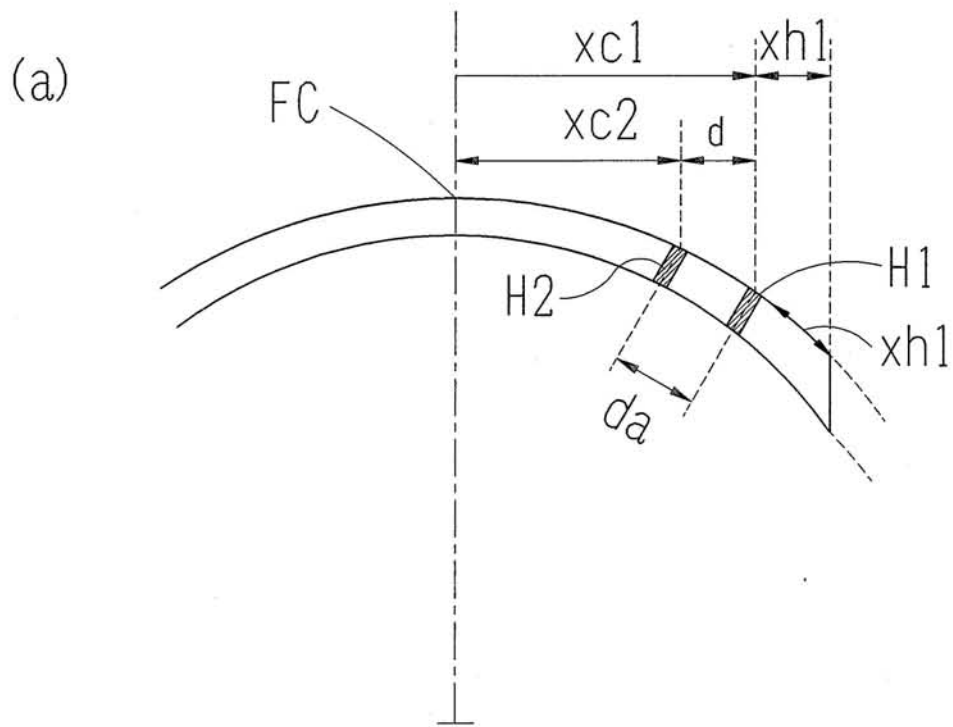
【図 8】



【図 9】

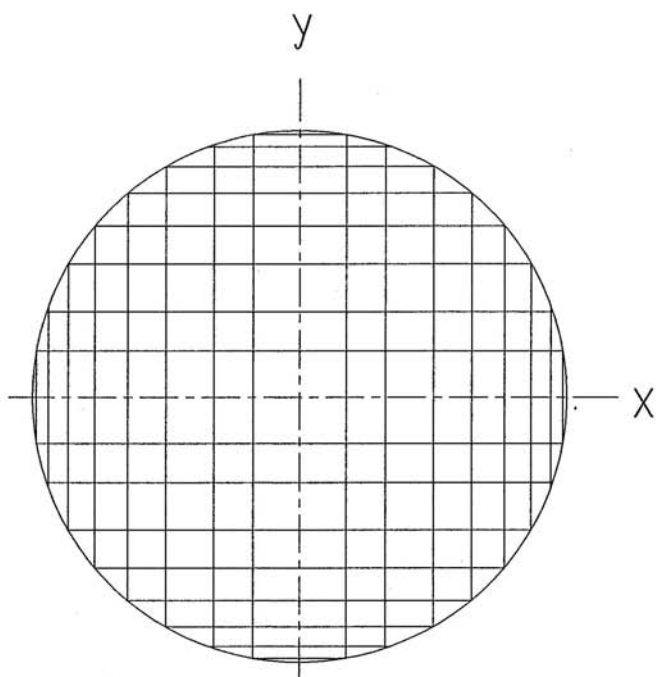


【図 10】

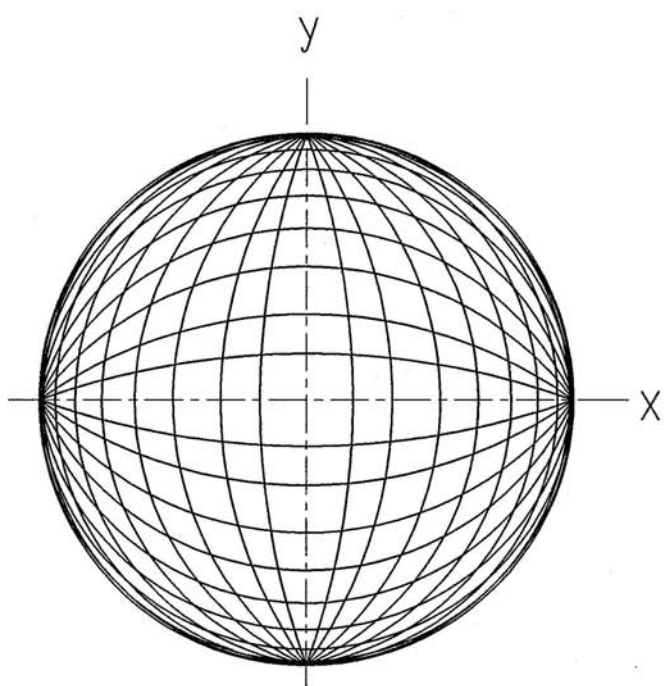


【図 11】

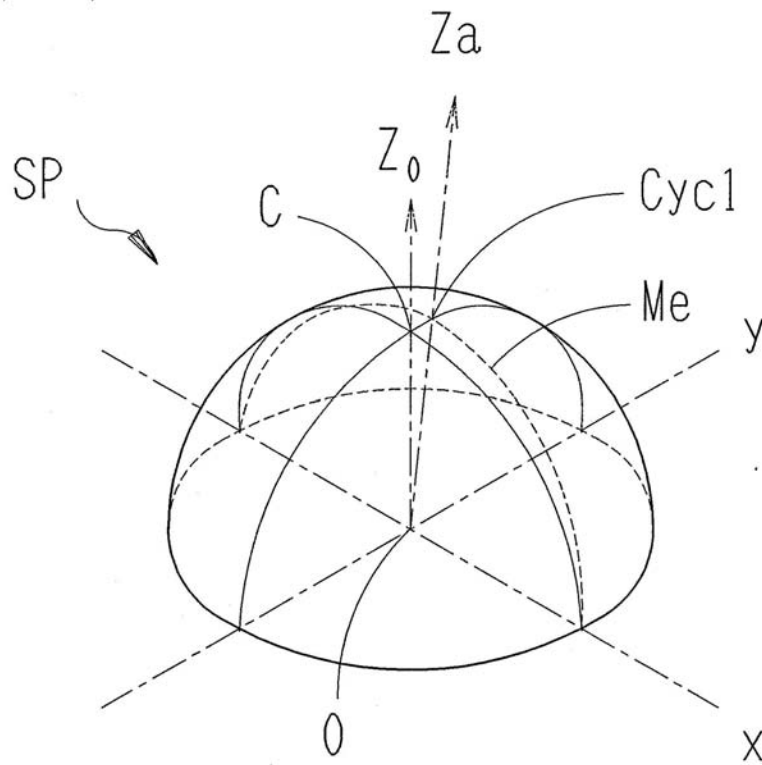
(a)



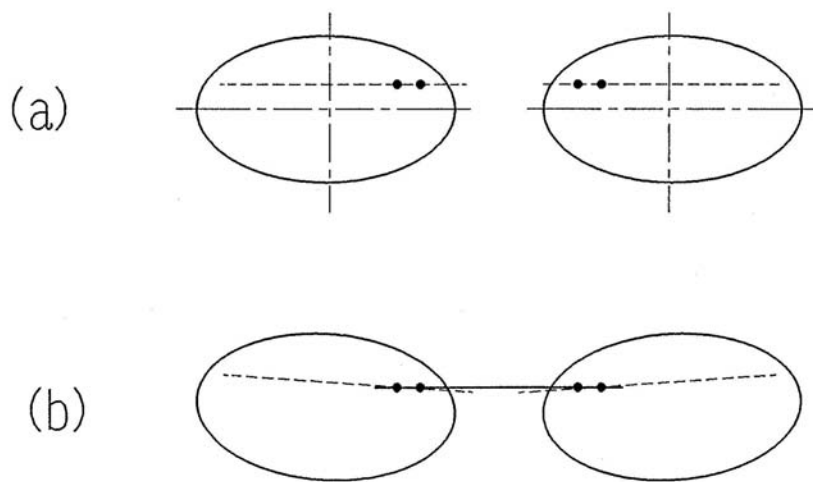
(b)



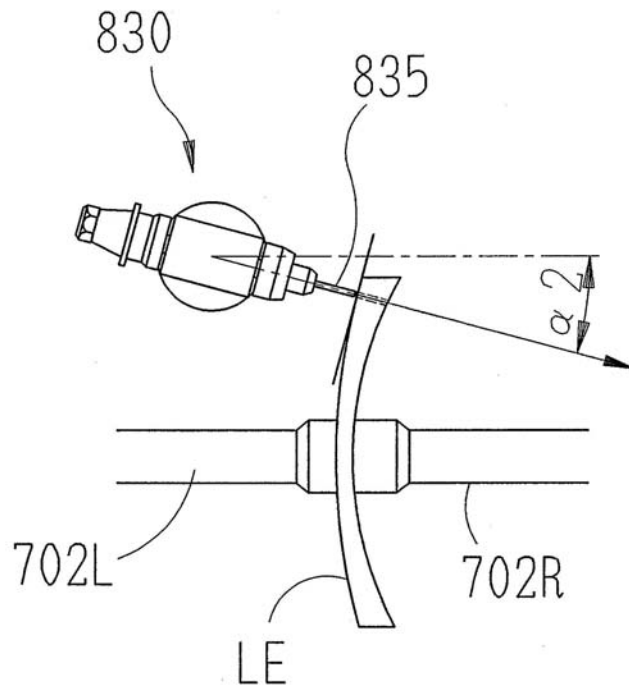
【図 12】



【図 13】



【図14】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 C	1 3 / 0 0
B 2 3 B	3 9 / 0 8
B 2 3 B	4 1 / 0 0
G 0 2 C	7 / 0 2