

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4764040号  
(P4764040)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 M 11/00 (2006.01)

G O 1 M 11/00

L

請求項の数 4 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2005-79725 (P2005-79725)  
 (22) 出願日 平成17年3月18日(2005.3.18)  
 (65) 公開番号 特開2006-258736 (P2006-258736A)  
 (43) 公開日 平成18年9月28日(2006.9.28)  
 審査請求日 平成20年3月18日(2008.3.18)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100086818  
 弁理士 高梨 幸雄  
 (72) 発明者 村田 安規  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
 ヤノン株式会社内  
 審査官 平田 佳規

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レンズの非球面の偏心軸の偏心測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レンズの外周部から所定量離れた位置である第1の位置から、前記レンズの外周部の中心軸を通過するように、前記レンズの非球面を測定子で走査することによって、前記レンズの非球面の断面形状を計測する第1の計測ステップと、  
 前記レンズの外周部の中心軸を回転軸として前記レンズを半回転させて配置し、前記レンズの外周部から前記所定量離れた位置である第2の位置から、前記レンズの外周部の中心軸を通過するように、前記レンズの非球面を前記測定子で走査することによって、前記レンズの非球面の断面形状を計測する第2の計測ステップと、  
 前記第1、第2の計測ステップにおいて計測された前記レンズの非球面の断面形状に基づいて、前記第1、第2の位置から前記レンズの非球面の偏心軸までの距離をそれぞれ求め、前記第1、第2の位置から前記レンズの非球面の偏心軸までの各距離に基づいて、前記レンズの非球面の偏心軸の偏心量を算出する算出ステップを含むことを特徴とするレンズの非球面の偏心軸の偏心測定方法。

【請求項 2】

ベルクランプによってレンズの位置を調整する第1の調整ステップと、  
 前記ベルクランプの中心軸から所定量離れた位置である第1の位置から、前記ベルクランプの中心軸を通過するように、前記レンズの非球面を測定子で走査することによって、前記レンズの非球面の断面形状を計測する第1の計測ステップと、  
 前記ベルクランプの中心軸を回転軸として前記レンズを半回転させてから、ベルクランプ

10

20

によって前記レンズの位置を調整する第２の調整ステップと、  
前記ベルクランプの中心軸から前記所定量離れた位置である第２の位置から、前記ベルクランプの中心軸を通過するように、前記レンズの非球面を前記測定子で走査することによって、前記レンズの非球面の断面形状を計測する第２の計測ステップと、  
前記第１、第２の計測ステップにおいて計測された前記レンズの非球面の断面形状に基づいて、前記第１、第２の位置から前記レンズの非球面の偏心軸までの距離をそれぞれ求め、前記第１、第２の位置から前記レンズの非球面の偏心軸までの各距離に基づいて、前記レンズの非球面の偏心軸の偏心量を算出する算出ステップを含むことを特徴とするレンズの非球面の偏心軸の偏心測定方法。

【請求項３】

10

前記第１、第２の計測ステップにおいて、前記レンズの非球面の断面形状を複数の断面について計測し、前記算出ステップにおいて、前記複数の断面のそれぞれについて、前記レンズの非球面の偏心軸の偏心量を算出することを特徴とする請求項１または２に記載のレンズの非球面の偏心軸の偏心測定方法。

【請求項４】

前記第１、第２の計測ステップにおいて、前記レンズの非球面の断面形状を互いに直交する断面について計測することを特徴とする請求項３に記載のレンズの非球面の偏心軸の偏心測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【０００１】

本発明は曲面の偏心量、例えば球面や非球面の偏心量を測定するのに好適なレンズの非球面の偏心軸の偏心測定方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

近年、デジタルカメラ、ビデオカメラ等に用いられている各種の光学系において、光学性能の向上及び光学系の小型化のために非球面レンズが多く採用されている。

【０００３】

非球面レンズの光軸（非球面軸）は、球面レンズの光軸と同様に取り扱うことができない。

30

【０００４】

球面レンズの光軸は、第１面の球心位置と第２面の球心位置を結んだ直線である。球面レンズの光軸の検出方法には、例えば「反射式心出し方法」や「透過式心出し方法」がある（非特許文献１）。

【０００５】

これに対して回転対称軸をもつ非球面形状の面を有する非球面レンズの場合の非球面軸は、非球面形状に対して唯一１本が定義されるため、従来の「反射式心出し方法」や「透過式心出し方法」の原理では非球面軸の測定ができない。

【０００６】

従来、非球面偏心量の測定方法が種々と提案されている（特許文献１～３）。その基本原理は、被検レンズを回転レンズ保持部材で保持し、回転レンズ保持部材の回転軸に被検レンズの非球面近軸曲率中心が合致するように被検レンズを滑らせて調整保持し、被検レンズを回転させながら被検レンズの輪帯状の表面測定点の変位量、レンズ外径フレ量、回転軸の回転角度情報等から非球面レンズの偏心量を測定するものである。

40

【０００７】

回転レンズ保持部材の回転軸に被検レンズの非球面近軸曲率中心を合致させるには、オートコリメーション法を用いて被検レンズの面に投影する光の反射像のフレを検出し、フレ量が最小となるように被検レンズを保持部材上で滑らせて調整保持させている。

【０００８】

しかし、この合致させる作業には、熟練と時間を要し、測定者の習熟度合いにより測定

50

精度が左右されるという問題がある。

【 0 0 0 9 】

合致させる作業の残存誤差分は合致残存誤差量を測定し演算で補正する工夫もなされているが、被検レンズの面精度にアスヤクセと呼ばれる製造誤差が存在すると、オートコリメーション法での反射像が回転に伴い異形状に変化するため合致精度が不正確になる問題がある。

【 0 0 1 0 】

また、回転レンズ保持部材を回転させたときの被検レンズの面上のある測定点の変位量を測定する方法は、非球面の有効範囲のある特定の輪帯状測定データの情報から非球面偏心量を算出することになる。

10

【 0 0 1 1 】

非球面形状に微小なねじれたような非球面形状誤差が存在すると測定する輪帯状の測定位置により測定結果が異なる、具体的には非球面有効範囲の3割の場合、5割の場合、7割の場合、・・・、10割の場合等、中心からの距離によって偏心量の測定結果が異なる問題がある。この原因は、実際に製造誤差を伴う非球面の非球面軸は、近軸曲率中心とある特定の測定点からの情報だけでは一意的に決まらないからである。

【 0 0 1 2 】

この問題を解決するには、非球面形状の有効範囲の非球面形状そのものを測定し、その実測非球面形状から最適な非球面軸の位置と傾きを定義するのが望ましい。

【 0 0 1 3 】

20

3次元位置測定器を用いて被検非球面レンズ保持部材と保持された非球面レンズの形状データを測定し、非球面軸の偏心量を測定する方法が知られている（特許文献4）。

【非特許文献1】レンズ・プリズム加工技術‘79：光学工業技術研究組合

【特許文献1】特公平8-12126号公報

【特許文献2】特許第2735104号公報

【特許文献3】特許第2735106号公報

【特許文献4】特開平7-229811号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 4 】

30

特許文献4で開示されている方法によればレンズ保持部材を回転させることなく、高精度にレンズ保持部材位置を基準とした非球面軸の偏心測定ができる。またレンズ外径部を3次元測定することによりレンズ外径に対する非球面軸の偏心測定も可能である。しかしこの方法は複雑な3次元位置測定器が必要であり、2次形状測定と比較し膨大なデータを使用するため、測定及びデータ処理に時間がかかるという問題がある。

【 0 0 1 5 】

現在非球面形状測定器の代表的なものとしてフォームタリサーフがある。1984年に発表されたフォームタリサーフは接触式の表面粗さ測定器に表面形状を測定する機能を持たせた2次元形状測定器である。

【 0 0 1 6 】

40

2次元の非球面形状測定器では測定する被検レンズの設計基準非球面の断面形状と、実測した非球面の断面形状との誤差量を演算し評価している。

【 0 0 1 7 】

設計基準非球面形状の光軸の座標軸と実測非球面形状の光軸の座標軸とが合致していれば単純な差分が非球面形状誤差となる。

【 0 0 1 8 】

しかし、通常の場合、被検レンズ自体の偏心成分や被検レンズを測定器に保持するときの位置や傾き誤差等が発生し実測非球面形状の光軸の座標軸は設計基準非球面形状の光軸とは一致しない。

【 0 0 1 9 】

50

そこで、一般的に非球面形状測定器は、実測非球面形状データから非球面軸の位置及び傾斜を演算により探索し（演算し）、探索した非球面軸データを基に実測非球面形状の光軸が設計非球面形状の光軸と一致するように座標変換し非球面形状誤差量を演算している。

#### 【 0 0 2 0 】

従来の２次元非球面形状測定器の座標系において被検非球面レンズの実測形状から、測定走査方向の非球面軸の位置と傾きの探索データは算出されているが、被検非球面レンズの外径に対する非球面軸の偏心量が検出できていない問題がある。

#### 【 0 0 2 1 】

レンズ外径に対する非球面軸の偏心量を測定するためには、レンズ外径部と非球面レンズ形状を同時に測定すればよいのであるが、従来の２次元形状測定方法では非球面形状測定と同時にレンズ外径位置の測定を行うこと困難であった。

#### 【 0 0 2 2 】

本発明は、レンズ外径部を測定することなく、曲面形状保証範囲内の曲面形状測定のみでレンズ外径に対する曲面軸の偏心測定ができるレンズの非球面の偏心軸の偏心測定方法の提供を目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【 0 0 2 3 】

本発明のレンズの非球面の偏心軸の偏心測定方法は、レンズの外周部から所定量離れた位置である第１の位置から、前記レンズの外周部の中心軸を通過するように、前記レンズの非球面を測定子で走査することによって、前記レンズの非球面の断面形状を計測する第１の計測ステップと、

前記レンズの外周部の中心軸を回転軸として前記レンズを半回転させて配置し、前記レンズの外周部から前記所定量離れた位置である第２の位置から、前記レンズの外周部の中心軸を通過するように、前記レンズの非球面を前記測定子で走査することによって、前記レンズの非球面の断面形状を計測する第２の計測ステップと、

前記第１、第２の計測ステップにおいて計測された前記レンズの非球面の断面形状に基づいて、前記第１、第２の位置から前記レンズの非球面の偏心軸までの距離をそれぞれ求め、前記第１、第２の位置から前記レンズの非球面の偏心軸までの各距離に基づいて、前記レンズの非球面の偏心軸の偏心量を算出する算出ステップを含むことを特徴としている。

この他、レンズの非球面の偏心軸の偏心測定方法は、ベルクランプによってレンズの位置を調整する第１の調整ステップと、

前記ベルクランプの中心軸から所定量離れた位置である第１の位置から、前記ベルクランプの中心軸を通過するように、前記レンズの非球面を測定子で走査することによって、前記レンズの非球面の断面形状を計測する第１の計測ステップと、

前記ベルクランプの中心軸を回転軸として前記レンズを半回転させてから、ベルクランプによって前記レンズの位置を調整する第２の調整ステップと、

前記ベルクランプの中心軸から前記所定量離れた位置である第２の位置から、前記ベルクランプの中心軸を通過するように、前記レンズの非球面を前記測定子で走査することによって、前記レンズの非球面の断面形状を計測する第２の計測ステップと、

前記第１、第２の計測ステップにおいて計測された前記レンズの非球面の断面形状に基づいて、前記第１、第２の位置から前記レンズの非球面の偏心軸までの距離をそれぞれ求め、前記第１、第２の位置から前記レンズの非球面の偏心軸までの各距離に基づいて、前記レンズの非球面の偏心軸の偏心量を算出する算出ステップを含むことを特徴としている。

#### 【発明の効果】

#### 【 0 0 2 4 】

本発明によれば曲面形状保証範囲内の曲面形状測定のみでレンズ外径に対するレンズの非球面の偏心軸の偏心測定ができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【 0 0 2 5 】

## 【実施例 1】

## 【0026】

図 1 は本発明の偏心測定装置の実施例 1 の概略断面図、図 5 は図 1 の一部分の要部斜視図である。図 1 において、1 は被検レンズ（レンズ）であり、球面レンズや非球面レンズより成っている。2 は被検レンズ 1 の光軸方向の位置を決めるための受け治具（レンズ保持部材）、3 は被検レンズ 1 の光軸と垂直方向の位置を決めるための突き当て部、4 は被検レンズ 1 の面上を走査し、面形状を測定する測定子（走査子）である。

## 【0027】

図 5 において、被検レンズ 1 を、円筒形の受け治具 2 に載せ、光軸と垂直方向の位置決めをする位置決め部材 3 に突き当てた状態で、受け治具 2 の貫通孔 2 a から空気（air）を吸引し内圧を下げて被検レンズ 1 を受け治具 2 に吸着固定している。

10

## 【0028】

突き当て部材 3 は L 字型の部材で被検レンズ 1 のレンズ外周部分の 2 箇所が突き当たるように設定し、被検レンズ 1 を位置を決めて保持固定している。

## 【0029】

実施例 1 ではレンズ外径が円形の被検レンズ 1 の実施例を説明しているが、レンズ外形が矩形形状の被検レンズでも同様に測定が可能である。

## 【0030】

図 1 の受け治具 2 及び突き当て部材 3 はステージ台 5 の上に固定されている。

## 【0031】

20

ステージ 5 は、4 軸の調整機構（不図示）を有している。

## 【0032】

図 1 において紙面左右方向の座標系を X 軸、紙面手前から奥方向（紙面垂直方向）を Y 軸、紙面上下方向を Z 軸とする。

## 【0033】

本実施例 1 では、X 軸 Y 軸に沿って直線移動を行う 2 軸水平移動機構と、X 軸 Y 軸を中心に回転移動を行う 2 軸角度調整機構を有している。

## 【0034】

次に実施例 1 での偏心測定手順を説明する。実施例 1 では被検レンズとして非球面レンズを例にとり説明するが球面レンズであっても良い。

30

## 【0035】

まず、測定前に測定治具の設定を行う。

## 【0036】

受け治具 2 及び突き当て部材 3 をステージ台 5 の上に固定する前に、偏心測定装置に対してステージ台 5 の水平出しを行う。具体的には、測定子 4 をステージ台 5 に接触させ、X 軸方向に走査測定し表面形状が水平になるように角度ステージを調整する。次に、ステージ台 5 の Y 軸方向に水平移動させ測定子 4 の高さが変化しないように角度調整をおこなひ、ステージ台 5 の水平出しを行う。

## 【0037】

ステージ台 5 の上にレンズ受け治具 2 及び突き当て部材 3 を設置する。

40

## 【0038】

先ずレンズ受け治具 2 を固定し、被検レンズ 1 を受け治具 2 に載せる。

## 【0039】

突き当て治具 3 を被検レンズ 1 に突き当てた状態で被検レンズ 1 の中心と受け治具 2 の中心が一致する状態で突き当て治具 3 を固定する。

## 【0040】

そして貫通孔 2 a から空気を吸収し、被検レンズ 1 を受け治具 2 に固定する。

## 【0041】

被検レンズ 1 の非球面形状を走査測定する測定子 4 が、被検レンズ 1 の外径中心（中心軸）を通過するようにステージ台 5 の位置を調整する。

50

## 【 0 0 4 2 】

次に、レンズ外径に対する非球面軸の偏心測定方法について説明する。

## 【 0 0 4 3 】

図 1 に示す状態で第 1 回目の被検面の非球面形状を測定（計測）する、測定は測定子 4 が被検面上の所定位置から所定量離れた第 1 の基準位置である非球面形状保証範囲内（有効径内）の測定開始点 S から測定終了点 E までを X 方向に走査測定する。

## 【 0 0 4 4 】

次に、レンズ保持部材 2 及び突き当て治具 3 は固定のまま、被検レンズ 1 のみを 180 度回転させて図 2 に示す状態に被検レンズ 1 を保持固定し、測定子 4 で第 1 回目と反対の経路で同一の測定開始点 S から測定終了点 E まで X 方向に走査して、2 回目の非球面形状を走査測定する。

## 【 0 0 4 5 】

第 1 回目の測定データと 2 回目の測定データ（計測結果）からレンズ外径に対する同一断面内の非球面軸（偏心軸） $L_a$  の偏心情報を算出する。

## 【 0 0 4 6 】

このときの算出方法は、次のとおりである。

## 【 0 0 4 7 】

図 19 (A) はレンズ面形状の任意の点を測定座標原点の基準として、走査子（測定子）4 で走査して実測したレンズ面形状を示している。

## 【 0 0 4 8 】

横軸は走査方向（X 方向）、縦軸は形状を表わす Z 方向である。

## 【 0 0 4 9 】

図 19 (B) は設計基準の座標系での理想的レンズ形状（被検レンズ面の設計値の形状）を示している。

## 【 0 0 5 0 】

本実施例では、図 19 (A) の実測レンズ形状の生データのままで、実測レンズ面形状の軸及び形状誤差を求めることができない。

## 【 0 0 5 1 】

そこで、図 19 (A) の実測レンズ形状の生データと図 19 (B) の理想的設計基準レンズ形状との誤差が最小となるように座標変換（フィッティング）し、図 19 (C) に示すようにレンズ面軸の位置  $X_a$  と傾き  $\theta$  を合致させて求めている。

## 【 0 0 5 2 】

図 3 , 図 4 は図 19 (C) の状態での設計基準レンズ面の形状と実測レンズ面の形状との差を算出した結果を示している。

## 【 0 0 5 3 】

尚、図 3 は第 1 回目の非球面形状誤差の測定結果、図 4 は第 2 回目の非球面形状誤差の測定結果を示している。

## 【 0 0 5 4 】

測定座標系での実測レンズ面形状のレンズ面軸  $L_a$  の傾き量  $\theta$  は実測レンズ面形状と設計基準レンズ面形状を合致させる工程において探索される値である。図 3 , 図 4 は、傾き量  $\theta$  が補正された新たな  $X'Z'$  座標系での形状誤差量を表示している。

## 【 0 0 5 5 】

非球面形状誤差の測定結果は、演算手段によって、前述の如く測定開始位置 S から終了位置 E まで測定子 4 が走査測定した実測非球面形状（実測非球面形状データ）と、既知の設計基準非球面形状との誤差が最小となるように実測非球面形状の最適非球面軸  $L_a$  の位置と傾き（即ち測定データと設計値とをフィッティングしたときの傾き量）を探索し、設計基準非球面形状と照合し誤差を算出した結果より、位置 C、C' や傾き  $\theta$ 、 $\theta'$  を求めている。

## 【 0 0 5 6 】

第 1 回目と第 2 回目の実測非球面形状測定は、被検レンズ 1 の非球面形状保証範囲内の

10

20

30

40

50

同一測定範囲である測定開始点 S から測定終了点 E までの断面形状を測定し、各領域の非球面軸より、非球面全体としての軸、即ち最適非球面軸 L a の 1 回目の測定における位置 C 及び 2 回目の測定における位置 C ' を演算にて算出している。

【 0 0 5 7 】

第 1 回目の測定開始点 A 点から最適非球面軸の位置 C 点までの距離 A C および第 2 回目の測定開始点 A ' 点から最適非球面軸位置 C ' 点までの距離 A ' C ' が演算にて求められる。

【 0 0 5 8 】

被検面上のレンズ外径部（所定位置）T 点から C 点及び C ' 点までの距離が判らないとレンズ外径を基準とした被検面の最適非球面軸の偏心量をもとめることができない。

10

【 0 0 5 9 】

しかし、第 1 回目の測定と第 2 回目の測定は同一測定開始点 S から測定しているため、第 1 回目測定の外周部分に対応する T 点（所定位置）から所定量離れた A 点（第 1 の基準位置）までの距離（所定量）T A と第 2 回目測定の T 点から A ' 点（第 2 の基準位置）までの距離（所定量）T A ' は同じである。

【 0 0 6 0 】

図 1 において距離 T C = 距離 T A + 距離 A C であり、図 2 において距離 T C ' = 距離 T A ' + 距離 A ' C ' である。

【 0 0 6 1 】

レンズ外径の中心に対する最適非球面軸 L a の位置の偏心量 = ( 距離 T C - 距離 T C ' ) / 2 であるが、距離 T A = 距離 T A ' の関係からレンズ外径に対する最適非球面軸 L a の位置の偏心量 = ( 距離 A C - 距離 A ' C ' ) / 2 で求めることができる。

20

【 0 0 6 2 】

最適非球面軸 L a の傾き偏心量 については、第 1 回目に測定した傾き量を 、第 2 回目に測定した傾き量を ' とすると、レンズ保持部材 2 で受けているレンズ面に対して傾き偏心量 = ( - ' ) / 2 で求めることができる。

【 0 0 6 3 】

実施例 1 に基づいて実際にフォームタリサーフを用いて測定した実測例を示す。被検レンズ 1 の非球面形状測定走査方向は図 1 3 に示すように複数の方向 1 ~ 方向 8 までの 8 方向について被検レンズ 1 を回転させながら実測した例を示している。

30

【 0 0 6 4 】

最適非球面軸の位置の偏心量をシフト量 S とし、最適非球面軸の傾き偏心量をチルト量 T とする。

【 0 0 6 5 】

図 1 4 に方向 1 と 1 8 0 度反転させた方向 5 から測定したデータを示す。非球面形状の測定開始点から最適非球面軸までの距離が X t として算出されている。

【 0 0 6 6 】

また、最適非球面軸の傾き量はチルトとして算出されている。方向 1 と方向 5 からの走査実測データのうちシフト量を 1 X t , 5 X t , チルト量を 1 チルト、5 チルトとすると最適非球面軸のシフト量

40

$$S_{15} = (1Xt - 5Xt) / 2 \\ = (2.6896 - 2.6955) / 2 \\ = -0.003 \text{ mm}$$

$$\text{最適非球面軸のチルト量 } T_{15} = (1\text{チルト} - 5\text{チルト}) / 2 \\ = (0.0999 - 0.0026) / 2 \\ = 0.049 \text{ deg}$$

図 1 4 に示す走査測定方向と直交する方向 3 , 7 の実測データを図 1 5 に示す。

【 0 0 6 7 】

図 1 5 には方向 3 と方向 7 からの走査実測データのうちシフト量を 3 X t , 7 X t , チルト量を 3 チルト , 7 チルトとすると、

$$\text{非球面軸シフト量 } S_{37} = (3Xt - 7Xt) / 2$$

50

$$= (2.6658 - 2.7217) / 2$$

$$= -0.028 \text{ mm}$$

$$\text{非球面軸チルト量 } T_{37} = (3\text{チルト} - 7\text{チルト}) / 2$$

$$= (0.4154 - (-0.3706)) / 2$$

$$= 0.393 \text{ deg}$$

図14と図15に示す方向1, 5と直交する方向3, 7とのシフト量  $S_{15, 37}$ 、チルト量  $T_{15}$ 、 $T_{37}$ から被検レンズ1の偏心の方向と量が算出できる。

【0068】

方向1, 5と方向3, 7の直交する2方向からの算出される

$$\text{方向1, 5と方向3, 7のシフト量 } S_{1537}$$

10

【0069】

【数1】

$$= \sqrt{((-0.003)^2 + (-0.028)^2)}$$

$$= 0.028 \text{ mm}$$

方向1, 5と方向3, 7のチルト量  $T_{1537}$

【0070】

【数2】

$$= \tan^{-1}(\sqrt{(\tan 0.049)^2 + (\tan 0.393)^2})$$

20

$$= 0.396 \text{ deg}$$

方向1, 5と方向3, 7のシフト量  $S_{1537}$ とチルト量  $T_{1537}$ の測定結果を図18に+印で表示している。

【0071】

この測定方法の確からしさを確認するために方向2, 6と方向4, 8の直行する2方向についても同様に測定した例を図16、図17に示す。

【0072】

図16には方向2と方向6からの走査実測データにより

$$\text{非球面軸シフト量 } S_{16} = (2 \times t - 6 \times t) / 2$$

$$= (2.6713 - 2.7178) / 2$$

30

$$= -0.023 \text{ mm}$$

$$\text{非球面軸チルト量 } T_{26} = (2\text{チルト} - 6\text{チルト}) / 2$$

$$= (0.3451 - (-0.2924)) / 2$$

$$= 0.319 \text{ deg}$$

図17には方向4と方向8からの走査実測データにより

$$\text{非球面軸シフト量 } S_{48} = (4 \times t - 8 \times t) / 2$$

$$= (2.6772 - 2.7137) / 2$$

$$= -0.018 \text{ mm}$$

$$\text{非球面軸チルト量 } T_{48} = (4\text{チルト} - 8\text{チルト}) / 2$$

$$= (0.3050 - (-0.2589)) / 2$$

40

$$= 0.282 \text{ deg}$$

方向2, 6と方向4, 8の直交する2方向からの算出される方向2, 6と方向4, 8のシフト量  $S_{2648}$

【0073】

【数3】

$$= \sqrt{((-0.023)^2 + (-0.018)^2)}$$

$$= 0.029 \text{ mm}$$

方向2, 6と方向4, 8のチルト量  $T_{2648}$

【0074】

50



【数 4】

$$= \tan^{-1}(\sqrt{((\tan 0.319)^2 + (\tan 0.282)^2)})$$

= 0 . 4 2 6 d e g

方向 2 , 6 と方向 4 , 8 のシフト量 S 2 6 4 8 とチルト量 T 2 6 4 8 の測定結果を図 1 8 に × 印で表示している。

【 0 0 7 5 】

直交する 2 方向の測定結果である

方向 1 , 5 と方向 3 , 7 と方向 2 , 6 と方向 4 , 8 との差が測定誤差になるのであるが、図 1 8 に示す + 印と × 印で示す測定結果はともにほぼ同じ偏心量と方向を示しており、直交する 2 方向の測定のみで非球面軸の偏心量が測定可能であること示している。

10

【 0 0 7 6 】

実施例 1 の実測例をフォームタリサーフを用いた例で示したが、2 次元形状測定機は接触測定方式のフォームタリサーフに限定するものではない。非球面形状を走査測定可能で、最適非球面軸の位置と傾きを演算にて探索し算出できる機能を有していれば良い。また 3 次元測定機能を有する測定機器を用いて 2 次元非球面形状を繰り返し測定しても同様な効果がある。

【 0 0 7 7 】

被検レンズとして両面が非球面形状の場合は、まず表面である第 1 面を上記方法にて測定した後に、レンズを裏返して裏面である第 2 面を同様に測定することが可能である。表面側の非球面軸偏心量と裏面側の非球面軸偏心量から相対的な非球面軸の偏心量を算出することが可能である。

20

【 0 0 7 8 】

また、被検レンズが図 6 に示すように光軸方向の位置決めのための受面側が凹面の場合は、光軸方向のレンズ受治具 2 を平面形状にすることが可能である。また光軸と垂直方向の位置決めのための突き当て治具 3 は図 7 に示す 2 本の位置決めピン 3 とすることも可能である。

【 0 0 7 9 】

次に本発明の実施例 2 について説明する。

【 0 0 8 0 】

被検レンズ（非球面レンズ）の外径部が芯取り加工されていない加工途中の被検レンズの非球面軸の偏心状態を測定したい場合がある。芯取り加工前の被検レンズはレンズ外径部の寸法が不安定なためレンズ外径を基準とする実施例 1 のような測定ができない。

30

【 0 0 8 1 】

そこで、実施例 2 では、図 8 , 図 9 に示すようにベルクランプの原理で被検レンズ 1 1 の光軸方向と、光軸と垂直方向の位置を決めて保持固定する。

【 0 0 8 2 】

図 1 2 は実施例 2 の斜視図である。図 8 ~ 図 1 2 において、被検レンズ 1 1 を固定のレンズ保持部材 1 2 にのせ、可動のレンズ保持部材 1 3 を被せ、軸完了後はレンズ保持部材 1 3 を退避させる。

40

【 0 0 8 3 】

図 8 において、被検レンズ 1 1 を固定された円筒断面の第 1 の円筒形のレンズ保持部材 1 2 に載せる、第 1 の円筒形のレンズ保持部材 1 2 と同軸になるよう加工された、可動の第 2 の円筒形のレンズ保持部材 1 3 をレンズ保持部材 1 2 と嵌合させながら被検レンズ 1 1 を挟み込みベルクランプの原理（回転軸が等しい固定のレンズ保持部材と可動のレンズ保持部材を有し、双方で被検レンズを両レンズ面側からはさみ、被検レンズが双方のレンズ保持部材に密着すると、レンズ保持部材が接触している部分の厚さがレンズ面全周にわたって等しくなり、同時に被検レンズの光軸がレンズ保持部材の回転軸と一致する原理）で被検レンズ 1 1 の軸出しを行う。

【 0 0 8 4 】

50

この際、レンズ保持部材 1 2 及び 1 3 の貫通孔 1 2 a , 1 3 a に空気を送り込むと被検レンズ 1 1 とレンズ保持部材 1 2 との接触部の摩擦抵抗が軽減され、より高精度な軸出しが可能となるので望ましい。

【 0 0 8 5 】

図 8 に示すように軸出しがされた状態で、レンズ保持部材 1 2 の貫通孔 1 2 a の空気を減圧し、被検レンズ 1 1 をレンズ保持部材 2 に吸着固定する。そして、図 9 に示すように可動のレンズ保持部材 1 3 を退避させる。

【 0 0 8 6 】

尚、図 8 , 図 9 において P K はベルクランプの中心軸（所定位置）である。中心軸 P K から点 A 又は点 A ' までの距離（所定量）T A , T ' A ' が図 1 , 図 2 における所定量 T A , T A ' に相当（対応）している。

10

【 0 0 8 7 】

その後は実施例 1 と同様に、非球面形状保証範囲内の同一測定範囲を測定子 4 を用いて非球面形状を測定する。

【 0 0 8 8 】

第 1 回目の測定が完了したら、被検レンズ 1 1 を光軸に対し 1 8 0 度反転させ、図 1 0 に示すように、再度、レンズ保持部材 1 2 を嵌合させ、レンズ保持部材 1 2 及び 1 3 の貫通孔 1 2 a , 1 3 a から空気を送り込み、被検レンズ 1 1 の軸出しを行い、その後、レンズ保持部材 1 2 の貫通孔 1 2 a の空気を減圧し、被検レンズ 1 1 をレンズ保持部材 1 2 に吸着固定し、図 1 0 に示すように第 2 回目の非球面形状を測定する。

20

【 0 0 8 9 】

この第 1 回目と第 2 回目の非球面形状測定データから実施例 1 と同様に非球面レンズの偏心量が求められる。

【 0 0 9 0 】

実施例 2 の場合は、被検レンズの外径部が芯取り加工前の状態であっても、あたかもベルクランプ方式で芯取り加工されたレンズ外径部基準に対する非球面軸の偏心量を求めることが可能である。

【 0 0 9 1 】

実際に非球面レンズ加工を行う現場において、芯取り加工前に非球面レンズの偏心精度が測定できるメリットが大きい。

30

【 0 0 9 2 】

また、芯取り加工後の非球面レンズにおいても、非球面レンズ自体の第 1 面側と第 2 面側との相対的な非球面軸が偏心しているのか、それとも、非球面レンズ自体の相対的な非球面軸には問題がなく、単純に芯取り加工誤差でレンズ外径に対する偏心が発生しているのかを解析することが可能となる。

【 0 0 9 4 】

各実施例によれば、被検レンズの光軸方向と、光軸と垂直方向の位置決めを行う簡易な治具と、非球面断面形状を測定する 2 次元形状測定器を用いることで、被検レンズの外径に対する非球面軸の偏心量を高精度に測定することができる。また、芯取り加工前の被検レンズにおいてもベルクランプ方式で外形芯取りされるであろう推定外径に対する非球面軸の偏心量を高精度に測定することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 5 】

【図 1】実施例 1 において第 1 回目の測定状態を示す断面図

【図 2】実施例 1 において第 2 回目の測定状態を示す断面図

【図 3】実施例 1 において第 1 回目の非球面形状測定結果図

【図 4】実施例 1 において第 2 回目の非球面形状測定結果図

【図 5】実施例 1 に係るレンズ保持部材の斜視図

【図 6】実施例 1 において被検レンズ面が凹面の場合のレンズ保持部材の断面図

【図 7】実施例 1 において被検レンズ面が凹面の場合のレンズ保持部材の斜視図

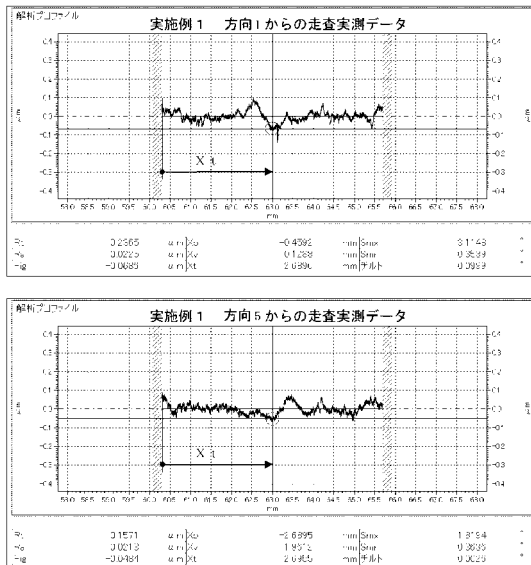
50

- 【図 8】実施例 2 における第 1 回目測定 of レンズ軸出し保持状態の断面図  
 【図 9】実施例 2 における第 1 回目測定 of レンズ軸出し後の測定状態説明図  
 【図 10】実施例 2 における第 2 回目測定 of レンズ軸出し保持状態の断面図  
 【図 11】実施例 2 における第 2 回目測定 of レンズ軸出し後の測定状態説明図  
 【図 12】実施例 2 におけるレンズの保持部材の斜視図  
 【図 13】実施例 1 における非球面レンズの走査測定方向の説明図  
 【図 14】実施例 1 における方向 1, 5 からの走査実測データ  
 【図 15】実施例 1 における方向 3, 7 からの走査実測データ  
 【図 16】実施例 1 における方向 2, 6 からの走査実測データ  
 【図 17】実施例 1 における方向 4, 8 からの走査実測データ  
 【図 18】実施例 1 における非球面軸シフト量、チルト量の測定結果の説明図  
 【図 19】実施例 1 におけるレンズ面偏心率の求め方の説明図  
 【符号の説明】  
 【0096】

10

- 1 被検非球面レンズ
- 2 光軸方向の位置を決めるためのレンズ保持部材
- 3 光軸と垂直方向の位置を決めるためのレンズ保持部材
- 4 非球面形状を測定するための測定子
- 5 ステージ台

【図 14】

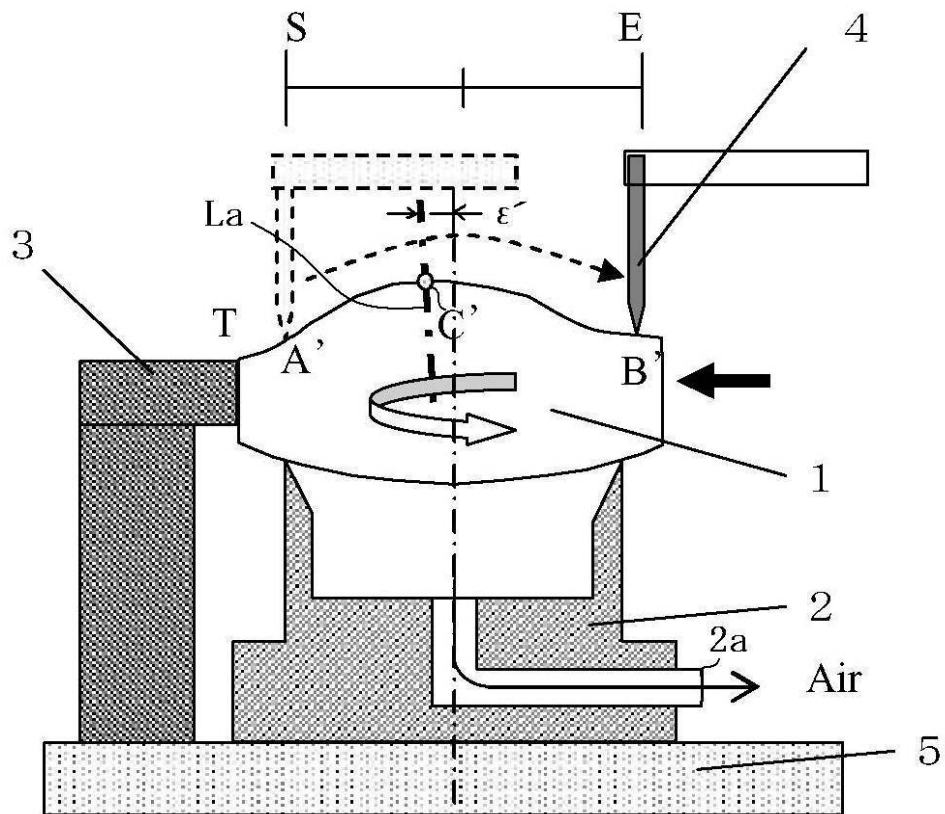


方向1と方向5からの走査実測データによる  
 非球面軸シフト量 $\Delta S = (1 X_t - 5 X_t) / 2$   
 $= (2.6896 - 2.6955) / 2$   
 $= -0.003 \text{ mm}$

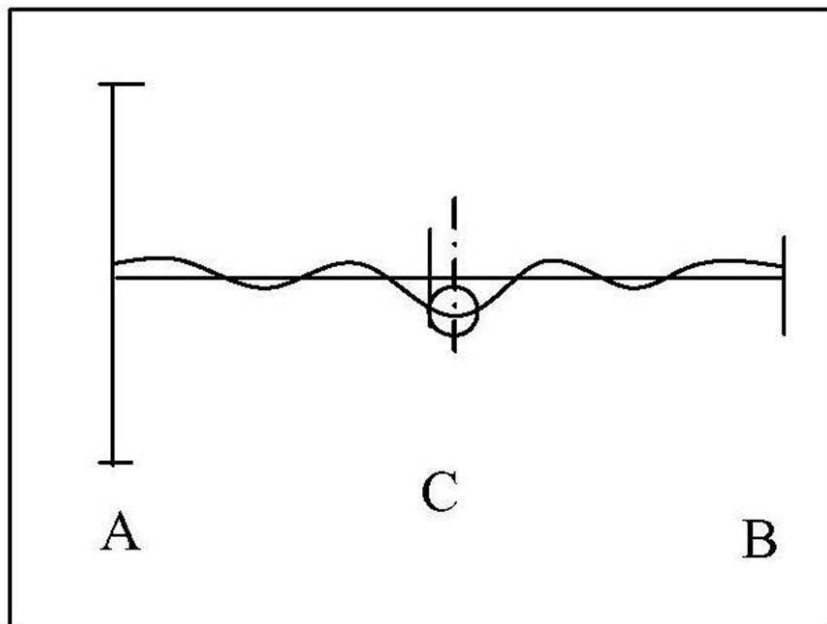
非球面軸チルト量 $\Delta T = (1 \text{チルト} - 5 \text{チルト}) / 2$   
 $= (0.0999 - 0.0026) / 2$   
 $= 0.049 \text{ deg}$



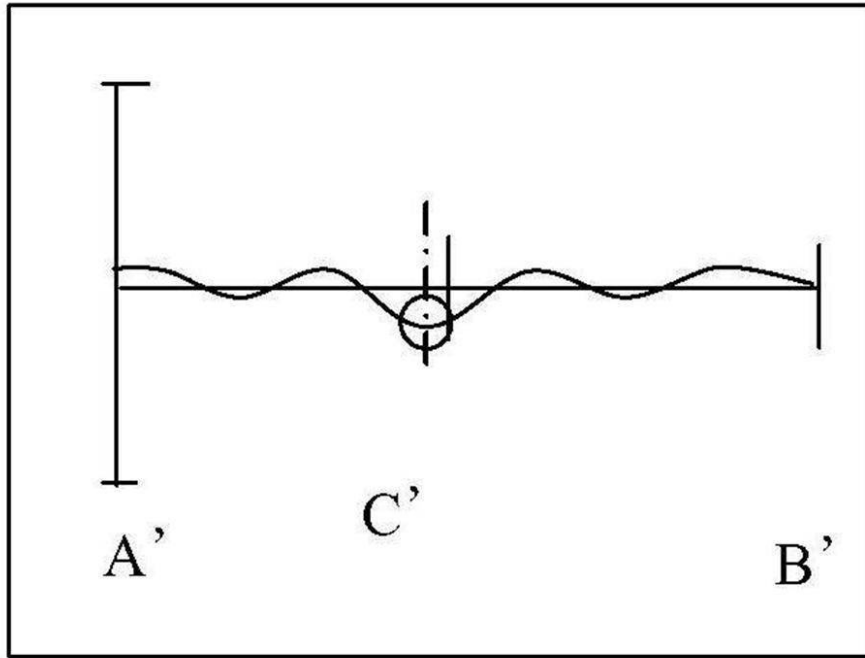
【図 2】



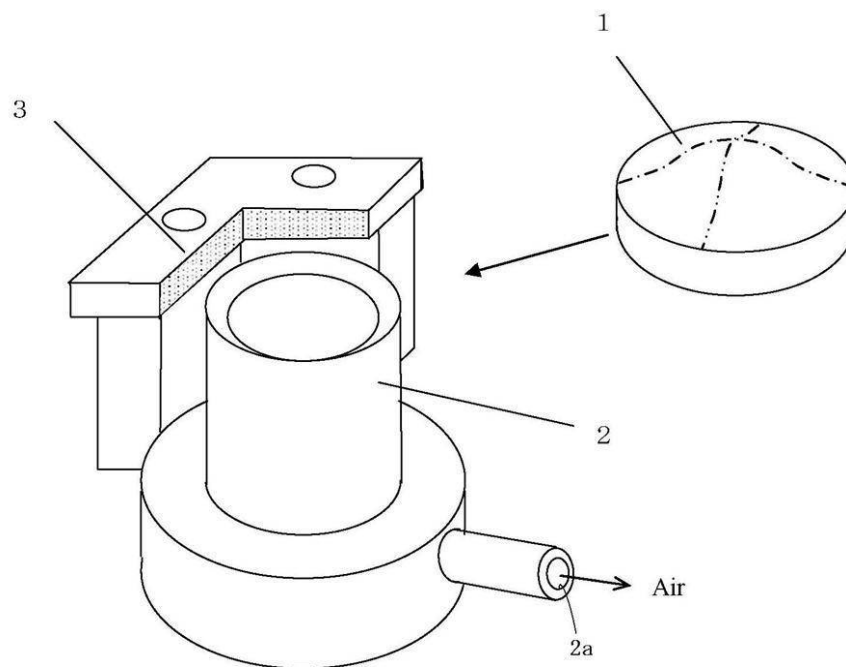
【図 3】



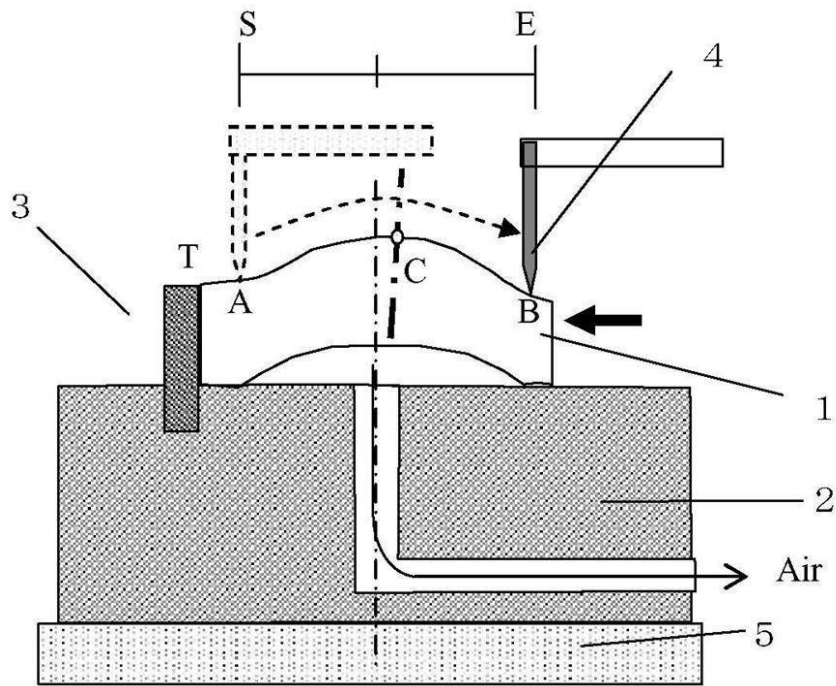
【図 4】



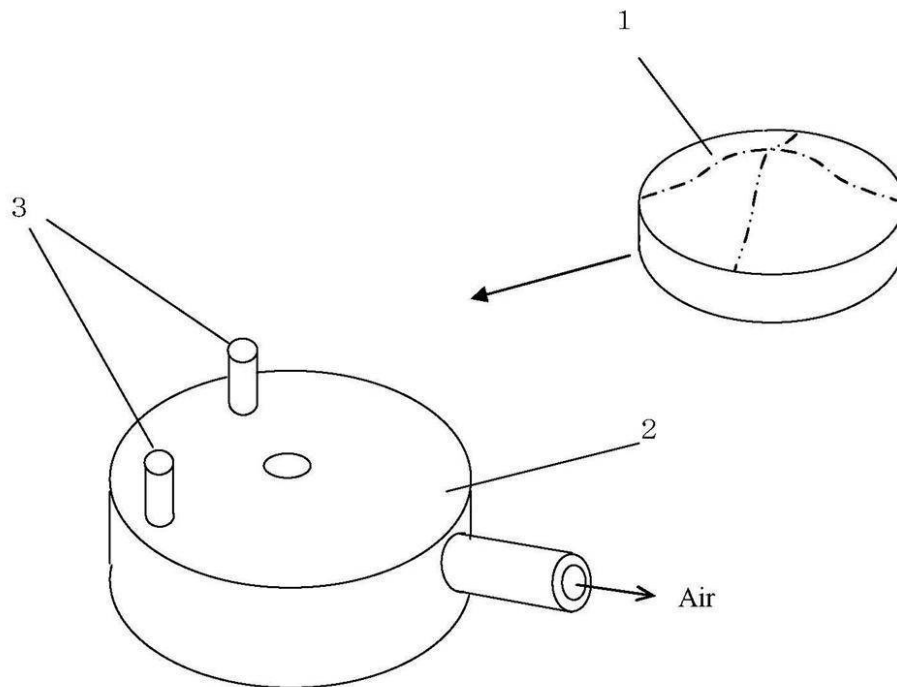
【図 5】



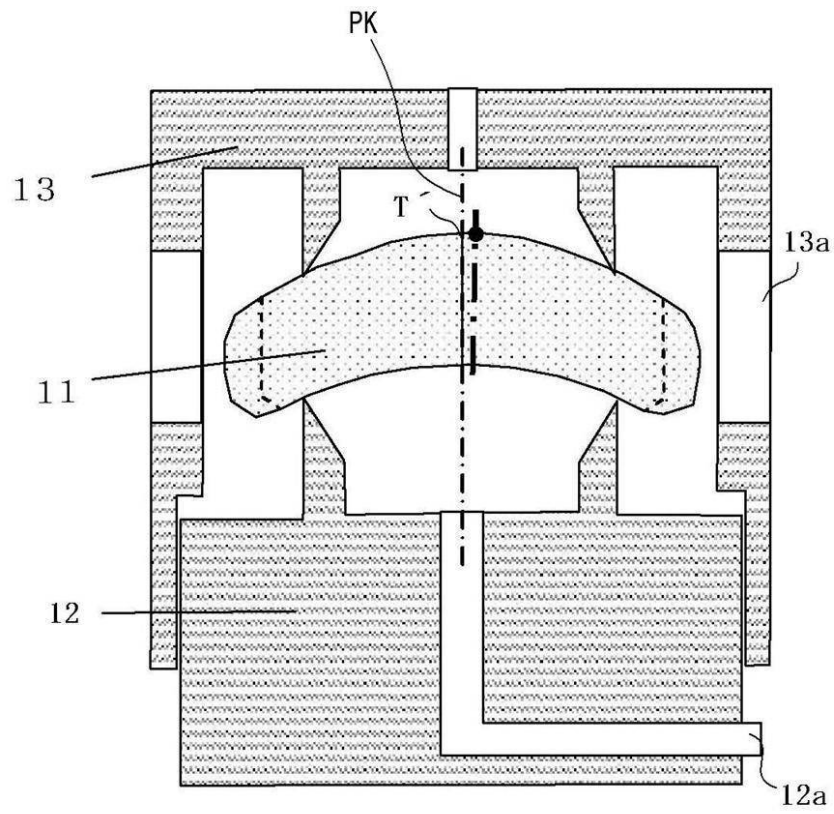
【図 6】



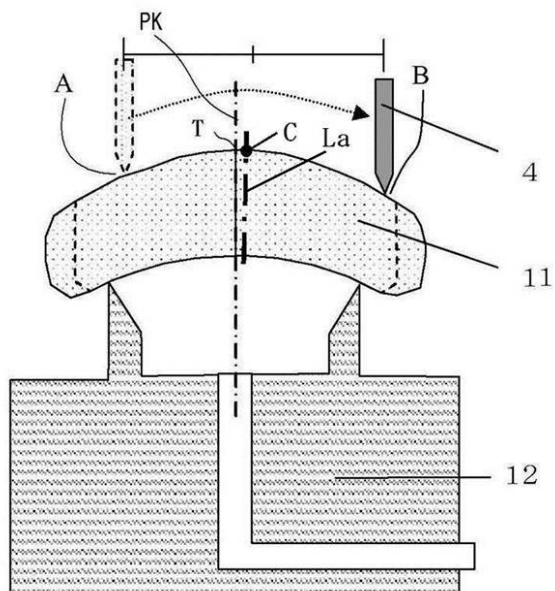
【図 7】



【図 8】

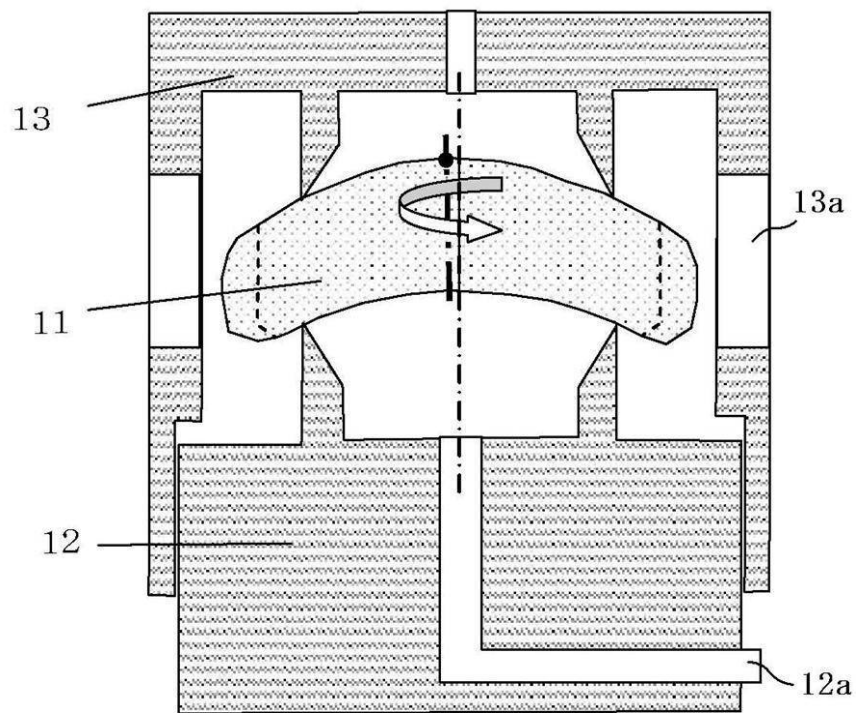


【図 9】

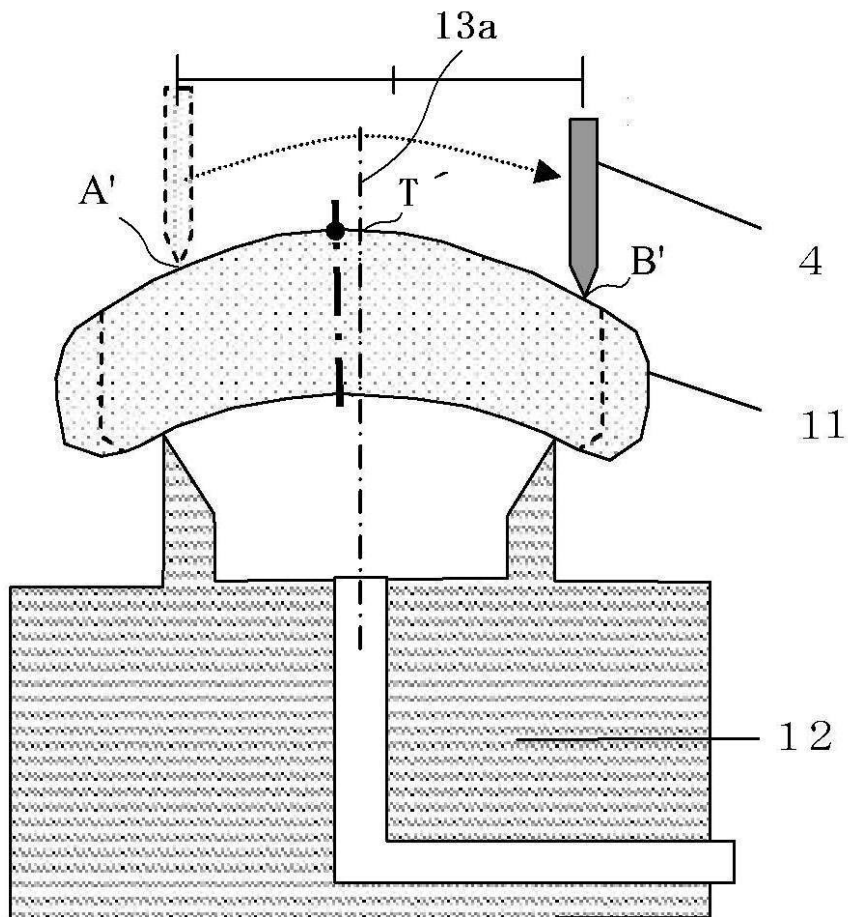




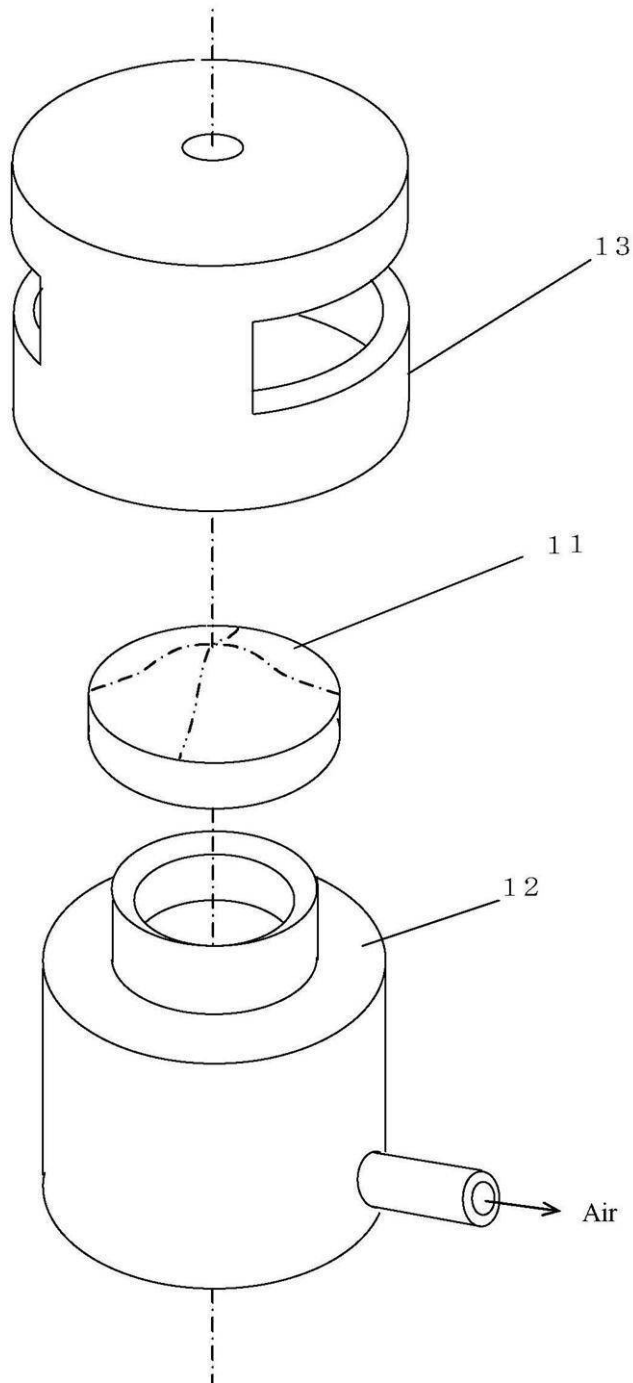
【図10】



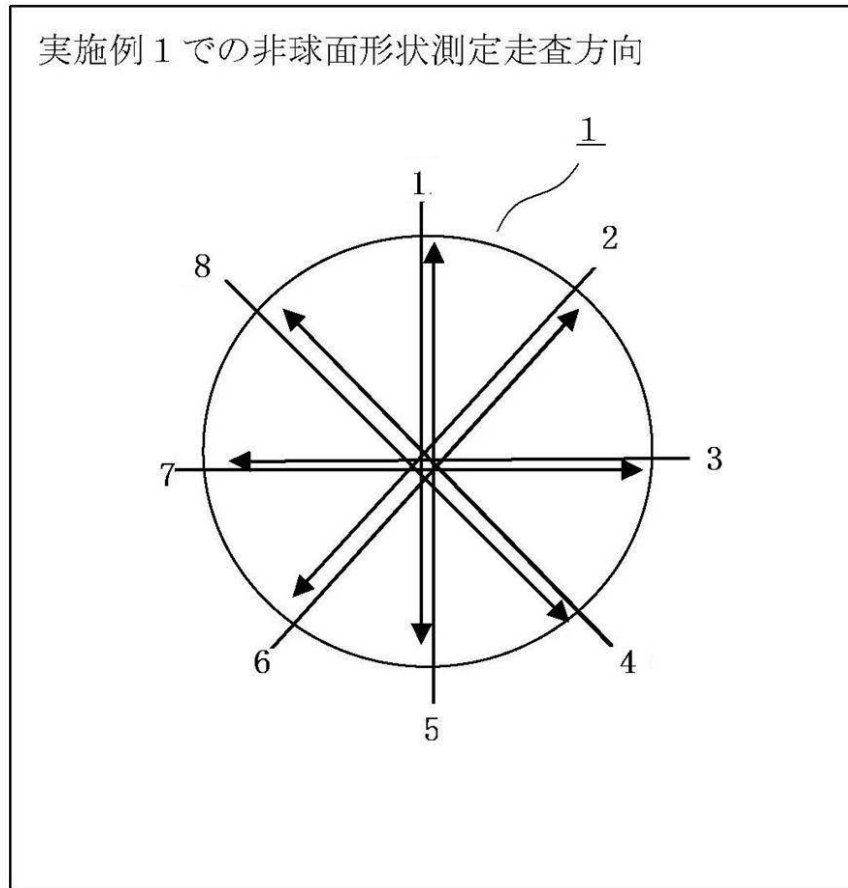
【図11】



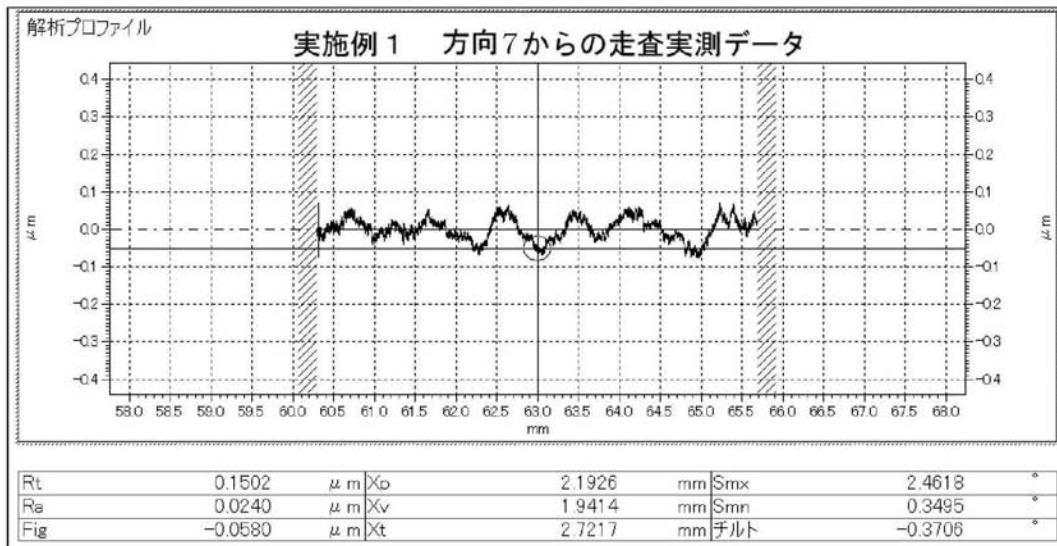
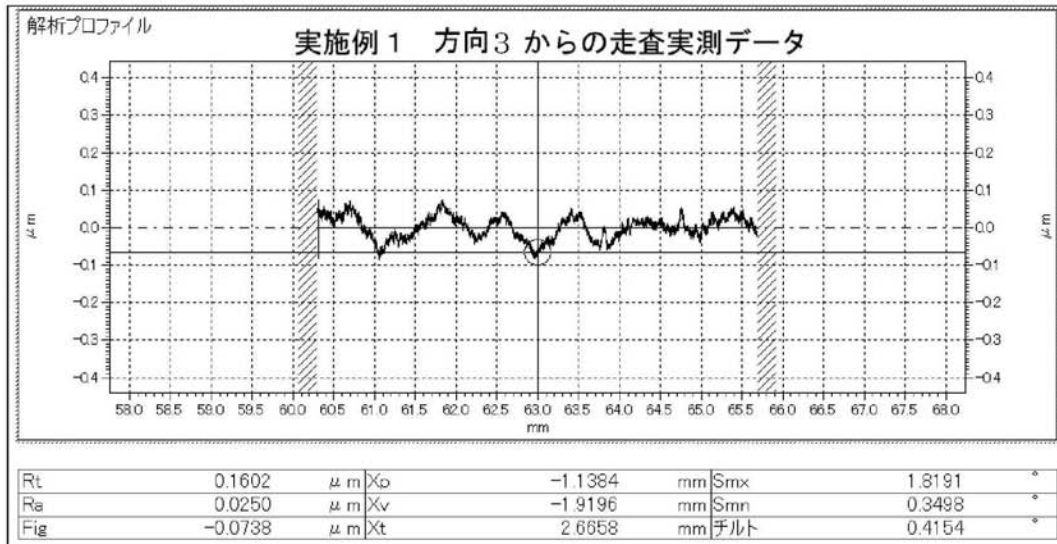
【図 12】



【図 13】



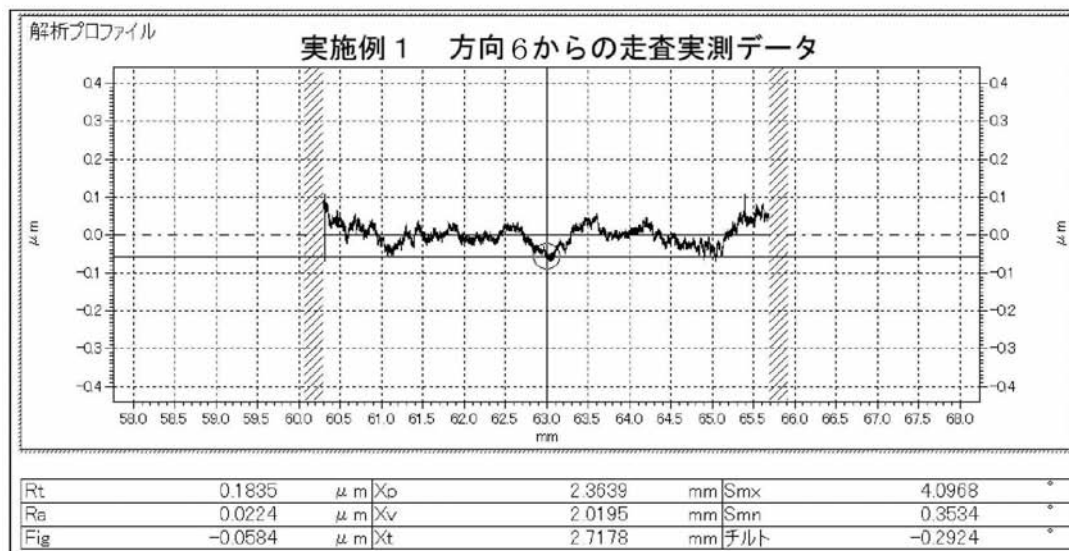
【図 15】



方向3と方向7からの走査実測データによる  
 非球面軸シフト量 =  $(3X_t - 7X_t) / 2$   
 $= (2.6658 - 2.7217) / 2$   
 $= -0.028 \text{ mm}$

非球面軸チルト量 =  $(3\text{チルト} - 7\text{チルト}) / 2$   
 $= (0.4154 - (-0.3706)) / 2$   
 $= 0.393 \text{ deg}$

【図 16】



方向 2 と方向 6 からの走査実測データによる

非球面軸シフト量 =  $(2X_t - 6X_t) / 2$

$$= (2.6713 - 2.7178) / 2$$

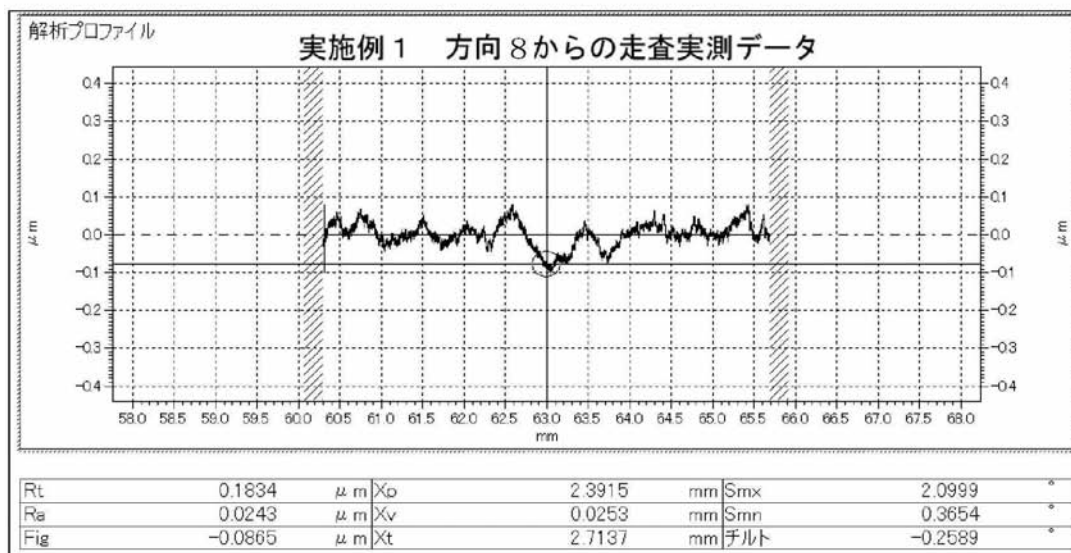
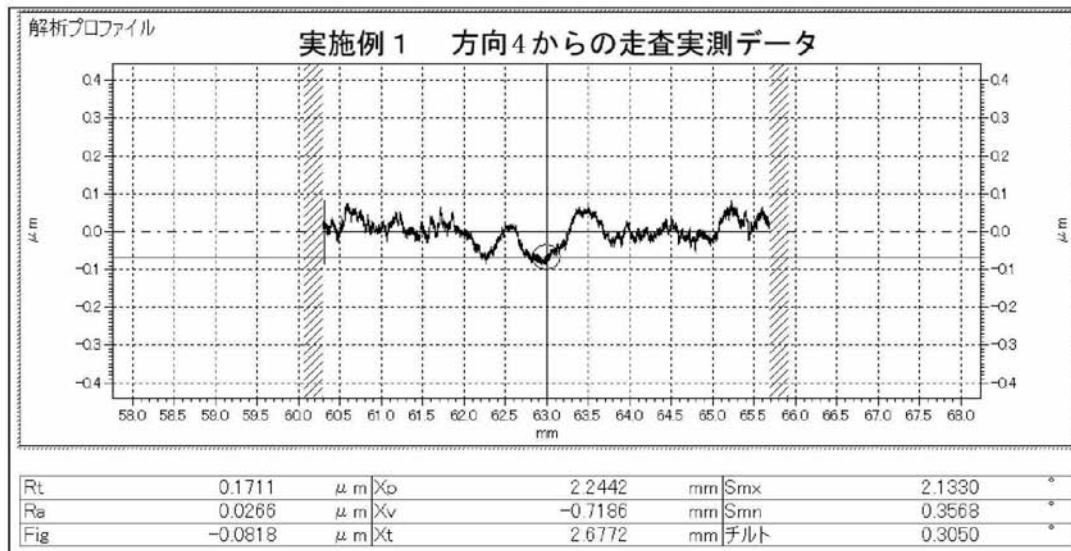
$$= -0.023 \text{ mm}$$

非球面軸チルト量 =  $(2\text{チルト} - 6\text{チルト}) / 2$

$$= (0.3451 - (-0.2924)) / 2$$

$$= 0.319 \text{ deg}$$

【図 17】



方向4と方向8からの走査実測データによる

非球面軸シフト量 =  $(X_t - 8X_t) / 2$

$$= (2.6772 - 2.7137) / 2$$

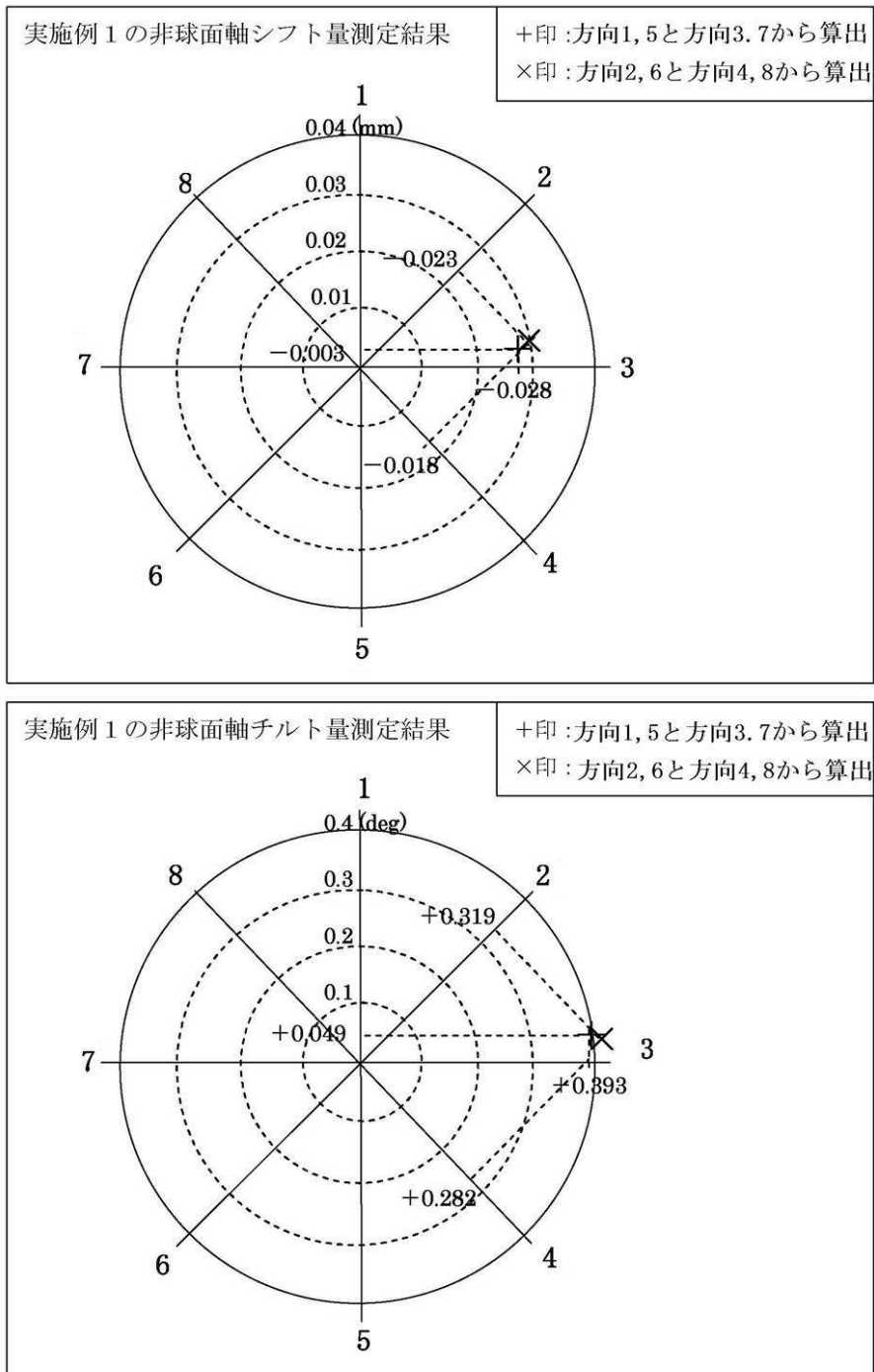
$$= -0.018 \text{ mm}$$

非球面軸チルト量 =  $(4\text{チルト} - 8\text{チルト}) / 2$

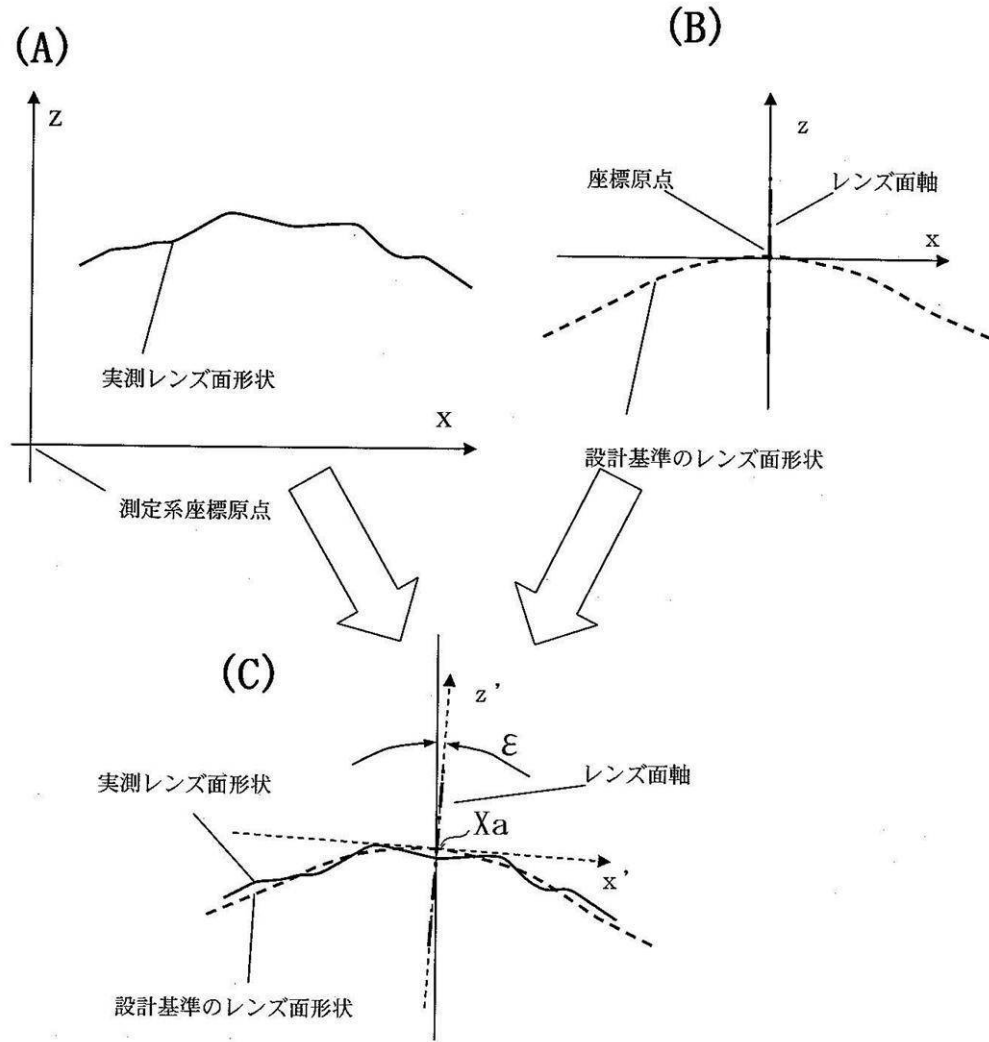
$$= (0.3050 - (-0.2589)) / 2$$

$$= 0.282 \text{ deg}$$

【図 18】



【図 19】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04-268433(JP,A)  
特開2001-165807(JP,A)  
特開2000-146560(JP,A)  
特開昭61-056902(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01M 11/00 - 11/02  
G01B 5/00 - 5/30  
G01B 11/00 - 11/30  
G01B 21/00 - 21/32  
G02B 7/02  
B24B 9/14  
B24B 13/00 - 13/06