

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007 年 2 月 15 日 (15.02.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/018118 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/24 (2006.01) G01M 11/00 (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/315396
- (22) 国際出願日: 2006 年 8 月 3 日 (03.08.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2005-228760 2005 年 8 月 5 日 (05.08.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三鷹光器株式会社 (MITAKA KOHKI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1810015 東京都三鷹市大沢五丁目 1 番 4 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中村 勝重 (NAKA-MURA, Katsushige). 三浦 勝弘 (MIURA, Katsuhiko).
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 番 8 号 虎ノ門 琴平タワー Tokyo (JP).

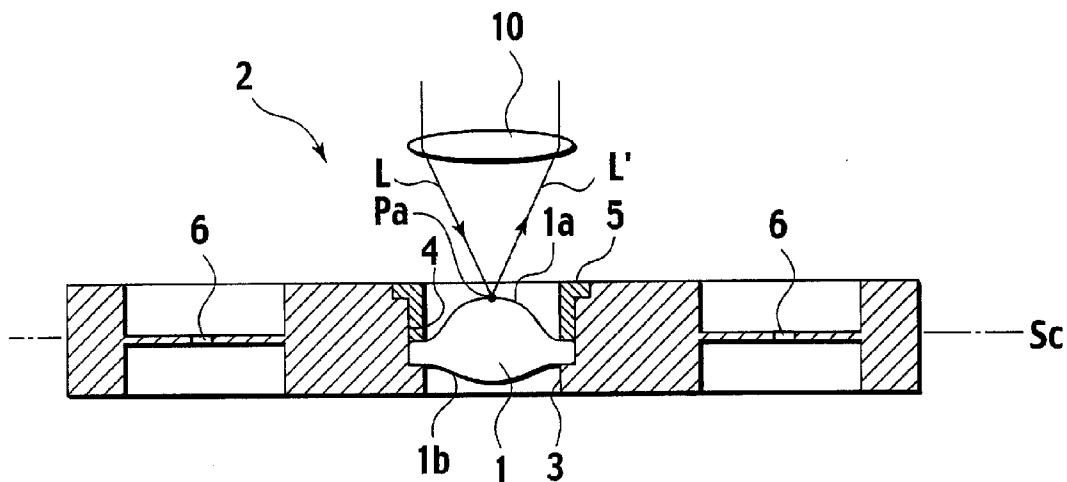
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MEASURING DECENTRALIZATION OF OPTICAL AXIS ON THE FRONT AND THE REAR SURFACE OF LENS

(54) 発明の名称: レンズにおける表裏面の光軸偏芯量の測定方法



(57) Abstract: A laser probe is used to measure a cross sectional shape in a first and a second direction at each of apexes at the front and the rear surface of an aspheric lens. The measured cross sectional shape of the front and the rear surface of the aspheric lens is described in a common coordinate system decided according to the 3D position of the measured pin hole (common reference point). According to the measured cross sectional shape, each of the apexes is detected so as to obtain the relative decentralization amount of the front and the rear surface of the aspheric lens with accuracy in the order of micrometers or below.

(57) 要約: レーザープローブにより非球面レンズの表裏両面における各頂点での第1方向及び第2方向の断面形状測定を行い、測定された非球面レンズの表裏両面の断面形状を、測定されたピンホール(共通基準点)の三次元位置に基づいて決定された共通の座標系で記述する。測定された断面形状に基づいて各頂点位置を検出して非球面レンズの表裏両面の相対的な偏芯量をマイクロメートル以下のレベルで定量的に求める。

WO 2007/018118 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

レンズにおける表裏面の光軸偏芯量の測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、特に非球面レンズにおける表裏面の光軸偏芯量の測定方法に関する。

背景技術

[0002] 非球面レンズの多くが金型を用いた成型技術により大量生産されている。両面が球面－平面または球面－球面で構成されるレンズは、いずれの表面の任意の点においてもその点での法線ベクトルに回転対称な形状となるのでいずれの面においてもそのまわりに回転対称となるような軸が存在し、それが光軸となる。しかし、非球面レンズにおいては、回転対称となる軸は唯一であるため非球面－非球面や球面－非球面レンズでは成形の際に両面の回転対称軸が一致するように加工しなければならない。したがって、加工精度を向上させるためには、非球面レンズの偏芯を定量的に測定することが不可欠となる。

[0003] 金型を用いた成型技術によれば光軸の偏芯は数十マイクロメートルの精度に抑えることができる。非球面レンズの偏心測定は、従来、日本国特許公開公報特開平5－340838号に開示されるように、オートコリメーターを用いて外周に対する焦点像の振れを光学的に評価することにより行われている。

発明の開示

[0004] 発明が解決しようとする課題

しかしながら、このような従来のオートコリメーターによる方法では、形状誤差を定量的に評価できないため、得られた結果から、金型の加工修正ができない。しかも、最近の非球面レンズの小型化、高NA化の傾向に応じて、偏心許容値も数マイクロメートル以下のレベルが求められており、オートコリメーターによる方法では精度的にも対応できない。そこで、非球面レンズの表面形状を実際に精密測定し、得られた形状データから、非球面レンズの表裏両面の光軸中心と傾きを求め、両面の相対的な偏芯量をマイクロメートル以下のレベルで定量的に求める必要性がある。

[0005] 本発明は、このような従来の技術に着目してなされたものであり、非球面レンズの表

裏表面の形状を精密測定することにより、非球面レンズの両面の相対的な偏芯量をマイクロメートルレベルで定量的に求めることができる測定方法を提供することができる。

[0006] 課題を解決するための手段

本発明の第1の技術的側面によれば、非球面レンズにおける表裏両面の光軸偏芯量の測定方法は、相互に位置固定された3つ以上の基準点を有するホルダに第1面および第2面を有する非球面レンズを位置固定することと、前記第1面に対して、前記ホルダの第1の方向および第2の方向に所定ピッチで前記第1面の一次元表面形状を測定することと、前記第1面の一次元表面形状を測定するときの前記ホルダの位置において前記第1面側における前記基準点の第1の位置を測定することと、前記第2面に対して、前記ホルダの第1の方向および第2の方向に所定ピッチで前記第2面の一次元表面形状を測定することと、前記第2面の一次元表面形状を測定するときの前記ホルダの位置において前記第2面側における前記基準点の第2の位置を測定することと、測定された前記第1の位置および第2の位置に基づいて、前記非球面レンズの第1面の表面形状および前記非球面レンズの第2面の表面形状を同一の3次元座標系で記述することと、前記第1面の表面形状および前記第2面の表面形状を所定の表面形状で非球面フィッティングし、ベストフィッティングのときの頂点位置と光軸の傾きから光軸偏芯量を算出することを含むことを特徴とする。

[0007] 本発明の第2の技術的特徴によれば、非球面レンズにおける表裏両面の光軸偏芯量の測定方法は、相互に位置固定された第1基準点、第2基準点、第3基準点および第4基準点を有するホルダを用意することであって、前記第1基準点及び第2基準点は第1の方向に沿って配列し、前記第3基準点および第4基準点は前記第1の方向に直交する第2の方向に沿って配列するものと、前記ホルダに第1面および第2面を有する非球面レンズを位置固定することと、前記第1面側における前記各基準点の第1の位置を検出し、前記第1の方向および第2の方向に基づいて共通基準座標を設定することと、前記第1面の第1の頂点位置を検出して前記共通基準座標により記述することと、前記第1面の第1の頂点位置を検出して前記基準座標により記述することと、前記ホルダを反転することと、前記第2面側における前記各基準点の第2の

位置を検出し、前記共通基準座標に対応づけることと、前記第2面の第2の頂点位置を検出して前記基準座標に対応づけて記述することと、前記第1の頂点位置および第2の頂点位置から偏芯量を算出することを含むことを特徴とする。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]図1は、非球面レンズを測定するためのレーザープローブ式非接触三次元測定装置の構造を示す概略図。
- [図2]図2は、非球面レンズを保持したレンズホルダを示す斜視図。
- [図3]図3は、図2中矢SA－SA線に沿う断面図。
- [図4]図4は、非球面レンズの拡大断面図。
- [図5]図5は、非球面レンズの平面図。
- [図6]図6は、非球面レンズ表面の測定状態を示すレンズホルダの断面図。
- [図7]図7は、非球面レンズ表面の頂点の検出を示す。
- [図8]図8は、非球面レンズの光軸の傾きを示す拡大断面図。
- [図9]図9は、第2実施例に係る非球面レンズを保持するレンズホルダを示す斜視図。
- [図10]図10は、第2実施例による非球面レンズの表面の測定を示す。
- [図11]図11は、第2実施例による非球面レンズの表面の頂点検出を示す。
- [図12]図12は、変更実施例に係る非球面レンズの表面の頂点検出を示す。

発明を実施するための最良の形態

- [0009] 以下、本発明に係るスイッチング電源装置の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。
- [0010] 本発明は、非球面レンズの表裏表面の形状を精密測定することにより、非球面レンズの両面の相対的な偏芯量をマイクロメートル以下のレベルで定量的に求めることができる測定方法を提供することができる。以下、本発明の実施例図面に基づいて説明する。
- [0011] 実施例1

図1～図7は、本発明の一実施例を示す図である。図1は、この実施形態に係るレーザープローブ式形状測定器の構造を示す図である。図1において、X、Yは水平面上で直交する二方向で、Zは鉛直方向である。また、図1は概略的に図示されている

。

[0012] <共通基準点および共通基準面>

測定対象である非球面レンズ1は、表面(第1面)1a及び裏面(第2面)1bを有し非球面形状に形成されている。この非球面レンズ1は、一定厚さを有する熱膨張率の少ない金属で形成されたレンズホルダ2に保持されている。レンズホルダ2はさらにスキヤナ等の治具に固定された基準ピン21により位置決めされる。レンズホルダ2の中心には保持孔3が形成されている。保持孔3は非球面レンズ1の径に相当する凹部4が形成され、その底部に非球面レンズ1の周縁が載せられた状態で、リングキャップ5により固定されている。

[0013] 図2、3に示すように、レンズホルダ2の三方位置には、「共通基準点」としてのピンホール6がレンズホルダ2を表面1aから裏面1bに貫通するように形成されて共通基準面Scを規定している。ピンホール6は形成が容易で、画像処理による三次元位置検出も容易に行える。すなわち、各ピンホールは相互に位置固定されてレンズホルダに形成されており、ピンホール6を透過する光を光学系を介して二次元撮像装置で検出し、取得した二次元画像から各ピンホール6の水平面方向の位置を検出する。また、対物光学系の合焦点位置から各ピンホールの垂直方向の位置を検出することができる。その結果ピンホール6の3次元位置の測定が可能となる。各ピンホールのサイズはたとえば直径、長さともに $10\mu\text{m}$ 程度である。上記方法により各ピンホールの位置から3次元空間上に第1の基準座標を規定することができる。被測定レンズである非球面レンズはレンズホルダに固定されるため共通基準点6とは相互に位置固定されることになる。したがって、後述する非球面レンズ表面の3次元測定の測定結果は第1の基準座標により記述することができる。さらに、レンズホルダを裏返して同様に上記各ピンホールの3次元位置測定を行って第2の基準座標を規定し、非球面レンズの反対面の表面の3次元測定の結果を第2基準座標により記述することができる。

[0014] この場合に、同一のピンホールが第1面(表面)および第2面(裏面)での位置検出のいずれにも利用できる。したがって、各第1の基準座標と対応する第2の基準座標は同一点に関する座標であるため非球面レンズの両面の3次元測定データを同一の

3次元座標系 (X, Y, Z) によって記述することが可能となる。なお、垂直方向の位置検出には後述するレーザプローブ法を用いても良い。

[0015] <レーザプローブ法によるレンズ表面の3次元測定>

レンズホルダ2は、XY方向に精密移動するスキヤンステージ7上に、表面1a又は裏面1bを上にした状態でセットされる。レンズホルダ2に保持された非球面レンズ1の表面1a及び裏面1bに対して、レーザ照射装置8からの半導体レーザ光線Lをオートフォーカス光学系を介して照射する。

[0016] 具体的には、レーザ照射装置8からの半導体レーザ光線Lをミラー9を介して反射させ、対物レンズ10を介して、非球面レンズ1の例えば表面1aに照射する。この非球面レンズ1に照射されるレーザ光線Lは実質的に光軸Lの上のみを通る拡がりがない光線である。レーザ光線LはZ-Y面に平行な面内において対物レンズ10の光軸L0から離れた位置を通り非球面レンズに斜め(光軸L0と非平行)に入射する。レーザ光線Lは障害物がない状態では対物レンズ10の焦点面において対物レンズの光軸L0と交差する。したがって、レーザ光線Lは非球面レンズ1の表面1aの実質的に1点に斜めに照射されるため、その1点のX-Y面内(図において水平面)における位置を検出することができれば三角測量の原理でZ方向の位置(図において高さ)を測定することができる。すなわち、レーザ光線Lが照射された被測定物の表面の1点(反射点)が対物レンズ10の焦点位置にあればその1点是对物レンズの光軸L0上にあり、焦点位置からずれた位置にあれば1点の位置はそれに応じてY方向にずれる。したがって、Z方向の表面の位置をY方向の反射点の位置に変換することによって被測定物の表面の焦点位置からのずれを検出することができる。このようなレーザ光線Lがいわゆる「レーザプローブ」である。

[0017] 非球面レンズ1の一点に照射されたレーザ光Lはそこで散乱、反射されて一部の成分L'が再度対物レンズ10を通過して、2枚のミラー9, 11で反射され、結像レンズ12を経て光位置検出装置13に至る。光位置検出装置13は光学的重心の位置を検出する光検出器を備え、光検出器のセンター13sの位置は対物レンズ10の焦点面位置に対応する。なお、散乱、反射成分L'は通常拡がりをもった光束であるが図においては反射光で代表して表示している。

- [0018] 対物レンズ10、結像レンズ12、光位置検出装置13、サーボ機構14等により、オートフォーカス光学系が構成される。すなわち、非球面レンズ表面からの反射光 L' が光位置検出装置13のセンター13sからずれた場合には、そのずれを是正するために、サーボ機構14により対物レンズ10をフォーカス方向(Z方向)に移動させるようにフィードバック制御することによりオートフォーカスを実現している。その結果その対物レンズ10の光軸方向(Z軸)の移動量から、非球面レンズ1の表面1a又は裏面1bの高さ寸法を測定することができる。
- [0019] レーザー光線Lまたは対物レンズ10に対してスキャンステージ7をX方向及びY方向へスキャンすることにより、レーザー光線LがY-Z平面内で非球面レンズ1の頂点Paを含む表面1aに対して照射され反射される。
- [0020] ミラー9はハーフミラーで、このミラー9および結像レンズ15を介してレンズホルダ2の全体画像を2次元撮像装置(CCDカメラ)16により撮影することができる。2次元撮像装置16には画像処理部17とモニタ18が接続されている。また、画像処理部17はサーボ機構14とも接続されており、レンズホルダ2の表面の画像から、レンズホルダ2に設定された3箇所のピンホール6を認識して、その三次元位置を測定することができる。
- [0021] 次に、図3～図8に基づいて実際の測定手順を説明する。まず、非球面レンズ1の表面1aを上にした状態で、レンズホルダ2をスキャンステージ7上にセットし、スキャンステージ7をX方向にスキャンして非球面レンズ1の表面1aの頂点Paを含むX軸での断面形状を測定する(断面形状はマイクロメートル以下の精度で測定可能)。X方向へのスキャンによる断面形状測定はY方向に所定ピッチ移動して繰り返される。
- [0022] 次に、同様にして、スキャンステージ7をX方向に所定ピッチ移動しながらY方向へのスキャンを繰り返して、非球面レンズ1の表面1aの頂点Paを含むY軸での一次元断面形状を測定する。これは図4に示すように被測定対象である非球面レンズに対して相対的にレーザープローブLがスキャン計測することと等価である。
- [0023] 最後に、レンズホルダ2における3箇所のピンホール6の三次元位置を、CCDカメラ16により得られた画像、及び焦点合わせ方向での対物レンズ10の移動量から、画像処理部17により演算して求める。

[0024] 次に、レンズホルダ2の上下を逆にして、非球面レンズ1の裏面1bを上にした状態で、前述と同様に、非球面レンズ1の裏面1bの頂点Pbを含むX軸及びY軸での断面形状を測定する。また、レンズホルダ2を裏側にした状態における3箇所ピンホール6の三次元位置を、同じくCCDカメラ16により得られた画像等から画像処理部17により演算して求める。

[0025] <非球面フィッティング>

以上のようにして求められた非球面レンズ1の表面1aと裏面1bの形状測定データは、ピンホール6の三次元位置に基づいて決定されたXY座標系において、Z軸の座標系が反転した同一の座標系のデータとして扱うことができる。

[0026] 従って、その共通のXY座標系において、測定した非球面形状を、計算式により求められる完全な非球面形状に対してフィッティング処理する。非球面形状は一般に以下の非球面式によって表される。

[数1]

$$z = \frac{cx^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2x^2}} + \sum A_i x^i$$

[0027] ここで、CはRを曲率半径として $C = 1/R$ なる曲率、kは円錐定数、 A_i は非球面係数($i = 1, 2, \dots$)である。

[0028] 被測定レンズの設計値が既知であれば、表面形状を測定し、上式に対して最小二乗法等によりフィッティングして頂点位置と光軸の傾斜を取得することができる。フィッティングにおいては誤差曲線がZ軸に対して対称になる点を探索する。

[0029] まず、図7(a)においてy方向のスキャンにより表面形状を測定した場合に、一般に非球面の頂点を通らない断面S2、S3についての表面形状が得られる。軸対象な表面形状の断面なので、図7(b)に示すように断面S2、S3においても共通の対称軸 L_s が存在し、y軸に垂直で対称軸 L_s を通る平面は光軸 S_a を通る。そこで非球面形状の対称軸である光軸 S_a および対称軸 L_s を含む平面に沿ってx方向にスキャンすることにより頂点 P_a を通るx軸方向の断面形状を取得することができる。y軸方向の断面形状も同様に取得することができる。さらに、裏面(第2面)1bの断面形状測定も同様で

ある。

[0030] 以上の操作により、ベストフィッティング時の頂点Pa, Pbと光軸Sa, Sbから、光軸Sa, Sb間の角度のずれ(θ_x , θ_y)と、頂点Pa, Pb間の位置のずれ(D)をマイクロメートル以下の精度で定量的に求めることができる。尚、図8の光軸Sbの傾きは誇張図示されている。実際は図示できない程の僅かなものである。

[0031] 本実施形態によれば、求められた角度のずれ(θ_x , θ_y)や位置のずれ(D)に関する偏芯量を、非球面レンズ1を製造するための金型の設計にフィードバックし、より完全な非球面レンズ1の成形が可能な金型を製造することができる。

[0032] 実施例2

本発明の実施例2に係る光軸偏芯量測定装置においてレーザープローブ法を用いた形状測定器やその動作は実施例1と同様であるので共通する部分の説明は割愛する。

[0033] 本実施例に係るレンズホルダ22は図9に示すように共通基準点を4点有し、2つの基準点6a, 6cの配列方向に対して基準点6b, 6dが直交するように配列する。

[0034] 基準点6b, 6dの3次元位置測定からこれら2点を通るx軸を規定し、基準点6a, 6cの3次元位置測定からこれら2点を通りx軸に直交するy軸を規定し、これらに直交するz軸を規定して直交座標系(x, y, z)により位置を記述する。x軸およびy軸により規定される仮想面が共通基準面Scである。このような共通基準点6により直交座標系を設定することによって、レンズおよびレンズホルダを裏返しても同じ基準座標系で位置を記述することができる。たとえば、x軸のまわりにレンズおよびレンズホルダを裏返すと、基準点6b, 6dの位置は変わらず、基準点6a, 6cの位置がそっくり交換されるので位置の対応づけが容易になる。

[0035] <頂点位置の検出>

本実施例では、非球面レンズの頂点位置に基づいて偏芯量を見積もることを特徴とする。非球面レンズにおいては軸対象となる頂点は一点しか存在しないので頂点位置を特定することが可能になり、頂点位置から光軸の位置を特定することができる。また、近年の金型加工技術の向上により非球面レンズの両面における光軸の角度のずれが偏芯量測定に支障がない程度に改善されていることが多く、この場合には

非球面レンズの各頂点位置に基づいて偏芯量を算出することができるのでより迅速な測定が可能となる。

[0036] 図10において、現実の頂点P0の近傍に仮の中心点P'を設定しx軸方向およびy軸方向にそれぞれ1次元形状測定(断面形状測定)を実施する。仮の中心点P'を共通基準面に射影した座標系を(x' , y')とすると、図11に示すように、x軸方向の断面形状において $x' = \Delta x$ 、およびy軸方向の断面形状において $y' = \Delta y$ の位置に見かけ上の頂点が見いだされる。したがって、各軸における頂点位置から基準面に射影された頂点の位置(Δx , Δy)が特定される。もし仮の中心点P'が現実の頂点から離れている場合には上記操作を繰り返すことにより現実の頂点に収束してより頂点位置をより高い精度で測定することができる。

[0037] 上記操作を非球面レンズの第1面および第2面の両面について行うことにより、頂点位置の基準面内でのずれから偏芯量を算出することができる。

[0038] <変更実施例>

非球面レンズの非球面部分とフランジ部分が同時加工されている場合にはこれらの境界線は非球面レンズの光軸に対して同心円をなす。したがって、非球面レンズの両面において非球面部分とフランジ部分の境界線を検出することによって基準面内における同心円の中心位置を頂点の射影位置として求めることができる。

図12に示すように、現実の同心円C0の中心の近傍に仮の中心点を設定し仮の中心点から設計された半径だけ離れた点を含む領域e1における二次元画像を取得しその画像の輝度変化(空間微分)から同心円におけるエッジ位置31を検出しその位置を読み取る。他の領域e2, e3においても同様にエッジ検出を行うことによって同心円の中心C0の座標を求めることができる。エッジ検出は3カ所以上の領域において行う。

中心C0の座標は非球面レンズの頂点位置に対応するため、上記操作を非球面レンズの両面について行うことにより、頂点位置の共通基準面内でのずれから偏芯量を算出することができる。

[0039] 発明の効果

本発明の第1の技術的側面によれば、非球面レンズの表裏両面の相対的な偏芯

量をマイクロメートルより小さい精度で定量的に求めることができる。その結果、求められた偏芯量を、非球面レンズを製造するための金型の設計にフィードバックし、より完全な非球面レンズの成形が可能な金型を製造することができる。

[0040] 本発明の第2の技術的側面によれば、非球面レンズの表裏両面の相対的な偏芯量が表面形状の頂点を迅速に検出することにより求められるので、操作がより単純化されまた即座に定量評価できるため、非球面レンズを製造するための金型設計に迅速にフィードバックすることができる。

[0041] 産業上の利用可能性

以上の実施例では、共通基準点としてピンホール6を例にしたが、これに限定されない。また、ピンホール6の三次元位置を画像処理により測定する例を示したが、非球面レンズ1を測定するためのレーザープローブを用いて検出しても良い。

[0042] (米国指定)

本出願は米国指定に関し、2005年8月5日に出願された日本国特許出願第2005-228760(2005年8月5日出願)について米国特許法第119条(a)に基づく優先権の利益を援用し、当該開示内容を引用する。

請求の範囲

- [1] 非球面レンズにおける表裏両面の光軸偏芯量の測定方法であって、
相互に位置固定された3つ以上の基準点を有するホルダに第1面および第2面を有する非球面レンズを位置固定することと、
前記第1面に対して、前記ホルダの第1の方向および第2の方向にそれぞれ所定ピッチで前記第1面の一次元表面形状を測定することと、
前記第1面の一次元表面形状を測定するときの前記ホルダの位置において前記第1面側における前記基準点の第1の位置を測定することと、
前記第2面に対して、前記ホルダの第1の方向および第2の方向にそれぞれ所定ピッチで前記第2面の一次元表面形状を測定することと、
前記第2面の一次元表面形状を測定するときの前記ホルダの位置において前記第2面側における前記基準点の第2の位置を測定することと、
測定された前記第1の位置および第2の位置に基づいて、前記非球面レンズの第1面の表面形状および前記非球面レンズの第2面の表面形状を同一の3次元座標系で記述することと、
前記第1面の表面形状および前記第2面の表面形状を所定の表面形状によりフィッティング処理し、ベストフィッティングのときの頂点位置と光軸の傾きから光軸偏芯量を算出することと
を含むことを特徴とする測定方法。
- [2] 前記第1面の一次元表面形状を測定することは、
前記第1の方向に前記第1面の一次元表面形状を計測して第1の頂点位置を検出することと、
前記第1の頂点位置を通る仮想平面内で前記第2の方向に前記第1面の一次元表面形状を測定して第2の頂点位置を検出することと、
前記第1の頂点位置および第2の頂点位置に基づいて測定位置を決定することと
を含むことを特徴とする請求項1記載の測定方法。
- [3] 各前記基準点は前記ホルダに形成されたピンホールであって、前記ホルダを前記第1面側から前記第2面側に貫通していることを特徴とする請求項1記載の測定方法

- 。
- [4] 前記基準点の第1の位置および第2の位置を測定することは、
各前記基準点のピンホールを透過した照明光を前記第1の方向および第2の方向に直交する第3の方向(Z軸)から光学系を介して撮像し、前記第1の方向および第2の方向における前記ピンホールの位置を測定することと、
前記光学系の前記ピンホールに関する焦点合わせの位置に基づいて前記基準点の前記第3の方向の位置を測定することを含むことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項記載の測定方法。
- [5] 非球面レンズにおける表裏両面の光軸偏芯量の測定方法であって、
相互に位置固定された第1基準点(6b)、第2基準点(6d)、第3基準点(6a)および第4基準点(6c)を有するホルダを用意することであって、前記第1基準点及び第2基準点は第1の方向(x軸)に沿って配列し、前記第3基準点および第4基準点は前記第1の方向に直交する第2の方向(y軸)に沿って配列するものと、
前記ホルダに第1面(1a)および第2面(1b)を有する非球面レンズを位置固定することと、
前記第1面側における前記各基準点の第1の位置を検出し、前記第1の方向および第2の方向に基づいて共通基準座標を設定することと、
前記第1面の第1の頂点位置を検出して前記共通基準座標により記述することと、
前記ホルダを反転することと、
前記第2面側における前記各基準点の第2の位置を検出し、前記共通基準座標に対応づけることと、
前記第2面の第2の頂点位置を検出して前記共通基準座標に対応づけて記述することと、
前記第1の頂点位置および第2の頂点位置から偏芯量を算出することを含むことを特徴とする測定方法。
- [6] 前記基準点の第1の位置および第2の位置を測定することは、
各前記基準点のピンホールを透過した照明光を前記第1の方向および第2の方向に直交する第3の方向から光学系を介して撮像し、前記第1の方向および第2の方向

における前記ピンホールの位置を測定することと、

前記光学系の前記ピンホールに関する焦点合わせの位置に基づいて前記基準点の前記第3の方向の位置を測定することを含むことを特徴とする請求項5記載の測定方法。

[7] 前記第1の頂点位置を検出することは、

前記第1の方向に前記第1面の一次元表面形状を計測して第1の対称中心位置を検出することと、

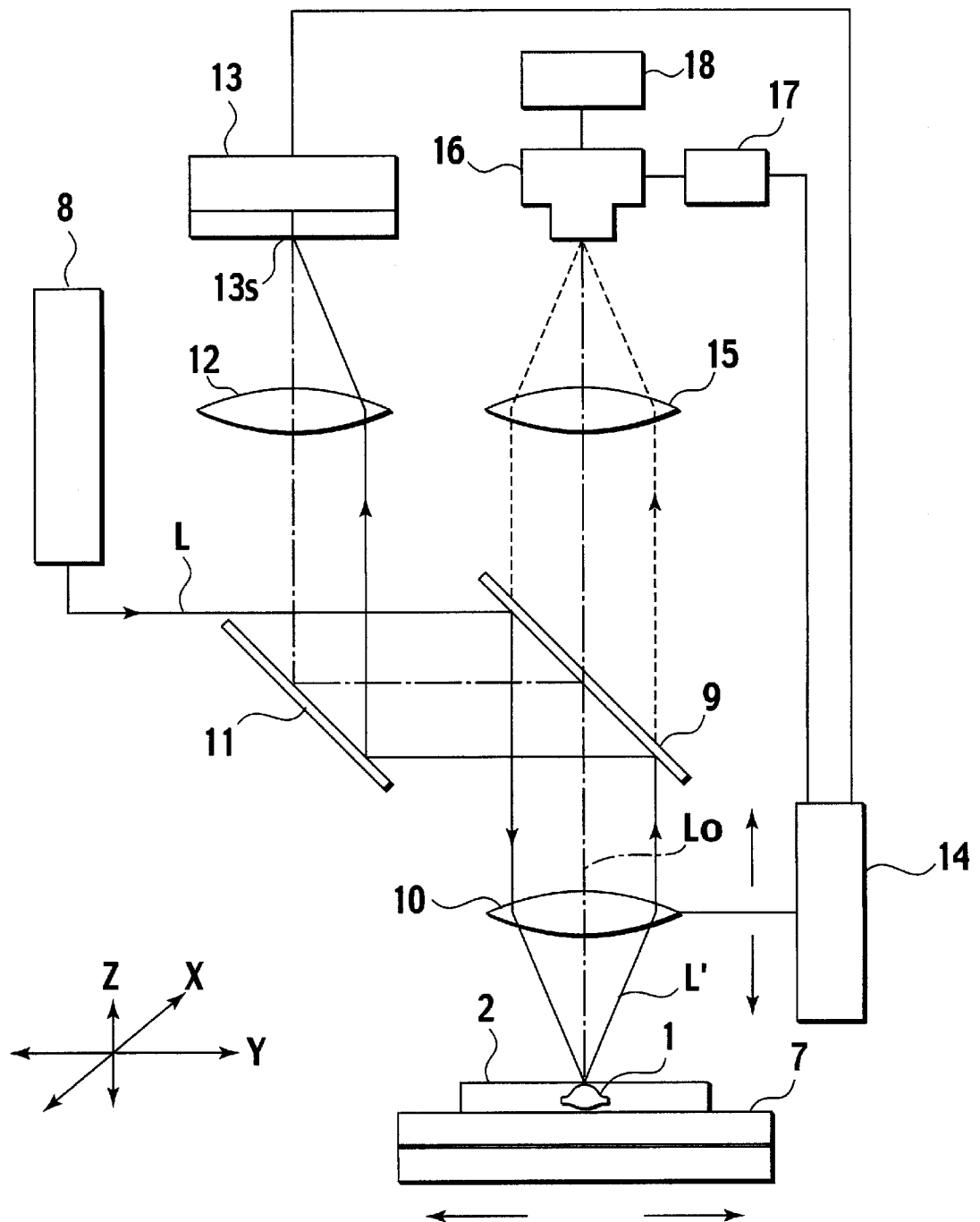
前記第2の方向に前記第1面の一次元表面形状を測定して第2の対称中心位置を検出することと、

前記第1の対称中心位置および第2の対称中心位置から前記第1の頂点位置を算出することを含むことを特徴とする請求項5または6記載の測定方法。

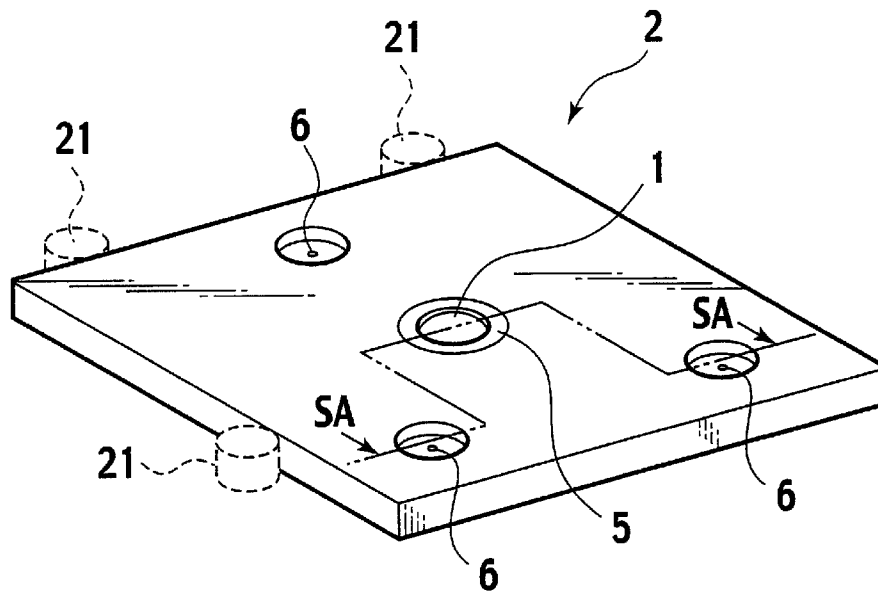
[8] 前記非球面レンズのフランジ部との境界が光軸に対して同心円状に形成されている場合に、

前記第1の頂点位置を検出することは、前記同心円状の境界を検出し、その同心円の中心位置から前記第1の頂点位置を求めることを特徴とする請求項5または6記載の測定方法。

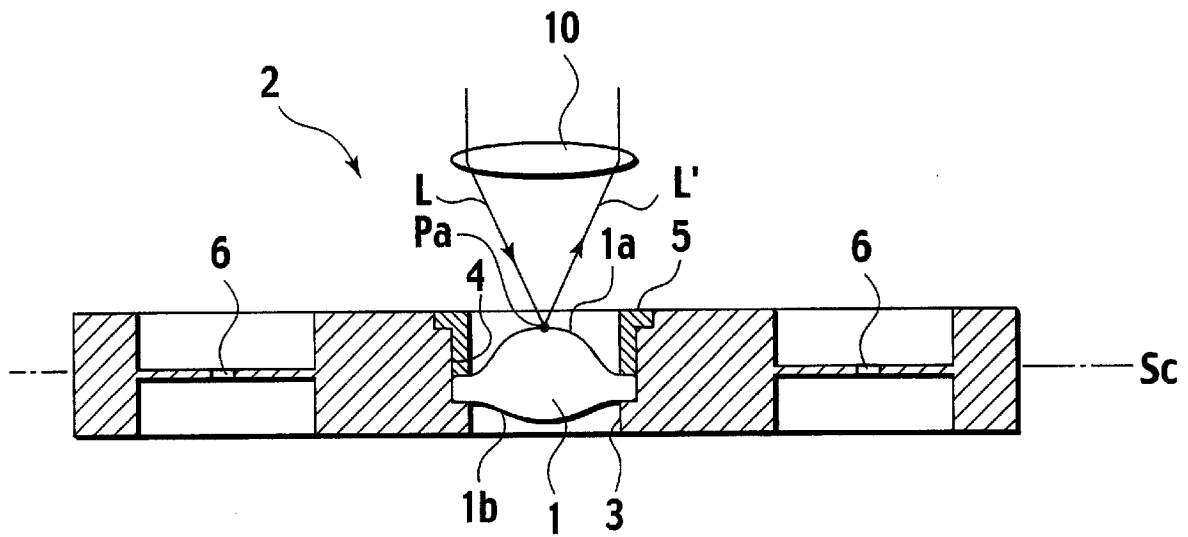
[図1]



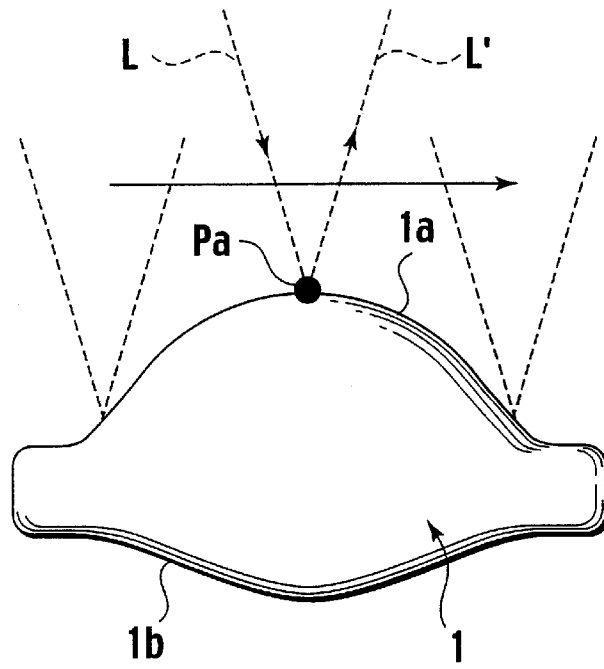
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

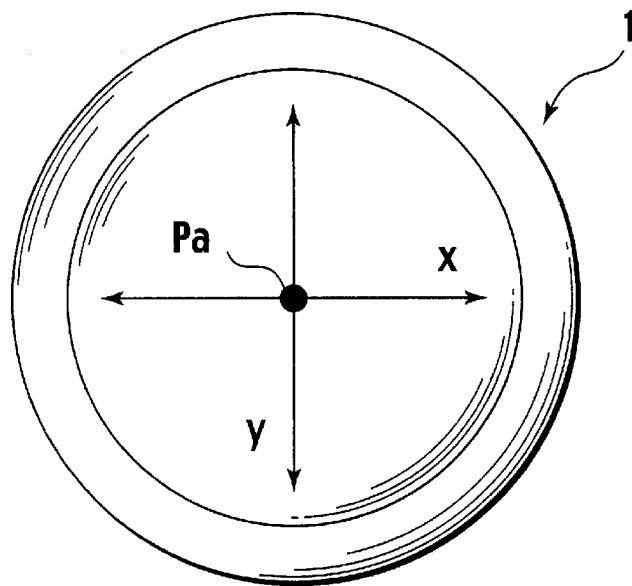
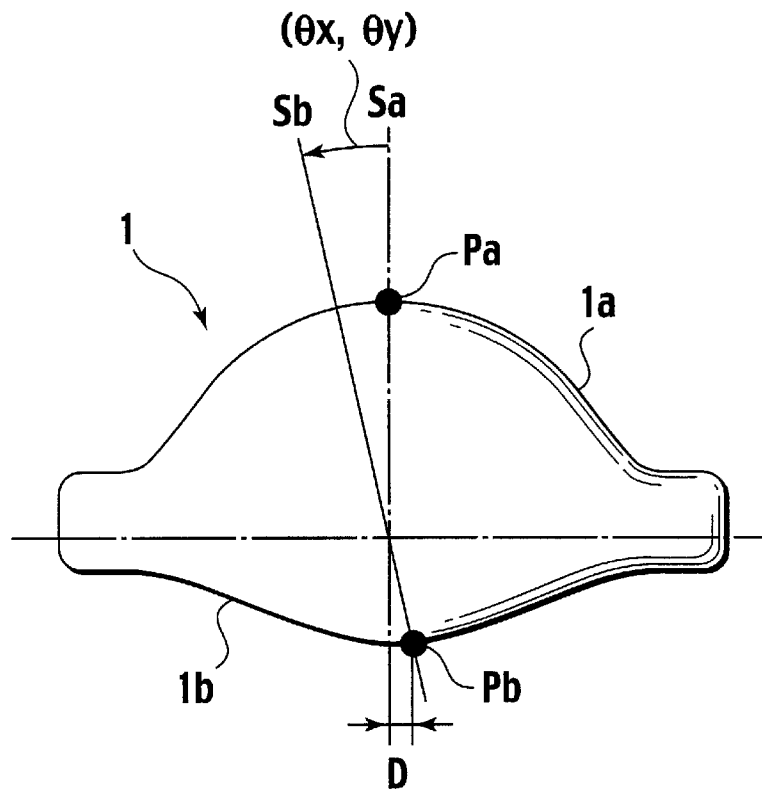
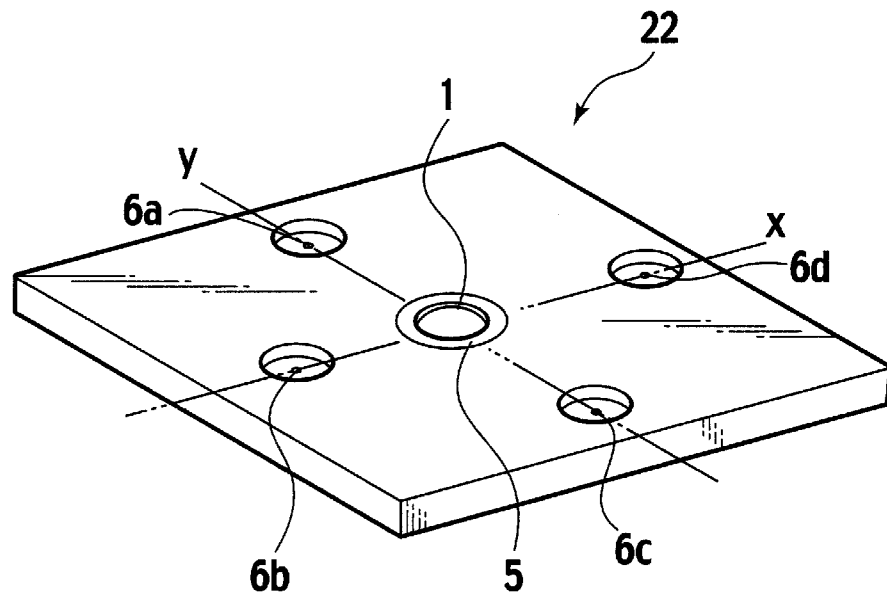


Diagram illustrating a cross-sectional view of a laser processing apparatus. A laser beam 10 is focused through a lens 2 to a focal point 1b on a workpiece 1. The workpiece 1 has a central cavity 4 and a side cavity 5. The workpiece is mounted on a base 6. The laser beam is labeled L and L'.

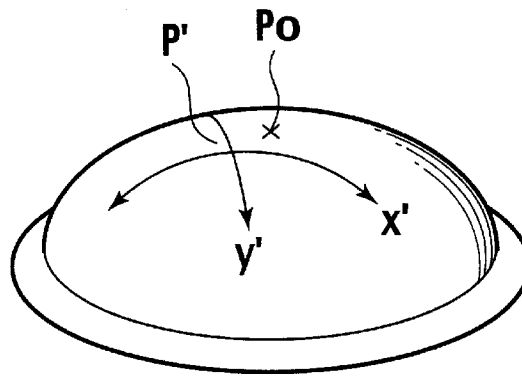
[図8]



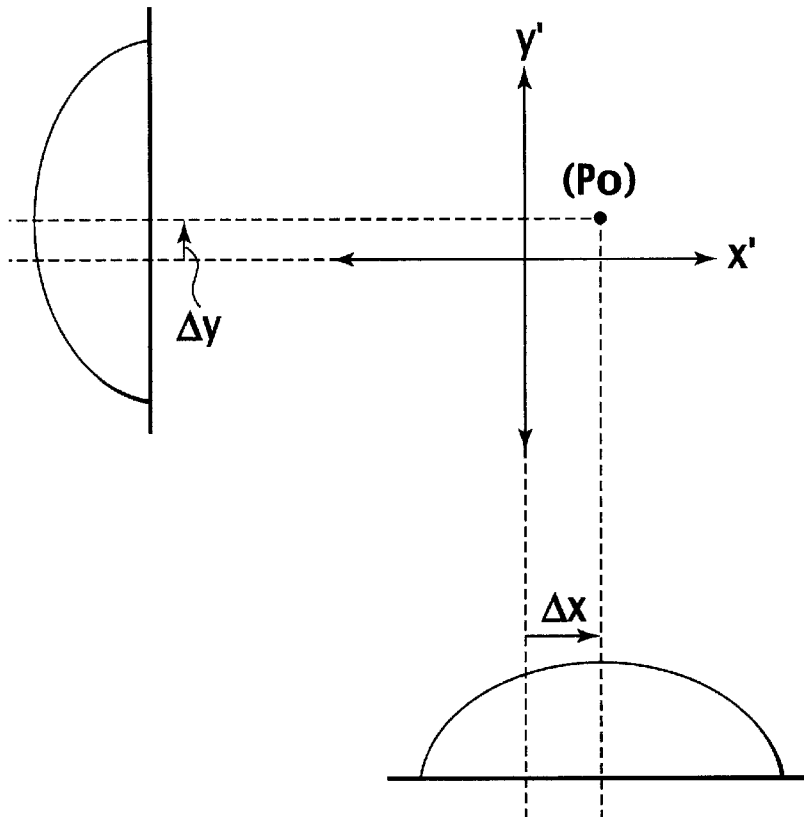
[図9]



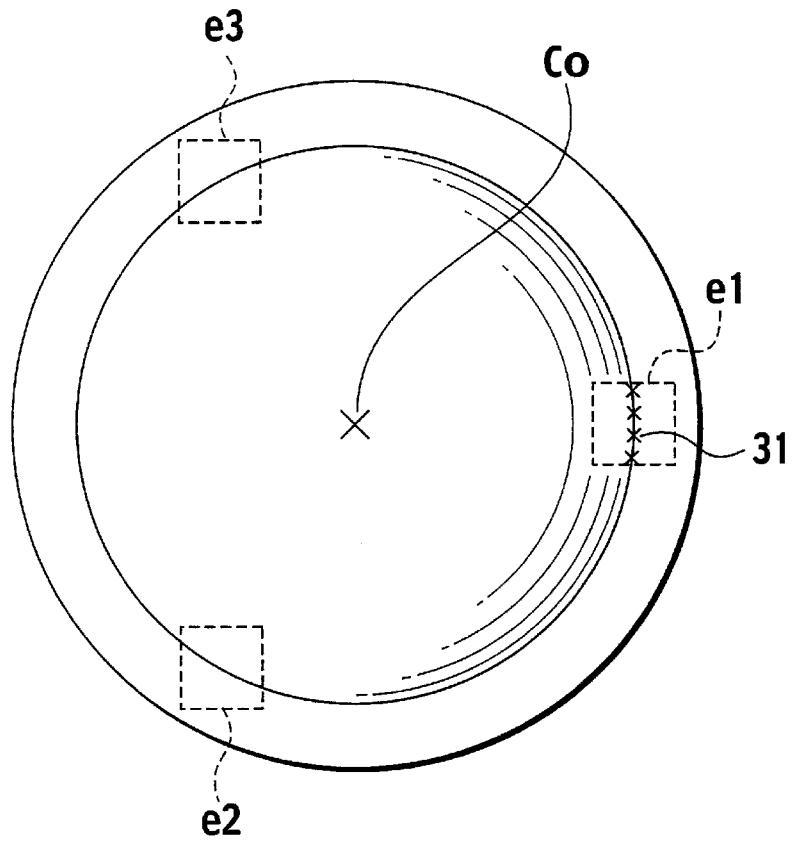
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/315396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/24(2006.01) i, G01B11/00(2006.01) i, G01M11/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B11/00-11/30, G01M11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2001-324309 A (Canon Inc.), 22 November, 2001 (22.11.01), Par. Nos. [0017] to [0020], [0037] to [0042]; Fig. 1 (Family: none)	1-3, 5, 7, 8 4, 6
Y	JP 2004-28672 A (Olympus Corp.), 29 January, 2004 (29.01.04), Par. Nos. [0041] to [0045], [0064] to [0068] (Family: none)	1-3, 5, 7, 8
Y A	JP 2003-83739 A (Minolta Co., Ltd.), 19 March, 2003 (19.03.03), Par. Nos. [0055] to [0056]; Fig. 4 (Family: none)	3, 4, 6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 October, 2006 (26.10.06)

Date of mailing of the international search report
07 November, 2006 (07.11.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01B11/24(2006.01)i, G01B11/00(2006.01)i, G01M11/00(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01B11/00-11/30, G01M11/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 日本国公開実用新案公報 日本国実用新案登録公報 日本国登録実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 1 9 7 1 - 2 0 0 6 年 1 9 9 6 - 2 0 0 6 年 1 9 9 4 - 2 0 0 6 年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2001-324309 A（キヤノン株式会社）2001.11.22, [0017]-[0020]段、[0037]-[0042]段、第1図（ファミリー無し）		1-3, 5, 7, 8 4, 6
Y	JP 2004-28672 A（オリンパス株式会社）2004.01.29, [0041]-[0045]段、[0064]-[0068]段（ファミリー無し）		1-3, 5, 7, 8
Y A	JP 2003-83739 A（ミノルタ株式会社）2003.03.19, [0055]-[0056]段、第4図（ファミリー無し）		3, 4, 6
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 2 6 . 1 0 . 2 0 0 6		国際調査報告の発送日 0 7 . 1 1 . 2 0 0 6	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 山下 雅人 電話番号 03-3581-1101 内線 3258	2 S 9 3 0 3