

明 細 書

発明の名称：

アレイレンズ、複眼光学系、撮像装置、測定方法、評価方法及び製造方法
技術分野

[0001] 本発明は、複数のレンズ部を有するアレイレンズ、複眼光学系、撮像装置、測定方法、評価方法及び製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、スマートフォンやタブレット型パーソナルコンピュータなどに代表される薄型の撮像装置付き携帯端末が急速に普及している。しかるに、このような薄型の携帯端末に搭載される撮像装置には、高解像度を有しながらも薄形でコンパクトであることが要求されている。このような要求に対応するために、撮像レンズの光学設計による全長短縮やそれに伴う誤差感度増大に対応した製造精度向上を行ってきたが、さらなる要求に対応するためには、従来の単一の撮像レンズと撮像素子の組み合わせで像を得るという構成では不十分になっており、従来とは発想を変えた光学系が期待される。

[0003] 一方、撮像素子の撮像領域を分割して、それぞれにレンズを配置し、得られた画像を処理することで、最終的な画像出力を行う複眼撮像装置に用いられる複眼光学系と呼ばれる光学系が、薄型化への要求に対応するために注目されている。複眼撮像装置においては、個々のレンズに対してはさほど高い光学性能は求められないので、個々のレンズを小さく薄く形成することができる。このような複数のレンズをマトリクス状に配列した光学素子をアレイレンズという。

[0004] ところで、アレイレンズは、金型を用いてプラスチックの射出成形により一体的に形成すると安価に大量生産が可能になるので好ましい。しかるに、金型によってアレイレンズを成形する際に、金型の温度（100℃～130℃）から常温（約20℃）まで冷却されるため、プラスチックの収縮が避けられない。収縮率はプラスチックの種類によって異なるが、一般的に0.3

～0.8%程度である。そのため、最終的に製品化する前に、試作にて成形されたアレイレンズにおけるレンズの位置や面精度を精度良く測定して、収縮が生じた状態でレンズの位置が最適になるように、金型を補正する必要がある。

[0005] 更に、レンズ1枚では十分な光学性能が得られないことから、複数枚のレンズを用いる場合もある。かかる場合、複数のレンズを形成したアレイレンズを積層すれば、複数のレンズを一度に光軸方向に重ねることができ、個々のレンズの調整が不要となるという利点がある。しかし、成形されたアレイレンズの収縮を放置すると、個々のレンズ間に位置ずれによる偏心が生じたり、面間距離が不適切になるなどの問題が生じる。よってアレイレンズの積層に際しても、レンズの位置を精度良く測定しておくことが好ましい。

[0006] これに対し特許文献1には、複数のレンズを並べたアレイレンズの光軸の傾き、偏心、面精度を3次元測定機によって測定する技術が開示されている(図23等参照)。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2008-2990号公報
特許文献2：特開2012-78675号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、特許文献1によれば、アレイレンズの外周面や底面を測定基準球に押し当てて、その測定基準球の位置から座標変換で、アレイレンズの光学面の偏心、傾き、高さにおける設計値からのずれを求めている。しかしながら、この技術では、アレイレンズの外形を基準としているので、例えばバネの付勢力で、アレイレンズを測定基準球に隙間なく押し当てる必要がある。ところが複眼光学系に用いられるアレイレンズはきわめて薄い形状を有しているから、バネの付勢力で光軸直交方向に付勢すると、アレイレンズが容

易に変形してしまい、精度の良い測定を行えないという問題がある。

- [0009] また、複眼光学系に用いられるアレイレンズを積層する場合、対向する個々のレンズ同士に高い偏心精度（例えば $3\mu\text{m}$ 以内）や面間距離精度が求められることが多い。ところが、特許文献1の技術では、アレイレンズの外形を基準として測定を行っているので、アレイレンズの外形とアレイレンズ内の個々のレンズとの測定は行えるが、アレイレンズを積層する場合における、個々のレンズ同士の偏心精度や面間距離精度を確保することはできない。
- [0010] 一方、特許文献2には、アライメントマークを基準として2枚のアレイレンズを接合する技術が開示されている（図4等参照）。しかしながら、特許文献2の技術では、アライメントマークと光学面との位置関係が規定されないため、2枚のアレイレンズを規定位置に接合できるといっても、個々のレンズ同士の偏心精度や面間距離精度を確保することはできない。
- [0011] 本発明は、かかる従来技術の課題に応じてなされたものであり、レンズ部の光学面の位置を精度良く測定可能であって、相手物に対して精度良く位置決め可能なアレイレンズ、複眼光学系、撮像装置、測定方法、評価方法及び製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0012] 上述した目的のうち少なくとも一つを実現するために、本発明の一側面を反映したアレイレンズは、光軸を異ならせて配置される複数のレンズ部と、前記複数のレンズ部をつなぐフランジ部と、を有するアレイレンズにおいて、前記レンズ部の位置を測定するための測定基準用の第1基準部を、前記フランジ部に所定の間隔をおいて2つ形成し、前記第1基準部は、光軸方向に見て、最も外側にある前記レンズ部の外周を結んだ範囲よりも外側に位置することを特徴とする。
- [0013] このアレイレンズによれば、アレイレンズの測定基準用の第1基準部を、フランジ部に間隔をおいて2つ形成したので、3次元測定機を用いて2つの第1基準部を測定すれば、その結果に基づいて、2つの第1基準部を結んだ直線をX軸方向とし、2つの第1基準部の中間点をアレイレンズの測定用の

基準位置としての原点とすることにより、アレイレンズに対する基準位置を明確化でき、更に3次元測定機を用いてレンズ部を測定すれば、その基準位置に対するレンズ部の位置を精度良く求めることができる。アレイレンズ毎に基準位置からのレンズ部の位置を割り出せれば、アレイレンズ内の個々のレンズ部の位置の補正を精度良く行うことが出来る。なお、「所定の間隔」とは、2つの前記第1基準部が離れて既定の位置関係にあることをいう。

[0014] また、第1基準部は、光軸方向に見て、最も外側にあるレンズ部の外周を結んだ範囲よりも外側に位置するので、例えば、後述する図5を参照して、最も外周に配置されたレンズ部の外周をつなげた範囲を点線で示すと略矩形状になるが、この範囲より外側に第1基準部を配置することで、レンズ部の測定の邪魔にならず、また2つの第1基準部のスパンが長くなり、高精度に基準位置を求めやすい。又、上述の範囲より内側に第1基準部を設けると、アレイレンズを積層する場合には、アレイレンズ間に遮光部材を設けることが一般的であるが、遮光部材はレンズとレンズの間のフランジ部を遮光するように設けるが、第1基準部が遮光部材と干渉することとなる。

[0015] 本複眼光学系は、前記アレイレンズを積層してなることを特徴とする。

[0016] 本撮像装置は、前記複眼光学系を用いたことを特徴とする。

[0017] 本測定方法は、前記アレイレンズにおける前記第1基準部を3次元測定機により測定し、その測定結果に基づいて、前記アレイレンズに対する原点とX軸方向を定めて、前記レンズ部の位置を評価することを特徴とする。

[0018] 前記アレイレンズの前記第1基準部を測定することで、基準位置としての原点と、X軸方向が求まるので、これにより評価基準とできる。

[0019] 本評価方法は、前記アレイレンズにおける前記第1基準部を3次元測定機により測定し、その測定結果に基づいて、前記アレイレンズに対する原点とX軸方向を定め、更に前記相手部材に当接した第2基準部の接点により形成される面をXY面と定め、前記XY面に直交し前記原点を通る方向をZ軸方向とし、前記X軸方向と前記Z軸方向とに交差する方向をY軸方向とすることによって、前記レンズ部の位置を評価することを特徴とする。

[0020] 前記アレイレンズの前記第1基準部を測定することで、基準位置としての原点と、X軸方向が求まる。又、前記相手部材に当接した第2基準部の接点により形成される面をXY面と定め、前記XY面に直交し前記原点を通る方向をZ軸方向とし、前記X軸方向と前記Z軸方向とに交差する方向をY軸方向とすることで、前記アレイレンズに関する3次元座標系を決定し、かかる3次元座標系に対する個々の前記レンズ部の位置を一義的に精度良く決定できる。

[0021] 本アレイレンズの製造方法は、前記アレイレンズを前記評価方法により評価し、前記評価結果に基づいて金型を補正し、前記アレイレンズが所望の値になるように前記金型の補正を繰り返すことを特徴とする。

[0022] この製造方法によれば、前記評価方法による評価結果に基づいて金型を補正し、再度成形して評価を繰り返して所望の値になるように金型を補正するので、高精度なアレイレンズを製造することができる。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、アレイレンズ内の個々のレンズ部の光学面の位置を精度良く測定可能であって、相手物に対して精度良く位置決め可能なアレイレンズ、複眼光学系、撮像装置、測定方法、評価方法及び製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本実施形態にかかる撮像装置を模式的に示す図である。

[図2]撮像ユニットLUの断面図である。

[図3]第1アレイレンズLA1の製造工程を示すフローチャートである。

[図4]第1アレイレンズLA1を成形する金型の断面図である。

[図5]図4の金型を用いて成形された第1アレイレンズLA1の像側面を示す図である。

[図6]図5の構成をVI-VI線で切断して矢印方向に見た図である。

[図7]第1基準部LA1cの断面図である。

[図8]アライメントマークLA1dを光軸方向に見た図である。

[図9]第2アレイレンズL A 2の像側面を示す図である。

[図10]設計値の光学面に対する、成形されたアレイレンズの光学面のシフト量の一例を示す図である。

[図11]アレイレンズL A 1, L A 2を積層する状態を示す図である。

[図12]第1基準部の変形例を示す光軸直交方向から見た図(a)、及び光軸方向にアレイレンズを積層した状態でカメラにより観察した状態を示す図(b)である。

[図13]第1基準部及びアライメントマークの変形例を示す光軸直交方向から見た図(a)、及び光軸方向にアレイレンズを積層した状態でカメラにより観察した状態を示す図(b)である。

発明を実施するための形態

[0025] まず、本実施形態にかかるアレイレンズを用いた複眼光学系を有する撮像装置について説明する。複眼光学系は、1つの撮像素子に対して複数のレンズ系がアレイ状に配置された光学系であり、各レンズ系が同じ視野の撮像を行う超解像タイプと、各レンズ系が異なる視野の撮像を行う視野分割タイプと、に通常分けられる。本発明に係る複眼光学系は、いずれのタイプにも用いることができるが、ここでは複数のレンズ系によって得られる同じ視野の複数の像から解像度の高い1枚の合成画像を出力する超解像タイプについて説明する。

[0026] 図1に本実施形態にかかる撮像装置を模式的に示す。図1に示すように、撮像装置D Uは、撮像ユニットL U、演算部2を含む画像処理部1、メモリー3等を有している。そして、撮像ユニットL Uは、1つの撮像素子S Rと、その撮像素子S Rに対して実質的に同じ視野の複数の結像を行う複眼光学系L Hと、を有している。撮像素子S Rとしては、例えば複数の画素を有するCCD型イメージセンサー、CMOS型イメージセンサー等の固体撮像素子が用いられる。撮像素子S Rの光電変換部である受光面S S上には、被写体の光学像が形成されるように複眼光学系L Hが設けられているので、複眼光学系L Hによって形成された光学像は、撮像素子S Rによって電気的な信

号に変換される。画像処理部1内の画像合成部1aにおいては、撮像素子SRから送られる複数の画像に相当する電気信号に基づいて、複数枚の画像からより解像度の高い1枚の画像データを得るように画像処理を実行する。

[0027] 図2は、撮像ユニットLUの断面図である。複眼光学系LHは、複数（ここでは4行4列に並べた16個）のレンズ部LA1aがフランジ部LA1bに一体に形成された矩形板状の第1アレイレンズLA1と、複数（ここでは4行4列に並べた16個）のレンズ部LA2aがフランジ部LA2bに一体に形成された矩形板状の第2アレイレンズLA2と、を積層してなる。尚、第1アレイレンズLA1の形状については、詳細を後述する。第1アレイレンズLA1と第2アレイレンズLA2とで複眼光学系を構成する。

[0028] 図2において、熱可塑性樹脂の一体ものである第1アレイレンズLA1と第2アレイレンズLA2は、ポリカーボネートやアクリル樹脂などの透光性を有する樹脂の一体物からなり、後述するように金型を用いて射出成形することによって得られるものである。レンズ部LA1aとレンズ部LA2aの光軸OAは一致している。

[0029] 図2において、黒色のアクリル樹脂などの遮光性材料からなる鏡枠LFは、複眼光学系LHの周囲を囲う矩形枠状の側面部LF1と、側面部LF1の上端から内側に延在する天面部LF2とを有する。天面部LF2には、光軸を中心とした光透過部としての開口LF2aを複数個（ここでは4行4列に並べた16個）形成している。

[0030] 鏡枠LFの側面部LF1の下端は、基板CTの上面に接着されている。基板CT上に撮像素子SRが形成されている。撮像素子SRと複眼光学系LHとの間に配置されるようにカバーガラスCGを保持する機能を有する。

[0031] 図2において、第1アレイレンズLA1と第2アレイレンズLA2の間には、金属板や樹脂板などからなる遮光部材SHが配置されている。遮光部材SHは、光軸を中心とした光透過部としての開口SHaを複数個（ここでは4行4列に並べた16個）形成している。

[0032] 次に、複眼光学系の製造工程について説明する。図3は、第1アレイレン

ズL A 1の製造工程を示すフローチャートである。図3において、ステップS 1 0 1で第1アレイレンズL A 1用の金型を製作し、この金型を用いて、ステップS 1 0 2で第1アレイレンズL A 1を成形する。更に、成形した第1アレイレンズL A 1をステップS 1 0 3で測定し、その結果に基づいてステップS 1 0 4で金型を補正する（新たに製作する場合を含む）。その後、補正した金型を用いてステップS 1 0 5で、再度第1アレイレンズL A 1を成形し、ステップS 1 0 6で再度測定を行う。続くステップS 1 0 7で、成形した第1アレイレンズL A 1の測定値を設計値と比較して、許容範囲に入っていないならば（N o）、再びステップS 1 0 4に戻って金型を補正する。一方、成形した第1アレイレンズL A 1が設計値に対し許容範囲に入っていれば（Y e s）、ステップS 1 0 8において、第1アレイレンズL A 1と、別途成形した遮光部材S H及び第2アレイレンズL A 2と積層し接合することによって、複眼光学系を製造する。以下、より具体的に、主要な各工程の内容を説明する。

[0033] 図4は、第1アレイレンズL A 1を成形する金型の断面図である。アレイレンズに使用できるプラスチック素材は、熱可塑性樹脂とエネルギー硬化性樹脂とに大別されるが、量産性と低コスト化に優れた射出成形によって製造できる熱可塑性樹脂によって製造するのが一般的である。

[0034] 図4において、上型M D 1と下型M D 2とが設けられている。上型M Dは、第1アレイレンズL A 1のレンズ部L A 1 aの一方の光学面を転写する転写面M D 1 aを有する。下型M D 2は、第1アレイレンズL A 1のレンズ部L A 1 aの他方の光学面を転写する転写面M D 2 aと、第1基準部を転写する転写面M D 2 bと、第2基準部を形成する転写面M D 2 cと、アライメントマークを転写する転写面M D 2 dとを有する。転写面M D 2 a～2 dは、下型M D 2の素材から切削加工される際に、同一の工具を用いて加工される。したがって工具を交換しないので製造誤差が発生しにくい。上型M D 1と下型M D 2の転写面は、光学面を形作るために1 0 n mレベルの加工精度が求められる。汎用的な工作機械ではそのレベルの加工精度を出せないため、

その加工には超精密工作機械が用いられることが多い。

- [0035] 金型によって成形した後、アレイレンズは金型の温度（ $100^{\circ}\text{C}\sim 130^{\circ}\text{C}$ ）から常温（約 20°C ）まで冷却されるため、収縮が起こる。収縮率は樹脂の種類によって異なるが、一般的に $0.3\sim 0.8\%$ 程度である。そのため、射出成形用の金型は、アレイレンズ設計形状に対して収縮率分だけ大きく作る必要がある。
- [0036] 図5は、図4の金型を用いて成形された第1アレイレンズLA1の像側面を示す図である。図6は、図5の構成をVI-VI線で切断して矢印方向に見た図である。図5において、4行4列で並べられたレンズ部LA1aに対し、2行目と3行目の間であって且つ1列目と4列目の外側に、第1アレイレンズLA1の対向する辺から等距離で、一对となる第1基準部LA1cが形成されており、更にその外側に一对となるアライメントマークLA1dが形成されている。第1基準部LA1cとアライメントマークLA1dとが近いので、収縮の影響が等しく及ぶこととなる。又、レンズ部LA1aの4行目の外側であって且つ1列目と4列目の外側に、2つの第2基準部LA1eが形成され、またレンズ部LA1aの1行目の外側であって且つ2列目と3列目の間に、1つの第2基準部LA1eが形成されている。
- [0037] 第1基準部LA1cは、ここで球面の一部であって最大直径が 0.2mm 以上であり、図7に示すようにフランジ部LA1bの表面と、第1基準部LA1cの接する部位の界面CPとのなす角 θ が 45° 以上である。一方、第2基準部LA1eは、単純円筒形状である。アライメントマークLA1dは、図8に示すように、円筒の端面に2つの円形部が形成されたものである。アライメントマークの場合は画像で認識しやくすることが主目的であるので、円筒に2つの円形部を設けている。
- [0038] 次に、第1基準部LA1cと第2基準部LA1eの測定について説明する。図5において、不図示の3次元測定機を用いて、第1アレイレンズLA1の2つの第1基準部LA1cを測定することで、その頂点の位置P1がわかる。第1基準部LA1cは、原点とX軸方向の座標軸を規定するために精密

に測定する必要が有るため、3次元測定機によって測定しやすい形状であることが望ましい。本実施形態では、直径0.2mm以上の半球状であり、フランジ部の面に接する部位の接面と、半球状の面とのなす角度が 90° 近くあるため、形状を特定しやすいので、精密な測定が可能である。2つの位置P1を結ぶ線分L1の中点を、ここでは原点Oとし、線分L1の方向をX軸方向とする。

[0039] 次いで、同じ3次元測定機を用いて、3つの第2基準部LA1eを測定することで、図6に示すように、その高さ位置3点で形成されるXY面PLがわかる。又、原点OとXY面との差 Δ が分かる。XY面PLに直交し、原点Oを通る方向をZ軸方向とする。又、XY面上においてZ軸方向及びX軸方向と直交する方向をY軸方向とする。これにより第1アレイレンズLA1に関する3次元座標系が定まる。そして、同じ3次元測定機を用いて、各レンズ部LA1aの光学面の頂点（光軸位置）と高さを測定し、求めた3次元座標軸上での座標に変換する。更に、光学面の座標変換後の座標値を、光学面設計値との差異が最小となるように最小二乗法によってフィッティングをかける。これにより、設計値との差分（光学中心のX軸方向，Y軸方向，軸Z方向の差異、X軸方向，Y軸方向の傾き、光学面形状の差異等）が求められる。これにより成形されたアレイレンズの評価を実行できる。アレイレンズの評価を適正に行うことで、金型の補正(図3のステップS104)を行うことができる。具体的に述べると、成形後のレンズ部の軸上位置と、設計値とのずれ量に基づいて、図4に示す金型MD1，MD2の転写面MD1a，MD2aの高さや位置を変えるように再加工を行う。実際に成形したアレイレンズは全体的に反っていることが多く、そのような場合、金型の転写面を個別に補正することが望ましい。再加工が不可能である場合、金型を再度形成し直す。尚、Z軸方向の評価としては、レンズ部のZ方向位置を他のレンズ部で同じ位置になるように、レンズ部高さを揃えるように補正したり、XY平面の傾きを補正するように第2基準部の高さを補正することもでき、X，Y方向については、レンズ部の各位置を補正したり、第1基準部の位置を変

更することもできる。

- [0040] 第2アレイレンズLA2においても、金型(不図示)を用いて同様な成形を行う。図9は、成形された第2アレイレンズLA2の物体側面を示す図である。第1アレイレンズLA1の第1基準部LA1cに対向して第1基準部LA2cを形成し、第1アレイレンズLA1の第2基準部LA1cに対向して第2基準部LA2eを形成し、第1アレイレンズLA1のアライメントマークLA1dに対向してアライメントマークLA2dを形成している。但し、アライメントマークLA2dは、アライメントマークLA1dと整合させたとき、図8の点線で示すように2つの円形が90度位相でずれている。一方、第1基準部と第2基準部は、同じ形状を有する。
- [0041] 第2アレイレンズLA2についても、成形後に同様な測定を行い、第2アレイレンズLA2に関する3次元座標軸上で各光学面の頂点と高さを求め、同様に最小二乗法によってフィッティングをかける。
- [0042] 2枚のアレイレンズLA1, LA2間で全レンズ部LA1a, LA2aの偏芯を例えば $2\mu\text{m}$ 以下にするには、1つのアレイレンズ内の光学面の設計位置からのずれ量を、半分の $1\mu\text{m}$ 以下にしなければならない。しかし、実際に成形されたアレイレンズでは、収縮によって $5\mu\text{m}$ ほどの光学面の設計位置からのずれが発生している場合がある。測定されたレンズ部の光学面位置と、設計上の位置とのズレの例を図10に示す。この場合、図で下側(ゲートに近い側)はピッチが大きく、上側(ゲートから遠い側)はピッチが小さくなっている。これは、ゲートに近い側のほうが射出成形機によって圧力がかかりやすいことにより、ピッチが大きくなるためである。
- [0043] 光学面の高さ(Z方向ズレ)、光学面の傾き、光学面形状についても、ピッチと同様に初回成形時からレンズに求められる要求精度を満たすのは困難である。そのため、測定されたデータを用いて、成形によって発生する誤差を打ち消すように金型補正加工を行う必要がある。本実施形態によれば、アレイレンズ毎に精度良く3次元座標軸が定まるため、光学面の精度良い測定を行うことが出来、その測定結果に基づいて、要求されるレンズ精度を満た

すように、金型補正加工を高精度に行うことができる。

[0044] 補正された金型を用いて、再度第1アレイレンズL A 1と第2アレイレンズL A 2を成形することで、そのレンズ部L A 1 a、L A 2 aのずれ量が、全て1 μ m以内に収まることとなる。そこで、図11に示すように、遮光部材S Hを間に介在させた状態で、第1アレイレンズL A 1の第2基準部L A 1 eと、第2アレイレンズL A 2の第2基準部L A 2 eとを突き合わせると、両者は同一のXY平面P Lを共有することとなる。このとき、光軸方向に配置したカメラC Aで、アライメントマークL A 1 d、L A 2 dを撮像することによって、相対位置を合わせる（アライメントマークの4つの円が対象に配置される）ことができる。第1基準部L A 1 c、L A 2 cと、第2基準部L A 1 e、L A 2 eを基準として、レンズ部L A 1 a、L A 2 aの光学面のXY位置と、Z方向基準面を基準とした光学面高さは、前述の測定と金型補正によって保証されているから、光学面同士の偏芯と空気間隔の誤差を高精度に抑えることができる。その後、第1アレイレンズL A 1と第2アレイレンズL A 2の間に、紫外線硬化性の接着剤等を付与することで両者は接着され、鏡枠L Fに組み込まれることとなる。

[0045] アレイレンズは、超解像タイプや視野分割タイプなどの複眼光学系を備える撮像装置の複眼光学系に用いることができる。上述した実施形態では、アライメントマークの見易さを求めた結果、第1基準部とアライメントマークとを別体としたが、一体としても良い。例えば、図12(a)に示すように、第1アレイレンズL A 1には小さい半球状の第1基準部L A 1 cを一对設け、第2アレイレンズL A 2にはそれより大きい半球状の第1基準部L A 2 cを一对設けることができる。第1基準部L A 1 c、L A 2 cを測定することで、それぞれのアレイレンズL A 1、L A 2の原点及びX軸方向を求めることができる。一方、アレイレンズL A 1、L A 2を積層した状態で、光軸方向からカメラC A（図11）で観察すると、位置決めされた状態では、第1基準部L A 2 cと第1基準部L A 1 cとが同軸に配置されるため、これにより適正位置であることが分かる。

- [0046] 又、図13(a)に示す別体の例では、第1アレイレンズLA1において半球状の第1基準部LA1cの周囲に小径の環状部であるアライメントマークLA1dを形成し、第2アレイレンズLA2において半球状の第2基準部LA2cの周囲により大径の環状部であるアライメントマークLA2dを形成している。アレイレンズLA1、LA2を積層した状態で、光軸方向からカメラCA(図11)で観察すると、位置決めされた状態では、アライメントマークLA2dとアライメントマークLA1dとが同軸に配置されるため、これにより適正位置であることが分かる。
- [0047] 以下、本実施形態のアレイレンズの好ましい態様をまとめて説明する。
- [0048] 前記アレイレンズにおいて、前記第1基準部は、回転対称形状であることが好ましい。前記第1基準部が回転対称形状であると、3次元測定機により測定する際に第1基準部の形状を測定しやすいため、第1基準部の中心位置を精度良く求めることができる。その結果、レンズ部の位置を精度よく求めやすくなる。3次元測定機は、プローブを用いた接触式でも良く、或いは干渉計などの非接触式でも良い。
- [0049] また、前記第1基準部は、光軸方向に見て最大幅が0.2mm以上であることが好ましい。このような幅を有することで、前記第1基準部が3次元測定器によって測定しやすい形状となり、前記第1基準部の座標を高精度に測定することができる。
- [0050] また、前記第1基準部は、前記フランジ部の面に接する部位の接面と、前記面とのなす最大角度が45°以上であることが好ましい。これにより、前記第1基準部が3次元測定器によって測定しやすい形状となり、前記第1基準部の座標を高精度に測定することができる。前記最大角度が45度以上であると、第1基準部の形状の凸部または凹部と、その周囲の平面部との高さの差異が明確となりやすいので、第1基準部の形状を特定しやすくなる。
- [0051] また、前記アレイレンズは、樹脂の一体成形物であることが好ましい。これによりアレイレンズを安価に製造できる。一方、樹脂の一体成形物の場合、成形後の収縮によるレンズ部のずれが問題となるが、本発明によりレンズ

部の形状や位置を精度良く測定できるので、収縮を考慮して金型補正を精度良く行える。

[0052] また、前記第1基準部を転写形成する金型は、前記レンズ部の光学面を転写形成する金型と同一部材であることが好ましい。これにより前記第1基準部と前記レンズ部との位置精度が高くなるため、金型補正加工を高精度に行うことができる。

[0053] また、前記第1基準部とは別に、前記フランジ部に第2基準部を三角形を構成するように3つ有しており、前記第2基準部は、前記アレイレンズを積層する相手部材に当接することが好ましい。

[0054] 前記アレイレンズを積層する場合、相手部材との位置関係が問題となる。本実施形態によれば、前記第1基準部とは別に、前記フランジ部に第2基準部を三角形を構成するように3つ有しているので、3つの第2基準部の位置をもとに、光軸方向と略直交する方向の平面が特定され、積層する際に、前記第2基準部を相手部材に当接させることで、相手部材との位置関係を精度良く確保できる。なお、「相手部材」とは、アレイレンズ等の光学素子の他、遮光部材や固体撮像素子も含む。

[0055] また、前記相手部材とは、前記第2基準部を有する別のアレイレンズであって、お互いの前記第2基準部同士を当接させるようになっていることが好ましい。アレイレンズ同士を積層する場合、お互いの前記第2基準部同士を当接させることで、その3つの接点にて基準平面（例えばXY平面）が定まる。一方、個々のアレイレンズにおいては、それぞれ前記第1基準部の測定によって基準位置を定めているから、基準位置と基準平面とから定まる3次元座標系に対して、各々アレイレンズのレンズ部を精度良く測定できるから、それぞれ金型の補正を精度良く行った上で、補正後の金型により成形した2つのアレイレンズを精度良く積層できる。

[0056] また、当接し合う前記第2基準部の双方が平面を有することが好ましい。これにより、前記第2基準部同士を同時に当接させることができる。但し、3点当たりを確保できるよう前記第2基準部の面積は小さい方が好ましい。

- [0057] また、当接し合う前記第2基準部の一方が平面、他方が球面を有することが好ましい。これにより、前記第2基準部同士を同時に当接させることができる。
- [0058] また、前記第2基準部を転写形成する金型は、前記レンズ部の光学面を転写形成する金型と同一部材であることが好ましい。これにより前記第2基準部と前記レンズ部との位置精度が高くなる。
- [0059] また、積層するアレイレンズの前記第1基準部の近傍に、それぞれアライメントマークを形成することが好ましい。
- [0060] 前記アレイレンズを積層する場合、アライメントマークを視認することでアレイレンズ同士の位置決めをして積層させる。例えば、前記第1基準部をアライメントマークとして利用しても良いが、前記第1基準部の形状によっては視認するためのカメラによる撮像に適さない場合もある。かかる場合、視認しやすいアライメントマークを別途設けることで、これを利用して前記アレイレンズを精度よく積層できる。
- [0061] また、前記アライメントマークを転写形成する金型は、前記第1基準部を転写形成する金型と同一部材であることが好ましい。これにより前記アライメントマークと前記第1基準部との位置精度が高くなる。
- [0062] 本発明は、本明細書に記載の実施形態や変形例に限定されるものではなく、他の実施形態・変形例を含むことは、本明細書に記載された実施形態や技術思想から本分野の当業者にとって明らかである。

符号の説明

- | | | |
|--------|-----|--------|
| [0063] | 1 | 画像処理部 |
| | 1 a | 画像合成部 |
| | 2, | 演算部 |
| | 3 | メモリー |
| | C A | カメラ |
| | C G | カバーガラス |
| | C P | 接面 |

| | |
|---------|-----------|
| CT | 基板 |
| DU | 撮像装置 |
| LA1 | 第1アレイレンズ |
| LA1a | レンズ部 |
| LA1b | フランジ部 |
| LA1c | 第1基準部 |
| LA1d | アライメントマーク |
| LA1e | 第2基準部 |
| LA2 | 第2アレイレンズ |
| LA2a | レンズ部 |
| LA2b | フランジ部 |
| LA2c | 第1基準部 |
| LA2d | アライメントマーク |
| LA2e | 第2基準部 |
| LF | 鏡枠 |
| LF1 | 側面部 |
| LF2 | 天面部 |
| LF2a | 開口 |
| LH | 複眼光学系 |
| LU | 撮像ユニット |
| MD1 | 上型 |
| MD1a | 転写面 |
| MD2 | 下型 |
| MD2a-2d | 転写面 |
| O | 原点 |
| OA | 光軸 |
| PL | 平面 |
| SH | 遮光部材 |

| | |
|-------|------|
| S H a | 開口 |
| S R | 撮像素子 |
| S S | 受光面 |

請求の範囲

- [請求項1] 光軸を異ならせて配置される複数のレンズ部と、前記複数のレンズ部をつなぐフランジ部と、を有するアレイレンズにおいて、
前記レンズ部の位置を測定するための測定基準用の第1基準部を、前記フランジ部に所定の間隔をおいて2つ形成し、
前記第1基準部は、光軸方向に見て、最も外側にある前記レンズ部の外周を結んだ範囲よりも外側に位置することを特徴とするアレイレンズ。
- [請求項2] 前記第1基準部は、回転対称形状である請求項1に記載のアレイレンズ。
- [請求項3] 前記第1基準部は、光軸方向に見て最大幅が0.2mm以上である請求項1又は2に記載のアレイレンズ。
- [請求項4] 前記第1基準部は、前記フランジ部の面に接する部位の接面と、前記面とのなす最大角度が45°以上である請求項1～3のいずれかに記載のアレイレンズ。
- [請求項5] 前記アレイレンズは、樹脂の一体成形物である請求項1～4のいずれかに記載のアレイレンズ。
- [請求項6] 前記第1基準部を転写形成する金型は、前記レンズ部の光学面を転写形成する金型と同一部材である請求項1～5のいずれかに記載のアレイレンズ。
- [請求項7] 前記第1基準部とは別に、前記フランジ部に第2基準部を三角形を構成するように3つ有しており、前記第2基準部は、前記アレイレンズを積層する相手部材に当接する請求項1～6のいずれかに記載のアレイレンズ。
- [請求項8] 前記相手部材とは、前記第2基準部を有する別のアレイレンズであって、お互いの前記第2基準部同士を当接させるようになっている請求項7に記載のアレイレンズ。
- [請求項9] 当接し合う前記第2基準部の双方が平面を有する請求項8に記載の

アレイレンズ。

[請求項10] 当接し合う前記第2基準部の一方が平面、他方が球面を有する請求項9に記載のアレイレンズ。

[請求項11] 前記第2基準部を転写形成する金型は、前記レンズ部の光学面を転写形成する金型と同一部材である請求項7～10のいずれかに記載のアレイレンズ。

[請求項12] 積層するアレイレンズの前記第1基準部の近傍に、それぞれアライメントマークを形成した請求項1～11のいずれかに記載のアレイレンズ。

[請求項13] 前記アライメントマークを転写形成する金型は、前記第1基準部を転写形成する金型と同一部材である請求項12に記載のアレイレンズ。

[請求項14] 請求項1～13のいずれかに記載のアレイレンズを積層してなる複眼光学系。

[請求項15] 請求項14に記載の複眼光学系を用いた撮像装置。

[請求項16] 請求項1～13のいずれかに記載のアレイレンズにおける前記第1基準部を3次元測定機により測定し、その測定結果に基づいて、前記アレイレンズに対する原点とX軸方向を定めて、前記レンズ部の形状を測定する測定方法。

[請求項17] 請求項7～11のいずれかに記載のアレイレンズにおける前記第1基準部を3次元測定機により測定し、その測定結果に基づいて、前記アレイレンズに対する原点とX軸方向を定め、更に前記相手部材に当接した前記第2基準部の接点により形成される面をXY面と定め、前記XY面に直交し前記原点を通る方向をZ軸方向とし、前記X軸方向と前記Z軸方向とに交差する方向をY軸方向とすることによって、前記レンズ部の位置を評価する評価方法。

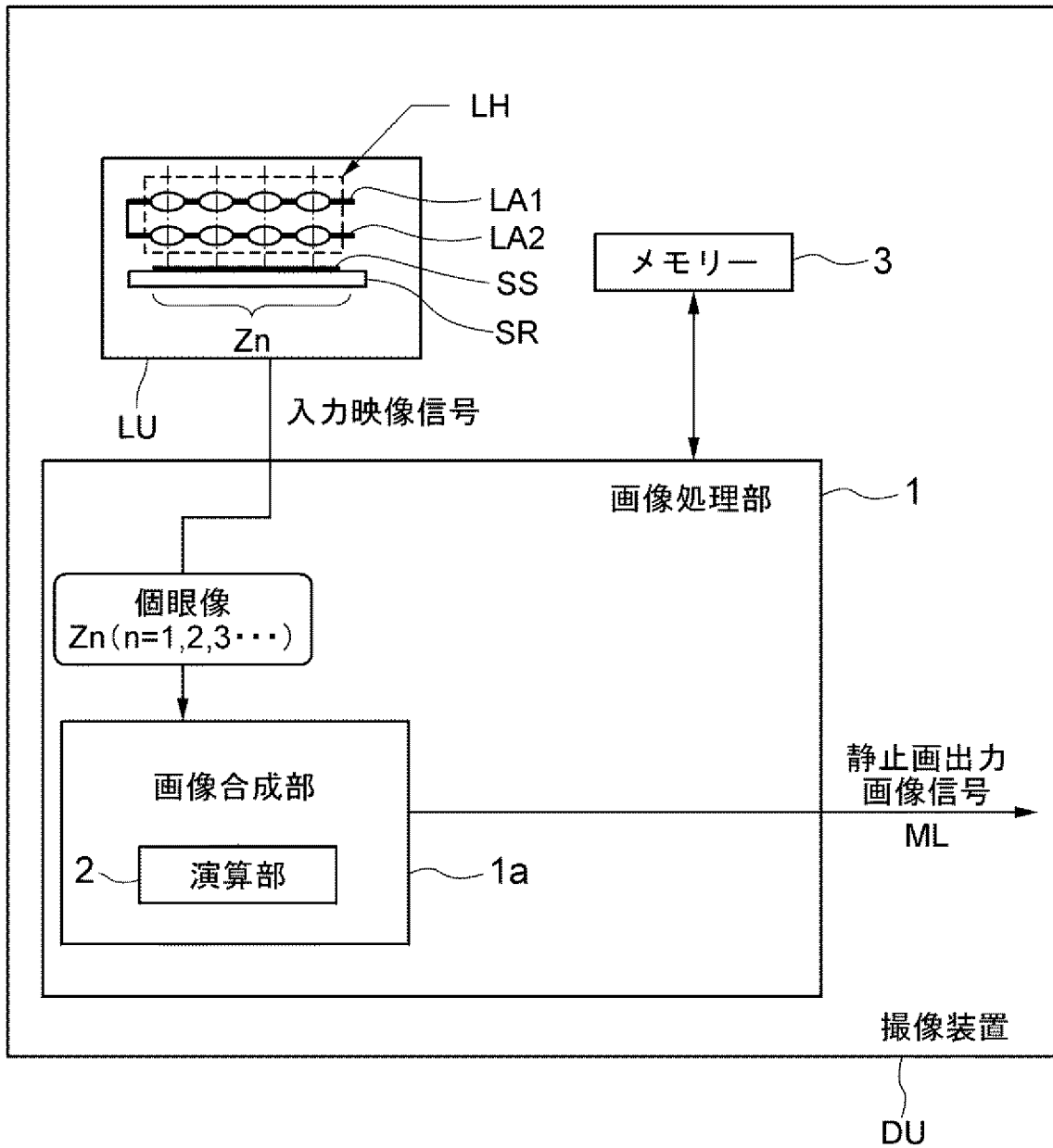
[請求項18] 請求項7～11のいずれかに記載のアレイレンズを請求項17に記載の評価方法により評価し、前記評価結果に基づいて金型を補正し、

前記アレイレンズが所望の値になるように前記金型の補正を繰り返すアレイレンズの製造方法。

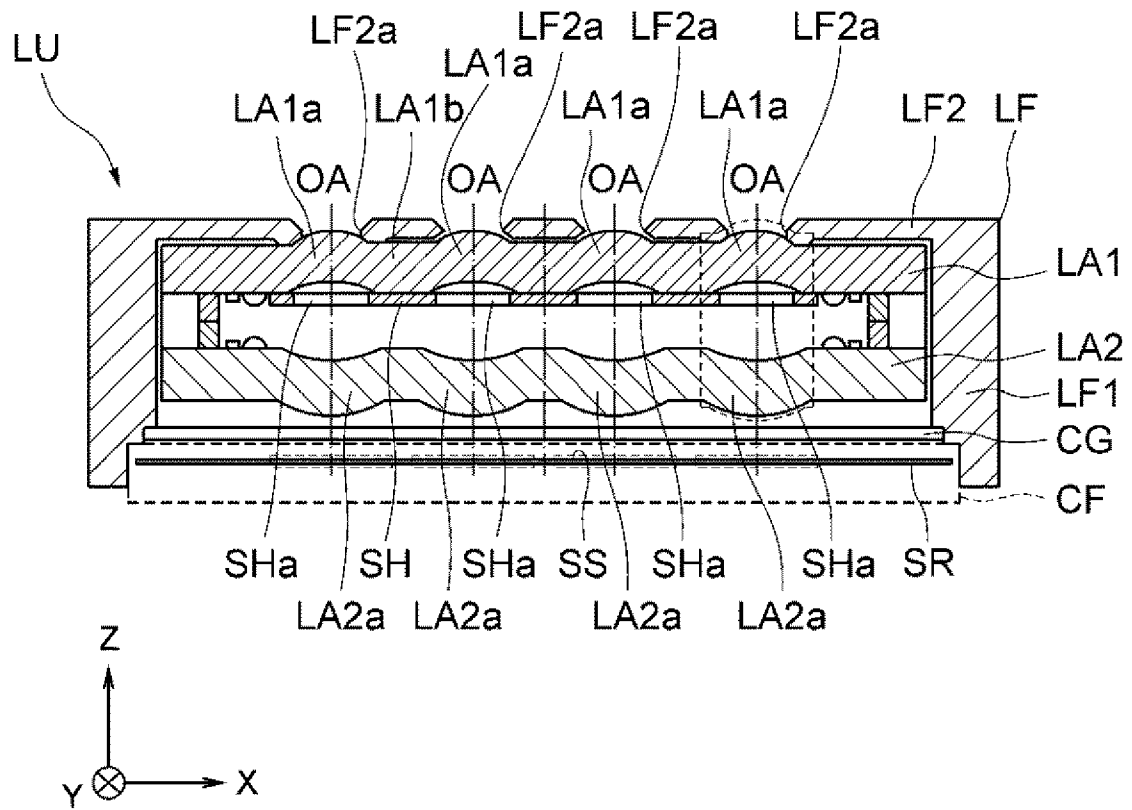
要 約 書

レンズ部の光学面の位置を精度良く測定可能であって、相手物に対して精度良く位置決め可能なアレイレンズ、複眼光学系、撮像装置、測定方法、評価方法及び製造方法を提供する。このアレイレンズは、光軸を異ならせて配置される複数のレンズ部と、前記複数のレンズ部をつなぐフランジ部と、を有し、前記レンズ部の位置を測定するための測定基準用の第1基準部を、前記フランジ部に所定の間隔をおいて2つ形成し、前記第1基準部は、光軸方向に見て、最も外側にある前記レンズ部の外周を結んだ範囲よりも外側に位置する。

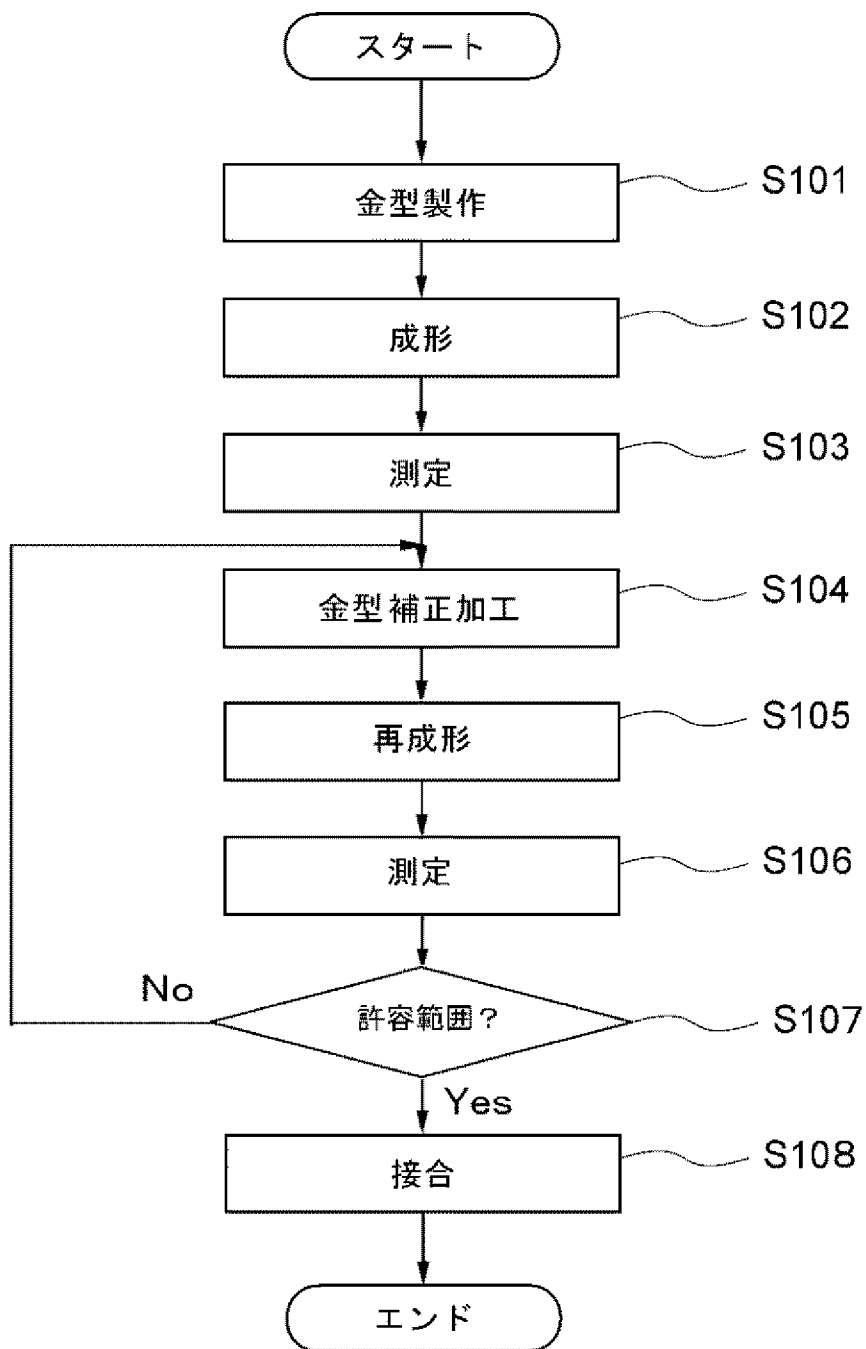
[図1]



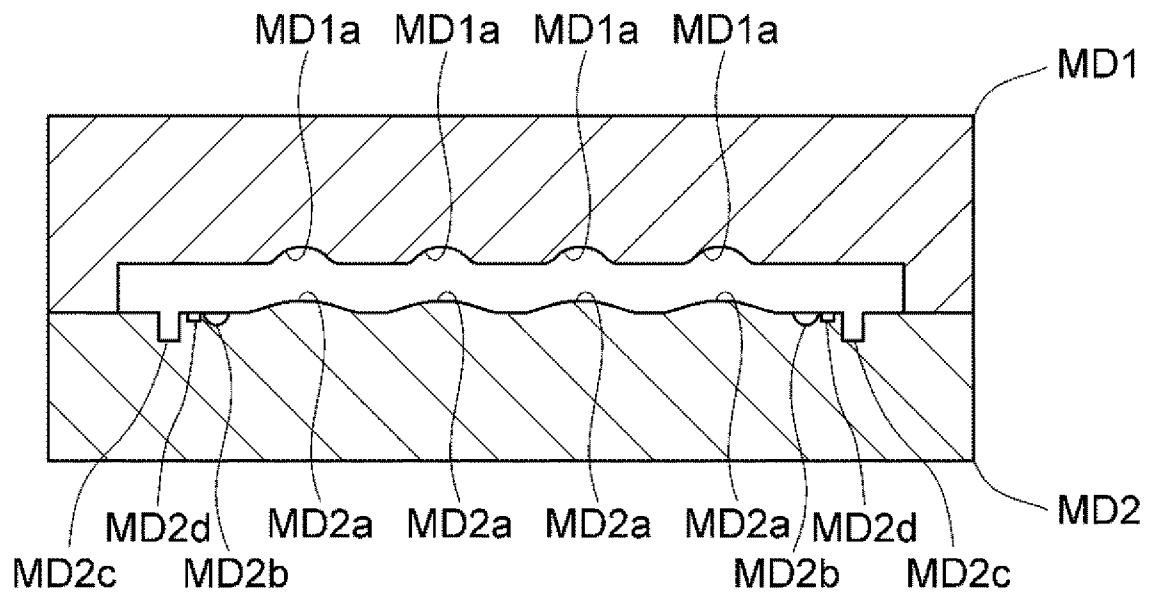
[図2]



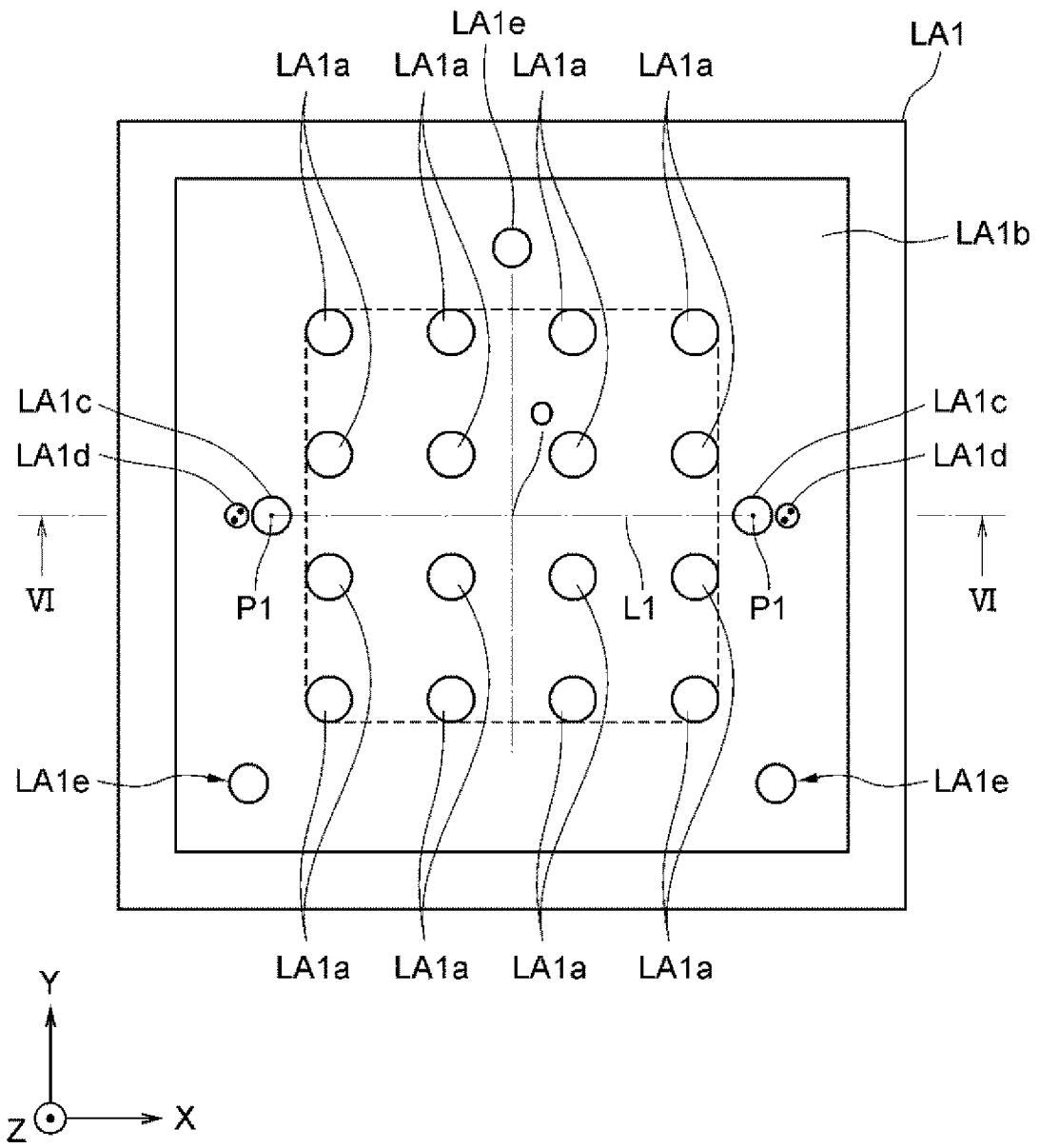
[図3]



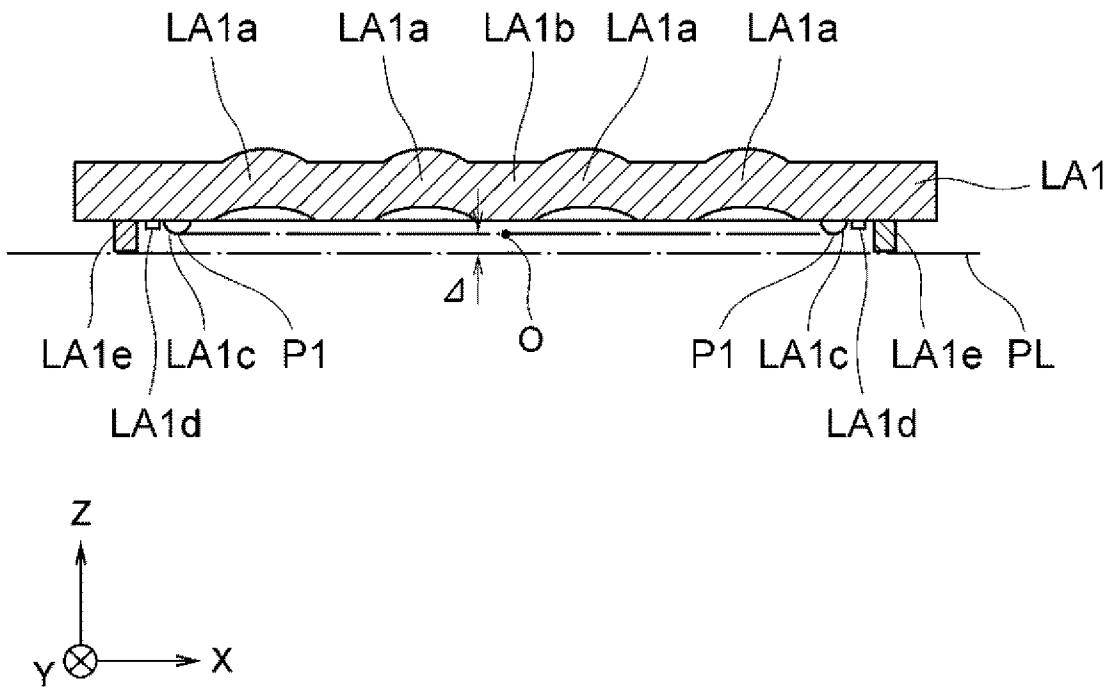
[図4]



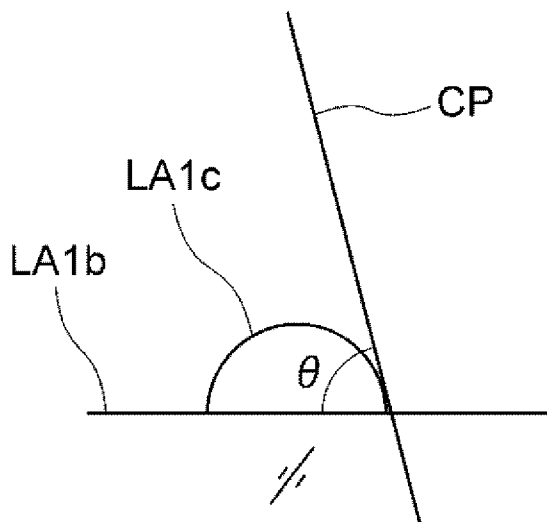
[図5]



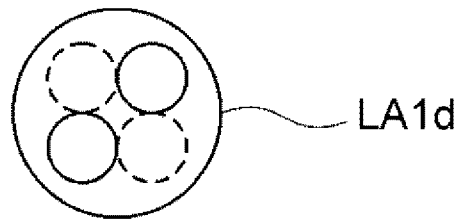
[図6]



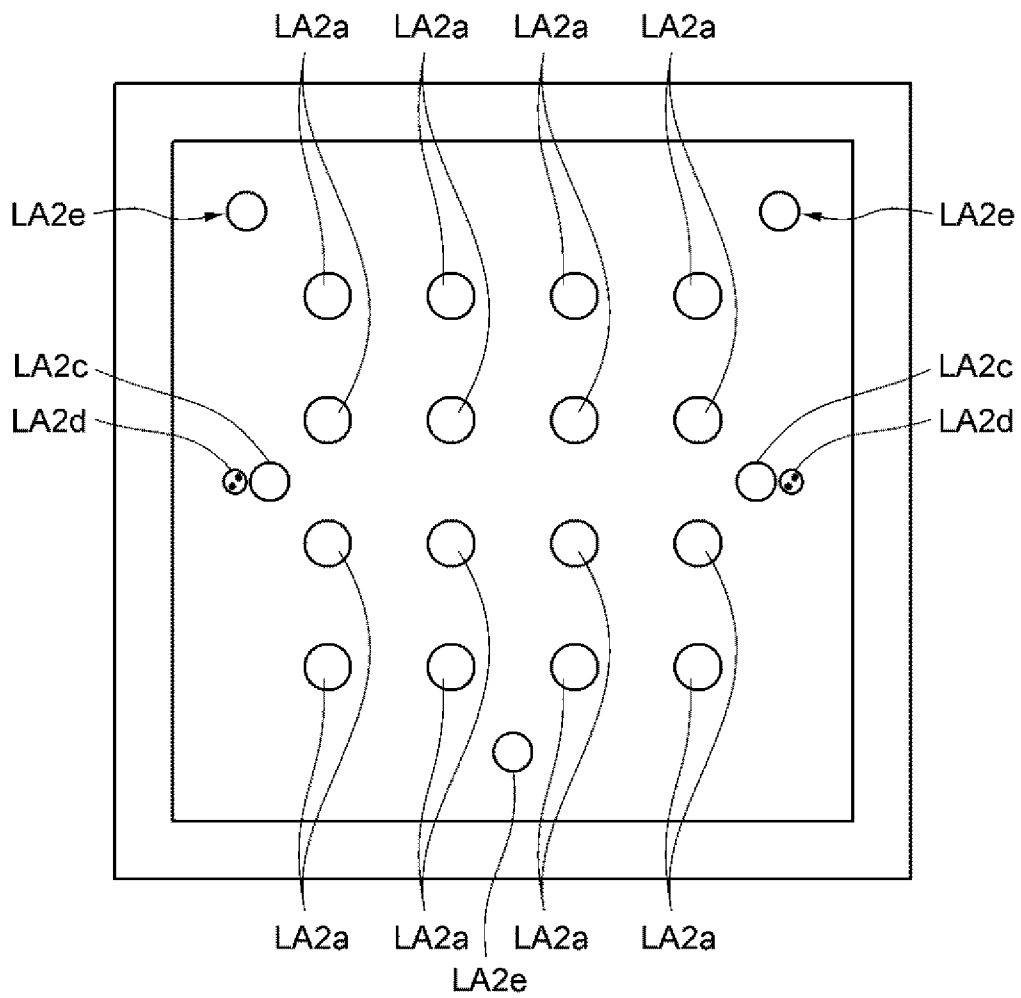
[図7]



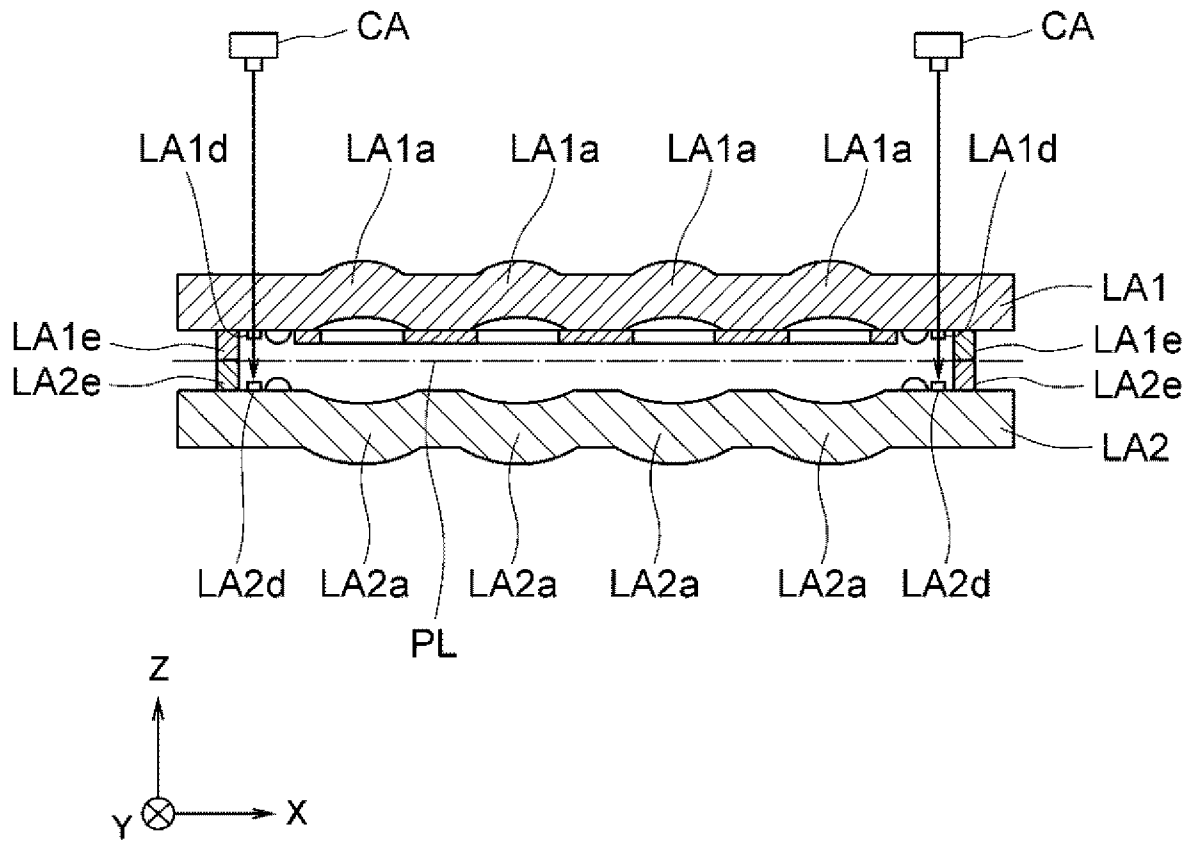
[圖8]



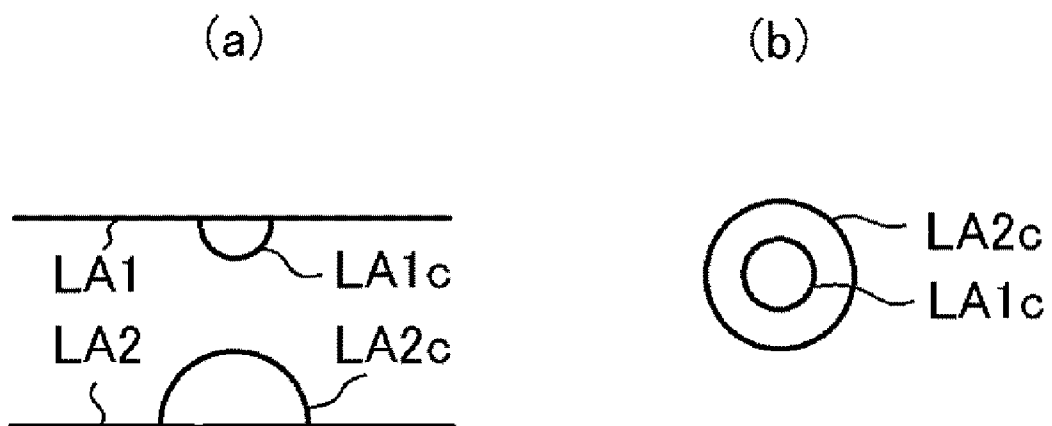
[圖9]



[図11]



[図12]



[圖13]

