

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年6月28日(28.06.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/086263 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 7/02 (2006.01) G02B 13/00 (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/069458
- (22) 国際出願日: 2011年8月29日(29.08.2011)
- (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 2010-286486 2010年12月22日(22.12.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社(Konica Minolta Opto, Inc.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 川崎貴志(KAWASAKI, Takashi) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 山口進(YAMAGUCHI, Susumu) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 福田充広(FUKUDA, Mitsuhiro); 〒1010047 東京都千代田区内神田2丁目5番3号 兎谷ビル1階 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, 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(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

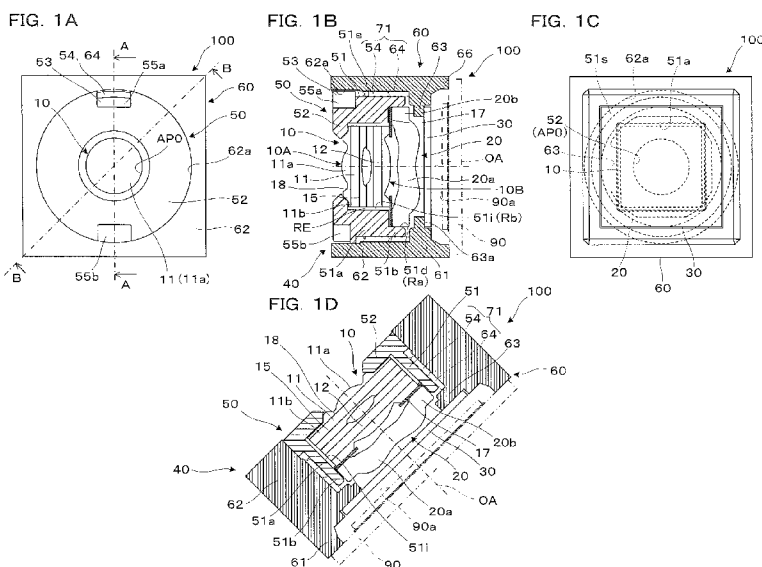
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: IMAGE PICKUP LENS

(54) 発明の名称: 撮像レンズ

[図1]



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an image pickup lens, which can eliminate ghost and flare due to unnecessary light inputted to the frame section of a rectangular lens, even in the case where a circular lens having a relatively large optical surface diameter and the rectangular lens having a relatively small optical surface diameter are assembled. Since the optical surface (20d) and the like of a second lens section (20) is larger than the optical surface (11d) and the like of a first lens section (10), a relatively small outer diameter of a barrel (50) can be obtained. Furthermore, since the first lens section (10) has a first diaphragm (15) and the like, even in the case where the diameter of the optical surface (11d) and the like of the first lens section (10) is smaller than the diameter of the optical surface (20d) and the like of the second lens section (20), ghost and flare due to unnecessary light inputted to the frame section (20b) of the first lens section (10) can be eliminated. Consequently, an image pickup lens (100), which has excellent productivity and achieves excellent image qualities, and which is small and

accurate, can be provided.

(57) 要約:

[続葉有]



光学面径が比較的大きい円形状のレンズと光学面径が比較的小さい矩形形状のレンズとを組み込んだ場合でも、矩形形状のレンズの枠部に入射する不要光に起因するゴーストやフレアーを防止することができる撮像レンズを提供することを目的とする。第2レンズ部20の光学面20d等が、第1レンズ部10の光学面11d等よりも大きいことにより、バレル50の外径を相対的に小さくすることができる。また、第1レンズ部10が第1絞り15等を有することにより、第1レンズ部10の光学面11d等の径が第2レンズ部20の光学面20d等の径よりも小さい場合であっても、第1レンズ部10の枠部20bに入射する不要光に起因するゴーストやフレアーを防ぐことができる。以上のことにより、生産性に優れ小型で精密であり良好な画質を達成する撮像レンズ100を提供できる。

明 細 書

発明の名称 : 撮像レンズ

技術分野

[0001] この発明は、ホルダー内に複数のレンズを組み込んだ撮像レンズ、特にホルダー内に形状タイプの異なる複数のレンズを組み込んだ撮像レンズに関する。

背景技術

[0002] 携帯電話機等に組み込まれる撮像レンズは、結像用のレンズを周囲から保持するようにホルダー内に嵌め込んで固定する構造を有している。

[0003] 上記のような結像用のレンズの製造方法としては、ウェハー状に成形したレンズ（以下、ウェハーレベルレンズとも呼ぶ）を矩形に切り出して個片化するものがある（特許文献1）。この製造方法によれば、一度に多数個のレンズを成形することができるため生産性が向上するが、レンズの取り数を効率的に最大限取るように配置すると、製造されるレンズは矩形形状を有するものとなる。

[0004] 一方、固定焦点型の撮像レンズの製造に際して、ピント調整を行う方法として、円筒状のバレルで円形のレンズを保持し、別途センサーに取り付けられたホルダー本体に対しバレルをネジ嵌合させることで、センサーとレンズとの距離を調整してピントを合わせるものがある（特許文献2）。この方法は、ピントの調整が容易な点で優れた方法である。

[0005] ここで、生産性に優れた矩形のレンズを撮像レンズとして用いる場合も、かかる矩形のレンズを固定したバレルをホルダー本体に対してネジ嵌合させる構造とすることが考えられる。

[0006] しかし、矩形のレンズの外形は、少なくとも光学面径に外接する矩形以上のサイズを有し、かつ筒状のバレルの内径は、レンズ外形に外接する円以上になる。そのため、光学面径を大きくしたい場合、必然的にバレルの内径が大きくなってしまう。なお、円形のレンズをバレルに固定する場合、バレル

の内径は、レンズの光学面径と略等しいサイズとすることができる。

[0007] このような事情から、撮像レンズを構成する複数のレンズのうち光学面径の大きいものを円形のレンズとするとともに、光学面径の小さいものを矩形のレンズとすることが考えられる。これにより、バレルの外径を相対的に小さくすることができるため、撮像レンズの生産性を向上させつつその小型化を図ることができると考えられる。

[0008] しかしながら、矩形のレンズは、外形が矩形であるため、矩形の対角方向に枠部を大きくとることとなる。そのため、矩形のレンズに不要光が入射すると、ゴーストやフレアーの要因になりやすく、画質の劣化を招くという問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2003-329808号公報

特許文献2：特開2008-193140号公報

発明の概要

[0010] 本発明は、光学面径が比較的大きい円形状のレンズと光学面径が比較的小さい矩形状のレンズとを組み込んだ場合でも、矩形状のレンズのフランジ部又は枠部に入射する不要光に起因するゴーストやフレアーを防止することができる撮像レンズを提供することを目的とする。

[0011] 上記課題を解決するため、本発明に係る撮像レンズは、複数のレンズと複数のレンズを保持する円筒状部材とを備える撮像レンズであって、複数のレンズのうち少なくとも1枚は、円形状のレンズであり、複数のレンズのうち少なくとも1枚は、光学面の周囲にフランジ部を有する矩形状のレンズであり、矩形状のレンズの光学面径は、円形状のレンズの光学面径よりも小さく、矩形状のレンズは、絞りを有する。ここで、光学面とは、撮像用の光が透過する面を含み、さらに光学的に使用しない部分である平坦なフランジ部に囲まれた曲率を有する面や、レンズの頂点を含むように三次元測定機（パナソニック製UA3P等）などによる接触式の方法や非接触式の方法を用いて

形状を測定し、光軸法線方向の測定形状を最小自乗法などの方法を用いて〔数 1〕の 20 次以内の係数で近似した時に、近似曲線と測定形状との差異が $10\mu\text{m}$ 以内となる範囲からなる面を含むものである。また、光学面は、レンズ面の有効面を含むものである。レンズ面の有効半径とは、最大像高に結像する全光線のうち最も外側（レンズの光軸から最も離れた位置）を通る光線がこのレンズ面と交わる点から、光軸までの、光軸と垂直方向への距離を意味する。フランジ部は、面取りしたものを含む。具体的には、フランジ部は、光軸に垂直な断面の辺方向の長さに対し、光学面から延びる端面の辺の長さが 90% 以上となっている。円形状のレンズは、外形の一部がカットされたものを含む。具体的には、円形状のレンズの外形が切断され平坦な切欠きを有する I カットタイプ、D カットタイプなどの形状を含む。また、形成された形状自体が I 形状タイプ、D 形状タイプなどの形状も含む。

[0012] 上記撮像レンズでは、円形状のレンズの光学面が、矩形状のレンズの光学面よりも大きいことにより、円筒状部材の外径を相対的に小さくすることができる。これは、矩形状のレンズの方が光学面に対して外形輪郭が大きくなる傾向があるためである。また、矩形状のレンズが絞りを有することにより、矩形状のレンズの光学面径が円形状のレンズの光学面径よりも小さい場合であっても、矩形状のレンズの光学面以外、すなわちフランジ部に入射する不要光に起因するゴーストやフレアーを防ぐことができる。以上のことにより、生産性に優れ小型で精密であり良好な画質を達成する撮像レンズを提供できる。

[0013] 本発明の具体的な側面では、上記撮像レンズにおいて、矩形状のレンズは、2 枚以上のレンズ要素を有する。この場合、複数のレンズ要素によって矩形状のレンズの機能や性能を高めることができる。

[0014] 本発明の別の側面では、2 枚以上のレンズ要素は、円筒状部材に収納される前に接合されて積層されている。この場合、2 枚以上のレンズ要素を予めアライメントした状態で円筒状部材に収納することができる。これにより、矩形のレンズを円筒状部材に精度良く組み込むことができる。

[0015] 本発明のさらに別の側面では、2枚以上のレンズ要素は、光学面の外側に設けられた外縁部同士で直接接合されている。この場合、2枚以上のレンズ要素を光学性能が良好な状態で接合することができる。また、接合されたレンズの間隔を精度良く決めることができる。また、特に矩形状のレンズの場合、複数のレンズを有したウェハーを積層した状態で切断し、積層レンズを作ることが円形状のレンズに比べて容易である。よって、円形状のレンズを積層させるよりも矩形状のレンズを積層させた方がコスト等に優れている。

[0016] 本発明のさらに別の側面では、矩形状のレンズは、以下の条件式(5)

$$0.6 < f_{\text{square}} / f < 2.0 \quad (5)$$

f_{square} : 矩形状のレンズの合成焦点距離

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

を満たす。この場合、条件式の下限を上回ることによって、矩形状のレンズのパワーが強くなり過ぎることによって発生する諸収差を抑えることができる。また、条件式の上限を下回ることによって、矩形状のレンズのパワーが適度に強くなるため、光学全長の短縮が可能となる。

[0017] 本発明のさらに別の側面では、絞りは、2枚以上のレンズ要素の間に挟まれるように配置されている。

[0018] 本発明のさらに別の側面では、絞りは、2枚以上のレンズ要素のうち最も像側の面と、2枚以上のレンズ要素の内部との少なくとも一箇所に配置されている。

[0019] 本発明のさらに別の側面では、絞りの少なくとも1つは、開口絞りであり、開口絞りは、円形状のレンズよりも物体側に設けられている。ここで、開口絞りとは、レンズを通過する軸上光束の直径を制限する絞りを意味する。この場合、開口絞りを円形状のレンズよりも物体側に設けることで、射出瞳位置を物体側に寄せることができ、テレセントリック特性を良好に保つことができる。

[0020] 本発明のさらに別の側面では、絞りは、2枚以上のレンズ要素の接合領域を避けて形成されている。この場合、接合領域と絞りとは干渉しないため、

接合領域の透過性を良くすることができる。これにより、紫外線（UV）接着剤による接合が可能となり、硬化時間を短くすることができ、生産性を向上させることができる。

[0021] 本発明のさらに別の側面では、矩形状のレンズは、ウェハーレンズである。ここで、ウェハーレンズは、複数のレンズを有するウェハーレベルレンズ（ウェハー状母材）を個片化したものであり、ウェハーレベルレンズには、樹脂レンズ部間に光透過基板を挟むものと挟まないものがある。この場合、安価にレンズを多層化することができる。ウェハー状に成形された複数のレンズを積層し、各レンズ同士の光軸を合わせて接合した後に矩形に切り出すことができる。これにより、偏芯誤差が小さく接合された矩形レンズ群を一度に多数個製造することができる。また、レンズ間にスペーサーを介さずに接合することにより、製造コストを抑えることができる。

[0022] 本発明のさらに別の側面では、ウェハーレンズは、光透過基板とこれを挟むように配置された一对の樹脂レンズ部とを有し、一对の樹脂レンズ部は、互いに異なる樹脂で形成されている。この場合、レンズの色収差を良好に補正することができ、画質を向上させることができる。

[0023] 本発明のさらに別の側面では、絞りは、ウェハーレンズを構成する光透過基板と樹脂レンズ部との間に形成されている。この場合、絞りを別部材として後工程で設ける必要がなく、ウェハーレンズの製造時に絞りを設けることができ、製造コストを抑えることができる。

[0024] 本発明のさらに別の側面では、矩形状のレンズは、ガラスモールドレンズである。この場合、温度変化時の焦点位置の変動を抑えることができる。

[0025] 本発明のさらに別の側面では、円形状のレンズの直径は、矩形状のレンズの短辺の長さよりも大きい。この場合、円形状のレンズの光学面を矩形状のレンズの光学面よりもかなり大きなものとすることができ、口径差の大きな複数のレンズを含むレンズ系を省スペースで収納することができる。また、ホルダーのサイズを比較的小さくしやすい円形状のレンズの直径を基準として、撮像レンズ全体を小さくすることができる。また、矩形状のレンズを小

さくすることで、ウェハー状母材から矩形状のレンズを切り出すことができ、レンズ製造の生産性向上が見込める。

[0026] 本発明のさらに別の側面では、円形状のレンズは、矩形状のレンズよりも像側に配置されている。この場合、レンズ系の有効径を像側で相対的に大きくすることができる。

[0027] 本発明のさらに別の側面では、円形状のレンズは、ガラスモールドレンズ及びプラスチックレンズのいずれかである。この場合、円形のレンズをガラスモールドレンズにすることにより、リフロー工程に対応することができる。また、円形のレンズをプラスチックレンズにすることにより、非球面形状を容易に成形することができる。なお、耐熱性樹脂を用いれば、リフロー工程に対応することもできる。

[0028] 本発明のさらに別の側面では、矩形のレンズの切断面の粗さは、以下の条件式（１）及び（２）

$$0.03 [\mu\text{m}] \leq Ra \leq 0.30 [\mu\text{m}] \quad (1)$$

$$0.0 [\mu\text{m}] < Sm \leq 30 [\mu\text{m}] \quad (2)$$

を満たす。ただし、 Ra は、平均線からの測定平面の法線方向のプロファイル変位量の算術的平均値であって、以下の式（３）

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |z(x)| dx \quad (3)$$

L ：評価長さ

$Z(x)$ ：プロファイル

で与えられ、 Sm は、評価長さ内での平均線をまたぐ山の平均間隔であって、以下の式（４）

$$Sm = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Si \quad (4)$$

Si ：平均線をまたぐ山の間隔

n ：山の数

で与えられる。

[0029] 切断面の面粗さが、上記条件式（１）の下限を上回ること、切断面で発生する全反射による迷光を低減させることができる。また、上記条件式（１）の上限を下回ること、切断面の起伏が過度になることを防止し、粗さの不均一による加工精度の低下を抑え、切断部でのチッピングの発生を低減させることができる。さらに、上記条件式（２）の上限を下回ること、粗さの振幅を小さくでき、迷光が入射した際に、切断面で均一に散乱させることができ、高強度のゴーストの発生を防止できる。

[0030] 本発明のさらに別の側面では、円筒状部材を光軸のまわりの相対的回転にともなって光軸方向に移動可能に支持するホルダー本体をさらに備える。この場合、円筒状部材をホルダー中のバレルとして光軸方向に移動させることにより、撮像レンズのピント調整が容易になる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]（Ａ）は、第１実施形態に係る撮像レンズの物体側の端面図であり、（Ｂ）は、撮像レンズのＡＡ矢視断面図であり、（Ｃ）は、撮像レンズの像側の端面図であり、（Ｄ）は、撮像レンズのＢＢ矢視断面図である。

[図2]（Ａ）は、比較的像側から見た撮像レンズの分解斜視図であり、（Ｂ）は、比較的物体側から見た撮像レンズの分解斜視図である。

[図3]バレル及びこれに収納されたレンズを説明する拡大断面図である。

[図4]（Ａ）、（Ｂ）は、レンズ要素の側面の切断プロファイルの一例を示した模式図である。

[図5]（Ａ）は、レンズ中の絞りの配置を説明する部分拡大断面図であり、（Ｂ）は、絞りの配置を説明する正面図である。

[図6]バレルへのレンズの取り付けを説明する部分分解斜視図である。

[図7]（Ａ）～（Ｈ）は、第１実施形態に係る撮像レンズのうち第１レンズ部の製造方法について説明する図である。

[図8]（Ａ）～（Ｃ）は、第１実施形態に係る撮像レンズのうち第２レンズ部の製造方法について説明する図である。

[図9]実施例１の撮像レンズの構成図である。

[図10] (A) は、実施例1の撮像レンズの球面収差図であり、(B) は、非点収差図であり、(C) は、歪曲収差図である。

[図11] (A) は、第2実施形態に係る撮像レンズの物体側の端面図であり、(B) は、撮像レンズのA A矢視断面図であり、(C) は、撮像レンズの像側の端面図であり、(D) は、撮像レンズのB B矢視断面図である。

[図12] 第2実施形態の撮像レンズの部分拡大断面図である。

[図13] (A) ～ (H) は、第2実施形態に係る撮像レンズのうち第1レンズ部の製造方法について説明する図である。

[図14] (A) ～ (C) は、第2実施形態に係る撮像レンズのうち第2レンズ部の製造方法について説明する図である。

[図15] 実施例2の撮像レンズの構成図である。

[図16] (A) は、実施例2の撮像レンズの球面収差図であり、(B) は、非点収差図であり、(C) は、歪曲収差図である。

[図17] 実施例3の撮像レンズの構成図である。

[図18] (A) は、実施例3の撮像レンズの球面色収差図であり、(B) は、非点収差図であり、(C) は、歪曲収差図である。

[図19] (A) は、第3実施形態に係る撮像レンズのうちバレル等の断面図であり、(B) は、バレル等の像側端面図である。

[図20] (A) は、第1レンズ部のうち第2レンズ要素の像側端面図であり、(B) は、第2レンズ要素のD D矢視断面図であり、(C) は、第2レンズ要素の側面図である。

[図21] (A) は、第2レンズ部の物体側端面図であり、(B) は、第2レンズ部の側面図であり、(C) は、第2レンズ部のE E矢視断面図である。

[図22] 第2レンズ要素と第2レンズ部との嵌合を説明する斜視図である。

[図23] (A) は、第4実施形態に係る撮像レンズのうちバレル等の断面図であり、(B) は、バレル等の像側端面図である。

[図24] 第5実施形態に係る撮像レンズの側方断面図である。

[図25] (A) は、第6実施形態に係る撮像レンズの物体側の端面図であり、

(B)は、撮像レンズのA A矢視断面図であり、(C)は、撮像レンズの像側の端面図であり、(D)は、撮像レンズのB B矢視断面図である。

[図26]実施例4の撮像レンズの構成図である。

[図27](A)は、実施例4の撮像レンズの球面収差図であり、(B)は、非点収差図であり、(C)は、歪曲収差図である。

発明を実施するための形態

[0032] [第1実施形態]

以下、図面を参照して、本発明の第1実施形態に係る撮像レンズの構造について説明する。

[0033] 図1(A)～図1(D)、図2等に応示するように、撮像レンズ100は、矩形の組レンズである第1レンズ部10と、円形の単レンズである第2レンズ部20と、矩形のフィルター30と、第1及び第2レンズ部10、20等を位置決めして保持するホルダー40とを備える。ここで、ホルダー40は、内側に配置される円筒状の部材であるバレル50と、外側に配置される四角柱状の部材であるホルダー本体60とを備える。第1及び第2レンズ部10、20は、バレル50内に支持されて固定されており、バレル50は、ホルダー本体60内に暫定的に可動な状態で収納されている。

[0034] 図1(A)～図1(D)、図3に示すように、第1レンズ部10は、矩形状のレンズであり、平面視方形の輪郭を有しており、四角柱状の側面を有している。第1レンズ部10は、多数のレンズを2次元的に配列した一対のウェハーレベルレンズ(ウェハー状母材)を積層し、レンズ間をダイシングによって切断して個片化することによって得られる。このように個片化されたレンズは、ウェハーレンズ又は矩形状のレンズと呼ばれる。第1レンズ部10は、物体側の第1レンズ要素11と、像側の第2レンズ要素12と、第1レンズ要素11内に組み込まれた第1絞り15及び第3絞り18(図5(A)参照)と、第1及び第2レンズ部10、20間に配置される第2絞り17とを有する。

[0035] 第1レンズ部10のうち物体側の第1レンズ要素11は、光軸OA周辺の

中央側に設けられた円形輪郭のレンズ本体 1 1 a と、このレンズ本体 1 1 a の周辺に延在する方形輪郭の枠部 1 1 b とを有する。レンズ本体 1 1 a は、例えば光軸 O A を含んだ断面が非球面形状のレンズ部であり、一对の光学面 1 1 d, 1 1 f を有している。一方、枠部 1 1 b は、フランジ部であり、周辺に拡張された光学面と一体に成形された斜面（以下、光学斜面と言う） 1 1 e と、一对の平坦面 1 1 g, 1 1 h と、側面 1 1 j とを有している。ここで、枠部 1 1 b に設けた光学斜面 1 1 e は、レンズ本体 1 1 a の光学面 1 1 d の外側、すなわち有効径外にあるが、第 1 レンズ要素 1 1 の光軸 O A に水平な方向だけでなく光軸 O A に垂直な方向のアライメントを可能にするため、光学面 1 1 d と同等の形状精度で曲面の鏡面に形成されている。なお、一对の平坦面 1 1 g, 1 1 h は、光軸 O A に垂直で平坦な鏡面となっている。一方、側面 1 1 j は、ダイシングによる切断面であり、非鏡面すなわち粗面となっている。なお、枠部 1 1 b に、面取りを設けてもよい。この場合、枠部 1 1 b は、光軸 O A に垂直な断面の辺方向の長さに対し、光学面 1 1 d, 1 1 f から延びる端面である平坦面 1 1 g, 1 1 h の辺の長さが 90% 以上となっている。

[0036] 第 1 レンズ要素 1 1 は、ガラス製の光透過基板 8 1 が樹脂製の第 1 レンズ層 8 2 a 及び第 2 レンズ層 8 2 b で挟まれた複合レンズである。第 1 レンズ層 8 2 a 及び第 2 レンズ層 8 2 b は、樹脂レンズ部であるが、リフロー処理の熱によって変形、変質等しないような耐熱性や化学的耐久性を有する。なお、第 2 レンズ層 8 2 b は、第 1 レンズ層 8 2 a を形成する樹脂材料とは異なる種類の樹脂材料で形成されているが、両レンズ層 8 2 a, 8 2 b を同一の樹脂材料で形成することもできる。

[0037] 像側の第 2 レンズ要素 1 2 は、光軸 O A 周辺の中央側に設けられる円形輪郭のレンズ本体 1 2 a と、このレンズ本体 1 2 a の周辺に延在する方形輪郭の枠部 1 2 b とを有する。レンズ本体 1 2 a は、例えば光軸 O A を含んだ断面が非球面形状のレンズ部であり、一对の光学面 1 2 d, 1 2 f を有している。一方、枠部 1 2 b は、一对の平坦面 1 2 g, 1 2 h と、側面 1 2 j とを

有している。なお、一对の平坦面 1 2 g, 1 2 h は、光軸 O A に垂直で平坦な鏡面となっている。一方、側面 1 2 j は、ダイシングによる切断面であり、非鏡面すなわち粗面となっている。

[0038] 第 2 レンズ要素 1 2 は、ガラス製の光透過基板 8 3 が樹脂製の第 1 レンズ層 8 4 a 及び第 2 レンズ層 8 4 b で挟まれた複合レンズである。第 1 レンズ層 8 4 a 及び第 2 レンズ層 8 4 b は、樹脂レンズ部であるが、リフロー処理の熱によって変形、変質等しないような耐熱性や化学的耐久性を有する。なお、第 2 レンズ層 8 4 b は、第 1 レンズ層 8 4 a を形成する樹脂材料とは異なる種類の樹脂材料で形成されているが、両レンズ層 8 4 a, 8 4 b を同一の樹脂材料で形成することもできる。第 1 及び第 2 レンズ層 8 4 a, 8 4 b の少なくとも一方を第 1 レンズ要素 1 1 の第 1 及び第 2 レンズ層 8 2 a, 8 2 b の少なくとも一方と同じ材料としてもよいし、第 1 及び第 2 レンズ層 8 4 a, 8 4 b を第 1 レンズ要素 1 1 の第 1 及び第 2 レンズ層 8 2 a, 8 2 b とは異なる材料としてもよい。

[0039] 以上の第 1 レンズ要素 1 1 と第 2 レンズ要素 1 2 とは、それぞれの外縁部である枠部 1 1 b, 1 2 b で接着されている。つまり、両枠部 1 1 b, 1 2 b の平坦面 1 1 h, 1 2 g 間には、接着剤が充填されて硬化しており、接着剤が両レンズ要素 1 1, 1 2 を相互に固定している。なお、第 1 レンズ要素 1 1 と第 2 レンズ要素 1 2 とは、ダイシングの前のウェハーレベルレンズの状態マーク等を利用してアライメントされて接合されており、ダイシング後もウェハーレンズとして位置関係が保たれたまま互いに固定されている。

[0040] 以上の第 1 レンズ部 1 0 において、第 1 レンズ要素 1 1 のうち、光学面 1 1 d と光学斜面 1 1 e と平坦面 1 1 g とを含む物体側の表面は、第 1 表面部 1 0 A を形成している。また、第 2 レンズ要素 1 2 のうち、光学面 1 2 f と平坦面 1 2 h とを含む像側の表面は、第 2 表面部 1 0 B を形成している。つまり、第 1 レンズ部 1 0 は、互いに対向する第 1 表面部 1 0 A と第 2 表面部 1 0 B とを有し、表面部 1 0 A, 1 0 B 間に全体として四角筒状の外形をなす側面 1 1 j, 1 2 j を有する。

[0041] また、矩形状のレンズである第1レンズ部10は、以下の条件式(5)

$$0.6 < f_{\text{square}} / f < 2.0 \quad (5)$$

f_{square} : 前記矩形状の第1レンズ部10の合成焦点距離

f : 撮像レンズ100全系の焦点距離

を満たす。

[0042] また、第1レンズ部10を構成する第1及び第2レンズ要素11, 12の側面11j, 12jは、粗面化されているが、側面11j, 12jすなわちダイシングによる切断面の粗さは、以下の条件式(1)及び(2)

$$0.03 [\mu\text{m}] \leq Ra \leq 0.30 [\mu\text{m}] \quad (1)$$

$$0.0 [\mu\text{m}] < Sm \leq 30 [\mu\text{m}] \quad (2)$$

を満たしている。ここで、 Ra は、平均線からの測定平面の法線方向のプロファイル変位量の算術的平均値であって、以下の式(3)

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |z(x)| dx \quad (3)$$

L : 評価長さ

$z(x)$: プロファイル

で与えられる。また、 Sm は、評価長さ内での平均線をまたぐ山の平均間隔であって、以下の式(4)

$$Sm = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Si \quad (4)$$

Si : 平均線をまたぐ山の間隔

n : 山の数

で与えられる。

[0043] 側面11j, 12jは、上記条件式(1)、(2)を満足する面粗さとなるように、使用するダイシングブレードの砥粒の粒径、回転速度及び送り速度が設定されて切断される。このような面粗さを実現できるダイシングブレードの砥粒の粒径、回転速度及び送り速度は、予め実験等で決められたものである。

[0044] なお、第1及び第2レンズ要素11, 12の側面11j, 12jの面粗さが、上記条件式(1)の下限を上回ること、側面11j, 12jで発生する全反射による迷光を低減させることができる。また、上記条件式(1)の上限を下回ること、側面11j, 12jの起伏が過度になることを防止し、粗さの不均一による加工精度の低下を抑え、側面11j, 12jの加工の際にチッピングの発生を低減させることができる。

[0045] さらに、上記条件式(2)の上限を下回ること、粗さの振幅を小さくでき、迷光が入射した際に、側面11j, 12jで均一に散乱させることができ、高強度のゴーストの発生を防止できる。

[0046] 図4(A)及び図4(B)は、第1及び第2レンズ要素11, 12の側面11j, 12jの切断プロファイルの一例を示した模式図である。平均線は、この線で囲まれてできる上下の面積を等しくするように引いた線であり、通常は最小自乗法(LS法)が適用される。なお、図4(A)及び図4(B)では、X軸が平均線に相当する。また、図4(A)は、評価長さLを示しており、図4(B)は、山の平均間隔 S_m を求める際の、平均線をまたぐ山の間隔 S_i の求め方を示している。

[0047] 図1(A)～図1(D)、図3に戻って、第2レンズ部20は、光軸OA周辺の中央側に設けられた円形輪郭のレンズ本体20aと、このレンズ本体20aの周辺に延在する環状の枠部20bとを有する。第2レンズ部20は、接着剤によってホルダー40(図1参照)のバレル50に固定されている。レンズ本体20aは、例えば光軸OAを含んだ断面が非球面形状のレンズ部であり、一对の光学面20d, 20fを有している。一方、枠部20bは、一对の平坦面20g, 20hと、側面20jとを有している。なお、一对の平坦面20g, 20hは、光軸OAに垂直で平坦な鏡面となっており、側面20jは、光軸OAに平行で円筒状の鏡面となっている。側面20jについては、例えばゲート跡等を除去した切欠きを有するものとできる。平坦な切欠きを側面20jの1箇所、2箇所、3箇所、4箇所、5箇所、6箇所、7箇所、8箇所、9箇所、10箇所、11箇所、12箇所に有する第2レンズ部20は、Dカットタイプと呼ばれ、平坦な切欠きを側面20jの2箇所に有する第2レンズ部20は

、１カットタイプと呼ばれる。このような輪郭形状を有していてもバレル５０に支障なく固定することができる。

[0048] 第２レンズ部２０は、全体として樹脂で形成されており、例えば射出成形によって形成される。第２レンズ部２０は、リフロー処理の熱によって変形、変質等しないような耐熱性や化学的耐久性を有する素材を用いてもよい。

[0049] 以上において、円形状の第２レンズ部２０の光学面２０ｄ，２０ｆは、矩形状の第１レンズ部１０を構成する第１及び第２レンズ要素１１，１２の光学面１１ｄ，１１ｆ，１２ｄ，１２ｆや光学斜面１１ｅよりも大きな直径を有する。また、第２レンズ部２０の直径は、第１レンズ部１０を構成する第１及び第２レンズ要素１１，１２の対角長よりも大きくなっている。つまり、第２レンズ部２０の直径は、第１レンズ部１０の短辺の長さよりも大きくなっている。

[0050] 図５（Ａ）等に示すように、第１絞り１５は、第１レンズ部１０の第１レンズ要素１１内において、光透過基板８１と第２レンズ層（樹脂レンズ部）８２ｂとの境界に形成されている。第１絞り１５は、輪帯層状の遮光体であり、光透過基板８１上に非透過性の無機又は有機材料によって形成される。図５（Ｂ）に示すように、第１絞り１５は、レンズ本体１１ａの直径すなわちレンズ本体１１ａの「光透過基板８１と第２レンズ層８２ｂとの境界における有効領域」である有効領域ＥＡに略対応する直径を有する開口ＡＰ１を有する。第１絞り１５は、枠部１１ｂの全体に亘って形成されておらず、光透過基板８１と第２レンズ層８２ｂとの境界（接合部）のうち中央側領域Ａ１にのみ形成されている。つまり、光透過基板８１と第２レンズ層８２ｂとの境界のうち周辺側領域Ａ２は、光を透過させる可能性があるが、第２絞り１７等によって十分な遮光が確保されており、迷光の問題は発生しない。これにより全面に絞りを形成するよりもコストや手間を省くことができる。ただし、当然矩形の隅を含めた周辺全面に絞りを形成してもよい。

[0051] なお、第１絞り１５は、第１レンズ部１０内に限らず、第２レンズ部２０内に形成することができる。さらに、第１絞り１５は、光透過基板８３と第

1 レンズ層 8 4 a との間もしくは、光透過基板 8 3 と第 2 レンズ層 8 4 b との間に形成することができる。

[0052] 第 3 絞り 1 8 は、第 1 レンズ部 1 0 の第 1 レンズ要素 1 1 内において、第 1 レンズ層（樹脂レンズ部） 8 2 a と光透過基板 8 1 との境界に形成されている。つまり、第 3 絞り 1 8 は、第 2 レンズ部 2 0 よりも物体側に設けられている。第 3 絞り 1 8 は、レンズ本体 1 1 a の直径すなわちレンズ本体 1 1 a の「光透過基板 8 1 と第 1 レンズ層 8 2 a との境界における有効領域」である有効領域 E A に略対応する直径を有する開口 A P 3 を有する。第 3 絞り 1 8 は、開口絞り部として機能している。なお、第 3 絞り 1 8 の材料、構造等は、第 1 絞り 1 5 と同様であるため説明を省略する。

[0053] 図 3 に戻って、第 2 絞り 1 7 は、第 1 レンズ部 1 0 と第 2 レンズ部 2 0 との間に配置されている。第 2 絞り 1 7 は、金属等で形成された輪帯板状の遮光体である。第 2 絞り 1 7 は、レンズ本体 1 2 a 又はレンズ本体 2 0 a の直径に略対応する直径を有する開口 A P 2 を有する。また、第 2 絞り 1 7 は、第 2 レンズ部 2 0 の外径と同一の外径を有する。なお、第 2 絞り 1 7 は、第 1 レンズ部 1 0 の第 2 レンズ要素 1 2 の平坦面 1 2 h に当接して光軸 O A に平行な方向に規制されている。

[0054] 図 1 に示すように、フィルター 3 0 は、平行平板状の光学素子であり、第 2 レンズ部 2 0 の像側に配置される。フィルター 3 0 は、接着剤によってホルダー 4 0 を構成するホルダー本体 6 0 に固定されている。フィルター 3 0 は、第 1 及び第 2 レンズ部 1 0, 2 0 を通過した赤外光線等が固体撮像デバイス 9 0 に入射することを防止する役割を有する。

[0055] 図 1 (A) ~ 図 1 (D)、図 3 に示すように、ホルダー 4 0 を構成するバレル 5 0 は、円筒状部材であり、光軸 O A に沿って延びる側壁部 5 1 と、光軸 O A に垂直に延びる底部 5 2 とを備える。バレル 5 0 は、全体としてレンズ部 1 0, 2 0 を嵌め込んで保持するための収納空間 R E を形成している。収納空間 R E の浅い側すなわち像側には、第 2 レンズ部 2 0 を収納するための第 1 の凹部 R a が設けられており、収納空間 R E の深い側すなわち物体側

には、第1レンズ部10を収納するための第2の凹部Rbが設けられている。

[0056] 側壁部51において、第1の凹部Raに対応する内壁51dは、第2レンズ部20の側面20jに密着することによって、第2レンズ部20を光軸OAに垂直な方向に関して精密にアライメントする。一方、第2の凹部Rbに対応する内壁51iは、第1レンズ部10の側面11j, 12jに対向するが、互いに離間している。

[0057] 側壁部51の外周側面には、雄ネジからなるネジ部54が形成されている。ネジ部54は、図1(A)等を示すホルダー本体60との連結時に、ホルダー本体60の内周側面に形成されている雌ネジからなるネジ部64(図2参照)と螺合する。このネジ部54は、第2の凹部Rbに対応する肉厚部51aの外周側面にのみ形成されており、第1の凹部Raに対応する肉薄部51bの外周側面には形成されていない。このように、肉薄部51bは、外周側面にネジ部54を有しておらず、高精度の成形が可能だけでなく、バレル50をホルダー本体60にねじ込んで固定する際に、ホルダー本体60から作用を受けて変形することを防止でき、第2レンズ部20の固定精度を高めることができる。なお、肉厚部51aは、その十分な肉厚によってホルダー本体60から作用を受けても殆ど変形しないので、第1レンズ部10の固定精度を高く維持できる。

[0058] 底部52の中央には、円形の開口APOが形成されている。本実施形態では、図3中の部分拡大図に示すように、底部52の開口APOの周囲に設けた縁部52eの内側に外の物体側に向けて径が減少する斜面52dを設けている。一方、第1レンズ部10の物体側の表面には、環状の突起11pが形成されている。この突起11pは、光学面11d及び光学斜面11eの外周部として外側に向かって窪むテーパ状の斜面11kを有する。この結果、第1レンズ部10をバレル50の第2の凹部Rb内に収納すると、縁部52eの斜面52dに第1レンズ部10の斜面11kが当接して、第1レンズ部10が光軸OAに平行な方向に関して支持されるとともに、第1レンズ部1

0が光軸OAに垂直な方向に関しても精密にアライメントされるように設計されている。つまり、縁部52eは、絞りとしての機能だけでなく、側面11j, 12jの加工精度が低い第1レンズ部10を光軸OAに垂直な方向に関して精密に位置決めするための位置決め部となっている。なお、縁部52eには、バレル50に収納する際の第1レンズ部10の傾き防止のため、底面52aから突起する凸部52pが設けられている。凸部52pは、底面52aに沿って環状に形成されるものであってもよいが、底面52aに沿った複数箇所に形成される複数の突起とすることもできる。さらに、縁部52eの内径すなわち開口APOのサイズは、図示の例に限らず、第1レンズ部10のレンズ本体11aの有効領域EA（図5（B）参照）に近いより小径のものとすることもできる。

[0059] バレル50の底部52側の外周には、フランジ状の拡張部53が形成されており、拡張部53には、一对の切欠き状の窪み55a, 55bが形成されており、バレル50をホルダー本体60にねじ込んで回転させる工具の一对の爪が挿入される。なお、拡張部53は、その外径がホルダー本体60を構成する後述する側壁部62の内径と略一致しており、バレル50をホルダー本体60にねじ込んで固定する際に側壁部62内に嵌合するように収納される（図1参照）。

[0060] 図1（A）～図1（D）に戻って、ホルダー本体60は、環状の本体部分61と、光軸OAに沿って延びる側壁部62とを備える。本体部分61には、内径を減少させた段差部63が設けられている。段差部63は、底面63aでフィルター30を支持して固定できるようになっている。また、本体部分61の端部66は、固体撮像デバイス90を光軸OA方向やこれに垂直な方法に関してアライメントして固定できるようになっている。固体撮像デバイス90は、CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 型又はCCD (Charge Coupled Device) 型のイメージセンサーである。本実施形態の撮像レンズ100は、後述するように第1及び第2レンズ部10, 20等をホルダー40内で適正に配置できるので、固体撮像デバイス90の結像面90

a上に適正な結像を行うことができる。

[0061] 側壁部62の内周側面には、雌ネジからなるネジ部64が形成されている。ネジ部64は、バレル50との連結時に、バレル50の外周側面に形成されている雄ネジからなるネジ部54と螺合する。これらのネジ部54, 64は、バレル50とホルダー本体60との間に介在するネジ嵌合機構71であり、バレル50をホルダー本体60に対して回転させることによってバレル50のホルダー本体60に対する位置を光軸OAに沿って微動させるピント調整又はフォーカス調整を可能にする。なお、側壁部62の端部側には、バレル50の拡径部53を収納するためにネジ部64が形成されていない。

[0062] 以下、図6、図1(A)～図1(D)等を参照して、撮像レンズ100の作製又は組み立てについて説明する。まず、バレル50を用意して、第2の凹部Rbに予め準備した第1レンズ部10を挿入する。この際、バレル50の縁部52e及び凸部52p(図3参照)によって第1レンズ部10が光軸OAに対して平行及び垂直な方向に関してアライメントされる。次に、バレル50の第1の凹部Raに第2絞り17を挿入する。この際、第2絞り17は、バレル50の第1の凹部Raによって光軸OAに対して垂直な方向に関してアライメントされるとともに、第1レンズ部10によって光軸OAに対して平行な方向に関するアライメントされる。次に、バレル50の第1の凹部Raに第2レンズ部20を挿入する。この際、第2レンズ部20は、バレル50の第1の凹部Raによって光軸OAに対して垂直な方向に関してアライメントされるとともに、第1レンズ部10及び第2絞り17によって光軸OAに対して平行な方向に関するアライメントされる。その後、第2レンズ部20の周囲を接着剤でバレル50に固定する。

[0063] 次に、別途用意したホルダー本体60にフィルター30を接着剤で固定する。その後、ホルダー本体60の側壁部62の先端からバレル50の側壁部51の先端側をねじ込む。これにより、ネジ部54, 64が螺合し、バレル50の相対的な回転にともなって、バレル50とホルダー本体60との光軸OA方向に関する相対位置が調整可能になる。

[0064] 次に、ホルダー本体 60 に固体撮像デバイス 90 を接着剤で固定する。その後、窪み 55 a, 55 b を利用してバレル 50 のみを回転させることで、バレル 50 の位置を光軸 OA 方向に関して微調整する。バレル 50 のホルダー本体 60 や固体撮像デバイス 90 に対する位置調整が完了した段階で、一方の窪み 55 a に接着剤を充填して硬化させることで、バレル 50 がホルダー本体 60 に対して固定される。なお、接着剤は、窪み 55 に、又は拡径部 53 の内側面と側壁部 62 の内面 62 a との（微小）間隙に充填してもよい。

[0065] 以下、図 7（A）～図 7（H）を参照して、第 1 レンズ部 10 の製造方法の一例について説明する。第 1 レンズ部 10 は、例えばウェハーレベルレンズを積層してダイシングすることによって得る。

[0066] まず、第 1 レンズ部 10 のうち第 1 レンズ要素 11 を含む第 1 ウェハーレベルレンズ 1100 を作製する。図 7（A）に示すように、第 3 絞り 18、第 1 絞り 15 として、ガラス製の平行平板 LS1 の両面に遮光性を有する薄膜（ブラックレジストなど）を形成する。平行平板 LS1 は、第 1 レンズ部 10 の光透過基板 81 に対応する。

[0067] 次に、図 7（B）に示すように、第 3 絞り 18 を形成した側の平行平板 LS1 の面上に樹脂材料を供給又は塗布する。その後、マトリクス状もしくは 1 列に複数の第 1 転写面 TS1 を並べた第 1 金型 MA1 を降下させ、平行平板 LS1 と第 1 金型 MA1 との間に樹脂材料を挟んだ状態で光照射又は加熱により樹脂材料を硬化させる。この際、第 3 絞り 18 が第 1 金型 MA1 の第 1 転写面 TS1 に干渉しないようにアライメントする。なお、第 1 金型 MA1 は、その端面に第 1 レンズ要素 11 の光学面 11 d に対応する上述の第 1 転写面 TS1 と、光学斜面 11 e、平坦面 11 g に対応する第 2 転写面 TS2 とを有する。これにより、第 1 レンズ層 82 a が成形される。

[0068] 次に、図 7（C）に示すように、第 1 金型 MA1 と樹脂材料を密着させた状態、すなわち離型しない状態で、平行平板 LS1 を反転させる。第 1 絞り 15 を形成した側の平行平板 LS1 の面上に樹脂材料を供給又は塗布する。

その後、マトリクス状もしくは1列に複数の第3転写面TS3を並べた第2金型MA2を降下させ、平行平板LS1と第2金型MA2との間に樹脂材料を挟んだ状態で光照射又は加熱により樹脂材料を硬化させる。この際、光学面11dの光軸OAと光学面11fの光軸OAとが互いに一致するようにアライメントする。なお、第2金型MA2は、その端面に第1レンズ要素11の光学面11fに対応する上述の第3転写面TS3と、平坦面11hに対応する第4転写面TS4とを有する。これにより、第2レンズ層82bが成形される。

[0069] 次に、図7(D)に示すように、第1及び第2金型MA1, MA2を第1及び第2レンズ層82a, 82bから離型する。これにより、平行平板LS1の一方の面に光学面11dがアレイ状に形成され、他方の面に光学面11fがアレイ状に形成された第1ウェハーレベルレンズ1100を得る。なお、平行平板LS1の両面に、各工程において順に第1及び第3絞り15, 18、第1及び第2レンズ層82a, 82bを形成したが、平行平板LS1の一方の面に第3絞り18及び第1レンズ層82aを形成した後に、他方の面に第1絞り15及び第2レンズ層82bを形成してもよい。

[0070] 次に、第2レンズ要素12を含む第2ウェハーレベルレンズ1200を製作する。第2ウェハーレベルレンズ1200は、第1ウェハーレベルレンズ1100と同様に製造するため、説明を簡略化する。ここで、第2ウェハーレベルレンズ1200には、平行平板LS2の両面に第1及び第3絞り15, 18が形成されていない。なお、平行平板LS2は、第1レンズ部10の光透過基板83に対応する。

[0071] まず、図7(E)に示すように、第2レンズ要素12の光学面12dに対応する第5転写面TS5と、平坦面12gに対応する第6転写面TS6とを有する第3金型MA3を用いて、第1レンズ層84aを成形する。その後、第2レンズ要素12の光学面12fに対応する第7転写面TS7と、平坦面12hに対応する第8転写面TS8とを有する第4金型MA4を用いて、第2レンズ層84bを成形する。

[0072] 次に、図7（F）に示すように、第3及び第4金型MA3，MA4を第1及び第2レンズ層84a，84bから離型する。これにより、平行平板LS2の一方の面に光学面12dがアレイ状に形成され、他方の面に光学面12fがアレイ状に形成された第2ウェハーレベルレンズ1200を得る。

[0073] 次に、図7（G）に示すように、光学面11d，11fの光軸OAと光学面12d，12fの光軸OAとが互いに一致するように、第1ウェハーレベルレンズ1100と、第2ウェハーレベルレンズ1200とを積層し、積層体CX1を作製する。光軸合わせを行う手段として、例えば第1ウェハーレベルレンズ1100の面上及び第2ウェハーレベルレンズ1200の面上に他の部分と明るさの異なる特徴点として観察される位置基準マーク（例えば、金型の転写面に微細な凹部を形成し、成形時に転写することによって形成される凸部など）を付与し、それらを光学的に観察する。これにより、観察座標系内における特徴点の位置を算出し、それらが合致するように位置調整を行う。なお、積層する際に、第1レンズ要素11の枠部11bの平坦面11hに相当する部分と、第2レンズ要素12の枠部12bの平坦面12gに相当する部分との間に接着剤が充填されている。

[0074] 次に、図7（H）に示すように、一点鎖線示すダイシングラインDXに沿って、積層体CX1をダイシングする。ダイシングされ個片化された第1レンズ部10の外形は、矩形状となる。積層体CX1から第1レンズ部10を切り出すことにより、高精細な画像を形成できるレンズを安価に量産することができる。

[0075] 以下、図8（A）～図8（C）を参照して、第2レンズ部20の製造方法の一例について説明する。第2レンズ部20は、例えば射出成形によって作製する。

[0076] まず、図8（A）に示すように、第5金型MA5と第6金型MA6とを型閉じ及び型締めする。これにより、第2レンズ部20を成形するための型空間CAが形成される。なお、第5金型MA5の端面には、第2レンズ部20の光学面20dに対応する第9転写面TS9と、平坦面20gに対応する第

10 転写面 TS10 とが形成されている。また、第6金型 MA6 の端面には、第2レンズ部 20 の光学面 20 f に対応する第11 転写面 TS11 と、平坦面 20 h に対応する第12 転写面 TS12 とが形成されている。また、第5及び第6金型 MA5、MA6 を型閉じした状態において、型空間 CA には、第2レンズ部 20 の枠部 20 b の側面 20 j に対応する第13 転写面 TS13 が形成されている。型空間 CA の外形は円形状となっている。

[0077] 次に、図8 (B) に示すように、第5金型 MA5 と第6金型 MA6 とを相対的に離間させる。

[0078] その後、図8 (C) に示すように、第5金型 MA5 に残った第2レンズ部 20 を突き出し機構などを用いて第5金型 MA5 から離型させ、第2レンズ部 20 を得る。

[0079] 本実施形態の撮像レンズ 100 では、円形状のレンズである第2レンズ部 20 の光学面 20 d、20 f が、矩形状のレンズである第1レンズ部 10 の光学面 11 d、11 f、12 d、12 f よりも大きいことにより、円筒状部材であるバレル 50 の外径を相対的に小さくすることができる。また、第1レンズ部 10 が第1絞り 15 等を有することにより、第1レンズ部 10 の光学面 11 d、11 f、12 d、12 f の径が第2レンズ部 20 の光学面 20 d、20 f の径よりも小さい場合であっても、第1レンズ部 10 の光学面 11 d、11 f、12 d、12 f 以外、すなわち枠部 20 b に入射する不要光に起因するゴーストやフレアーを防ぐことができる。以上のことにより、生産性に優れ小型で精密であり良好な画質を達成する撮像レンズ 100 を提供できる。

実施例 1

[0080] 以下に、撮像レンズ 100 を数値的に規定した実施例 1 について説明する。以下の表 1 及び表 2 は、実施例 1 の撮像レンズ 100 のレンズデータを示す。

〔表 1〕

SURF DATA

面番号	r	d	nd	vd
OBJ	INFINITY	1e+018		
1*	1.0041	0.3240	1.51389	56.52
ST0	INFINITY	0.3000	1.47400	65.19
3	INFINITY	0.0900	1.57207	34.88
4*	2.8863	0.3300		
5*	-3.0151	0.0680	1.57207	34.88
6	INFINITY	0.3000	1.47400	65.19
7	INFINITY	0.3100	1.51389	56.52
8*	-9.0582	0.2400		
9*	1.4727	0.6406	1.54470	56.15
10*	1.3542	0.3000		
11	INFINITY	0.2500	1.51633	64.14
12	INFINITY	0.3862		
IMG	INFINITY	0.0000		

ASPHERICAL SURFACE

第1面

K=2.11950e-001, A4=-3.36820e-002, A6=1.09180e-001, A8=-4.59760e-001,
A10=4.88870e-001, A12=0.00000e+000, A14=0.00000e+000,
A16=0.00000e+000, A18=0.00000e+000, A20=0.00000e+000

第4面

K=6.50700e+000, A4=3.90260e-002, A6=-4.65530e-001, A8=1.89310e+000,
A10=-4.60100e+000, A12=0.00000e+000, A14=0.00000e+000,
A16=0.00000e+000, A18=0.00000e+000, A20=0.00000e+000

第5面

K=2.33670e+001, A4=-9.60730e-002, A6=-3.40700e-001, A8=-9.75880e-001,
A10=7.47130e+000, A12=-1.78970e+001, A14=0.00000e+000,
A16=0.00000e+000, A18=0.00000e+000, A20=0.00000e+000

第 8 面

$K=-2.78000e+002$, $A4=-5.42470e-001$, $A6=5.87090e-001$, $A8=-2.67140e-001$,
 $A10=-1.32790e-001$, $A12=1.83760e-001$, $A14=0.00000e+000$,
 $A16=0.00000e+000$, $A18=0.00000e+000$, $A20=0.00000e+000$

第 9 面

$K=-9.92610e-001$, $A4=-6.23160e-001$, $A6=3.03020e-001$, $A8=3.93920e-004$,
 $A10=-5.00640e-002$, $A12=1.46300e-002$, $A14=0.00000e+000$,
 $A16=0.00000e+000$, $A18=0.00000e+000$, $A20=0.00000e+000$

第 10 面

$K=-2.40310e+000$, $A4=-2.63630e-001$, $A6=1.20970e-001$, $A8=-3.82540e-002$,
 $A10=5.80110e-003$, $A12=-3.83630e-004$, $A14=0.00000e+000$,
 $A16=0.00000e+000$, $A18=0.00000e+000$, $A20=0.00000e+000$

〔表 2〕

FL 3.0344

Fno 2.7768

Elem	Surfs	Focal Length	Diameter
1	1-13	3.034409	3.7896
Elem	Surfs	Focal Length	Diameter
1	1- 4	2.764323	1.1913
2	5- 8	-7.803813	1.8958
3	9-10	34.093164	3.1376
4	11-12	-1.00e+035	3.5075

[0081] 表 1 の上欄において、「面番号」は、物体 O S 側から順に各レンズの面に付した番号である。また、「r」は、曲率半径を示し、「d」は、次の面との間の間隔を表している。さらに、「nd」は、レンズ材料の d 線における屈折率を示し、「νd」は、レンズ材料のアッペ数を示す。なお、図 9 に撮像レンズ 100 の各レンズ部 10、20 等と面番号との対応を示す。なお、図 9 において、結像面 90a には、光透過性のオーバーコート層が形成され

ているが、薄いため省略している。オーバーコート層が厚い場合、空気換算して焦点面をシフトさせればよい。

[0082] 本実施例 1 において、第 1 及び第 2 レンズ部 10, 20 は、非球面で形成されている。これら非球面形状の光軸方向の面頂点からの変位量 Z は、 c が曲率半径の逆数、 R が光軸からの高さ、 k が円錐係数、 A_m が $2m$ 次の非球面係数とすると、次式で表される。

[数 1]

$$Z = \frac{cR^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2R^2}} + \sum A_m R^m$$

本実施例 1 の場合、上記非球面式における各係数 k 、 $A_1 \sim A_m$ の値については、表 1 の下欄に示す通りである。なお、表 1 の下欄において、非球面データは、10 のべき乗数を「e」を用いて表している。

[0083] 表 2 の上欄に示すように、撮像レンズ 100 の焦点距離 FL は、3.0344 mm であり、 F ナンバー Fno は、2.7768 であった。なお、表 2 の下欄は、各面番号 (Surfs 欄) で区切られる要素 (Elem) の焦点距離 (Focal Length) と直径 (Diameter) を示す。

[0084] 図 10 (A) は、本実施例 1 の像面での波長 436 nm、588 nm における各色の球面収差を示し、図 10 (B) は、像面での波長 436 nm、588 nm における各色の非点収差を示し、図 10 (C) は、像面での波長 436 nm、588 nm における各色の歪曲収差を示す。

[0085] [第 2 実施形態]

以下、第 2 実施形態に係る撮像レンズを説明する。なお、第 2 実施形態に係る撮像レンズは、第 1 実施形態の撮像レンズ 100 を一部変更したものであり、特に説明しない部分は、第 1 実施形態と同様であるものとする。

[0086] 図 11 (A) ~ 図 11 (D) 等に示すように、第 2 実施形態の撮像レンズ 100 の場合、第 1 レンズ部 10 を構成する第 1 レンズ要素 211 と第 2 レンズ要素 212 とのいずれもが、光透過基板上に樹脂レンズ層を形成した複合レンズではなく、単一の材料 (例えばガラス) で一体的に形成されたレン

ズである。第1レンズ要素211は、例えばガラス板やガラス塊を1対の成形型間に挟んで加熱しつつプレスすることにより形成される。第2レンズ要素212も、例えばガラス製であり、ガラス塊等から成形によって形成される。なお、第1及び第2レンズ要素211、212内に絞りを組み込むことは容易でないので、両レンズ要素211、212間に第1絞り215を配置している。

[0087] 第3絞り218は、開口絞り部として、第1レンズ要素11とバレル50に設けた縁部52eとの間に設けられている。

[0088] 図12に示すように、絞り215は、両レンズ要素211、212の枠部11b、12b間の全体に亘って形成されておらず、中央側領域A1にのみ設けられており、周辺側領域A2は、光を透過させる。周辺側領域A2には、両レンズ要素211、212を接合する光硬化型の接着層が形成されている。これにより、両レンズ要素211、212の接合が可能になり、絞り215によって両レンズ要素211、212の接合が妨げられることを防止できる。

[0089] また、本実施形態では、バレル50に設けた縁部52eの斜面52dによって、第1レンズ部10の第1表面部10Aのうち光学面11dの外周部が支持され、第1レンズ部10の光軸OAに平行な方向及び光軸OAに垂直な方向に関して精密にアライメントされる。この場合、第1レンズ部10がレンズ本体11aの外周部で支持されるので、開口APO（絞り）が有効領域EAに比較的近いサイズとなる。

[0090] 以下、図13（A）～図13（H）を参照して、第1レンズ部10の製造方法の一例について説明する。第1レンズ部10は、例えばガラスモールドレンズを積層してダイシングすることによって得る。

[0091] まず、第1レンズ部10のうち第1レンズ要素11を含む第1ガラスモールドレンズ1300を作製する。図13（A）に示すように、マトリクス状もしくは1列に複数の第1転写面TS1を並べた第7金型MA7と、マトリクス状もしくは1列に複数の第3転写面TS3を並べた第8金型MA8との

間に、ガラス製の平行平板LL1を挟んだ状態で、第7及び第8金型MA7, MA8を加熱して表面を溶融させる。なお、第7金型MA7は、その端面に第1レンズ要素11の光学面11dに対応する上述の第1転写面TS1と、平坦面11gに対応する第2転写面TS2とを有する。また、第8金型MA8は、その端面に第1レンズ要素11の光学面11fに対応する上述の第3転写面TS3と、平坦面11hに対応する第4転写面TS4とを有する。

[0092] 次に、図13(B)に示すように、第7及び第8金型MA7, MA8を離型する。これにより、一方の面に光学面11dがアレイ状に形成され、他方の面に光学面11fがアレイ状に形成された第1ガラスモールドレンズ1300を得る。

[0093] 次に、第2レンズ要素12を含む第2ガラスモールドレンズ1400を製作する。第2ガラスモールドレンズ1400は、第1ガラスモールドレンズ1300と同様に製造する。

[0094] まず、図13(C)に示すように、マトリクス状もしくは1列に複数の第5転写面TS5を並べた第9金型MA9と、マトリクス状もしくは1列に複数の第7転写面TS7を並べた第10金型MA10との間に、ガラス製の平行平板LL2を挟んで加熱して表面を溶融させる。なお、第9金型MA9は、その端面に第2レンズ要素12の光学面12dに対応する上述の第5転写面TS5と、平坦面12gに対応する第6転写面TS6とを有する。また、第10金型MA10は、その端面に第2レンズ要素12の光学面12fに対応する上述の第7転写面TS7と、平坦面12hに対応する第8転写面TS8とを有する。

[0095] 次に、図13(D)に示すように、第9及び第10金型MA9, MA10を離型する。これにより、一方の面に光学面12dがアレイ状に形成され、他方の面に光学面12fがアレイ状に形成された第2ガラスモールドレンズ1400を得る。

[0096] 次に、図13(E)に示すように、第2ガラスモールドレンズ1400の光学面12d側に、第1絞り215として、円環状の遮光マスクを各光学面

1 2 d に干渉しないようにそれぞれ配置する。

[0097] 次に、図 1 3 (F) に示すように、光学面 1 1 d, 1 1 f の光軸 O A と光学面 1 2 d, 1 2 f の光軸 O A とが互いに一致するように、第 1 ガラスモールドレンズ 1 3 0 0 と、第 2 ガラスモールドレンズ 1 4 0 0 とを積層し、積層体 C X 2 を作製する。これにより、第 1 絞り 2 1 5 を内在した状態で、第 1 ガラスモールドレンズ 1 3 0 0 と第 2 ガラスモールドレンズ 1 4 0 0 とが一体化する。なお、積層する際に、第 1 レンズ要素 1 1 の枠部 1 1 b の平坦面 1 1 h に相当する部分と、第 2 レンズ要素 1 2 の枠部 1 2 b の平坦面 1 2 g に相当する部分との間に接着剤が充填されている。

[0098] 次に、図 1 3 (G) に示すように、一点鎖線示すダイシングライン D X に沿って、積層体 C X 2 をダイシングする。図 1 3 (H) に示すように、ダイシングされ個片化された第 1 レンズ部 1 0 の外形は、矩形状となる。積層体 C X 2 から第 1 レンズ部 1 0 を切り出すことにより、高精細な画像を形成できるレンズを安価に量産することができる。

[0099] 以下、図 1 4 (A) ~ 図 1 4 (C) を参照して、第 2 レンズ部 2 0 の製造方法の一例について説明する。第 2 レンズ部 2 0 は、例えばガラスモールドレンズであり、ガラスのプレス成形によって作製する。

[0100] まず、図 1 4 (A) に示すように、第 1 3 金型 M A 1 3 に溶融したガラス塊 G S を滴下する。なお、第 1 3 金型 M A 1 3 の端面には、第 2 レンズ部 2 0 の光学面 2 0 d に対応する第 9 転写面 T S 9 と、平坦面 2 0 g に対応する第 1 0 転写面 T S 1 0 が形成されている。

[0101] 次に、図 1 4 (B) に示すように、第 1 4 金型 M A 1 4 を第 1 3 金型 M A 1 3 に対して降下させる。第 1 3 金型 M A 1 3 と第 1 4 金型 M A 1 4 との間には、円形状の孔を有する枠部材 M A 1 5 が設けられている。なお、第 1 4 金型 M A 1 4 の端面には、第 2 レンズ部 2 0 の光学面 2 0 f に対応する第 1 1 転写面 T S 1 1 と、平坦面 2 0 h に対応する第 1 2 転写面 T S 1 2 とが形成されている。また、枠部材 M A 1 5 の内面には、第 2 レンズ部 2 0 の枠部 2 0 b に対応する第 1 3 転写面 T S 1 3 が形成されている。

[0102] 次に、図 1 4 (C) に示すように、第 1 3 金型 MA 1 3 と第 1 4 金型 MA 1 4 とを相対的に離間させるとともに、枠部材 MA 1 5 を取り外し、第 2 レンズ部 2 0 を得る。以上において、溶融したガラス塊 GS をプレスする方法を説明したが、ガラス板の表面を加熱により溶融し、プレスしてもよい。

実施例 2

[0103] 以下に、撮像レンズ 1 0 0 を数値的に規定した実施例 2 について説明する。図 1 5 は、撮像レンズ 1 0 0 の各レンズ部 1 0, 2 0 等と面番号との対応を示す。以下の表 3 及び表 4 は、実施例 2 の撮像レンズ 1 0 0 のレンズデータを示す。

[表 3]

SURF DATA

面番号	r	d	nd	vd
OBJ	INFINITY	1400.0000		
1	1e+018	0.0500		
ST0	1e+018	-0.2030		
3*	0.9514	0.7590	1.58313	59.44
4*	2.2329	0.3700		
5*	-2.8779	0.6500	1.80542	26.12
6*	-2.6227	0.0500		
7*	-28.9680	0.6900	1.54470	56.15
8*	2.5832	0.1200		
9	1e+018	0.2500	1.51633	64.14
10	1e+018	0.4208		
IMG	INFINITY	0.0220		

ASPHERICAL SURFACE

第 3 面

K=-4.90880e-002, A4=-1.91860e-002, A6=7.19090e-001, A8=-6.27540e+000,
A10=2.78640e+001, A12=-5.96400e+001, A14=5.00520e+001,

A16=0.00000e+000, A18=0.00000e+000, A20=0.00000e+000

第4面

K=1.10770e+000, A4=3.18520e-001, A6=-1.84860e+000, A8=5.98110e+000,

A10=2.70820e+001, A12=-1.86010e+002, A14=2.87890e+002,

A16=0.00000e+000, A18=0.00000e+000, A20=0.00000e+000

第5面

K=4.61260e+000, A4=6.96580e-002, A6=-2.05710e+000, A8=1.30070e+001,

A10=-4.19540e+001, A12=-2.31410e+001, A14=3.81010e+002,

A16=-5.94270e+002, A18=0.00000e+000, A20=0.00000e+000

第6面

K=-5.00000e+001, A4=-2.69550e-001, A6=7.79240e-001, A8=-1.18960e+000,

A10=1.49900e+000, A12=-1.33000e+000, A14=6.20050e-001,

A16=-1.09750e-001, A18=0.00000e+000, A20=0.00000e+000

第7面

K=0.00000e+000, A4=-2.56870e-001, A6=6.76590e-002, A8=7.11380e-001,

A10=-9.50060e-001, A12=4.82670e-001, A14=-9.16040e-002,

A16=9.94530e-004, A18=0.00000e+000, A20=0.00000e+000

第8面

K=-8.45930e-001, A4=-2.41640e-001, A6=7.23430e-002, A8=1.51750e-002,

A10=-3.15630e-002, A12=6.88060e-003, A14=2.80430e-003,

A16=-9.07470e-004, A18=0.00000e+000, A20=0.00000e+000

[表4]

FL 2.8340

Fno 2.4000

Elem	Surfs	Focal Length	Diameter
------	-------	--------------	----------

1	3-11	2.833972	3.7919
---	------	----------	--------

Elem	Surfs	Focal Length	Diameter
------	-------	--------------	----------

1	3- 4	2.333698	1.1780
---	------	----------	--------

2	5- 6	17.189672	2.1200
3	7- 8	-4.320828	3.0200
4	9-10	-1.00e+035	4.0000

[0104] 表4の上欄に示すように、撮像レンズ100の焦点距離FLは、2.8340mmであり、FナンバーFnoは、2.4000であった。なお、表4の下欄は、各面番号で区切られる要素の焦点距離と直径を示す。

[0105] 図16(A)は、本実施例1の像面での波長436nm、588nmにおける各色の球面収差を示し、図16(B)は、像面での波長436nm、588nmにおける各色の非点収差を示し、図16(C)は、像面での波長436nm、588nmにおける各色の歪曲収差を示す。

実施例 3

[0106] 以下に、撮像レンズ100を数値的に規定した実施例3について説明する。図17は、撮像レンズ100の各レンズ部10、20等と面番号との対応を示す。以下の表5及び表6は、実施例3の撮像レンズ100のレンズデータを示す。なお、実施例3において、撮像レンズ100は、第3絞り218が設けられておらず、第1絞り215が開口絞り部として機能する。

[表5]

SURF DATA

面番号	r	d	nd	vd
OBJ	INFINITY	1400.0000		
1*	1.4416	0.9360	1.58313	59.99
2*	213.1600	0.0220		
ST0	INFINITY	0.0500		
4	INFINITY	0.3460		
5*	-1.4460	0.9640	1.58313	59.89
6*	-0.6439	0.0590		
7*	-4.7655	0.4000	1.53048	55.99
8*	0.8150	0.3000		

9	INFINITY	0.1750	1.51633	64.14
10	INFINITY	0.4620		
IMG	INFINITY	0.0000		

ASPHERICAL SURFACE

第 1 面

$K=-1.86310e+000$, $A4=5.92970e-002$, $A6=-4.67800e-002$, $A8=1.20560e-001$,
 $A10=-2.18830e-001$, $A12=8.79240e-002$, $A14=0.00000e+000$,
 $A16=0.00000e+000$, $A18=0.00000e+000$, $A20=0.00000e+000$

第 2 面

$K=0.00000e+000$, $A4=-1.52200e-001$, $A6=5.85180e-001$, $A8=-3.79970e+000$,
 $A10=6.95570e+000$, $A12=0.00000e+000$, $A14=0.00000e+000$,
 $A16=0.00000e+000$, $A18=0.00000e+000$, $A20=0.00000e+000$

第 5 面

$K=3.45350e+000$, $A4=4.30940e-002$, $A6=-1.14100e+000$, $A8=4.27350e+000$,
 $A10=-3.58000e+000$, $A12=0.00000e+000$, $A14=0.00000e+000$,
 $A16=0.00000e+000$, $A18=0.00000e+000$, $A20=0.00000e+000$

第 6 面

$K=-4.70890e+000$, $A4=-6.21140e-001$, $A6=1.26050e+000$, $A8=-2.02610e+000$,
 $A10=2.26810e+000$, $A12=-9.28210e-001$, $A14=0.00000e+000$,
 $A16=0.00000e+000$, $A18=0.00000e+000$, $A20=0.00000e+000$

第 7 面

$K=1.14560e+001$, $A4=-2.38090e-001$, $A6=1.04580e-001$, $A8=1.42100e-001$,
 $A10=-5.69950e-002$, $A12=-3.03910e-002$, $A14=1.47320e-002$,
 $A16=0.00000e+000$, $A18=0.00000e+000$, $A20=0.00000e+000$

第 8 面

$K=-8.92470e+000$, $A4=-2.27950e-001$, $A6=1.63250e-001$, $A8=-1.11550e-001$,
 $A10=4.53040e-002$, $A12=-9.86090e-003$, $A14=9.01260e-004$,
 $A16=0.00000e+000$, $A18=0.00000e+000$, $A20=0.00000e+000$

〔表 6〕

FL	2.8031		
Fno	2.4000		
Elem	Surfs	Focal Length	Diameter
1	1-11	2.803128	3.8013
Elem	Surfs	Focal Length	Diameter
1	1- 2	2.484962	1.8000
2	5- 6	1.379644	1.9800
3	7- 8	-1.280205	3.0800
4	9-10	-1.00e+035	3.8000

[0107] 表 6 の上欄に示すように、撮像レンズ 100 の焦点距離 FL は、2.8031 mm であり、F ナンバー Fno は、2.4000 であった。なお、表 6 の下欄は、各面番号で区切られる要素の焦点距離と直径を示す。

[0108] 図 18 (A) は、本実施例 1 の像面での波長 436 nm、588 nm における各色の球面収差を示し、図 18 (B) は、像面での波長 436 nm、588 nm における各色の非点収差を示し、図 18 (C) は、像面での波長 436 nm、588 nm における各色の歪曲収差を示す。

[0109] 〔第 3 実施形態〕

以下、第 3 実施形態に係る撮像レンズを説明する。なお、第 3 実施形態に係る撮像レンズは、第 2 実施形態の撮像レンズ 100 を一部変更したものであり、特に説明しない部分は、第 2 実施形態等と同様であるものとする。

[0110] この場合、図 19 (A) 及び図 19 (B) に示すように、第 1 レンズ部 10 の第 2 レンズ要素 212 と第 2 レンズ部 20 との間に、三角柱状の凸部 12m と円弧溝状の凹部 20m とで構成される位置決め機構を設けている。図 20 (A) ～図 20 (C) に示すように、第 2 レンズ要素 212 の枠部 12b には、像側に突出する凸部 12m が 4 角に設けられており、図 21 (A) ～図 21 (C) に示すように、第 2 レンズ部 20 の枠部 20b には、物体側に窪む凹部 20m が円周に沿って一定の間隔で 4 箇所設けられている。図

22に示すように、4つの凸部12mの内側面と4つの凹部20mの外側面とを互いに嵌合させ必要ならこれらを接合することにより、第2レンズ部20に対して第1レンズ部10を光軸OAに垂直な方向や、光軸OAまわりの回転に関してアライメントすることができる。

[0111] 以上のように、第3実施形態の撮像レンズ100では、第2レンズ部20によって第1レンズ部10を光軸OAに垂直な方向にアライメントするので、第1レンズ要素211自体は、バレル50内で光軸OAに垂直な方向に移動可能になっており、第1レンズ部10の光学面11dと縁部52eの斜面52dとの間には、ギャップGAが形成されている。

[0112] つまり、上記第3実施形態の撮像レンズ100では、円形状の第2レンズ部20が枠部20bによってバレル50に位置決めされ、矩形状の第1レンズ部10が第2表面部10Bのうち光学面12f外の平坦面12hに形成した凸部12m等を介して枠部20bに係合することでバレル50に対して間接的に位置決めされる。

[0113] なお、第2絞り17は、凸部12m及び凹部20mを避けるような形状を有しており、凸部12m及び凹部20mと干渉しないように配置される。

[0114] [第4実施形態]

以下、第4実施形態に係る撮像レンズを説明する。なお、第4実施形態に係る撮像レンズは、第3実施形態の撮像レンズ100を一部変更したものであり、特に説明しない部分は、第3実施形態等と同様であるものとする。

[0115] この場合、図23(A)及び図23(B)に示すように、第1レンズ部10の第2レンズ要素212と第2レンズ部20との間に、円柱状の凸部412mと円筒状の凹部420mとで構成される位置決め機構を設けている。第2レンズ要素212の枠部12bには、像側に突出する凸部412mが対角位置に設けられており、第2レンズ部20の枠部20bには、物体側に窪む凹部420mが円周に沿って2箇所に対向して設けられている。2つの凸部412mと2つの凹部420mとが互いに嵌合することにより、第1レンズ部10に対して第2レンズ部20を光軸OAに垂直な方向や、光軸OAまわ

りの回転に関してアライメントすることができる。

[0116] 以上のように、第4実施形態の撮像レンズ100では、第1レンズ部10によって第2レンズ部20を光軸OAに垂直な方向にアライメントするので、第2レンズ部20自体は、バレル50内で光軸OAに垂直な方向に移動可能になっており、第2レンズ部20の側面20jと側壁部51の内壁51dとの間には、ギャップGAが形成されている。

[0117] つまり、上記第4実施形態の撮像レンズ100では、矩形状の第1レンズ部10が第1表面部10Aのうち光学面11dの周辺部によってバレル50に位置決めされ、円形状の第2レンズ部20が枠部20bに設けた凹部420m等を介して第1レンズ部10に係合することでバレル50に対して間接的に位置決めされる。

[0118] 以上の説明では、第2レンズ部20側にギャップGAを設けたが、第1レンズ部10側にギャップGAを設けてもよい。また、上記凸部412mと凹部420mとの組み合わせは、図19等を示す第3実施形態の凸部12mと凹部20mとの組み合わせに置き換えることもできる。つまり、第1レンズ部10と第2レンズ部20とのアライメントは、上記実施形態に例示される形状に限らず様々な形状によって達成することができる。

[0119] [第5実施形態]

以下、第5実施形態に係る撮像レンズを説明する。なお、第5実施形態に係る撮像レンズは、第1実施形態の撮像レンズ100を一部変更したものであり、特に説明しない部分は、第1実施形態等と同様であるものとする。

[0120] この場合、図24に示すように、第2レンズ部20が、ホルダー40においてバレル50でなくホルダー本体60に固定されている。つまり、ホルダー本体60の本体部分561のうち物体側に設けた凹部Rcに嵌め込むようにして第2レンズ部20が本体部分561に固定されている。この際、第2レンズ部20の枠部20bに設けた側面20jと、ホルダー本体60の本体部分561に設けた内壁部63dとが密着する。つまり、第2レンズ部20がホルダー本体60に固定される際には、第2レンズ部20は、枠部20b

又は側面 20j によって光軸 OA に垂直な方向及び平行な方向に関してアライメントされる。なお、バレル 50 の第 1 の凹部 Ra には、第 2 絞り 17 のみが挿入されて固定される。ただし、第 2 絞り 17 は、ホルダー本体 60 に固定されていてもよい。

[0121] 〔第 6 実施形態〕

以下、第 6 実施形態に係る撮像レンズを説明する。なお、第 6 実施形態に係る撮像レンズは、第 1 実施形態の撮像レンズ 100 を一部変更したものであり、特に説明しない部分は、第 1 実施形態と同様であるものとする。

[0122] 図 25 (A) ～図 25 (D) 等に応示するように、第 6 実施形態の撮像レンズ 100 の場合、第 1 レンズ部 10 は、第 2 レンズ要素 12 を有さず、第 1 レンズ要素 11 のみを有する。また、第 6 実施形態の撮像レンズ 100 にはフィルターが設けられておらず、第 1 レンズ要素 11 の光透過基板 81 にフィルターの機能を持たせている。

[0123] 第 3 絞り 318 は、開口絞り部として、第 1 レンズ要素 11 の第 1 レンズ層 82a と光透過基板 81 との間に設けられている。

実施例 4

[0124] 以下に、撮像レンズ 100 を数値的に規定した実施例 4 について説明する。図 26 は、撮像レンズ 100 の各レンズ部 10、20 等と面番号との対応を示す。なお、図 26 中の CS は、カバーガラスである。以下の表 7 及び表 8 は、実施例 4 の撮像レンズ 100 のレンズデータを示す。

〔表 7〕

SURF DATA

面番号	r	d	nd	vd
OBJ	INFINITY	800.0000		
1	INFINITY	0.0000		
2	INFINITY	0.0000		
3*	0.8671	0.3300	1.51621	56.22
ST0	INFINITY	0.4050	1.51690	61.89

5	INFINITY	0.0970	1.56797	34.86
6*	2.3676	0.4610		
7*	-3.3518	1.1300	1.58313	59.99
8*	13.5060	0.0800		
9	INFINITY	0.5000	1.50687	63.38
10	INFINITY	0.2568		
IMG	INFINITY	0.0240		

ASPHERICAL SURFACE

第3面

$K=4.31540e-001$, $A4=-1.39430e-001$, $A6=8.63980e-001$, $A8=-8.87620e+000$,
 $A10=3.66190e+001$, $A12=-7.25190e+001$, $A14=3.66130e+001$,
 $A16=3.83290e+001$, $A18=-1.61520e+001$, $A20=0.00000e+000$

第6面

$K=1.09320e-001$, $A4=1.76010e-001$, $A6=-2.50890e-001$, $A8=7.34370e+000$,
 $A10=-3.19080e+001$, $A12=6.34120e+001$, $A14=1.84550e-002$,
 $A16=0.00000e+000$, $A18=0.00000e+000$, $A20=0.00000e+000$

第7面

$K=7.63180e-001$, $A4=-9.26260e-001$, $A6=1.13270e+001$, $A8=-1.70930e+002$,
 $A10=1.54410e+003$, $A12=-8.77490e+003$, $A14=3.12440e+004$,
 $A16=-6.77930e+004$, $A18=8.18420e+004$, $A20=-4.23010e+004$

第8面

$K=-4.58410e+001$, $A4=-1.36170e-001$, $A6=6.86630e-002$, $A8=-1.02710e-001$,
 $A10=5.54410e-002$, $A12=-1.31090e-002$, $A14=0.00000e+000$,
 $A16=0.00000e+000$, $A18=0.00000e+000$, $A20=0.00000e+000$

〔表8〕

FL 2.9312

Fno 2.7000

Elem Surfs Focal Length Diameter

1	3-11	2.931226	4.0000
Elem	Surfs	Focal Length	Diameter
1	3- 6	2.307047	1.1651
2	7- 8	-4.494132	2.6161
3	9-10	-1.00e+035	4.0000

[0125] 表8の上欄に示すように、撮像レンズ100の焦点距離FLは、2.9312mmであり、FナンバーFnoは、2.7000であった。なお、表8の下欄は、各面番号で区切られる要素の焦点距離と直径を示す。

[0126] 図27(A)は、本実施例4の像面での波長436nm、588nmにおける各色の球面収差を示し、図27(B)は、像面での波長436nm、588nmにおける各色の非点収差を示し、図27(C)は、像面での波長436nm、588nmにおける各色の歪曲収差を示す。

[0127] 以上説明した実施例において、矩形状のレンズである第1レンズ部10は、以下の条件式(5)

$$0.6 < f_{\text{square}} / f < 2.0 \quad (5)$$

f_{square} : 上記矩形状の第1レンズ部10の合成焦点距離

f : 撮像レンズ100全系の焦点距離

を満たす。表9に条件式(5)についての各実施例の値を示す。

[表9]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
f_{square}/f	1.218	0.856	0.856	0.788

[0128] 以上実施形態に即して本発明を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

[0129] 例えば、第1実施形態において、第1レンズ部10を構成するレンズ要素11、12は、ウェハーレベルレンズを切断することによって形成されるが、第1及び第2レンズ層82a、82b等については、単純な樹脂製に限らず、樹脂中に無機微粒子を分散させて屈折率の温度変動 dn/dT を低減したナノコンポジットで形成することができる。第2レンズ部20についても

、同様にナノコンポジットで形成することができる。

[0130] 第1レンズ部10を複数の第1及び第2レンズ要素11, 12で形成する必要はなく、単一のレンズとすることもできる。

[0131] 第2レンズ部20は、プラスチックレンズに限らず、ガラスモールドレンズ等で形成することができる。

[0132] 第1実施形態等において、第2レンズ部20の側面20jと側壁部51の内壁51dとを密着させる外周部嵌合によって第2レンズ部20を光軸OAに垂直な方向に関して位置決めしているが、側面20jと内壁51dとの間にギャップを設けるとともに、第2レンズ部20を光軸OAに垂直な方向に調芯しつつ側壁部51に接着することによっても、第2レンズ部20の位置決めが可能になる。

[0133] 以上の例では、有効径が比較的小さな第1レンズ部10を第2レンズ部20よりもバレル50の奥に挿入しているが、第1レンズ部10の有効径が比較的大きい場合、第2レンズ部20をバレル50の奥に挿入することもできる。

請求の範囲

- [請求項1] 複数のレンズと前記複数のレンズを保持する円筒状部材とを備える撮像レンズであって、
- 前記複数のレンズのうち少なくとも1枚は、円形状のレンズであり、
- 前記複数のレンズのうち少なくとも1枚は、光学面の周囲にフランジ部を有する矩形形状のレンズであり、
- 前記矩形形状のレンズの光学面径は、前記円形状のレンズの光学面径よりも小さく、
- 前記矩形形状のレンズは、絞りを有することを特徴とする撮像レンズ。
- [請求項2] 前記矩形形状のレンズは、2枚以上のレンズ要素を有することを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。
- [請求項3] 前記2枚以上のレンズ要素は、前記円筒状部材に収納される前に接合されて積層されていることを特徴とする請求項2に記載の撮像レンズ。
- [請求項4] 前記2枚以上のレンズ要素は、光学面の外側に設けられた外縁部同士で直接接合されていることを特徴とする請求項3に記載の撮像レンズ。
- [請求項5] 前記矩形形状のレンズは、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。
- $$0.6 < f_{\text{square}} / f < 2.0$$
- f_{square} : 前記矩形形状のレンズの合成焦点距離
- f : 撮像レンズ全系の焦点距離
- [請求項6] 前記絞りは、前記2枚以上のレンズ要素の間に挟まれるように配置されていることを特徴とする請求項2に記載の撮像レンズ。
- [請求項7] 前記絞りは、前記2枚以上のレンズ要素のうち最も像側の面と、前記2枚以上のレンズ要素の内部との少なくとも一箇所に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の撮像レンズ。

- [請求項8] 前記絞りの少なくとも1つは、開口絞りであり、
前記開口絞りは、前記円形状のレンズよりも物体側に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。
- [請求項9] 前記絞りは、前記2枚以上のレンズ要素の接合領域を避けて形成されていることを特徴とする請求項2に記載の撮像レンズ。
- [請求項10] 前記矩形形状のレンズは、ウェハーレンズであることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。
- [請求項11] 前記ウェハーレンズは、光透過基板とこれを挟むように配置された一対の樹脂レンズ部とを有し、前記一対の樹脂レンズ部は、互いに異なる樹脂で形成されていることを特徴とする請求項10に記載の撮像レンズ。
- [請求項12] 前記絞りは、前記ウェハーレンズを構成する光透過基板と樹脂レンズ部との間に形成されていることを特徴とする請求項10に記載の撮像レンズ。
- [請求項13] 前記矩形形状のレンズは、ガラスモールドレンズであることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。
- [請求項14] 前記円形状のレンズの直径は、前記矩形形状のレンズの短辺の長さよりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。
- [請求項15] 前記円形状のレンズは、前記矩形形状のレンズよりも像側に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。
- [請求項16] 前記円形状のレンズは、ガラスモールドレンズ及びプラスチックレンズのいずれかであることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。
- [請求項17] 前記矩形のレンズの切断面の粗さは、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。
$$0.03 [\mu m] \leq R_a \leq 0.30 [\mu m]$$
$$0.0 [\mu m] < S_m \leq 30 [\mu m]$$
ただし、

R a は、平均線からの測定平面の法線方向のプロファイル変位量の算術的平均値であって、以下の式

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |z(x)| dx \quad (3)$$

L : 評価長さ

Z (x) : プロファイル

で与えられ、

S m は、評価長さ内での平均線をまたぐ山の平均間隔であって、以下の式

$$Sm = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Si \quad (4)$$

S i : 平均線をまたぐ山の間隔

n : 山の数

で与えられる。

[請求項18] 前記円筒状部材を光軸のまわりの相対的回転にともなって光軸方向に移動可能に支持するホルダー本体をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

[図1]

FIG. 1A

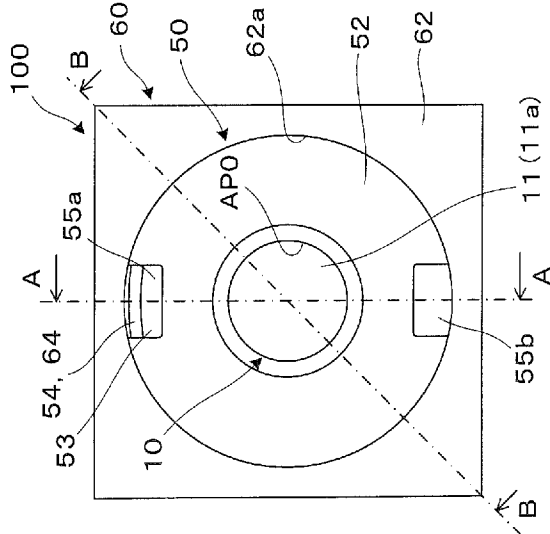


FIG. 1B

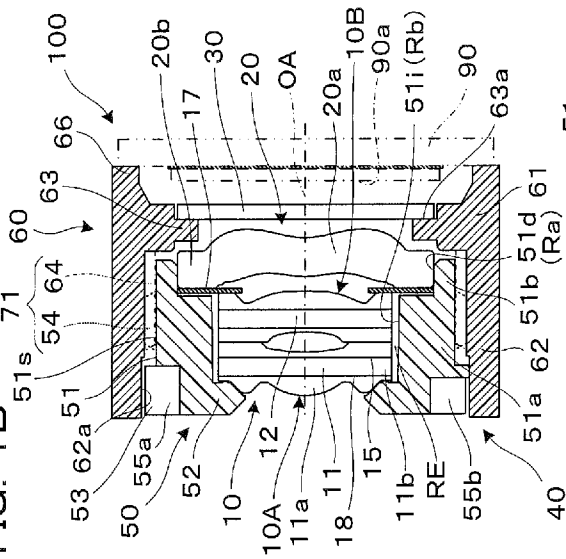


FIG. 1C

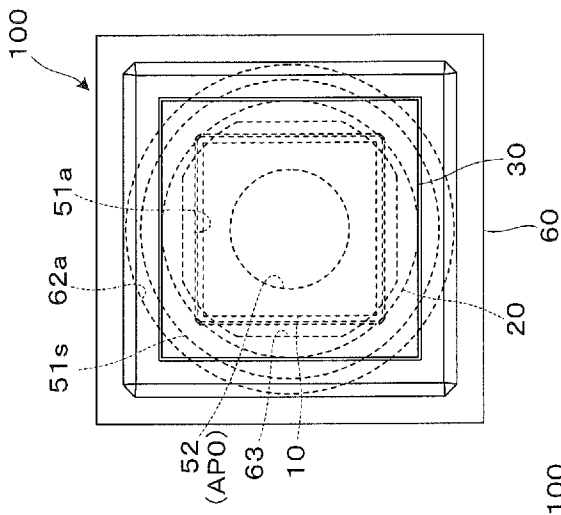
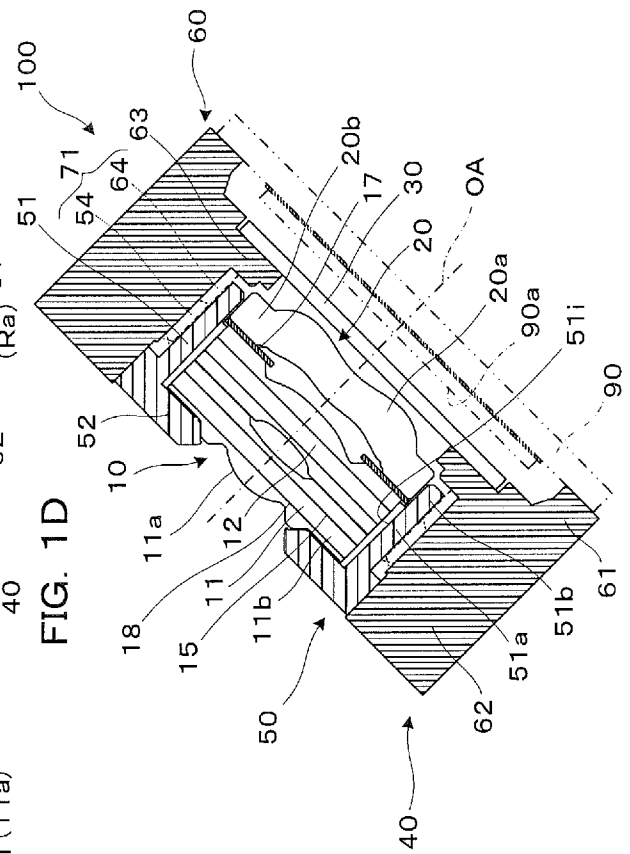


FIG. 1D



[図2]

FIG. 2A

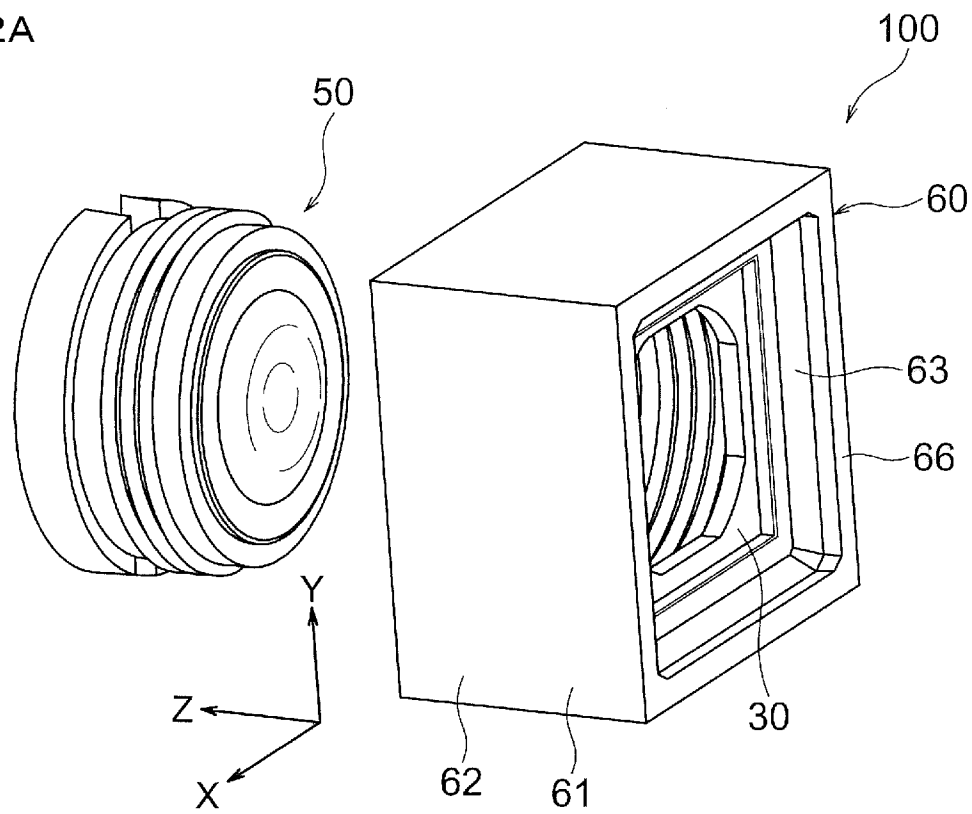


FIG. 2B

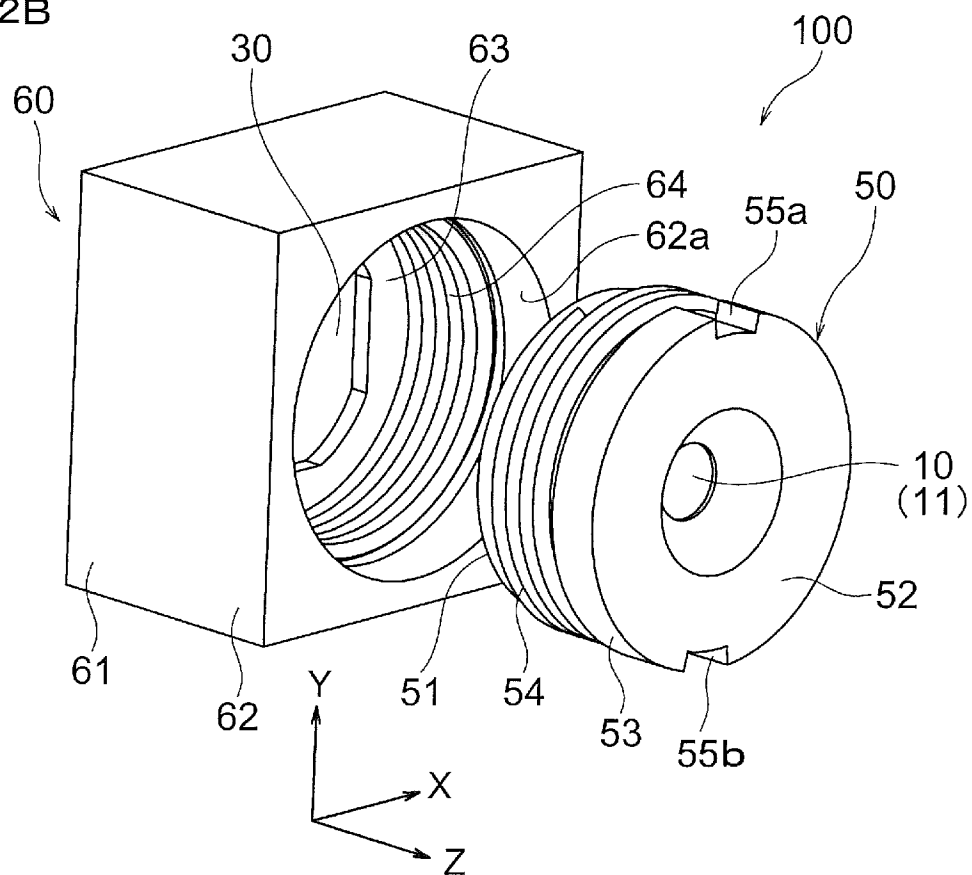
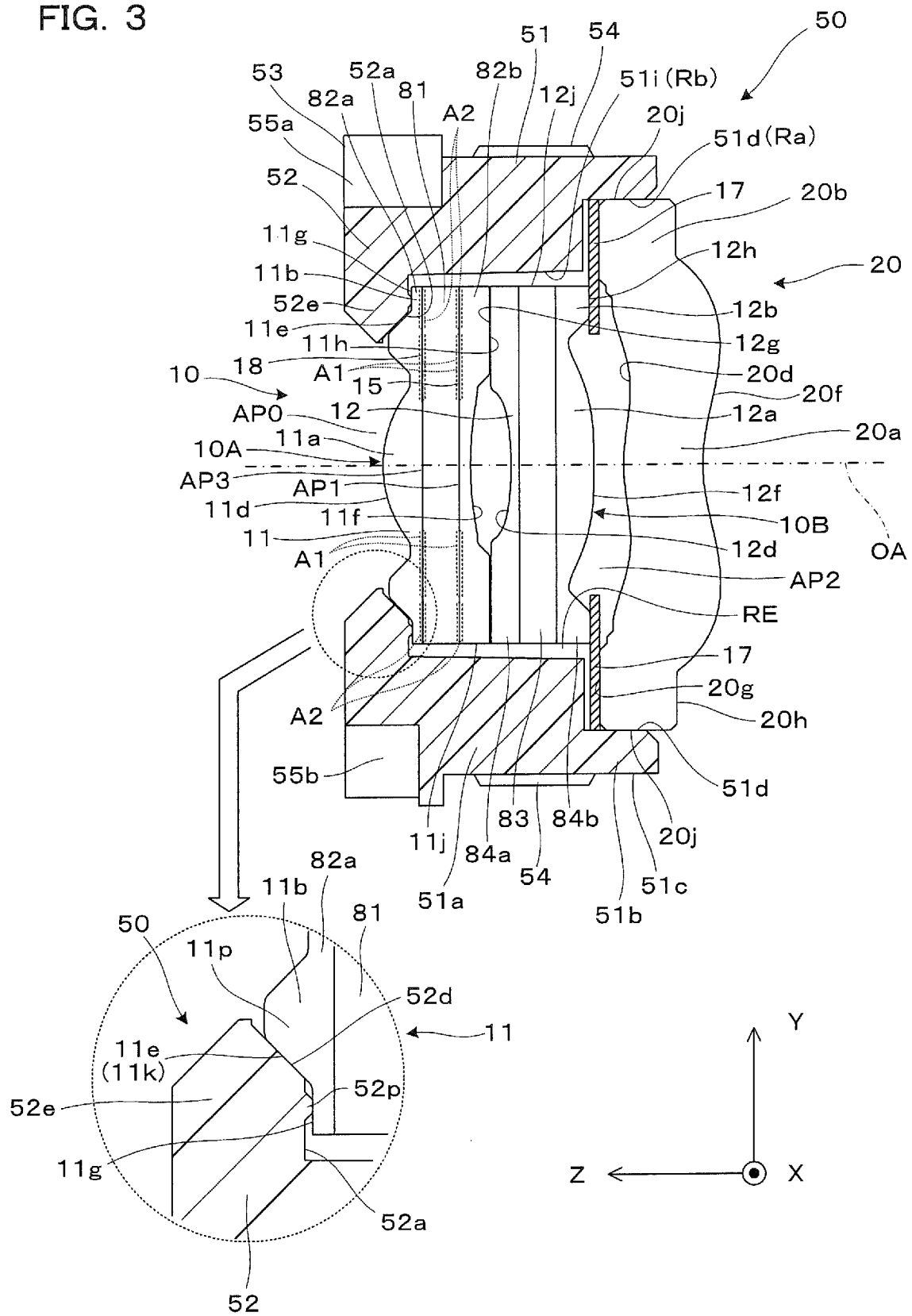
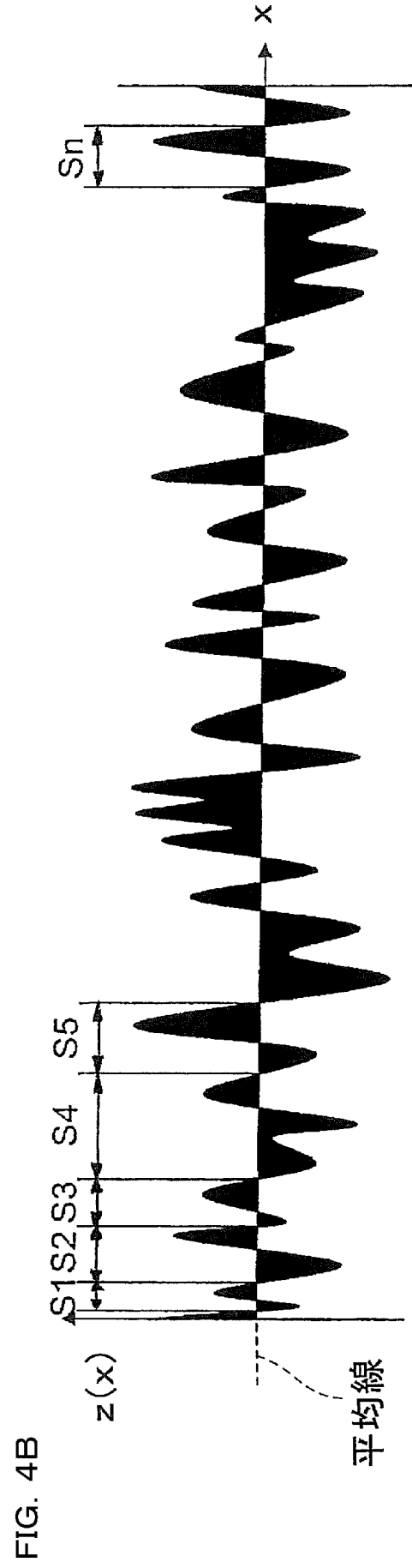
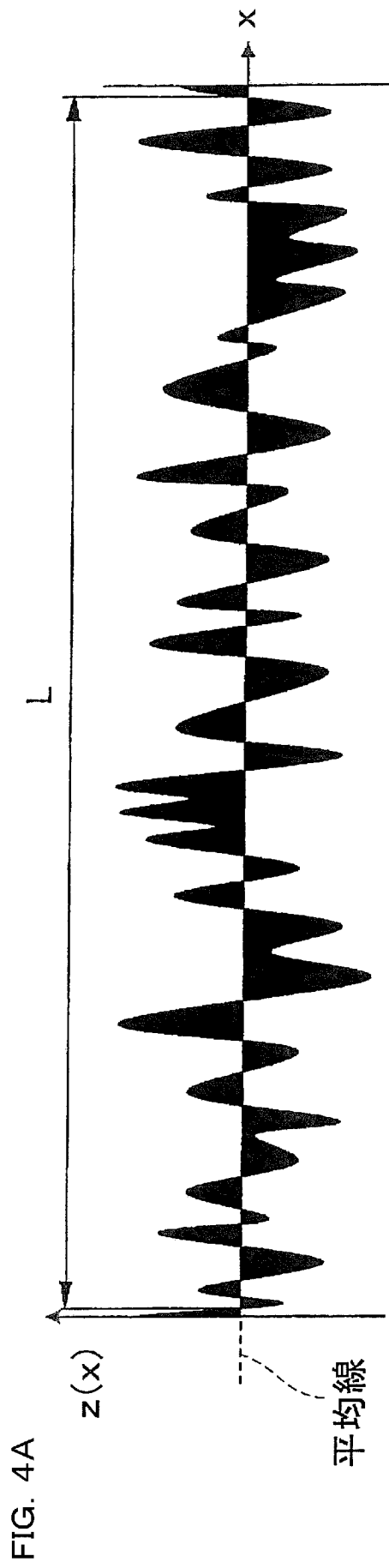


FIG. 3



[図4]



[図5]

FIG. 5A

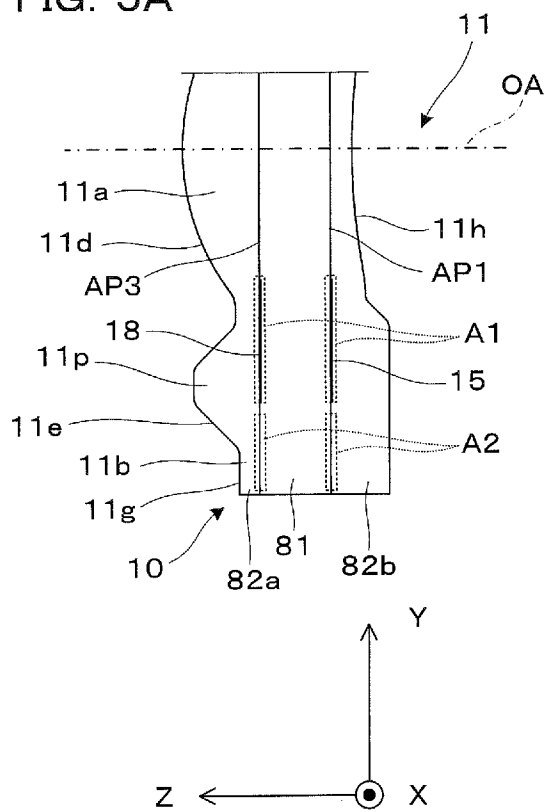
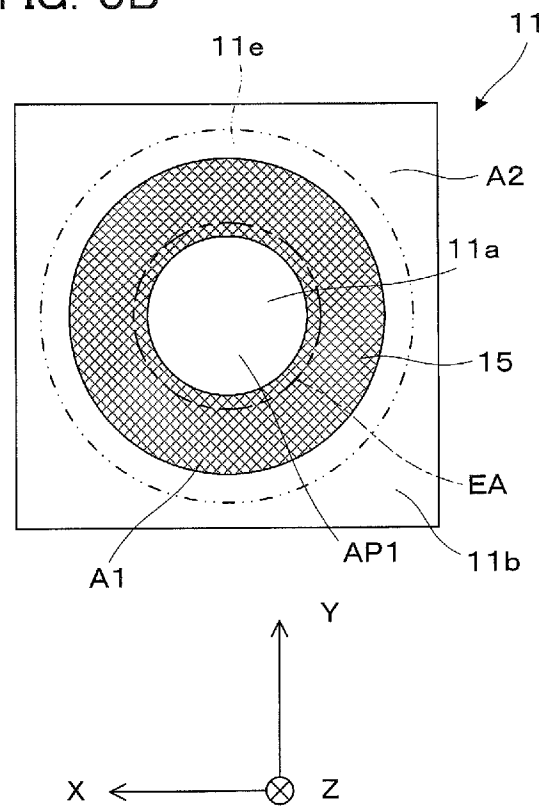
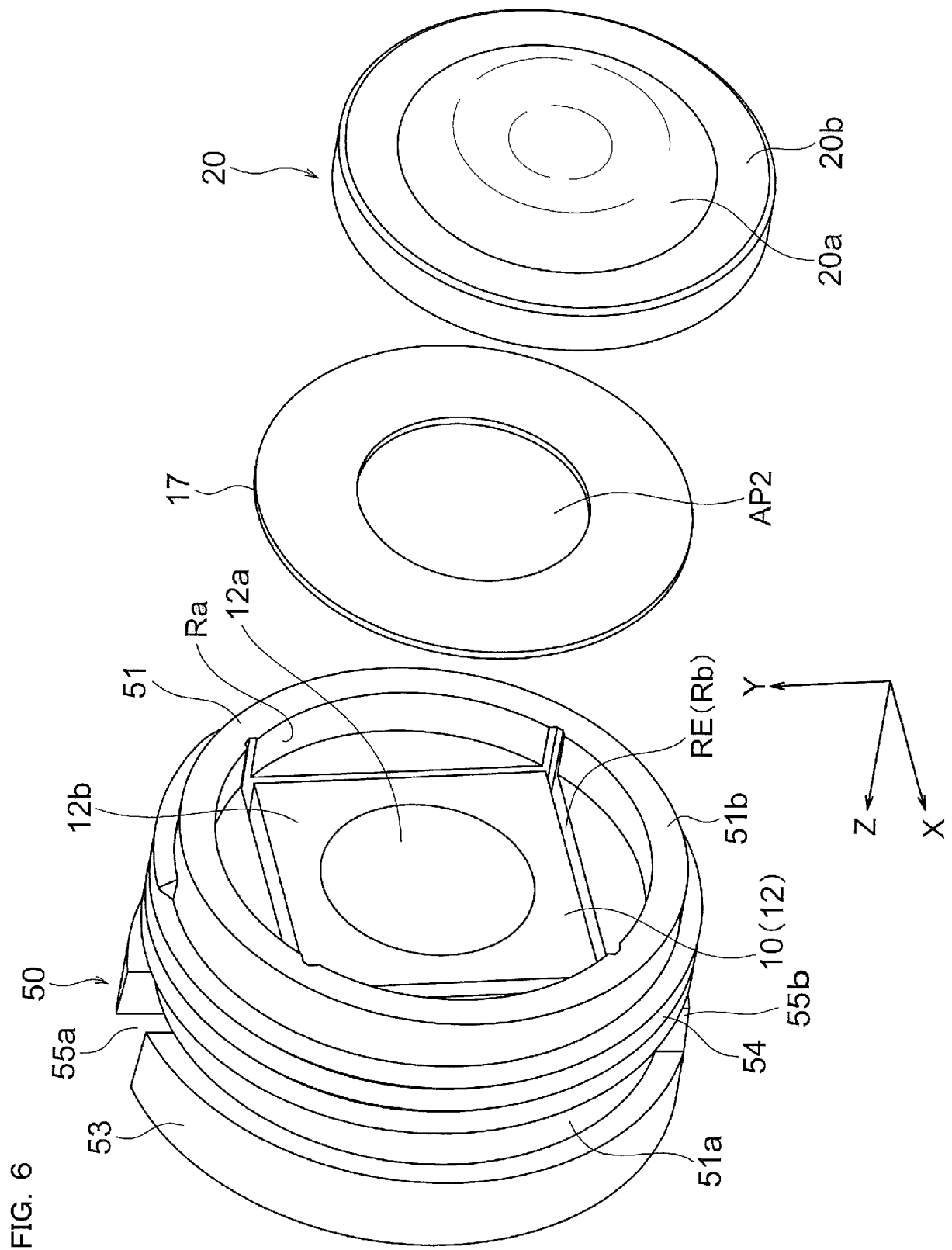


FIG. 5B



[図6]



[図7]

FIG. 7A

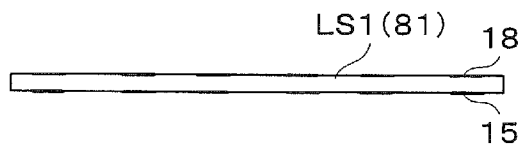


FIG. 7B

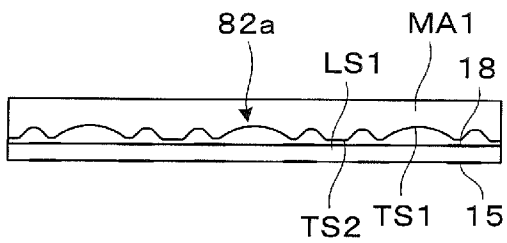


FIG. 7C

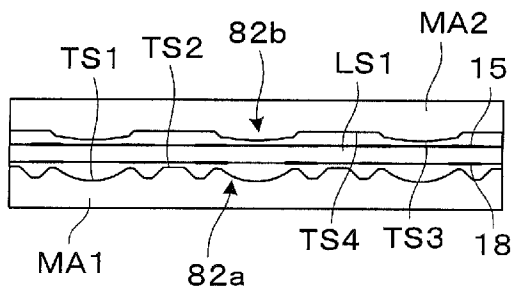


FIG. 7D

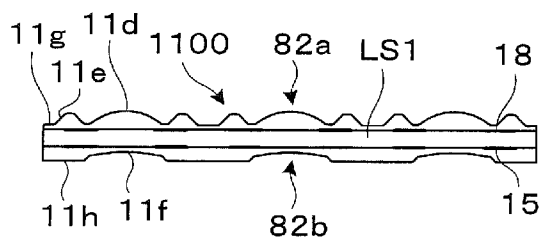


FIG. 7E

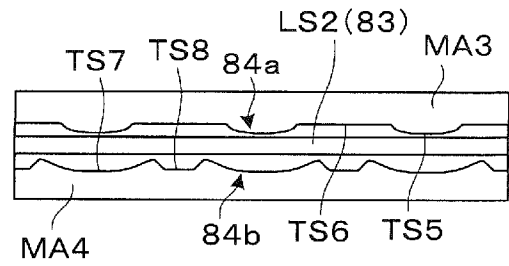


FIG. 7F

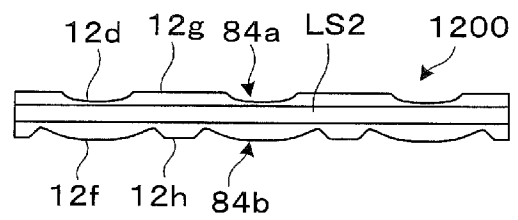


FIG. 7G

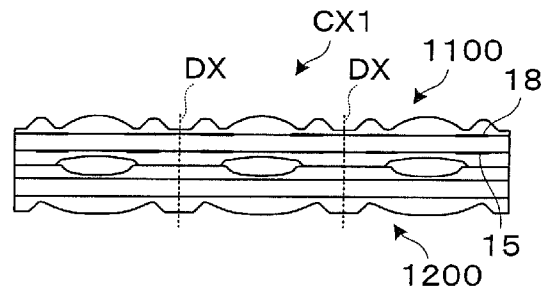
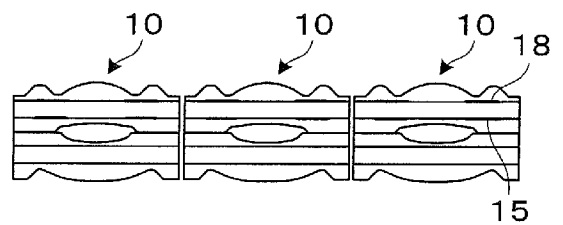


FIG. 7H



[図8]

FIG. 8A

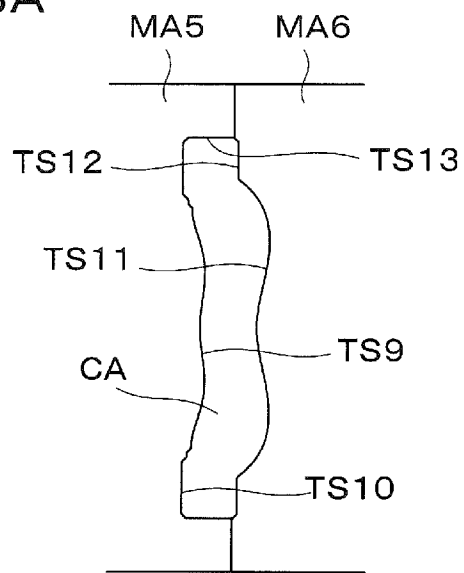


FIG. 8B

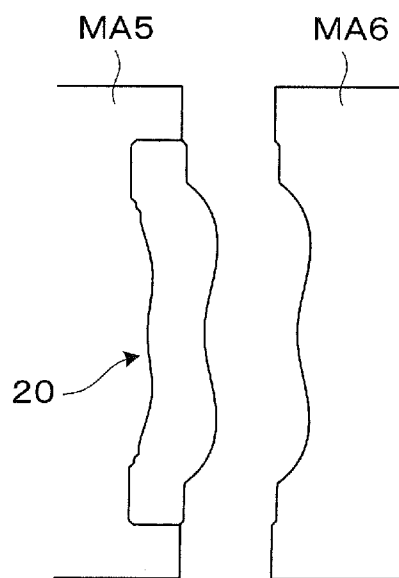
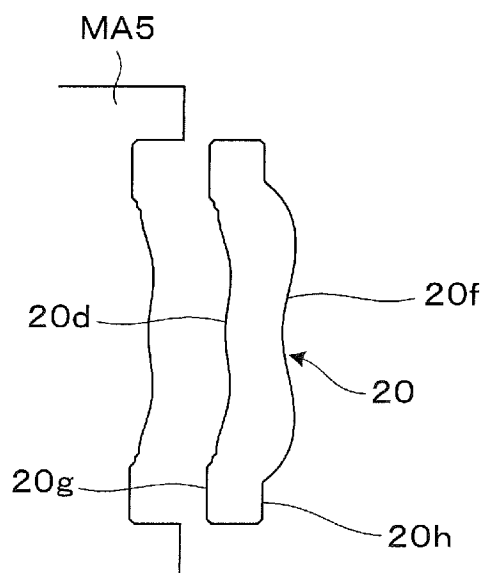
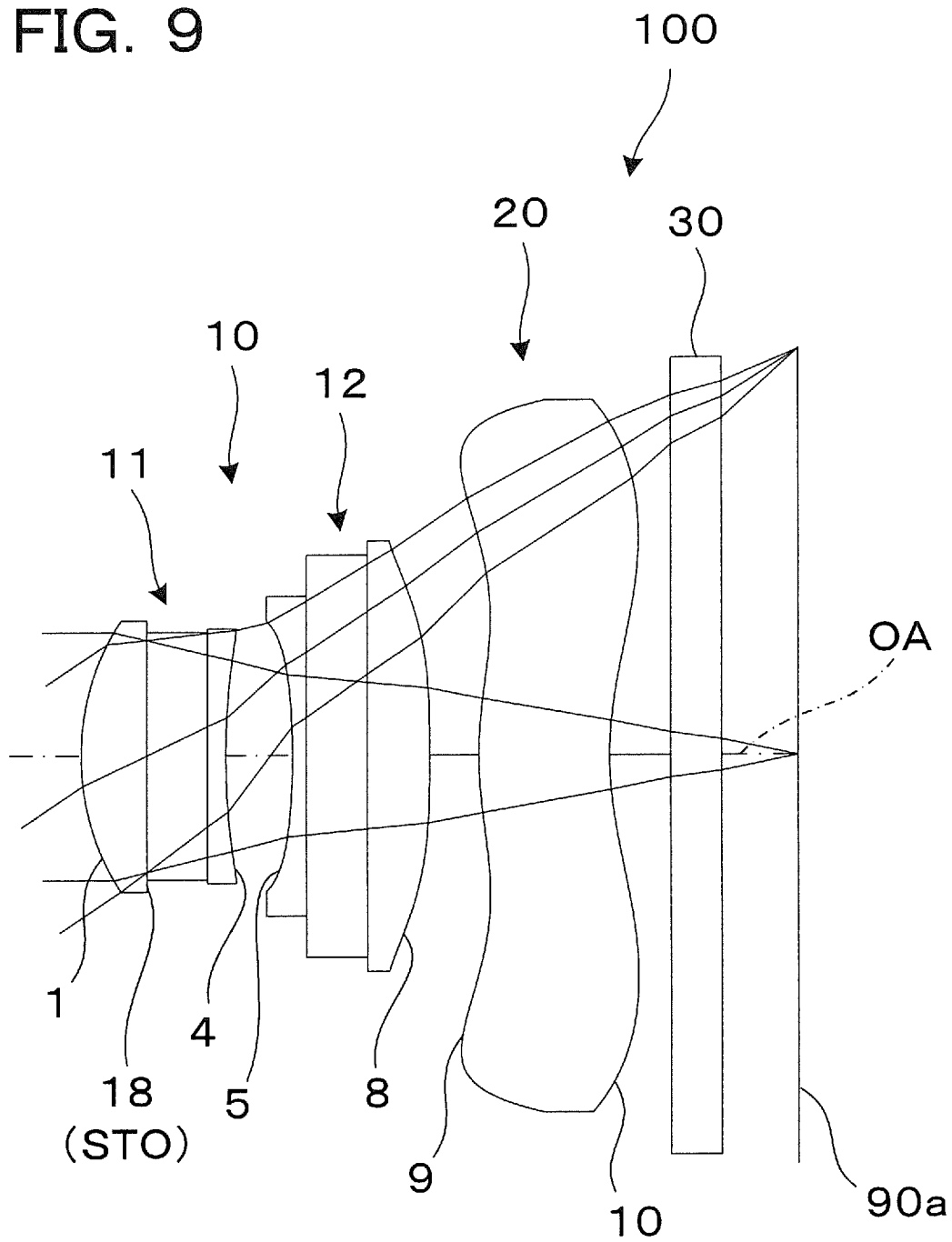


FIG. 8C



[図9]

FIG. 9



[図10]

FIG. 10A

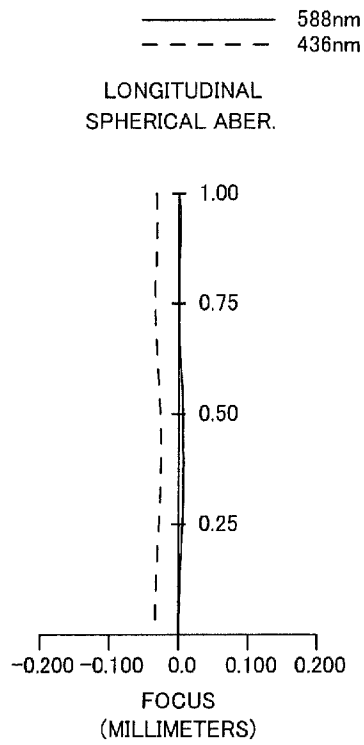


FIG. 10B

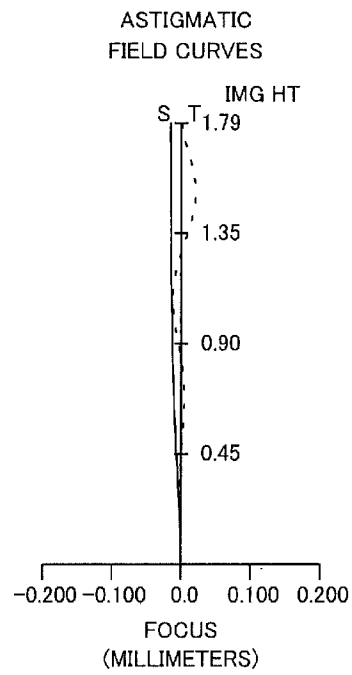
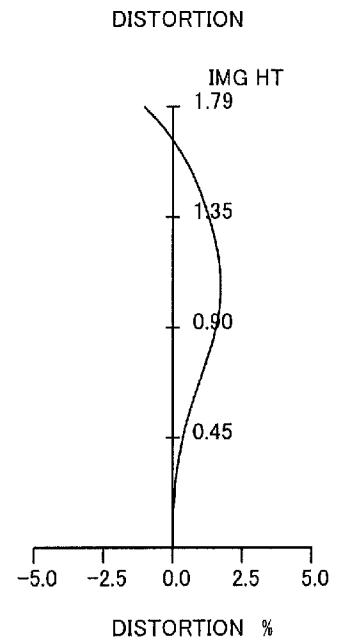
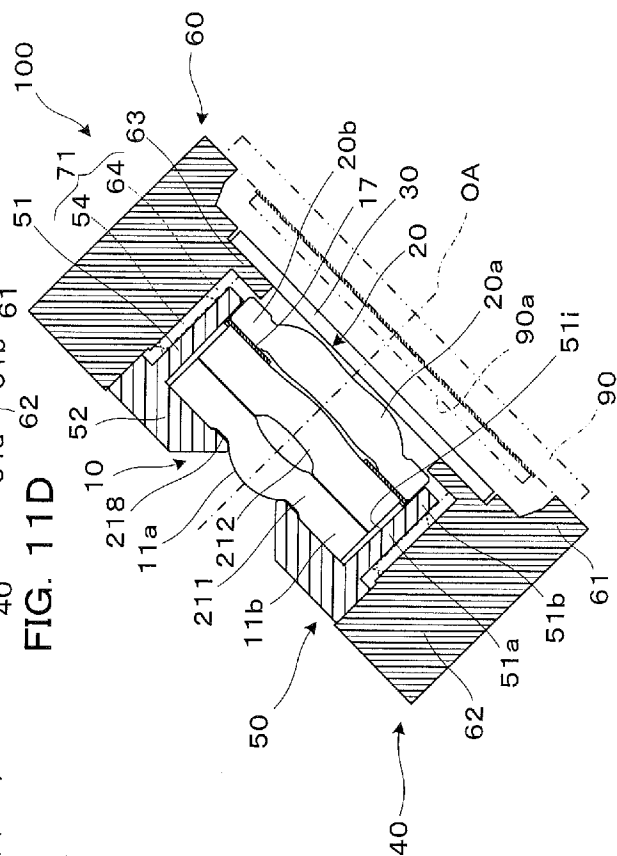


FIG. 10C

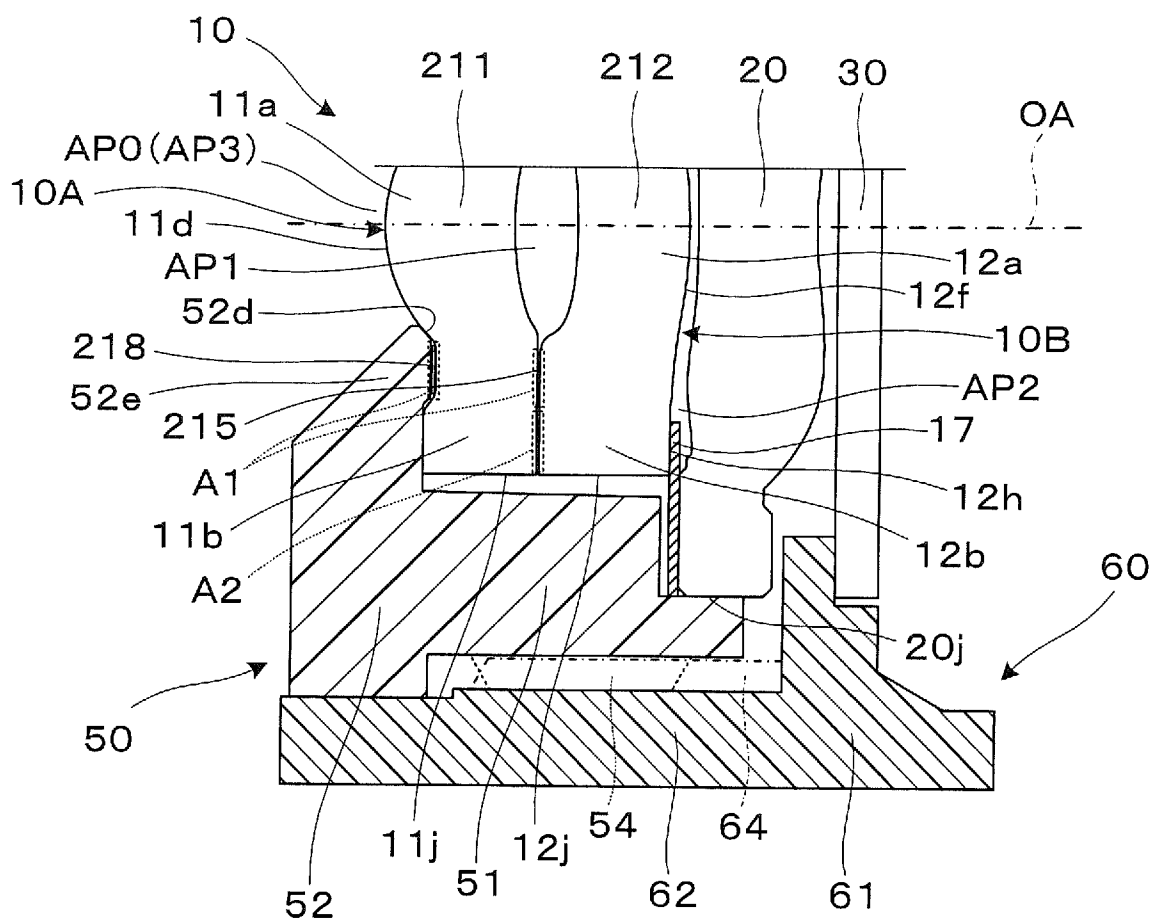


[図11]



[図12]

FIG. 12



[図13]

FIG. 13A

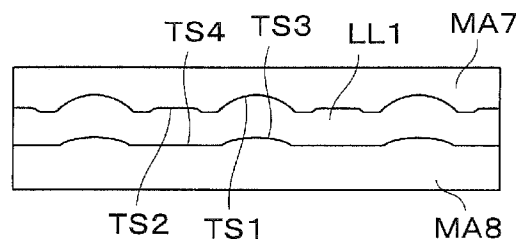


FIG. 13E

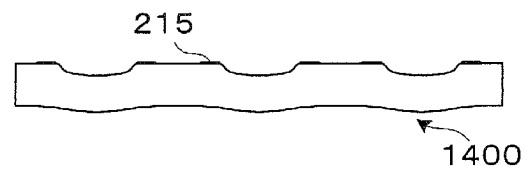


FIG. 13B

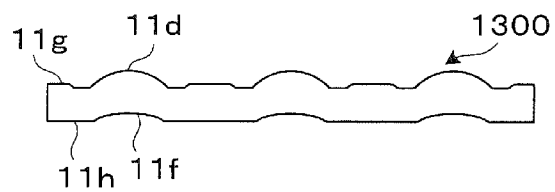


FIG. 13F

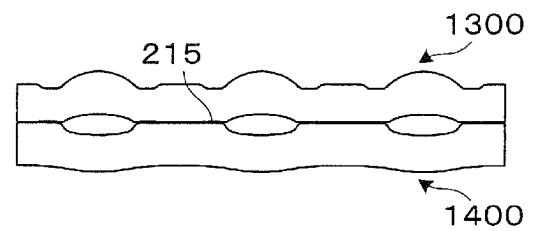


FIG. 13C

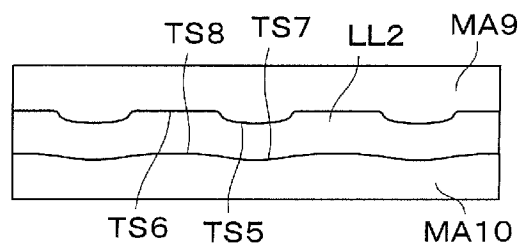


FIG. 13G

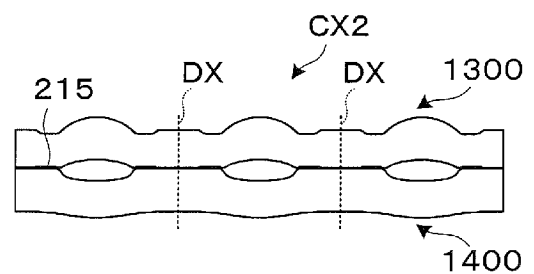


FIG. 13D

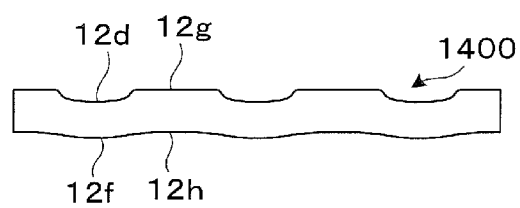


FIG. 13H

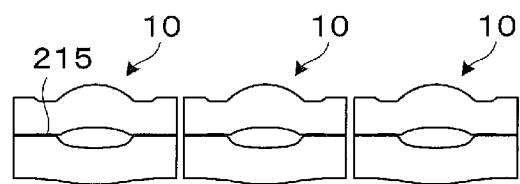
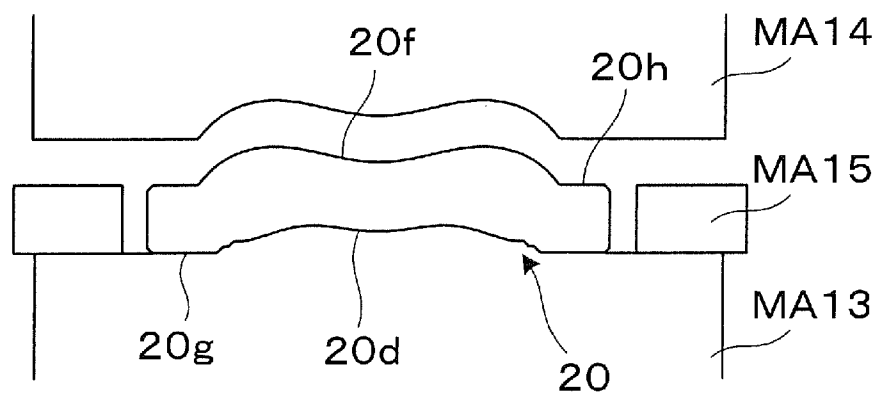
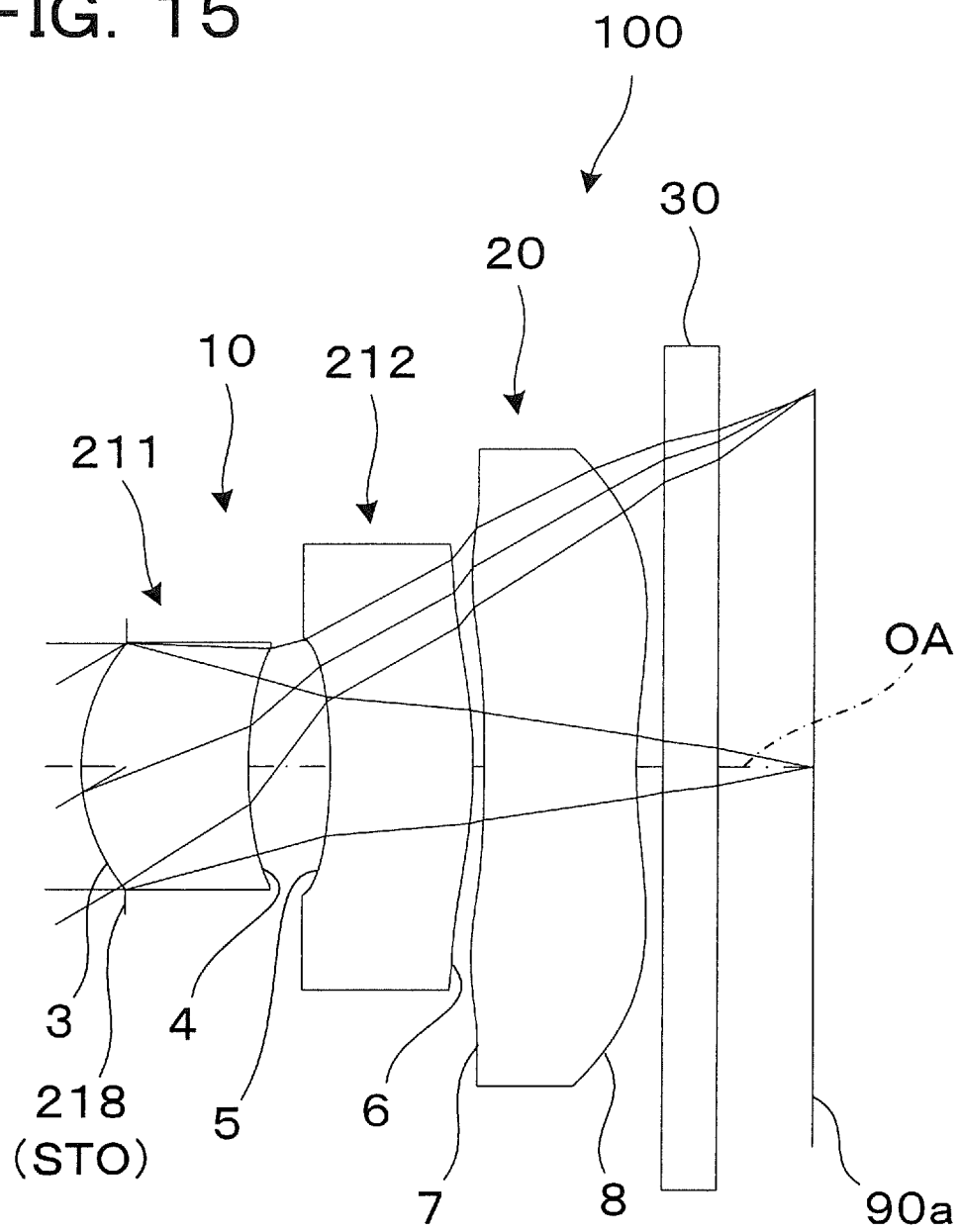


FIG. 14A



[図15]

FIG. 15



[図16]

FIG. 16A

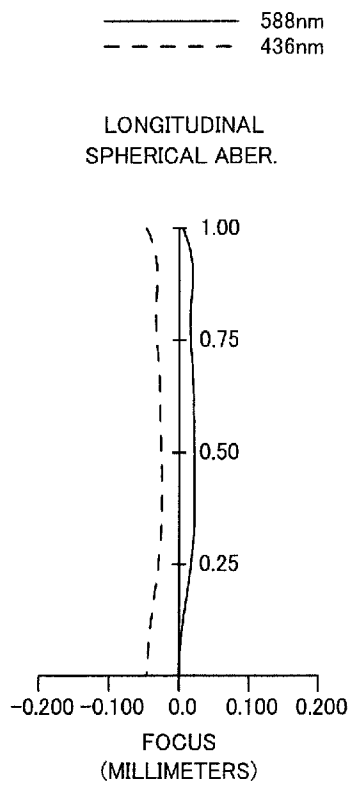


FIG. 16B

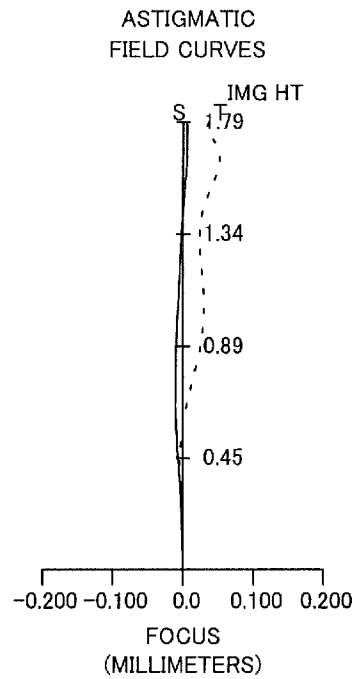
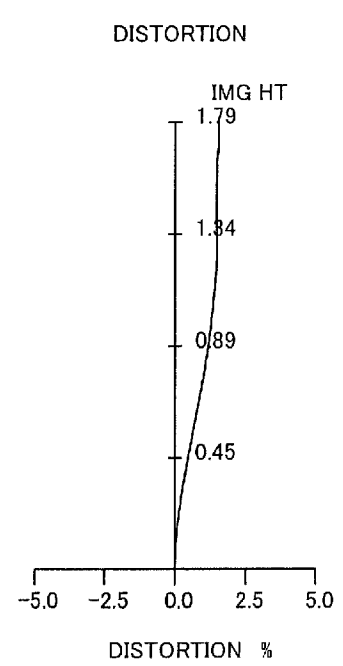
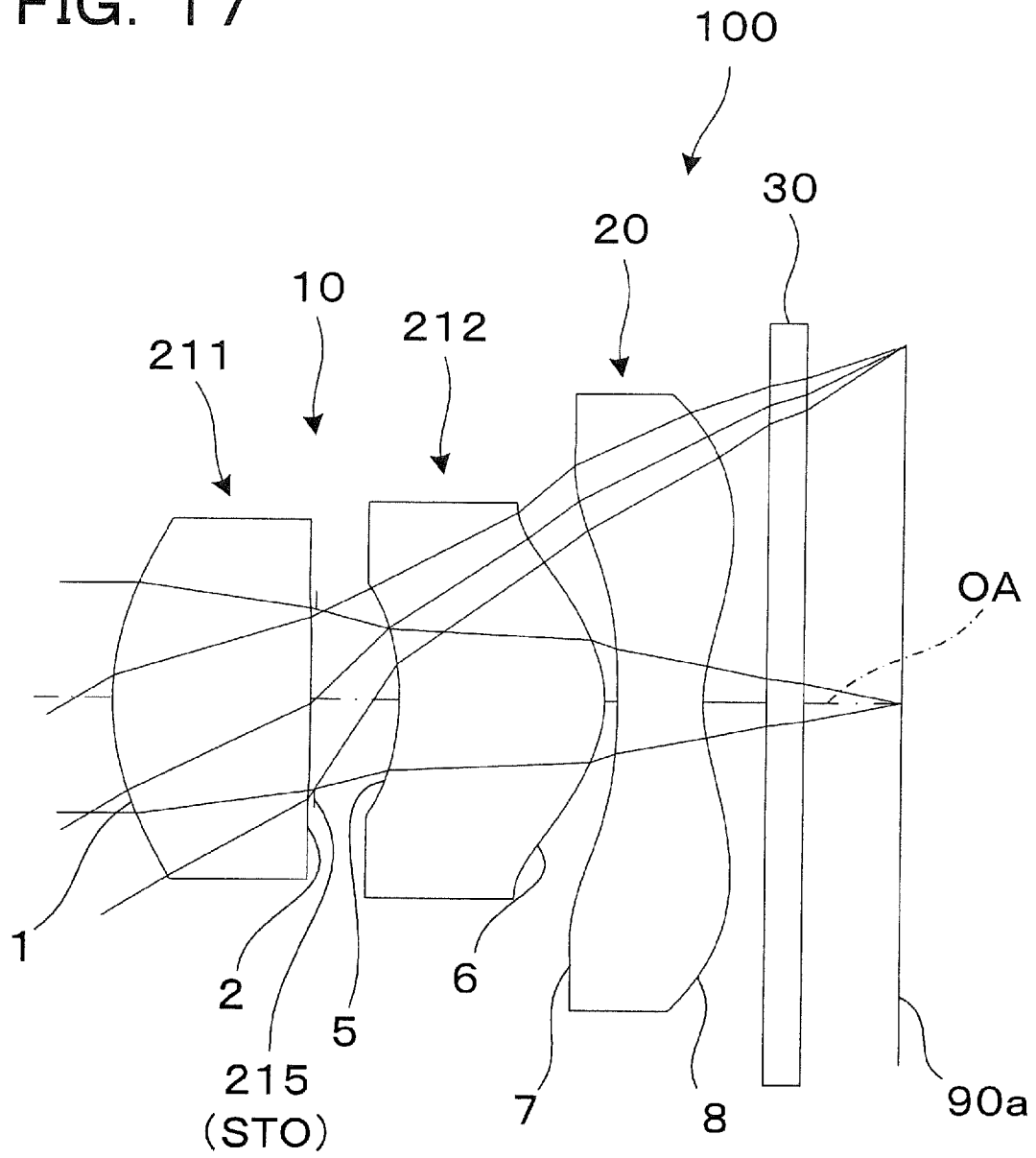


FIG. 16C



[図17]

FIG. 17



[図18]

FIG. 18A

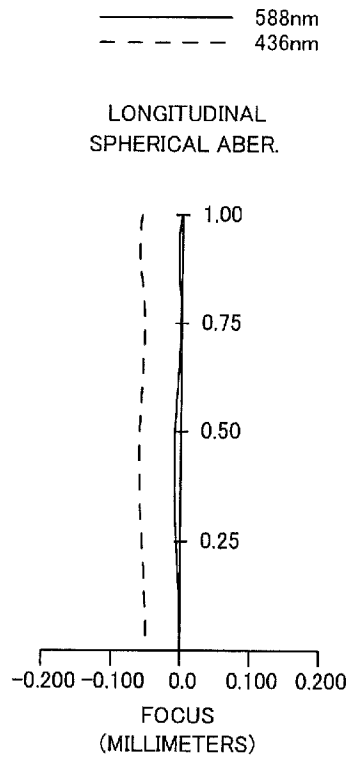


FIG. 18B

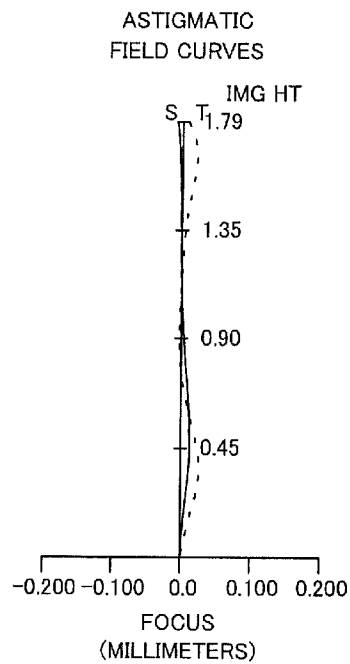
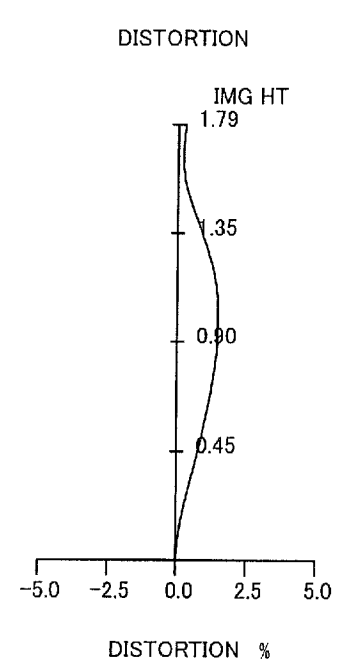


FIG. 18C



[図19]

FIG. 19A

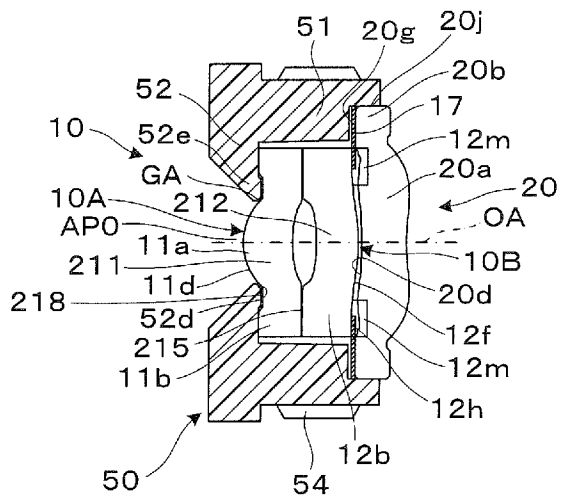
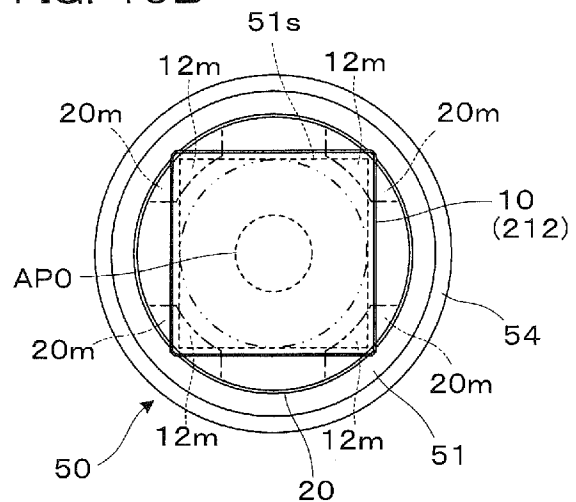


FIG. 19B



[図20]

FIG. 20B

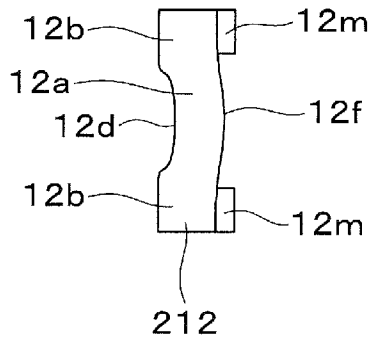


FIG. 20A

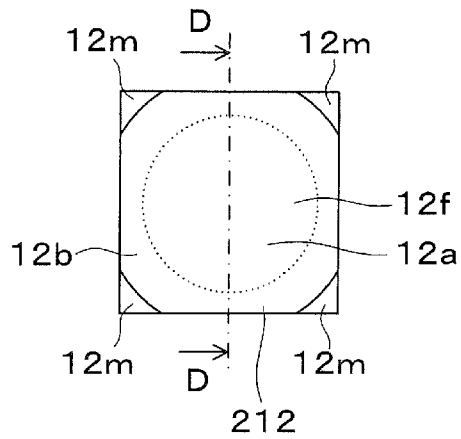
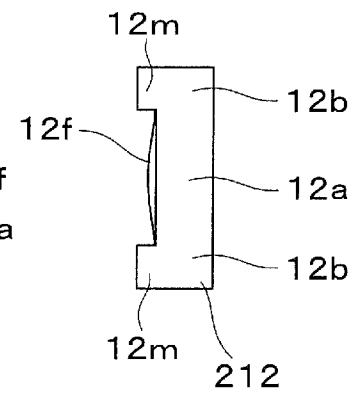


FIG. 20C



[図21]

FIG. 21B

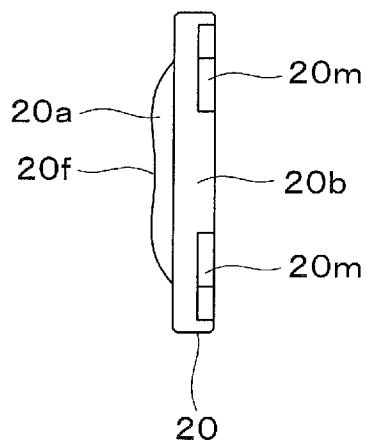


FIG. 21A

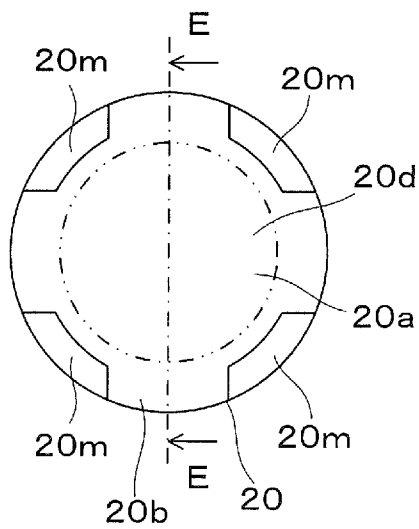
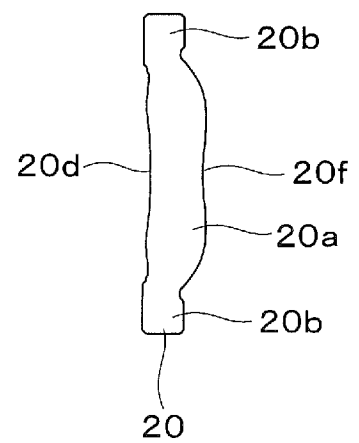
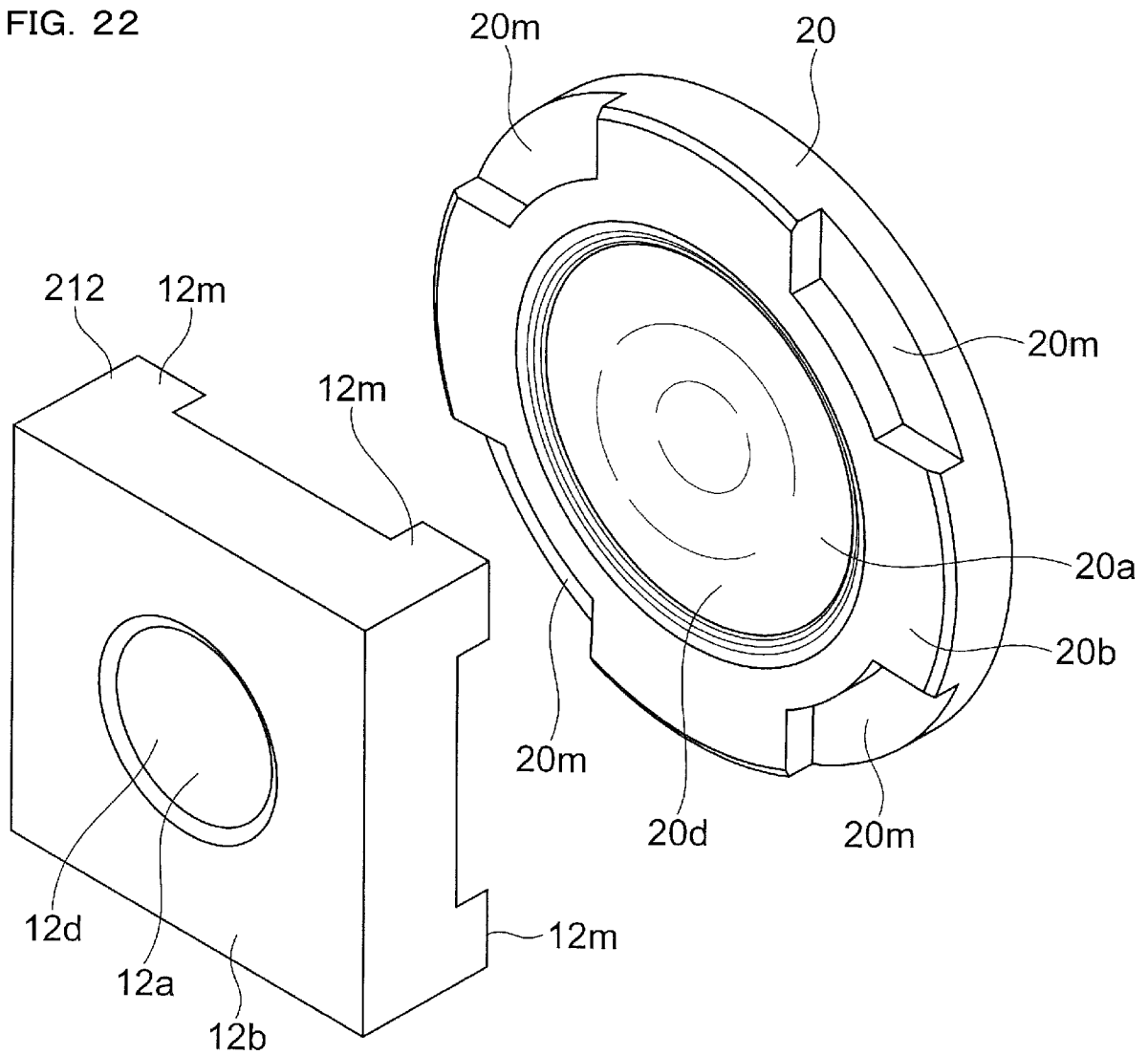


FIG. 21C



[図22]

FIG. 22



[図23]

FIG. 23A

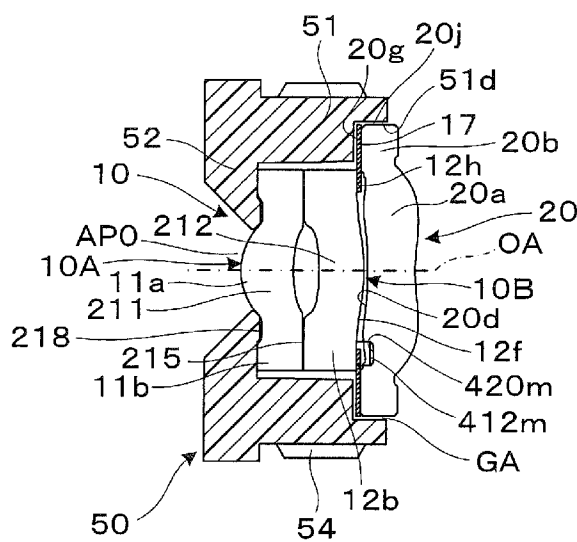
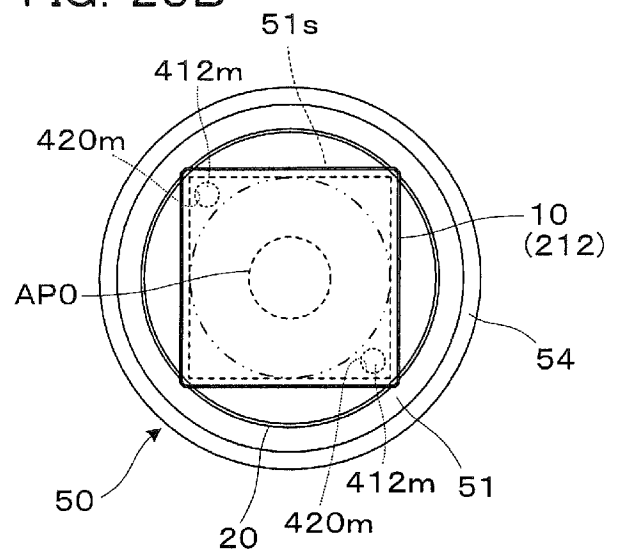


FIG. 23B



[図25]

FIG. 25A

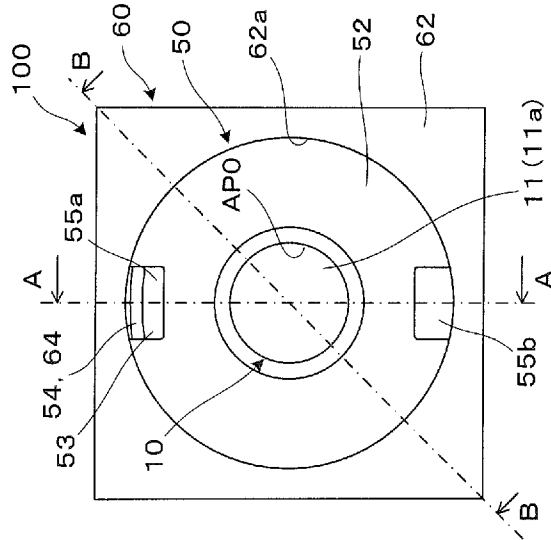


FIG. 25B

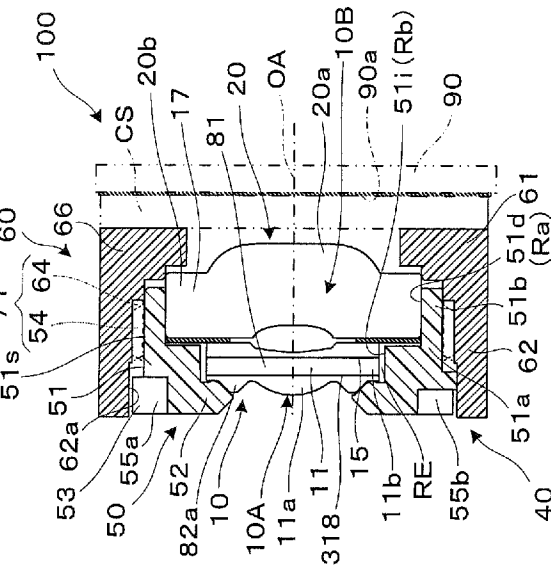


FIG. 25C

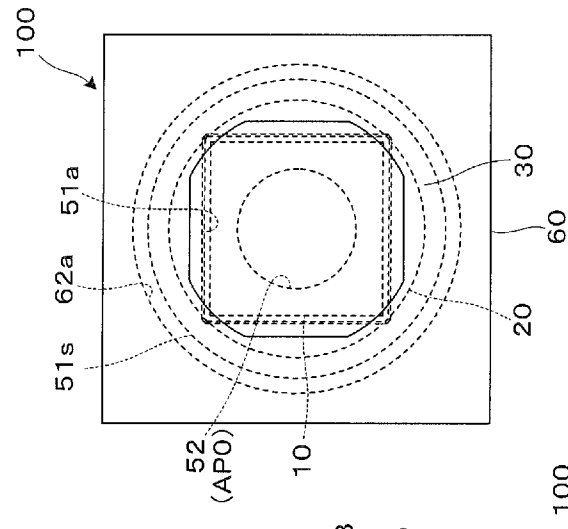
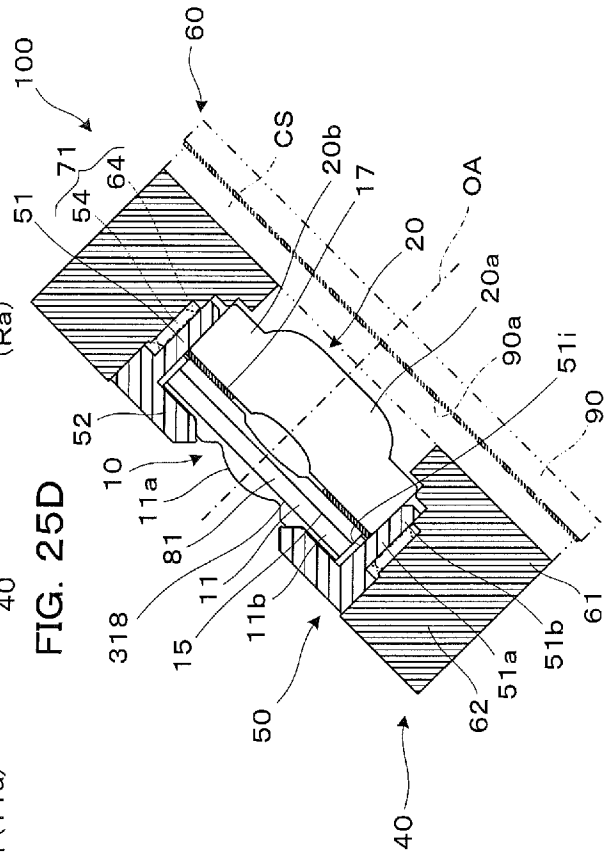
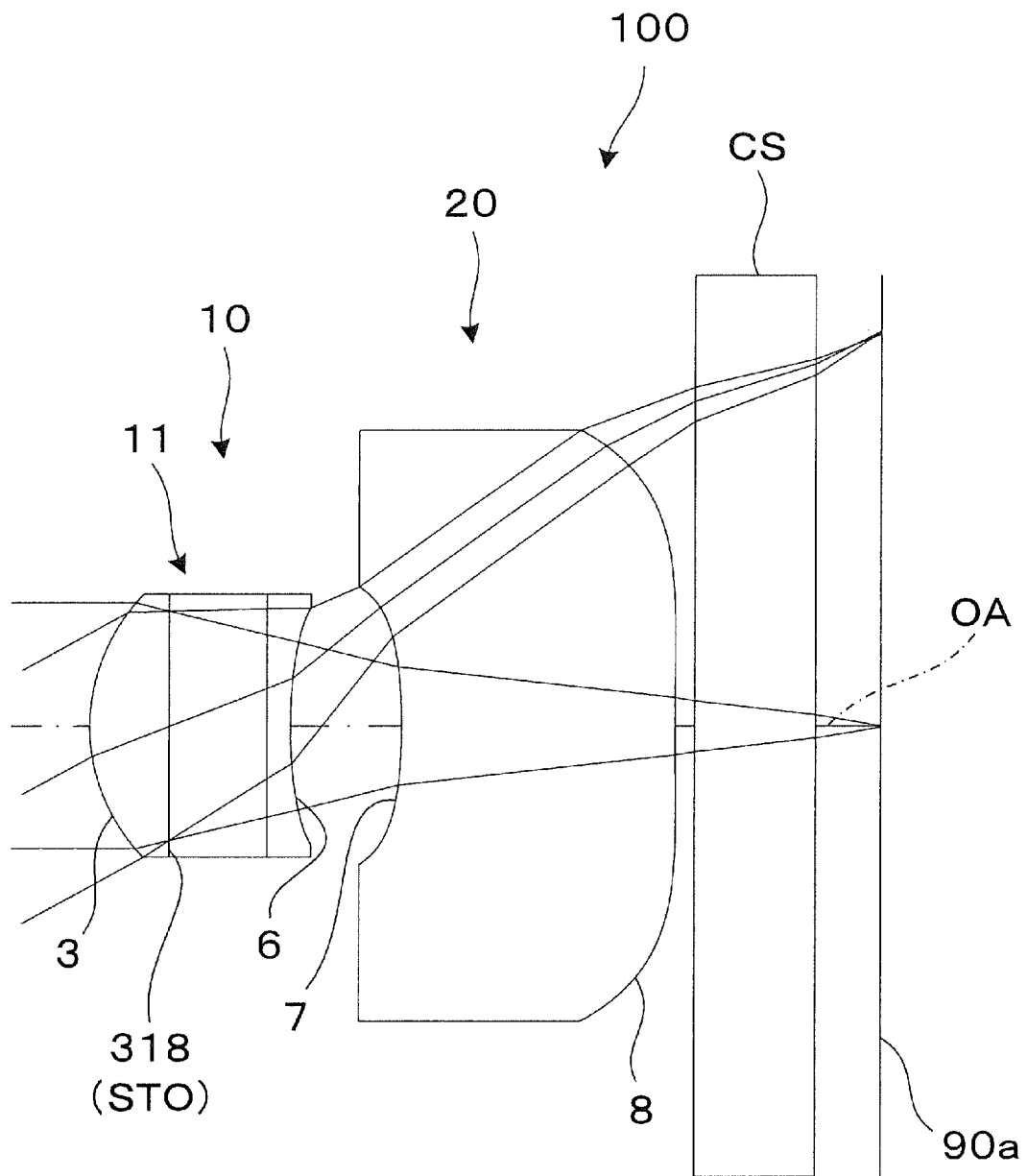


FIG. 25D



[図26]

FIG. 26



[図27]

FIG. 27A

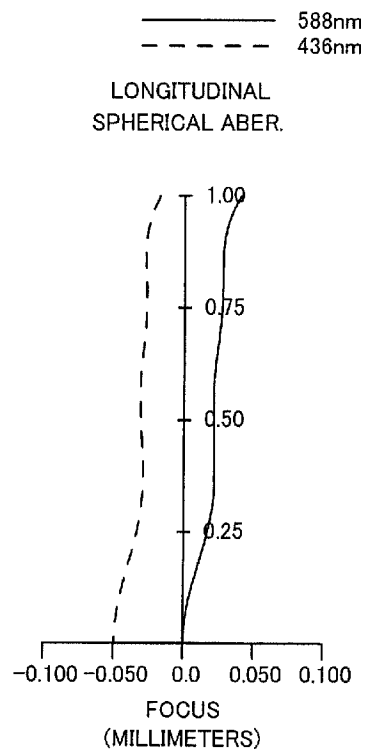


FIG. 27B

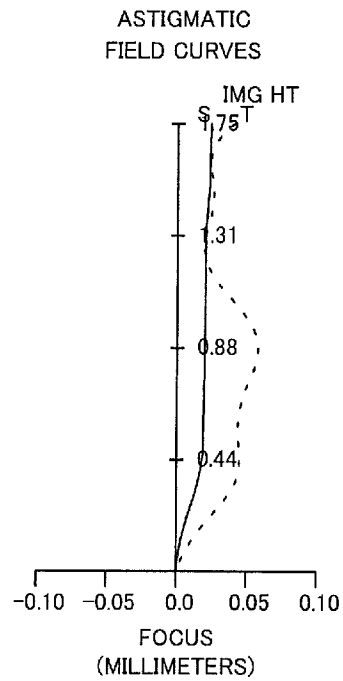
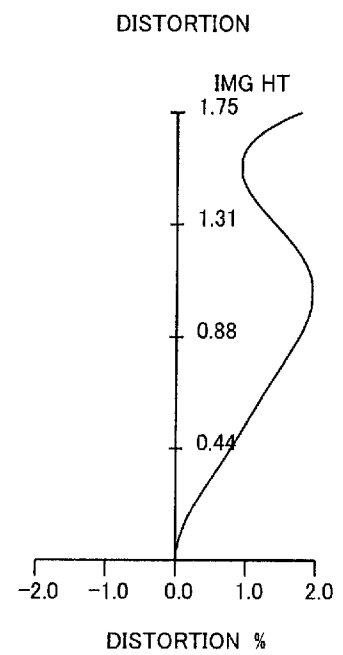


FIG. 27C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/069458

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B7/02(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i, G02B13/18(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)

G02B7/02, G02B3/00, G02B13/00, G02B13/18

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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	JP 11-352414 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 24 December 1999 (24.12.1999), paragraphs [0017] to [0021]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-18
Y	JP 2009-157279 A (Sharp Corp.), 16 July 2009 (16.07.2009), paragraphs [0072], [0081] to [0085], [0160] to [0162]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-18
Y	JP 2008-191672 A (Olympus Corp.), 21 August 2008 (21.08.2008), paragraphs [0001], [0045] to [0050] (Family: none)	5

☒ 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
09 September, 2011 (09.09.11)

Date of mailing of the international search report
20 September, 2011 (20.09.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/069458

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-301061 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 24 December 2009 (24.12.2009), paragraphs [0001] to [0003], [0021] to [0039]; fig. 1 to 4 & WO 2009/133756 A1	10-12
Y	WO 2006/064641 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 June 2006 (22.06.2006), paragraphs [0020], [0043], [0044]; fig. 2, 3 & JP 2008-58336 A	13,16,17
Y	JP 2009-128522 A (Panasonic Corp.), 11 June 2009 (11.06.2009), claim 1; paragraphs [0028], [0049]; fig. 3, 4 (Family: none)	17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B7/02(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i, G02B13/18(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. G02B7/02, G02B3/00, G02B13/00, G02B13/18

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 請求項の番号
Y	JP 11-352414 A（オリンパス光学工業株式会社）1999. 12. 24, 【0017】 - 【0021】、【図 1】、【図 2】（ファミリーなし）	1-18
Y	JP 2009-157279 A（シャープ株式会社）2009. 07. 16, 【0072】、【0081】 - 【0085】、【0160】 - 【0162】、【図 1】、【図 2】（ファミリーなし）	1-18
Y	JP 2008-191672 A（オリンパス株式会社）2008. 08. 21, 【0001】、 【0045】 - 【0050】（ファミリーなし）	5

☒ 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

の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

0 9 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 9 . 2 0 1 1

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

荒井 良子

2 V

9 1 2 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

C (続き) . 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 請求項の番号
Y	JP 2009-301061 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2009. 12. 24, 【0001】 - 【0003】、【0021】 - 【0039】、【図 1】 - 【図 4】 & W0 2009/133756 A1	10-12
Y	W0 2006/064641 A1 (松下電器産業株式会社) 2006. 06. 22, [0020]、 [0043]、[0044]、[図 2]、[図 3] & JP 2008-58336 A	13, 16, 17
Y	JP 2009-128522 A (パナソニック株式会社) 2009. 06. 11, 【請求項 1】、 【0028】、【0049】、【図 3】、【図 4】 (ファミリーなし)	17