

(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
2014 年 10 月 30 日(30.10.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/174600 A1

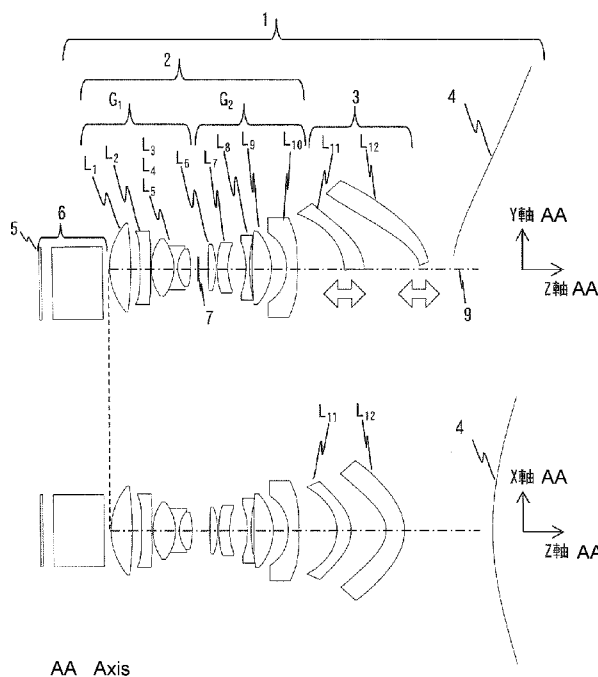
- (51) 国際特許分類:
G02B 17/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/061967
- (22) 国際出願日: 2013 年 4 月 24 日(24.04.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日立マクセル株式会社 (HITACHI MAXELL, LTD.) [JP/JP]; 〒5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 8 8 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 谷津 雅彦(YATSU, Masahiko); 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 日立コンシューマエレクトロニクス株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 青稜特許業務法人(SEIRYO I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目 7 番 1 号 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, BN, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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).

[続葉有]

(54) Title: PROJECTION-TYPE VIDEO DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 投写型映像表示装置

図 1



(57) Abstract: Provided is a projection-type video display device in which further reduction in size of a projection optical system and further reduction of projection distance are realized. This projection-type video display device is provided with a lens group including a plurality of lenses, a free-form surface lens, and a free-form surface mirror for projecting light from the free-form surface lens onto a screen. The lens group is provided with: a biconvex first lens, a smaller curvature radius of which is oriented toward a video display element side; an aspherical second lens; a biconvex third lens; a biconcave fourth lens; a biconvex fifth lens; a biconvex sixth lens, a smaller curvature radius of which is oriented toward a magnification side; a meniscus-shaped seventh lens, a convex face of which is oriented toward a reduction side; a biconcave eighth lens; a biconvex ninth lens, a smaller curvature radius of which is oriented toward the magnification side; and a meniscus-shaped tenth lens, a convex face of which is oriented toward the magnification side. The third through fifth lenses constitute a triplet lens, and the free-form surface lens is meniscus-shaped, a convex face of which is oriented toward the magnification side.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/174600 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

更なる投写距離の短縮化と投写光学系の小型化を実現した投写型映像表示装置を提供する。当該投写型映像表示装置は、複数のレンズを含むレンズ群と、自由曲面レンズと、自由曲面レンズからの光をスクリーン上に投写する自由曲面ミラーを備え、上記レンズ群は、映像表示素子側に小さい曲率半径を向けた両凸形状の第 1 レンズと、非球面形状の第 2 レンズと、両凸形状の第 3 レンズと、両凹形状の第 4 レンズと、両凸形状の第 5 レンズと、拡大側に小さい曲率半径を向けた両凸形状の第 6 レンズと、縮小側に凸面を向けたメニスカス形状の第 7 レンズと、両凹形状の第 8 レンズと、拡大側に小さい曲率半径を向けた両凸形状の第 9 レンズと、拡大側に凸面を向けたメニスカス形状の第 10 レンズを備え、第 3 乃至第 5 レンズはトリプレットレンズを構成し、自由曲面レンズは、拡大側に凸面を向けたメニスカスレンズ形状である。

明 細 書

発明の名称：投写型映像表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、投写型映像表示装置に関する。

背景技術

[0002] 従来技術において、自由曲面光学素子である自由曲面レンズ2枚と自由曲面ミラー1枚を用いた投写光学系が知られている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-253024号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1では、色合成プリズム（フィルタ類 厚さ25.642mm）を配置するために大きなバックフォーカス（以下、BFLと称する）を確保すると共に、同軸系レンズ群のレンズ長（レンズ1入射面からレンズ14出射面の距離）91.1mm、映像表示素子から自由曲面ミラーの距離200.6mm、自由曲面ミラーから像面までの距離500mmに対して80インチの投写像（長辺1707mm）を実現している（投写比=500/1707=0.3）。しかし、更なる投写距離の短縮化と投写光学系の小型化が求められている。

[0005] そこで、本発明の目的は、更なる投写距離の短縮化（広角化）と投写光学系の小型化を実現した投写型映像表示装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題は、請求項に記載の手段により達成される。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、更なる投写距離の短縮化（広角化）と投写光学系の小型

化を実現した投写型映像表示装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施例1の投写光学系の構成図。

[図2]実施例1の投写光学系の光線図。

[図3]実施例1のレンズデータ。

[図4]実施例1の自由曲面係数。

[図5]実施例1の非球面係数。

[図6]実施例1の奇数次多項式非球面係数。

[図7]レンズ1の形状の説明図。

[図8]フランジバック調整の説明図。

[図9]最小傾斜光束と最大傾斜光束の説明図。

[図10]実施例1の各レンズ玉の焦点距離。

[図11]実施例1の歪曲収差図。

[図12]実施例1の横収差図。

[図13]実施例1のスポット図。

[図14]実施例2の投写光学系の構成図。

[図15]実施例2の投写光学系の光線図。

[図16]実施例2のレンズデータ。

[図17]実施例2の自由曲面係数。

[図18]実施例2の非球面の係数。

[図19]実施例2の奇数次多項式非球面係数。

[図20]実施例2の各レンズ玉の焦点距離。

[図21]実施例2の歪曲収差図。

[図22]実施例2の横収差図。

[図23]実施例2のスポット図。

[図24]レトロフォーカスによるBFL確保の説明図。

[図25]広角化の光学設計の光線図。

発明を実施するための形態

- [0009] 本発明を分かりやすく説明するため、まず、本発明の課題について説明する。図24は、レトロフォーカスによるBFL確保の説明図である。図24の投写光学系は、映像表示素子5の側から、正の屈折力を有するレンズ L_{101} 、及び、負の屈折力を有するレンズ L_{102} からなる。光線がレンズ L_{102} 側から入射したとすると、レンズ L_{102} の負の屈折力で光線を跳ね上げ、レンズ L_{101} の正の屈折力で光線を折り曲げる。レンズ L_{102} で光線を跳ね上げた分、焦点距離 f の約2倍ものBFLを確保している。
- [0010] ここで、広角化の問題点を整理するため、図24のレトロフォーカスタイプで広角化の光学設計を実施した。図25は、図24と同様の構成で $BFL = 20.0\text{ mm}$ とした光学設計の光線図である。画角は半画角30度に設定し、レンズ L_{101} とレンズ L_{102} は非球面形状としている。
- [0011] 図25(A)では、レンズ L_{101} の焦点距離 $f_{101} = 16.3\text{ mm}$ 、レンズ L_{102} の焦点距離 $f_{102} = -34.1\text{ mm}$ 、及び、レンズ長 $= 43.6\text{ mm}$ で、投写光学系の焦点距離 $f = 10.0\text{ mm}$ を実現している($BFL = 2f$)。図25(B)では、レンズ L_{101} の焦点距離 $f_{101} = 18.3\text{ mm}$ 、レンズ L_{102} の焦点距離 $f_{102} = -28.5\text{ mm}$ 、及び、レンズ長 $= 98.9\text{ mm}$ で、投写光学系の焦点距離 $f = 5.0\text{ mm}$ を実現している($BFL = 4f$)。
- [0012] このように、広角化だけであれば投写光学系を大形化すれば達成できる。しかし、特許文献1の投写光学系(投写距離500mmで投写像80インチ)を更に広角化した場合、投写距離は更に短くなるが、投写像と投写型映像表示装置との干渉の可能性が増大する。例えば、投写型映像表示装置の使用形態として40インチの投写像を表示したい場合、投写距離が約250mm($= 500 \times 40 / 80$)となり、投写像と投写型映像表示装置との干渉が起きてしまい、更なる広角化どころではない。
- [0013] 尚、投写光学系の広角化を実現するための光線の跳ね上げは、レンズ L_{101} とレンズ L_{102} の間隔を広げる(大形化)だけでなく、レンズ L_{101} とレンズ L_{102} の屈折力を大きくすることでも可能である。しかし、レンズ L_{101} とレンズ L_{102} の屈折力を大きくすると、収差が大きくなり、光学性能が劣化する

。そこで、通常はレンズ玉を分割する（レンズ枚数を増やす）。しかし、そうすると、凸レンズ玉同士の光軸上の距離の制約、凸レンズ玉のコバ厚の制約、凹レンズ玉の中心厚の制約、凹レンズ玉のコバ部の干渉の制約でもレンズ長が長くなる。更に、レンズ枚数の増加により、製造コストも増大する。

実施例 1

[0014] 次に、実施例 1 について説明する。図 1 は、投写光学系 1 の構成図である。投写光学系 1 では、光の進行方向に、映像表示素子 5、換算フィルタ 6、屈折作用を有し複数のレンズを含む同軸系のレンズ群 2、自由曲面レンズ群 3、自由曲面ミラー 4、の順に配置されている。換算フィルタ 6 は、映像表示素子 5 の防塵ガラス、偏光板、色合成用プリズム等を含むものとして表現している。

[0015] ここで、自由曲面レンズの屈折力は、レンズ群 2 の光軸に近い側の主光線が該当の自由曲面レンズを通過する通過距離よりも光軸から遠い側の主光線の通過距離が小さい場合を正の屈折力、逆に、レンズ群 2 の光軸に近い側の主光線が該当の自由曲面レンズを通過する通過距離よりも光軸から遠い側の主光線の通過距離が大きい場合を負の屈折力と定義する。尚、レンズ光軸と同じ光線の場合、通過距離はレンズの中心厚に等しくなる。

[0016] 映像表示素子 5 を出射した映像光は、換算フィルタ 6 を通過し、同軸系のレンズ群 2 と自由曲面レンズ群 3 で屈折作用を受け、自由曲面ミラー 4 で反射し、像面 8（スクリーン）に投写される。

[0017] レンズ群 2 は、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G_1 、及び、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G_2 からなるレトロフォーカスタイプである。又、第 1 レンズ群 G_1 と第 2 レンズ群 G_2 の間に開口絞り 7 が配置されている。

[0018] 以下、レンズの説明において、映像表示素子側を縮小側、光の進行方向（像面側）を拡大側、と称する。

[0019] 第 1 レンズ群 G_1 は、ガラス製で正の屈折力を有し縮小側に小さい曲率半径を有するレンズ L_1 、屈折率が 1.8 以上のプラスチック製の非球面レンズ L_2 、アッベ数が 70 以上のガラス製で正の屈折力を有し両凸形状のレンズ L_3

、アッベ数が25以下のガラス製で負の屈折力を有し両凹形状のレンズ L_4 、アッベ数が70以上のガラス製で正の屈折力を有し両凸形状のレンズ L_5 、及び、ガラス製で正の屈折力を有し拡大側に小さい曲率半径を向けた両凸形状のレンズ L_6 で構成される。レンズ L_3 からレンズ L_5 は、貼合せのトリプレットレンズを構成する。

[0020] 第2レンズ群 G_2 は、プラスチック製で負の屈折力を有し縮小側に凸面を向けたメニスカス形状の非球面レンズ L_7 、アッベ数が70以上のガラス製で負の屈折力を有し縮小側に凹面を向けた両凹形状のレンズ L_8 、アッベ数が35以下のガラス製で正の屈折力を有し拡大側の曲率半径が小さい両凸形状のレンズ L_9 、及び、プラスチック製で負の屈折力を有し拡大側に凸面を向けたメニスカス形状の非球面レンズ L_{10} で構成される。

[0021] 自由曲面レンズ群3は、プラスチック製で拡大側に凸面を向けたメニスカスレンズ形状の自由曲面レンズ L_{11} と、プラスチック製で拡大側に凸面を向けたメニスカスレンズ形状の自由曲面レンズ L_{12} とで構成される。

[0022] 図3に実施例1のレンズデータを示す。曲率半径は曲率半径の中心位置が進行方向にある場合を正の符号で表し、面間距離は各面の頂点位置から次の面の頂点位置までの光軸上の距離を表す。

[0023] 偏心はY軸方向の値であり、倒れはYZ平面内でX軸回りの回転であり、偏心・倒れは、該当の面で偏心と倒れの順に作用し、「普通偏心」では、偏心・倒れが作用した新しい座標系上での面間距離の位置に次の面が配置される。一方、「DAR」は、デセンタ・アンド・リターンの意味で、偏心と倒れはその面でのみ作用し、次の面に影響しない。ガラス名のPMMAは、プラスチックのアクリルである。

[0024] 図4に数1で定義した自由曲面係数を示す。自由曲面係数は、それぞれの光軸9（Z軸）に対して回転非対称な形状であり、円錐項の成分とXYの多項式の項の成分で定義される形状である。例えば、Xが2次（ $m=2$ ）でYが3次（ $n=3$ ）の場合は、 $j = \{(2+3)^2 + 2 + 3 \times 3\} / 2 + 1 = 19$ である C_{19} の係数が対応する。又、自由曲面のそれぞれの光軸の位置は、図

3のレンズデータでの偏心・倒れの量によって定まる。

[0025] 図5に数2で定義した非球面係数を示す。非球面係数は、それぞれの光軸（Z軸）に対して回転対称な形状であり、円錐項の成分と光軸からの高さhの4次から20次の偶数次の成分を使用している。

[0026] 図6に示した奇数次多項式非球面係数は、図5の非球面に奇数次の成分を加えた形状である。高さhは正の値なので、回転対称な形状である。

[0027] 実施例1のレンズ構成に関して、図7から図9を用いて説明する。最初に図7を用いて、レンズL₁について説明する。図7（A）は比較のためL₁の代わりにL₂₀₁を用いた例を示し、図7（B）はL₁を用いた例を示す。

[0028] 映像表示素子5から出射した映像光は、BFLの距離をおいて配置したレンズL₂₀₁で屈折される。この場合、両凸レンズの主平面（点線で表示）は両凸レンズの内部に位置する。一方、平凸レンズであるL₁の主平面は平凸レンズの凸面部に位置する。即ち、平凸レンズの方は、十分なBFLを確保しながらも、両凸レンズに比べて主平面の位置の違いで、映像光を早めに屈折できるので、後続のレンズL₂以降での光線高さを小さくでき、投写光学系1の小形化に有利となる。更に、レンズL₁で発生する収差を小さくするために、レンズL₁には屈折率が1.8以上のガラス、実施例1ではFDS90（HOYA）を適用している。

[0029] ところで、図24に示した軸上光線（Marginal Ray）の光線高さH_mと、主光線（Principle Ray）の光線高さH_pと、各レンズの屈折力φ（＝焦点距離の逆数）と、各レンズのアッベ数νを用いると、軸上色収差と倍率色収差が以下の式で定義できる。

$$\text{軸上色収差} = \sum (H_{m_i}^2 \phi_i / \nu_i)$$

$$\text{倍率色収差} = \sum (H_{m_i} H_{p_i} \phi_i / \nu_i)$$

$$\text{屈折力} = \sum (H_{m_i} \phi_i)$$

[0030] 例えば、凸と凹のレンズ玉を距離0で配置した場合は、光線高さは同じなので、色補正の条件が「 $\phi_1 / \nu_1 + \phi_2 / \nu_2 = 0$ 」、屈折力の条件が「 $\phi = \phi_1 + \phi_2$ 」となる。ここで、図24のレトロフォーカスでの正のレンズ群を

想定して、光学系全体の屈折力を正とすると、通常、凸レンズにはアッペ数の大きなガラスを、凹レンズにはアッペ数の小さなガラスを適用する。

[0031] しかし、実施例1のレンズ L_1 に屈折率の大きなガラスを適用した結果、アッペ数は小さくなった。そこで、レンズ L_3 とレンズ L_4 とレンズ L_5 の凸レンズにはアッペ数が70以上のガラスを、凹レンズにはアッペ数が25以下のガラスを適用した上で、更に、レンズ L_1 で発生した色収差も補正するために、レンズ L_3 とレンズ L_4 とレンズ L_5 の各レンズ玉の屈折力を大きくした。大きな屈折力を与えた結果、各レンズ玉では大きさ収差が発生するので、レンズ L_3 とレンズ L_4 とレンズ L_5 を貼合せのトリプレットレンズとすることで、色収差の補正を行いながらも、収差の発生を防いでいる。

[0032] 尚、レンズ L_2 はプラスチック製の非球面レンズであり、温度変化によるプラスチックレンズの屈折力の変化を低減するために、レンズ L_2 の屈折力を小さくしている、即ち、 $\phi_2 \div 0$ なので、色収差に対する影響は少ない。

[0033] 図8は、フランジバック調整の説明図である。本来、凸レンズ L_{301} （図1の $L_1 \sim L_5$ に相当）と凸レンズ L_{302} （図1の L_6 に相当）で構成された投写光学系に対して、映像表示素子5と像面8（スクリーン）は共役関係にあるべきだが、組立工程での映像表示素子5やレンズ玉の位置ズレや、レンズ玉の曲率半径エラーなどがあると、映像表示素子5と像面8との共役関係がずれてしまう。

[0034] そこで、図8では、凸レンズ L_{301} を光軸上で動かすことで、合焦させることが可能となる。図8では、凸レンズ L_{301} と凸レンズ L_{302} の間の軸上光線を、略平行光線100としているので、凸レンズ L_{301} 移動させても投写光学系1の焦点距離を変化させずに、フランジバック調整を行うことができる。

[0035] 本発明の投写光学系では、合焦レンズである自由曲面レンズ群3を動かすことでも、フランジバック調整ができるが、（1）本来の合焦レンズの移動範囲（調整範囲）にズレが生じてしまう、（2）同軸系のレンズ群2の部品エラーは同じレンズ群2で補正することが光学性能にとって望ましい、との理由により、レンズ群2の正の屈折力の第1レンズ群 G_1 を2つの屈折力の成

分に分離する。具体的には、図1でレンズ L_1 からレンズ L_5 と、レンズ L_6 で分離し、レンズ L_1 からレンズ L_5 を光軸上で移動させることで、フランジバック調整を行った。

[0036] ここで、レンズ L_5 とレンズ L_6 の間に開口絞り7を配置しているので、レンズ L_5 とレンズ L_6 では、主光線の光線高さの符合が正負で逆になる。従って、先に説明した倍率色収差に関しては、レンズ L_5 とレンズ L_6 で作用が異なるので、レンズ L_5 ではアッベ数を70以上としたが、レンズ L_6 では逆にアッベ数を35以下とした。

[0037] ところで、一般的に、非球面を有効に活用することで、レンズ枚数の低減や、より難易度の高い光学系の光学設計が可能となる。しかし、非球面が適切に光学系に配置されていない場合は、非球面の作用は期待できない。

[0038] 図9に、最小傾斜光束、最大傾斜光束と軸上光線相当高さ、及び、主光線相当高さを示す。YZ断面において像面8に斜投写する光束で、入射角度が最小となる最小傾斜光束M（図2で画角7の光束）での瞳中心光 M_1 ・上限光 M_2 ・下限光 M_3 と、入射角度が最大となる最大傾斜光束P（図2で画角4の光束）での瞳中心光 P_1 ・上限光 P_2 ・下限光 P_3 を用いて、「 $M_2 - M_1$ 」を軸上光線相当高、「 $P_1 - M_1$ 」を主光線相当高さとして示した。

[0039] 図9で、レンズ L_7 は主光線高さが入射面1.65mm・出射面2.15mmと小さな値を有し、主に、レンズ L_7 では主に球面収差の補正作用に優れる。一方、レンズ L_2 は主光線高さが入射面-4.43mm・出射面-3.76mmと負で大きな値を有し、主に、歪曲収差などの周辺の収差の補正作用に優れる。同様に、レンズ L_{10} も主光線相当高さが大きいが入射面5.73mm・出射面7.40mmと正の値を有しており、レンズ2の非球面の補正作用との組合せが効果的である。

[0040] 次に、図7に実施例1の各レンズ玉の焦点距離（＝屈折力の逆数）を示す。投写倍率（＝像サイズ／物サイズ）と投写距離を用いて計算した投写光学系1の焦点距離2.1mmに対して、プラスチック製のレンズ L_2 の焦点距離-7137.9mmは絶対値で3000倍以上、レンズ L_7 の焦点距離-10

5. 0 mmも絶対値で約50倍と大きく、屈折力が十分に小さいことが分かる。

[0041] このようにレンズ L_7 の屈折力は小さいので、レンズ L_7 を屈折力の小さいプラスチックレンズとして、レンズ L_8 を屈折力の大きいガラスレンズとすることで、先に、図25で説明した実質的なレンズ長を大きくできるので、広角化に有利である。

[0042] プラスチック製のレンズ L_{10} の焦点距離 -33.3 mmも約16倍と大きい、レンズ L_2 とレンズ L_7 に比べれば屈折力が大きい。これは、図25で示したレンズ L_{10} での軸上光線相当高さは、レンズ L_2 ・レンズ L_7 での軸上光線相当高さの約70%と小さく、軸上色収差には軸上光線相当高さは自乗で作用するので、レンズ L_{10} の屈折力の影響が小さいからである。

[0043] レンズ群2は、第1レンズ群 G_1 の焦点距離が 21.2 mm、第2レンズ群 G_2 の焦点距離が -50.0 mmというレトロフォーカスの構成である。レンズ L_3 とレンズ L_4 とレンズ L_5 を貼り合わせたトリプレットレンズは、各レンズ玉の焦点距離は 14.5 mmと -5.6 mmと 12.2 mmと小さい焦点距離であり、それぞれ大きな屈折力を有しているが、トリプレットレンズ全体では焦点距離は -235.6 mmと屈折力が負になっている。即ち、トリプレットレンズ全体の焦点距離 f_{L3L4L5} と、レンズ群2全体の焦点距離 f_1 の比である f_1 / f_{L3L4L5} の絶対値は0.2以下となった。

[0044] 実施例1の光学性能として、図8に歪曲性能を、図9に横収差図を、図10にスポット図を示す。それぞれ、良好な光学性能を達成していることが分かる。

[0045] 実施例1では、投写距離 $A = 172.2$ mm、投写像の長辺の長さ $W_8 = 861.4$ (対角40インチ)なので、投写比0.2 ($= A / W_8$)という広角化を実現した。又、同軸系のレンズ群の長さ $B = 52.4$ mm、画像表示素子5の画像有効範囲の長辺の長さ $W_5 = 9.8$ mmなので、換算同軸系レンズ長 5.4 ($= B / W_5$)という小形化も実現した。投写比0.2と換算同軸系レンズ系長 5.4 の積は、 1.07 と小さい値を達成した。

[0046] 一方、特許文献1の投写光学系では、投写距離 $A = 500\text{ mm}$ を投写像の長辺の長さ $W_8 = 1706$ （対角80インチ）で割って投写比 $0.3 (= A / W_8)$ 、同軸系レンズ群の長さ $B = 91.1\text{ mm}$ を画像表示素子5の画像有効範囲の長辺の長さ $W_5 = 13.44\text{ mm}$ で割って換算同軸系レンズ群長 $6.8 (= B / W_5)$ であり、投写比 0.3 と換算同軸系レンズ群長 6.8 の積は、 1.99 である。

実施例 2

[0047] 図14から図23を用いて、実施例2について説明する。図14は実施例2の投写光学系の構成図、図15は実施例2の光線図である。又、図16は実施例2のレンズデータ（ガラス名のPMMAはプラスチックの亚克力、ZEONEX_K26Rはゼオン社製のプラスチック材料）、図17は実施例2の自由曲面係数、図18は実施例2の非球面係数、図19は実施例2の奇数次多項式非球面係数、図20は実施例2の各レンズ玉の焦点距離（＝屈折力の逆数）、図21は実施例2の歪曲性能、図22は実施例2の横収差図、図23は実施例2のスポット図を示す。それぞれ、良好な光学性能を達成していることが分かる。

[0048] 実施例2では、投写距離 $A = 172.6\text{ mm}$ で、投写像の長辺の長さ $W_8 = 888.7$ （対角40インチ強）なので、投写比 $0.2 (= A / W_8)$ という広角化を実現した。又、同軸系レンズ群の長さ $B = 52.7\text{ mm}$ 、映像表示素子5の画像有効範囲の長辺の長さ $W_5 = 10.1\text{ mm}$ なので、換算同軸系レンズ群長 $5.2 (= B / W_5)$ という小形化を実現した。投写比 0.2 と換算同軸系レンズ群長 5.4 の積は、 1.02 となり、 1.5 以下という小さい値を達成した。

[0049] 以上より、本発明は、必要最低限のレンズ枚数で、更なる投写距離の短縮化（広角化）と投写光学系の小型化を実現できる。

符号の説明

[0050] 1…投写光学系、2…同軸レンズ系、 G_1 …第1レンズ群、 G_2 …第2レンズ群、3…自由曲面レンズ群、4…自由曲面ミラー、5…映像表示素子、6…

換算フィルタ、7…開口絞り、8…像面、9…光軸、 L_1 …第1レンズ、 L_2 …第2レンズ、 L_3 …第3レンズ、 L_4 …第4レンズ、 L_5 …第5レンズ、 L_6 …第6レンズ、 L_7 …第7レンズ、 L_8 …第8レンズ、 L_9 …第9レンズ、 L_{10} …第10レンズ、 L_{11} …第1自由曲面レンズ、 L_{12} …第2自由曲面レンズ。

請求の範囲

- [請求項1] 映像表示素子に対して光の進行方向に配置され、複数のレンズを含むレンズ群と、
- 前記レンズ群に対して光の進行方向に配置される第1の自由曲面レンズと、
- 前記第1の自由曲面レンズに対して光の進行方向に配置される第2の自由曲面レンズと、
- 前記第2の自由曲面レンズから出射する光を反射してスクリーン上に傾斜して投写する自由曲面ミラーを備え、前記レンズ群は、前記映像表示素子側から順に、
- 正の屈折力を有し前記映像表示素子側に小さい曲率半径を向けた両凸形状の第1レンズと、
- 非球面形状の第2レンズと、
- 正の屈折力を有し両凸形状の第3レンズと、
- 負の屈折力を有し両凹形状の第4レンズと、
- 正の屈折力を有し両凸形状の第5レンズと、
- 正の屈折力を有し拡大側に小さい曲率半径を向けた両凸形状の第6レンズと、
- 負の屈折力を有し縮小側に凸面を向けたメニスカス形状、かつ、非球面形状の第7レンズと、
- 負の屈折力を有し両凹形状の第8レンズと、
- 正の屈折力を有し拡大側に小さい曲率半径を向けた両凸形状の第9レンズと、
- 負の屈折力を有し拡大側に凸面を向けたメニスカス形状、かつ、非球面形状の第10レンズを備え、
- 前記第3、第4、及び第5レンズは、それぞれが貼り合わされたトリプレットレンズを構成し、
- 前記第1及び第2の自由曲面レンズは、拡大側に凸面を向けたメニス

カスレンズ形状である、投写型映像表示装置。

[請求項2] 前記第1レンズの屈折率は1.8より大きい、請求項1記載の投写型映像表示装置。

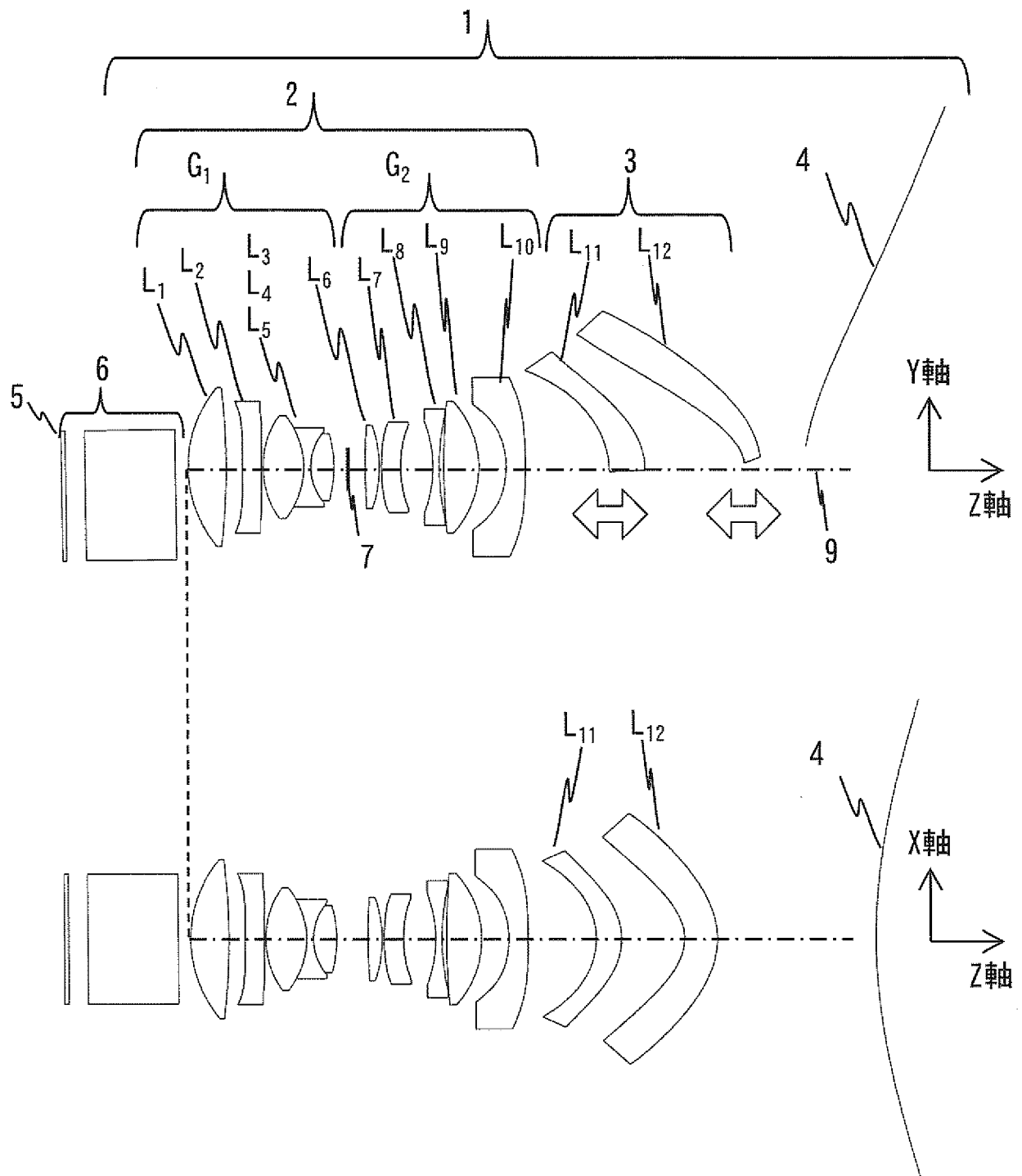
[請求項3] 前記第3レンズのアッベ数は70より大きく、
前記第4レンズのアッベ数は25より小さく、
前記第5レンズのアッベ数は70より大きく、
前記トリプレットレンズ全体の焦点距離 f_{L3L4L5} と、前記レンズ群全体の焦点距離 f_1 の比、 f_1 / f_{L3L4L5} の絶対値が0.2以下である、請求項1又は2記載の投写型映像表示装置。

[請求項4] 前記第6レンズのアッベ数は35より小さい、請求項1乃至3何れかに記載の投写型映像表示装置。

[請求項5] 前記投写光学系の投写距離 A と、投写像の長辺の長さ W_8 とで定義する投写比 (A / W_8) に、前記レンズ群の長さ B を、前記映像表示素子の画像有効範囲の長辺の長さ W_5 で規格化した値 (B / W_5) を掛けた値 $(A / W_8) \times (B / W_5)$ は1.5以下である、請求項1乃至4何れかに記載の投写型映像表示装置。

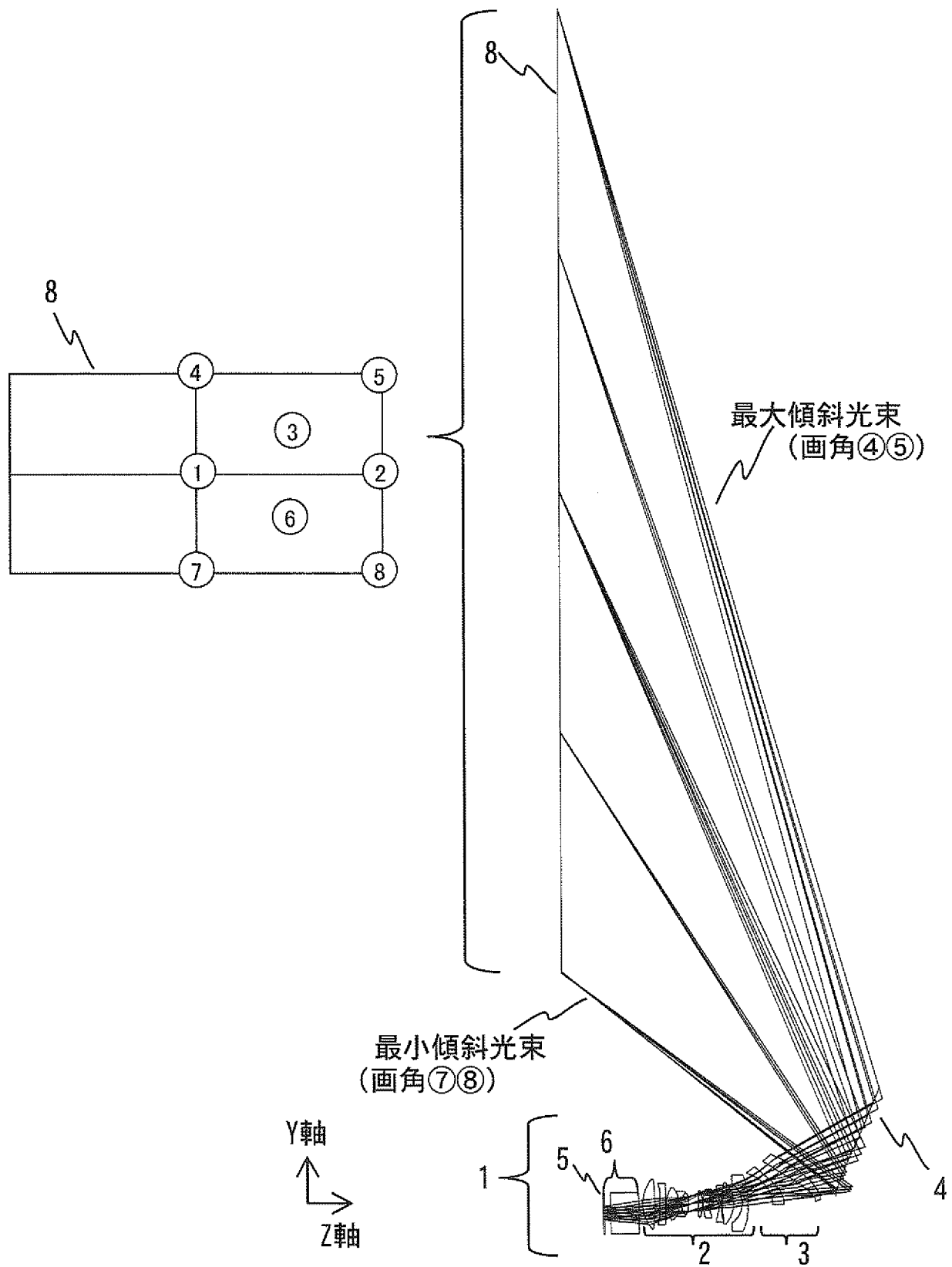
[図1]

図 1



[図2]

図 2



[図3]

図 3

呼称		形状	曲率半径	面間距離	硝材名	偏心・倒れ		
						内容	偏心	倒れ
物面	0面	平面	∞	0.303		普通偏心	4.215	-0.615
フィルタ類	1面	球面	∞	0.65	EAGLE_XG_Corning			
	2面	球面	∞	3				
フィルタ類	3面	球面	∞	14	BSC7_HOYA			
	4面	球面	∞	2.000				
L1	5面	球面	18.876	5.920	FDS90_HOYA			
	6面	球面	-102	2.454				
L2	7面	非球面	226.8206	3	PMMA			
	8面	非球面	212.1346	0.3				
L3 L4 L5	9面	球面	13.952	6.359	FC5_HOYA			
	10面	球面	-12.292	1	FDS90_HOYA			
	11面	球面	8.159	3.67	FC5_HOYA			
	12面	球面	-18.785	1.800				
開口絞り	13面	球面	∞	3.039				
L6	14面	球面	96.388	2.2	EFD1_HOYA			
	15面	球面	-19.18	0.300				
L7	16面	非球面	28.3567	3	PMMA			
	17面	非球面	17.6728	5.014				
L8	18面	球面	-19.465	1	FC5_HOYA			
	19面	球面	36.5	0.706				
L9	20面	球面	115	5.4	EFD15_HOYA			
	21面	球面	-14.94	4.216				
L10	22面	奇数次多項式非球面	-14.1619	3	PMMA			
	23面	奇数次多項式非球面	-110.0357	12.846 *				
L11	24面	XY多項式面	∞	5.7	PMMA	DAR	1.536	0
	25面	XY多項式面	∞	8.831 *		DAR	0.350	0
L12	26面	XY多項式面	∞	6.1	PMMA	DAR	8.484	0
	27面	XY多項式面	∞	0		DAR	8.484	0
23面へ戻る	28面	ダミ一面	∞	58.797				
M13	29面	XY多項式面	∞	0	反射	DAR	39.763	-23.865
	30面	ダミ一面	∞	-434.005 *		普通偏心	0.000	-67.007
像面	31面	平面	∞	0		DAR	0	66.573

		35インチ	40インチ	45インチ	50インチ
面間距離	23面	12.261	12.846	13.261	13.615
	25面	9.026	8.831	8.640	8.502
	30面	-380.6	-434.0	-487.3	-540.5

[図4]

図 4

$$Z = \frac{c \cdot (x^2 + y^2)}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)c^2 \cdot (x^2 + y^2)}} + \sum \sum_{j=[(m+n)^2+m+3n]/2+1} (C_j(m,n) \times X^m \times Y^n) \quad (\text{数 } 1)$$

コード		L11A面	L11B面	L12A面	L12B面	M13
1/R	c	0	0	0	0	0
K	K	0	0	0	0	0
C3	Y ¹	-1.69512E-01	-6.18608E-02	-1.41823E+00	-7.61249E-01	
C4	X ²	-3.86935E-02	-4.99103E-02	-8.47113E-02	-4.47704E-02	4.92487E-03
C6	Y ²	-4.03529E-02	-5.28464E-02	-5.07482E-02	-4.55422E-02	-9.42226E-04
C8	X ² Y	-1.00451E-03	-5.79285E-04	5.71827E-03	8.58820E-04	-1.31985E-04
C10	Y ³	-1.09957E-04	2.51207E-04	2.65770E-03	4.10603E-04	-1.28789E-06
C11	X ⁴	-1.77285E-04	-1.41238E-04	1.46355E-04	1.41177E-05	-6.43416E-07
C13	X ² Y ²	-7.00000E-05	-2.10522E-05	-1.10586E-04	5.66530E-06	2.81909E-06
C15	Y ⁴	-6.04767E-05	-1.25003E-05	1.75320E-05	4.23759E-05	3.30568E-07
C17	X ⁴ Y	1.67421E-05	1.34047E-05	-1.95424E-05	5.91893E-07	3.95033E-08
C19	X ² Y ³	3.25043E-06	3.06217E-06	2.17470E-06	2.63498E-06	-6.13253E-08
C21	Y ⁵	1.66914E-06	-6.96227E-07	4.76267E-06	-1.80650E-06	-1.00347E-08
C22	X ⁶	1.05099E-06	7.39349E-07	-1.29317E-07	7.10604E-08	1.38787E-10
C24	X ⁴ Y ²	-3.49140E-07	-7.73849E-08	1.58588E-06	4.80985E-08	-1.47142E-09
C26	X ² Y ⁴	1.59480E-07	1.79569E-07	2.43743E-07	-4.98527E-07	8.23013E-10
C28	Y ⁶	-2.64180E-07	7.27822E-08	-8.27566E-08	-2.00176E-07	-3.66830E-10
C30	X ⁶ Y	-3.71444E-08	-1.72890E-08	2.46627E-08	-1.73841E-08	-1.10409E-11
C32	X ⁴ Y ³	-2.77908E-08	5.12062E-09	-8.31639E-08	-3.73721E-08	5.01052E-11
C34	X ² Y ⁵	-7.42638E-08	1.23296E-08	-8.48066E-08	8.77381E-09	2.48383E-11
C36	Y ⁷	-9.74494E-09	3.36712E-09	-4.33459E-08	1.19292E-08	-1.55123E-11
C37	X ⁸	-5.72842E-09	-1.43250E-09	9.15413E-11	-1.25677E-10	-3.98087E-14
C39	X ⁶ Y ²	-1.10702E-08	-2.35556E-10	-4.58008E-09	3.46361E-10	5.39444E-13
C41	X ⁴ Y ⁴	-2.74898E-09	9.78170E-10	3.31156E-09	2.37490E-09	-1.73556E-12
C43	X ² Y ⁶	9.71682E-10	3.53737E-10	1.53180E-09	1.01327E-09	1.25905E-12
C45	Y ⁸	8.12760E-10	1.26618E-10	6.04607E-10	2.92308E-10	4.83424E-14
C47	X ⁸ Y	3.27470E-11	-4.57379E-11	2.69203E-11	3.12224E-11	2.02220E-15
C49	X ⁶ Y ³	1.82493E-10	-2.60259E-11	1.35851E-10	3.37708E-11	-1.29674E-14
C51	X ⁴ Y ⁵	-1.74771E-10	-1.27887E-11	2.97127E-10	-2.34320E-11	-2.34748E-14
C53	X ² Y ⁷	2.13758E-10	-7.60400E-12	1.44928E-10	-1.32967E-10	1.68898E-14
C55	Y ⁹	2.53852E-11	-2.86453E-13	1.17160E-10	-2.11209E-11	3.86861E-15
C56	X ¹⁰	9.54653E-12	1.29998E-12	-7.12862E-13	-1.02074E-13	8.66609E-18
C58	X ⁸ Y ²	3.84515E-11	5.50224E-12	3.81359E-12	-8.00482E-13	-1.50700E-16
C60	X ⁶ Y ⁴	2.41327E-11	-4.61525E-12	-2.72293E-12	-2.37488E-12	9.35100E-16
C62	X ⁴ Y ⁶	1.14044E-11	-2.86546E-12	-1.75358E-11	-7.57652E-13	-5.77749E-16
C64	X ² Y ⁸	-2.35735E-11	-2.42798E-12	4.15652E-12	3.81855E-12	-1.90295E-16
C66	Y ¹⁰	-5.45205E-12	-4.04549E-13	-5.49528E-12	-9.43493E-13	3.07353E-17

[図5]

図 5

$$Z = \frac{c \cdot h^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)c^2 \cdot h^2}} + A \times h^4 + B \times h^6 + C \times h^8 + D \times h^{10} + E \times h^{12} + F \times h^{14} + G \times h^{16} + H \times h^{18} + J \times h^{20}$$

(数 2)

	L2A面	L2B面	L7A面	L7B面
1/c	226.8206	212.1346	28.3567	17.6728
K	0	0	0	0
A	-1.01422E-04	-8.40636E-06	-5.14006E-05	-1.46558E-04
B	-4.43439E-07	-8.63643E-07	4.27451E-06	4.40512E-06
C	2.06693E-09	1.40764E-09	-6.74935E-09	4.06087E-09
D	-9.93063E-13	-2.42245E-11	-3.98508E-10	-2.27554E-10
E	5.12260E-14	-1.65620E-13	8.68615E-13	1.79141E-12
F	-2.22566E-16	2.70698E-16	1.02325E-13	7.94434E-14
G	-3.37600E-18	2.66218E-17	8.92534E-16	4.01173E-16
H	5.67012E-22	2.92561E-19	-2.36022E-17	-1.11014E-17
J	9.44392E-23	-3.31018E-21	-5.28706E-20	9.53448E-20

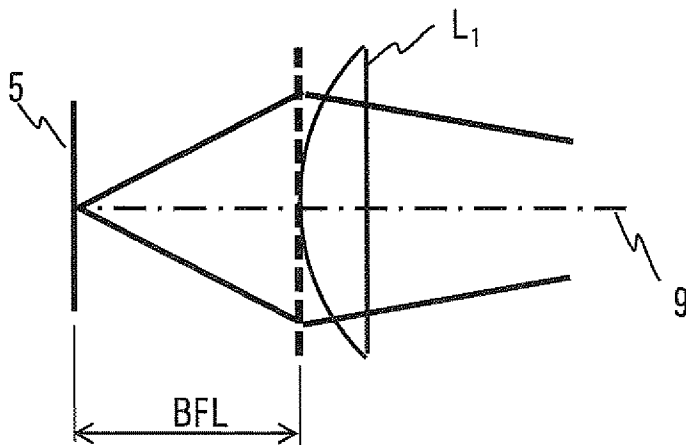
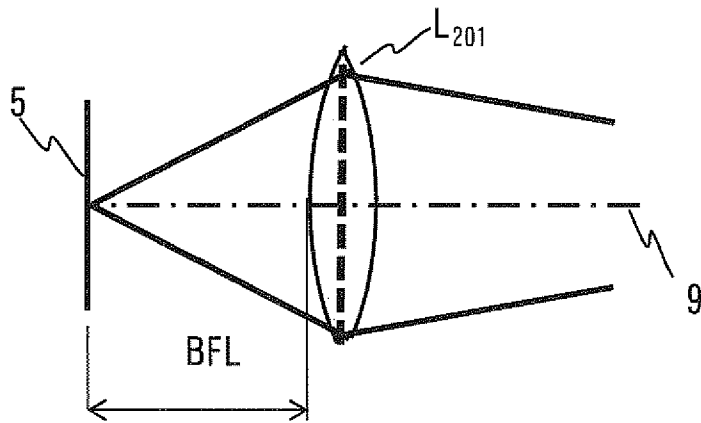
[図6]

図 6

	L10A面	L10B面
1/c	-14.1619	-110.036
K	0	0
3次	0.000168372	0.000267275
4次	-1.76395E-04	-8.84282E-05
6次	1.55533E-08	4.39076E-08
8次	-4.66699E-09	5.33335E-10
10次	1.96613E-11	2.32731E-14
12次	2.74250E-13	-4.01516E-15
14次	1.18590E-15	-6.88733E-18
16次	6.92994E-19	4.41411E-20
18次	-1.12856E-20	2.88985E-22
20次	5.01591E-22	-5.47404E-25

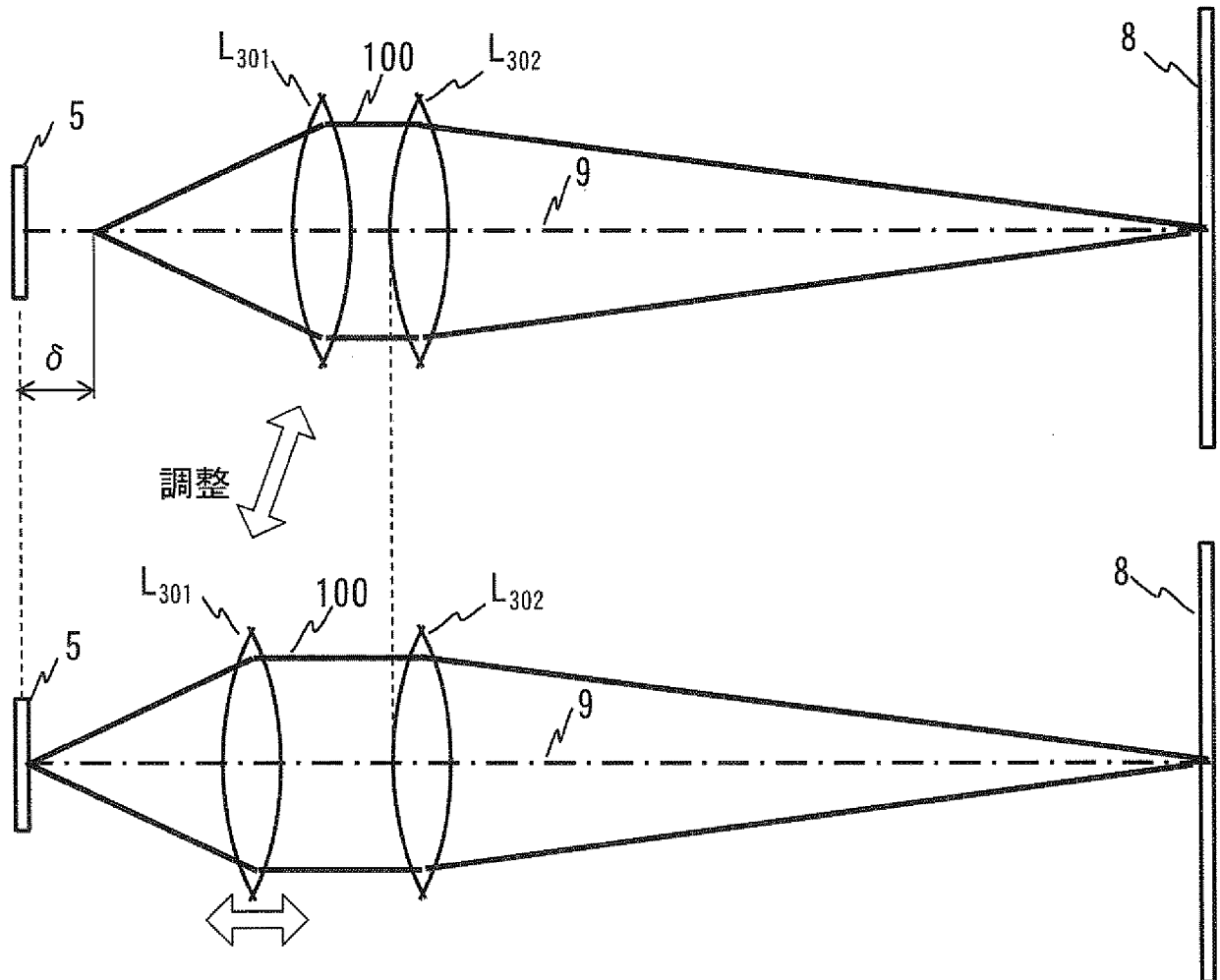
[図7]

図 7



[図8]

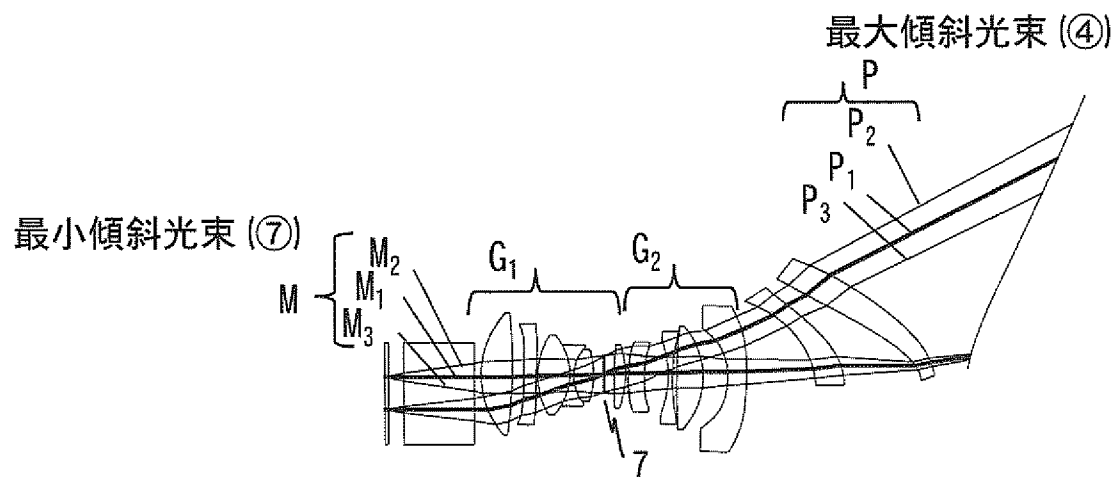
図 8



[図9]

図 9

		軸上光線 相当高さ	主光線 相当高さ
		M_2-M_1	P_1-M_1
L1	入射面	6.44	-6.07
	出射面	6.79	-5.44
L2	入射面	6.92	-4.43
	出射面	7.05	-3.76
L3	入射面	7.08	-3.42
L4	貼合せ面	6.43	-1.71
L5	貼合せ面	6.44	-1.42
	出射面	7.06	-0.67
開口絞り		7.39	-0.01
L6	入射面	7.88	1.11
	出射面	7.97	1.51
L7	入射面	7.77	1.65
	出射面	7.02	2.15
L8	入射面	6.23	3.48
	出射面	6.24	4.04
L9	入射面	6.27	4.28
	出射面	6.34	5.18
L10	入射面	5.13	5.73
	出射面	5.00	7.40



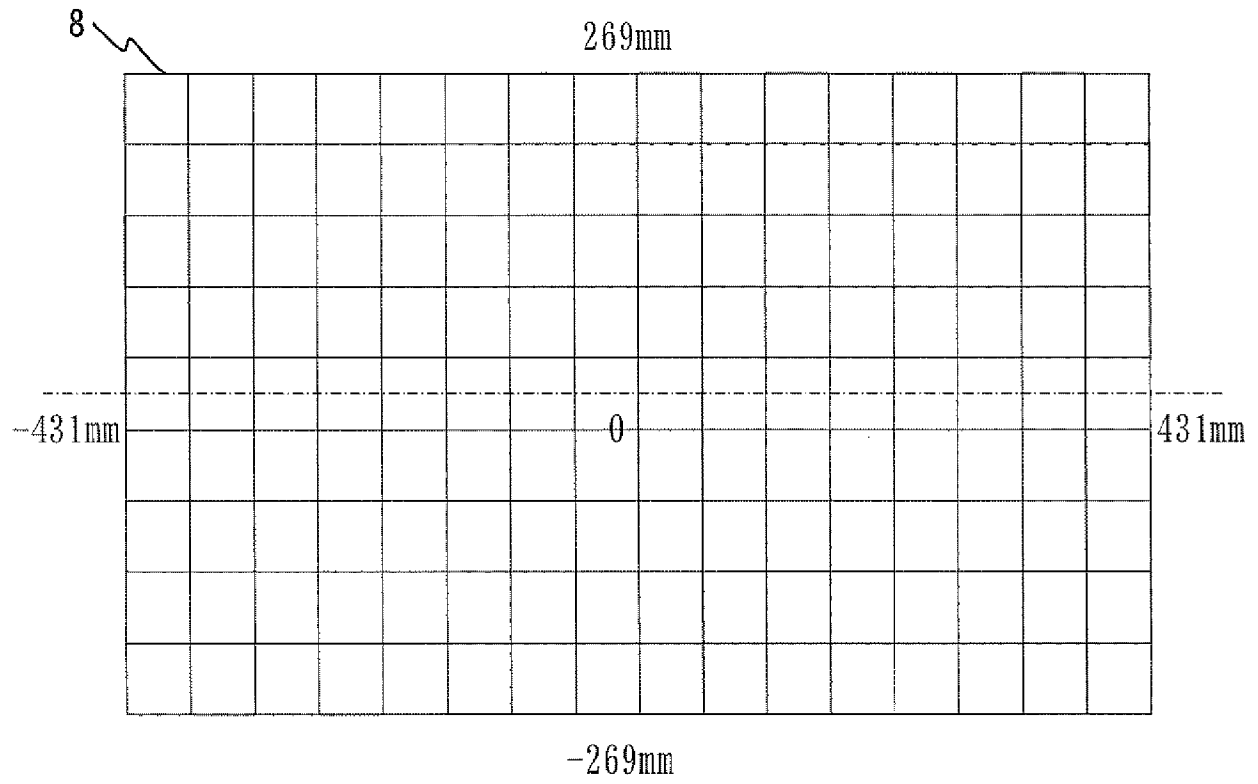
[図10]

図 10

	実施例1の 焦点距離
L1	19.1
L2	-7137.9
L3	14.5
L4	-5.6
L5	12.2
L6	22.3
L7	-105.0
L8	-25.8
L9	19.1
L10	-33.3
L3-L5	-235.6
L1-L6	21.2
L7-L10	-50.0

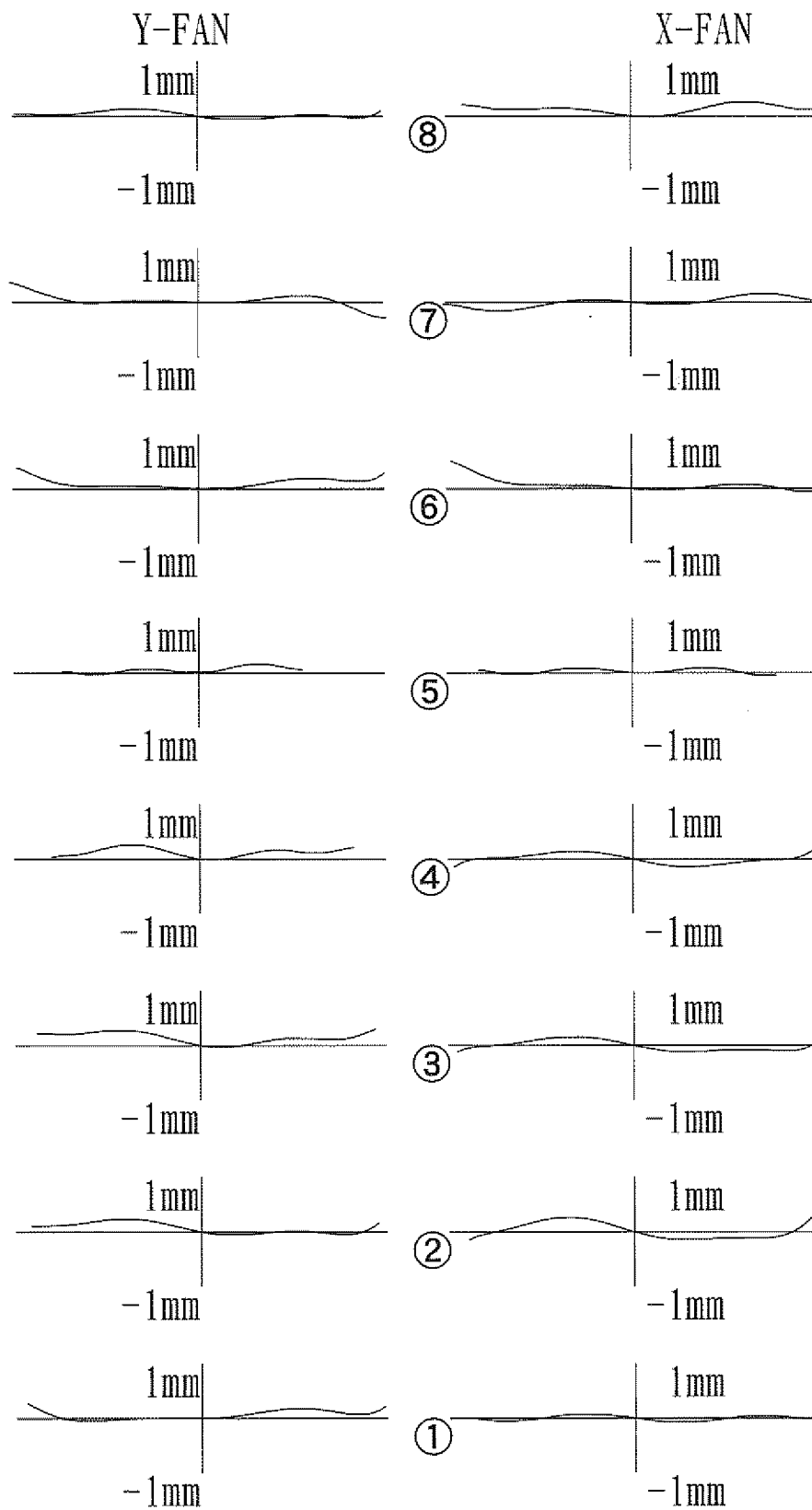
[図11]

図 1 1



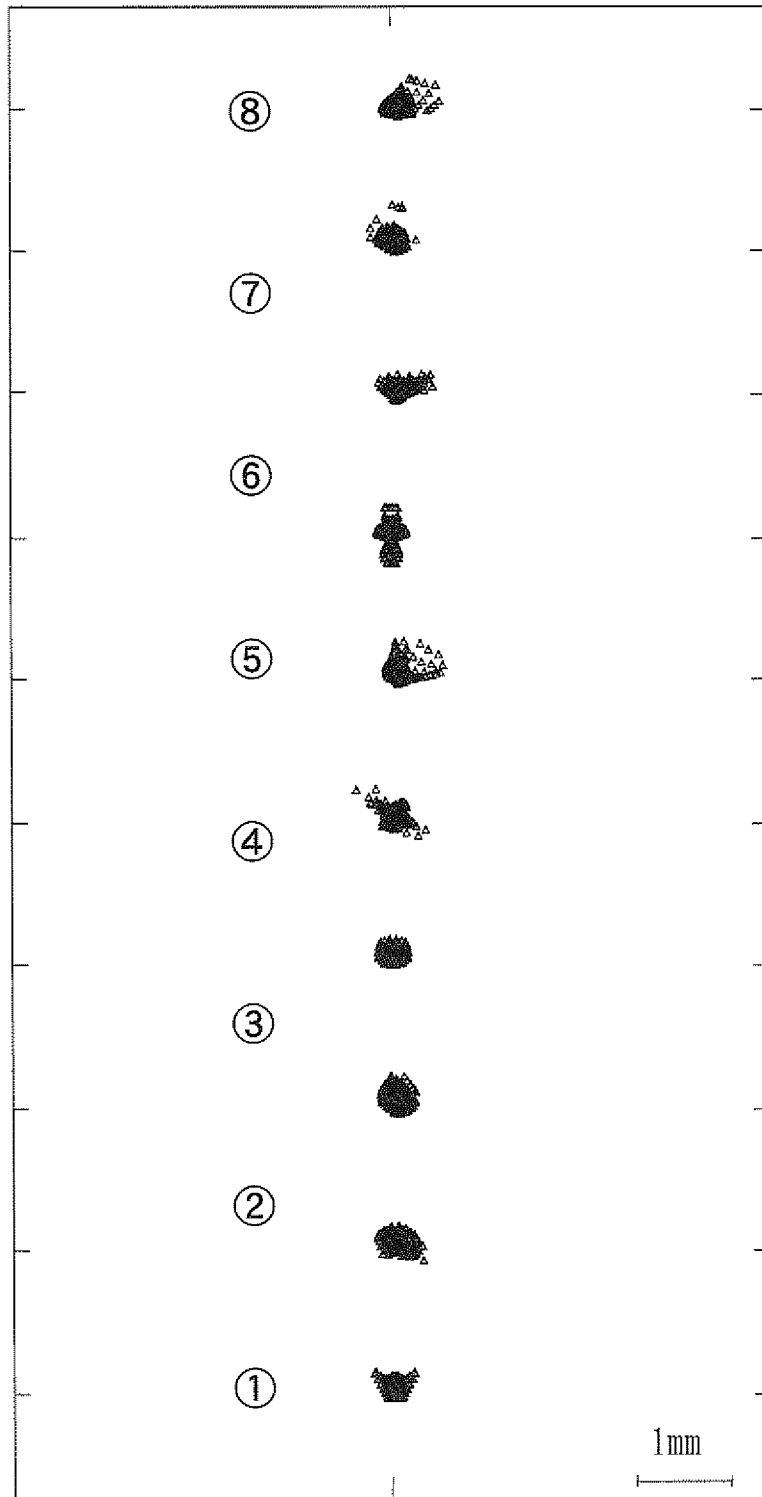
[図12]

図 1 2



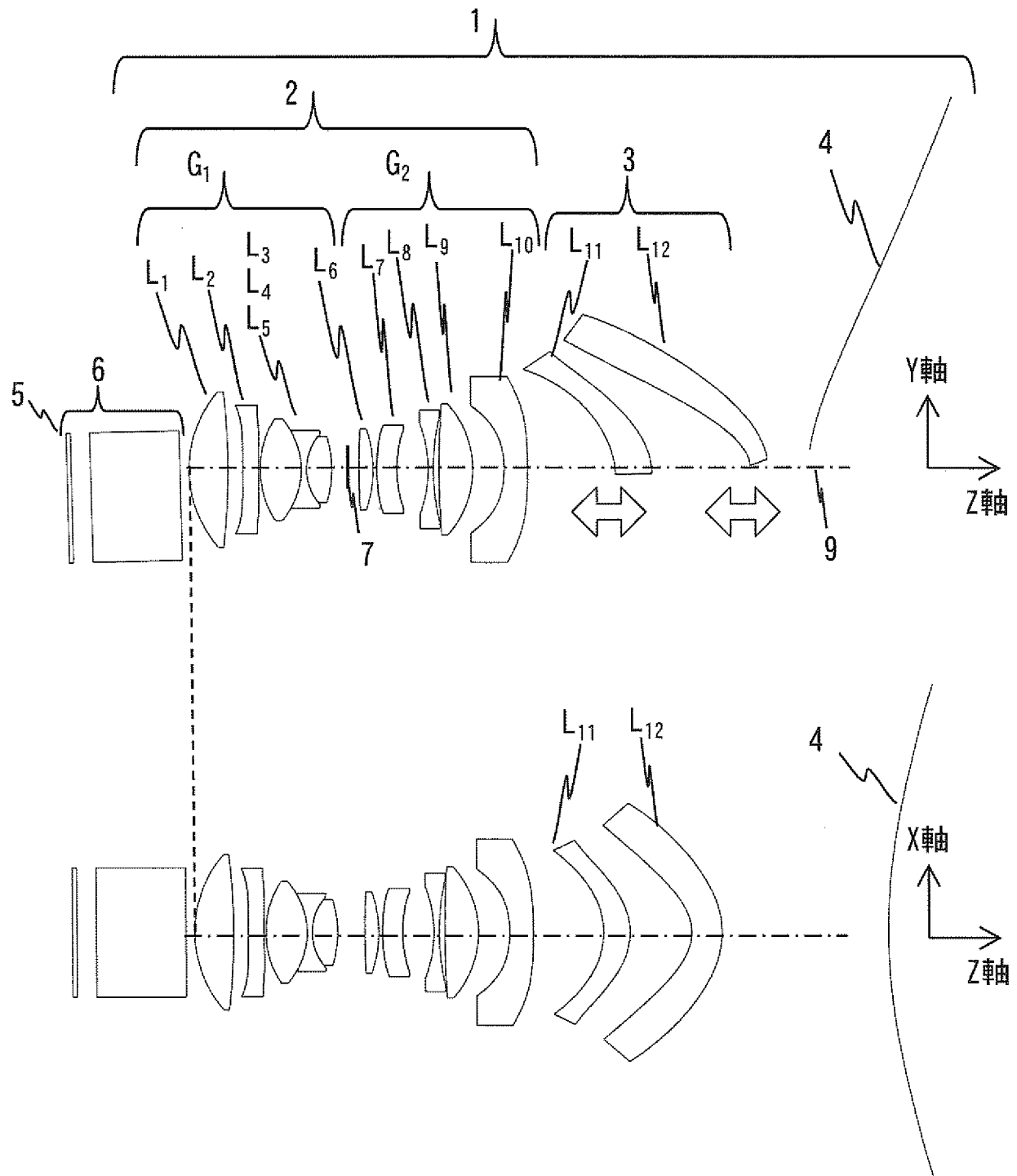
[図13]

図 1 3

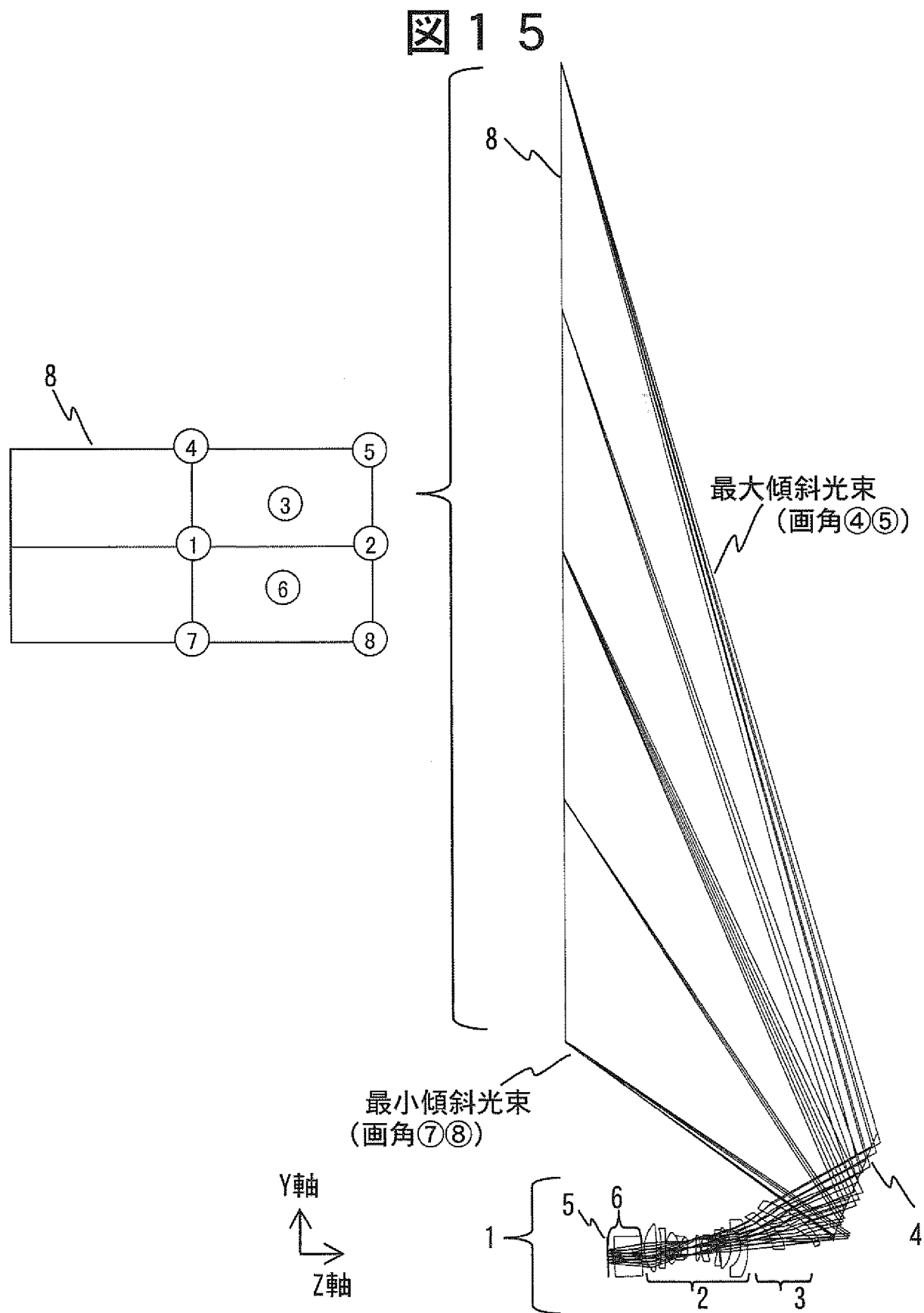


[図14]

図 1 4



[図15]



[図16]

図 1 6

呼称		形状	曲率半径	面間距離	硝材名	偏心・倒れ		
						内容	偏心	倒れ
物面	0面	平面	∞	0.303			普通偏心	3.960
フィルタ類	1面	球面	∞	0.65	EAGLE_XG_Corning			
	2面	球面	∞	3				
フィルタ類	3面	球面	∞	14	BSC7_HOYA			
	4面	球面	∞	1.400				
L1	5面	球面	18.104	6.080	FDS90_HOYA			
	6面	球面	-103.668	2.239				
L2	7面	非球面	273.9830	2.5	ZEONEX_K26R			
	8面	非球面	284.4339	0.3				
L3 L4 L5	9面	球面	14.84	6.350	FC5_HOYA			
	10面	球面	-11.8596	0.8	FDS90_HOYA			
	11面	球面	8.009	3.95	FC5_HOYA			
	12面	球面	-17.198	1.800				
開口絞り	13面	球面	∞	2.348			普通偏心	-1.325
L6	14面	球面	99.283	2.25	EFD1_HOYA			
	15面	球面	-18.446	0.576				
L7	16面	非球面	31.8118	3.1	ZEONEX_K26R			
	17面	非球面	18.9053	4.893				
L8	18面	球面	-19.317	0.8	FC5_HOYA			
	19面	球面	35.705	0.868				
L9	20面	球面	134.901	5.25	EFD15_HOYA			
	21面	球面	-15.004	4.877				
L10	22面	奇数次多項式非球面	-15.3268	3.7	ZEONEX_K26R			
	23面	奇数次多項式非球面	-89.2275	13.590 *				
L11	24面	XY多項式面	∞	5.65	PMMA	DAR	0.792	0
	25面	XY多項式面	∞	8.393 *		DAR	0.946	0
L12	26面	XY多項式面	∞	6.2	PMMA	DAR	8.334	0
	27面	XY多項式面	∞	0		DAR	8.334	0
23面へ戻る	28面	ダミー面	∞	58.468		普通偏心	0.000	-66.713
M13	29面	XY多項式面	∞	0	反射			
	30面	ダミー面	∞	-436.629 *				
像面	31面	平面	∞	0		DAR	0	66.709

		35インチ	40インチ	45インチ	50インチ
面間距離	23面	13.011	13.591	14.007	14.357
	25面	8.560	8.393	8.239	8.121
	30面	-381.9	-436.6	-491.2	-545.6

[図17]

図 17

コード		L11A面	L11B面	L12A面	L12B面	M13
1/R	c	0	0	0	0	0
K	K	0	0	0	0	0
C3	Y^1	-1.82782E-01	-1.67402E-01	-1.55814E+00	-8.59767E-01	0
C4	X^2	-3.68000E-02	-5.04554E-02	-8.37075E-02	-4.26281E-02	5.09289E-03
C6	Y^2	-3.54354E-02	-5.00129E-02	-6.14018E-02	-4.93386E-02	-8.51690E-04
C8	X^2Y	-4.79338E-04	-2.25918E-04	5.57314E-03	8.34492E-04	-1.37071E-04
C10	Y^3	-4.07209E-05	2.05730E-04	2.63140E-03	5.15861E-04	-4.43550E-06
C11	X^4	-1.67388E-04	-1.28974E-04	1.48106E-04	1.16645E-05	-6.50370E-07
C13	X^2Y^2	-7.35592E-05	-3.19358E-05	-8.35117E-05	1.91798E-05	2.97446E-06
C15	Y^4	-5.85191E-05	-1.52171E-05	-8.74014E-06	3.43376E-05	2.64296E-07
C17	X^4Y	1.86470E-05	1.43082E-05	-1.82566E-05	8.06215E-07	3.98673E-08
C19	X^2Y^3	1.79706E-06	2.86533E-06	2.14392E-06	2.19397E-06	-5.86788E-08
C21	Y^5	3.73966E-06	-8.00257E-07	5.45216E-06	-5.34465E-07	-3.62488E-09
C22	X^5	1.13524E-06	7.66430E-07	-1.74505E-07	5.74490E-08	1.43915E-10
C24	X^4Y^2	-4.24316E-07	-1.50173E-07	1.51375E-06	8.44721E-08	-1.58818E-09
C26	X^2Y^4	6.24235E-07	1.67322E-07	4.14147E-07	-4.44766E-07	6.18806E-10
C28	Y^6	-2.41608E-07	7.16126E-08	-9.08894E-08	-2.62484E-07	6.14742E-11
C30	X^6Y	-3.98524E-08	-1.77121E-08	3.08874E-08	-1.34099E-08	-1.08608E-11
C32	X^4Y^3	-1.17640E-08	2.10750E-09	-7.54368E-08	-4.00168E-08	5.28601E-11
C34	X^2Y^5	-8.24376E-08	1.19201E-08	-8.58784E-08	3.34653E-09	4.57199E-14
C36	Y^7	-1.15662E-08	3.41514E-09	-2.95254E-08	7.33578E-09	-1.61583E-11
C37	X^8	-5.32908E-09	-1.48464E-09	-4.55210E-11	-1.50095E-10	-4.18647E-14
C39	X^6Y^2	-7.99677E-09	-9.11064E-10	-4.42486E-09	-1.95417E-11	5.02841E-13
C41	X^4Y^4	-3.52929E-09	9.80892E-10	3.95943E-09	1.79698E-09	-1.08118E-12
C43	X^2Y^6	3.17457E-10	3.35626E-10	1.66652E-09	6.12083E-10	5.94826E-13
C45	Y^8	7.40198E-10	1.28560E-10	8.57029E-10	1.69030E-10	-6.93425E-14
C47	X^8Y	1.39656E-11	-6.16564E-11	-2.08391E-12	1.88573E-11	2.26087E-15
C49	X^6Y^3	-9.19701E-11	-3.92209E-11	1.03609E-10	3.76475E-11	-1.67038E-14
C51	X^4Y^5	-1.39829E-10	-4.77410E-12	2.87910E-10	-1.29942E-11	-7.01410E-15
C53	X^2Y^7	2.10769E-10	-7.60620E-12	1.19659E-10	-1.33100E-10	1.44955E-14
C55	Y^9	2.83040E-11	-2.53304E-13	1.01755E-10	-1.99094E-11	7.76337E-15
C56	X^{10}	1.18802E-11	2.40471E-12	1.61671E-13	2.29895E-14	7.71090E-18
C58	X^8Y^2	2.93241E-11	7.57744E-12	5.64091E-12	-9.38801E-14	-1.08858E-16
C60	X^6Y^4	2.35762E-11	-4.04650E-12	-1.10098E-11	-1.75703E-12	6.27769E-16
C62	X^4Y^6	1.11680E-11	-1.65475E-12	-1.41070E-11	1.55494E-13	-4.01237E-16
C64	X^2Y^8	-1.84242E-11	-2.29738E-12	-1.11521E-12	3.44820E-12	-2.01008E-16
C66	Y^{10}	-4.61350E-12	-3.88777E-13	-6.36206E-12	-7.51847E-13	1.15728E-16

[図18]

図 18

	L2A面	L2B面	L7A面	L7B面
1/c	273.9830	284.4339	31.8118	18.9053
K	0	0	0	0
A	-1.05038E-04	-7.19219E-06	-3.07173E-05	-1.30712E-04
B	-4.90263E-07	-8.56903E-07	4.47105E-06	4.82218E-06
C	2.31589E-09	1.71425E-09	-1.18702E-08	-3.65693E-11
D	3.93356E-12	-2.79744E-11	-4.16157E-10	-2.72022E-10
E	5.72363E-14	-1.83437E-13	3.65975E-12	3.69297E-12
F	-5.84968E-16	4.62242E-16	1.12272E-13	1.11606E-13
G	-7.15393E-18	2.60940E-17	2.00627E-17	-2.54222E-16
H	-3.01327E-21	2.32328E-19	-6.06398E-17	-2.75953E-17
J	4.46322E-22	-2.56572E-21	6.09851E-19	2.17434E-19

[図19]

図 19

	L10A面	L10B面
1/c	-15.3268	-89.227
K	0	0
3次	0.000149597	0.000194814
4次	-1.96844E-04	-9.00205E-05
6次	1.34722E-08	5.00941E-08
8次	-4.58303E-09	5.63063E-10
10次	2.12914E-11	-1.95478E-14
12次	2.76128E-13	-4.54609E-15
14次	1.03164E-15	-9.53539E-18
16次	-1.97251E-18	3.14713E-20
18次	-3.17190E-20	2.65820E-22
20次	3.45958E-22	-4.92720E-25

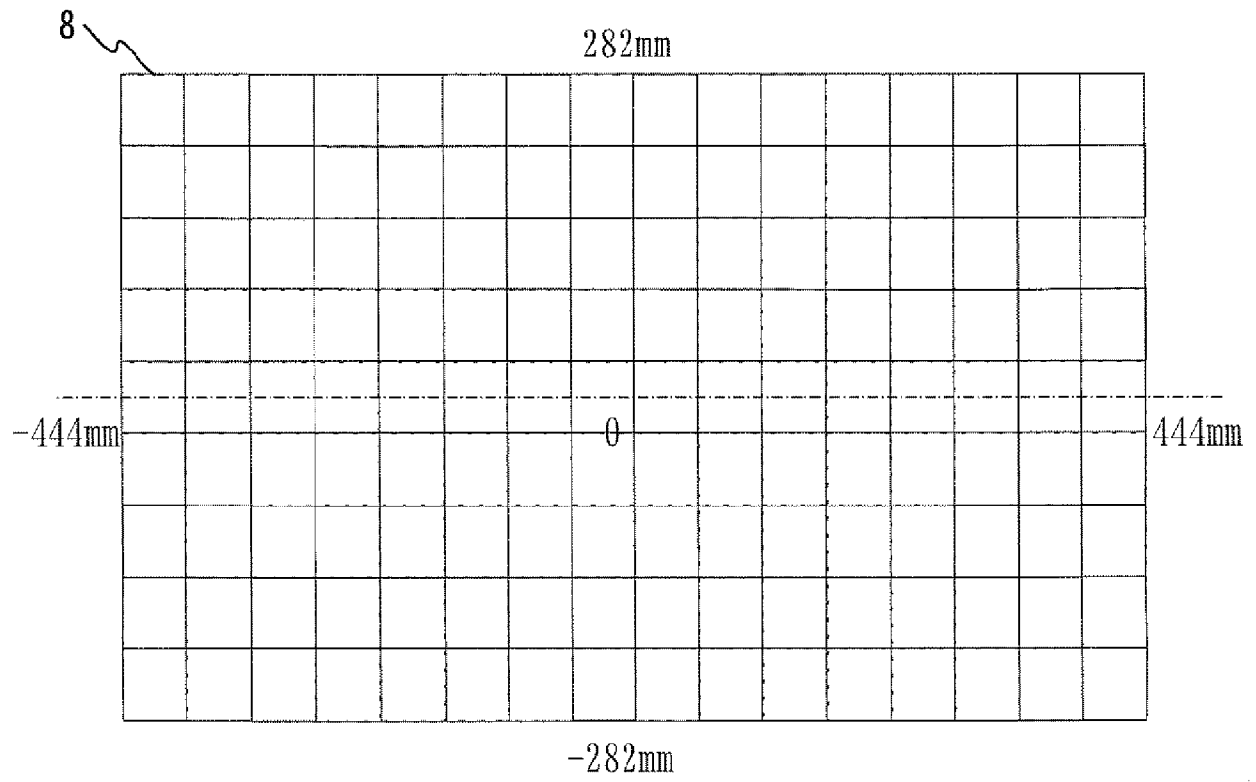
[図20]

図 20

	実施例2の 焦点距離
L1	18.5
L2	12826.7
L3	14.6
L4	-5.5
L5	11.8
L6	21.7
L7	-94.8
L8	-25.5
L9	19.5
L10	-35.1
L3-L5	-173.5
L1-L6	20.4
L7-L10	-47.8

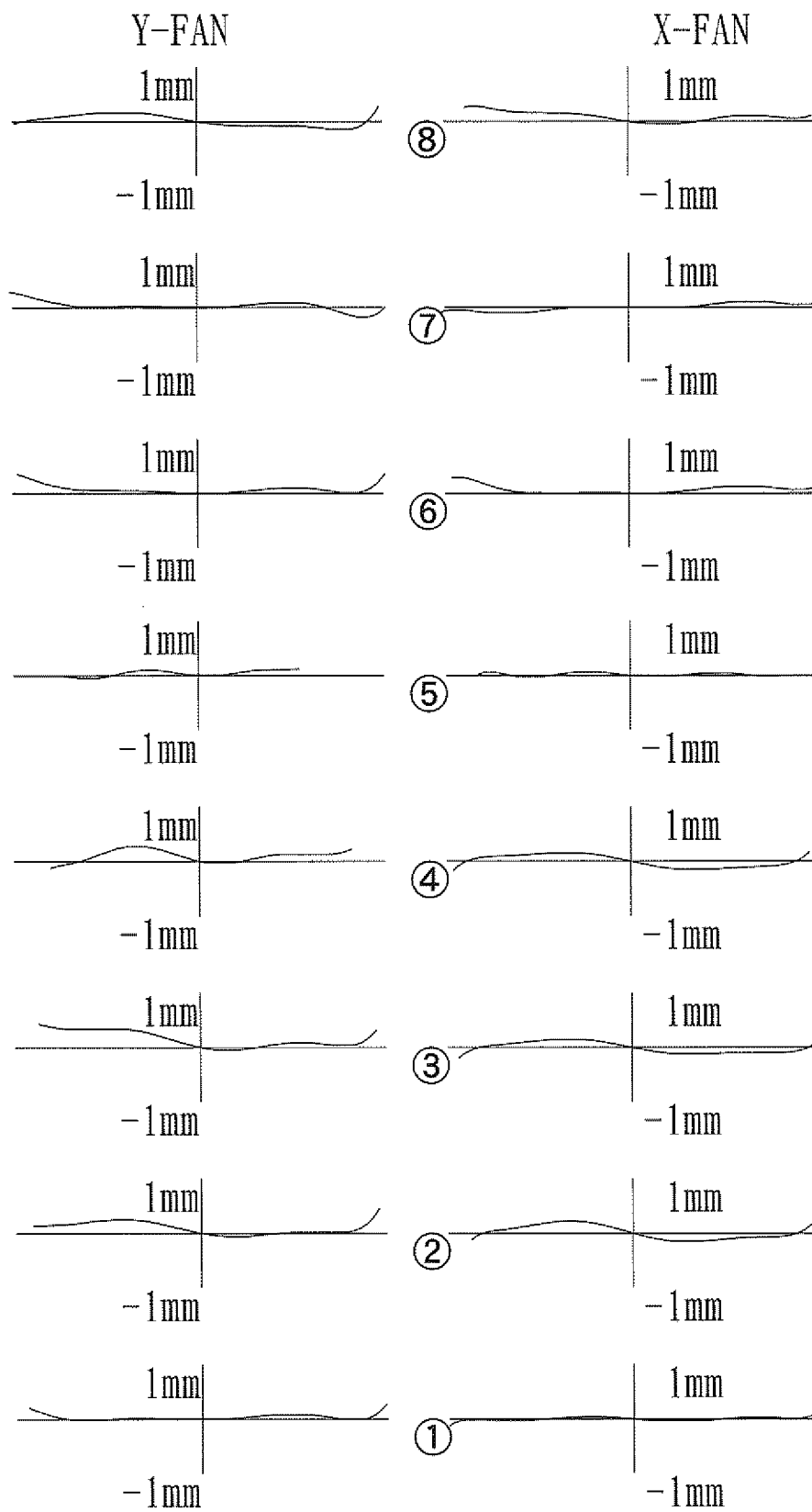
[図21]

図 2 1



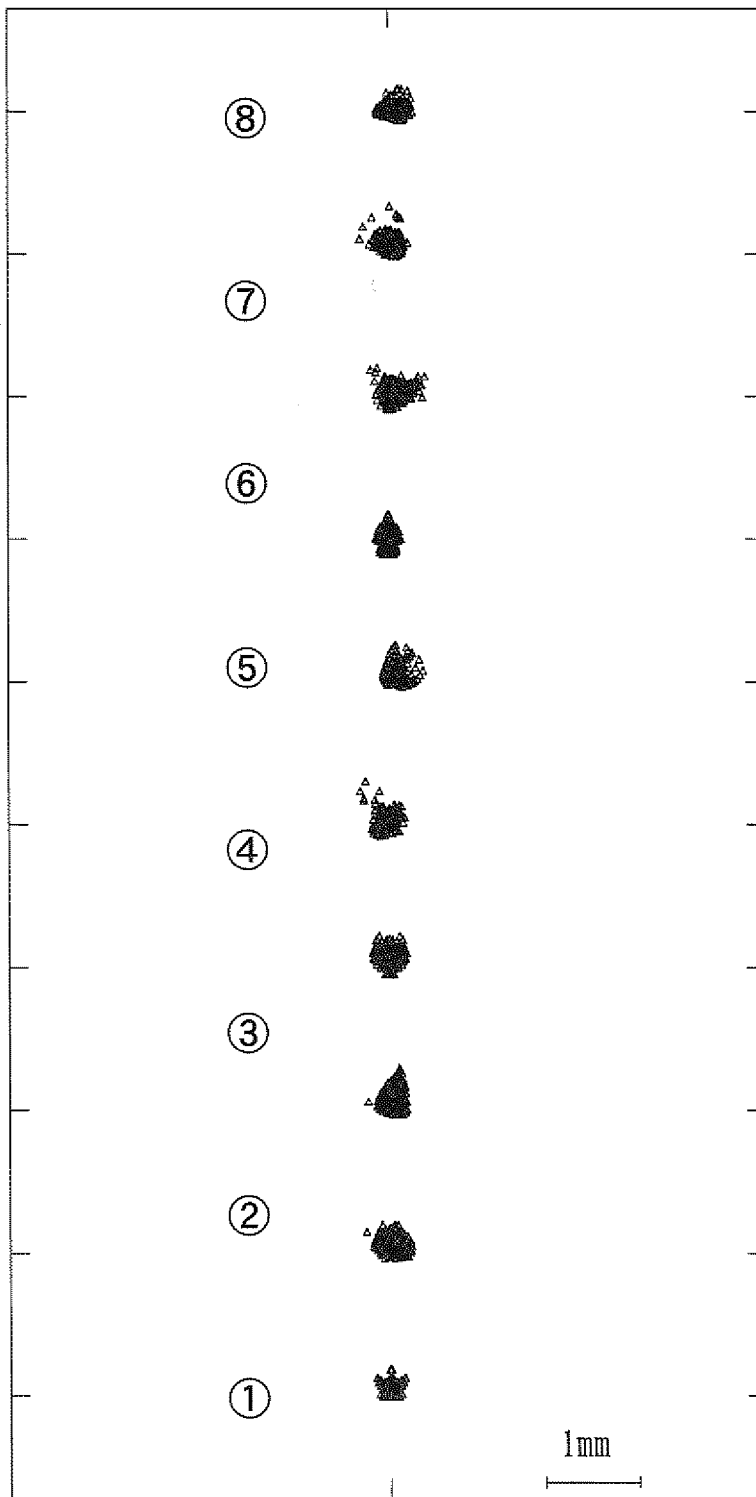
[図22]

図 22



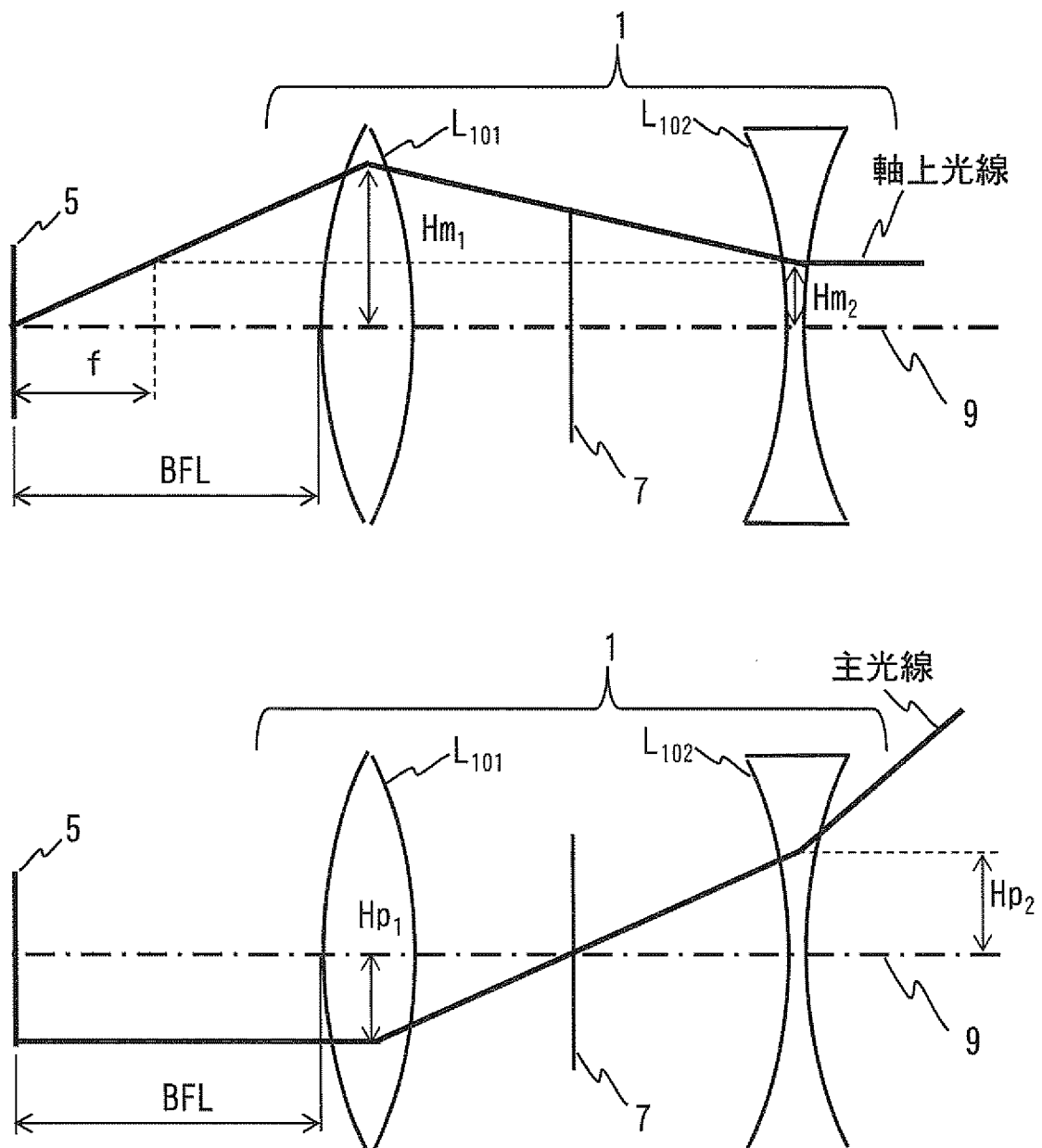
[図23]

図 23

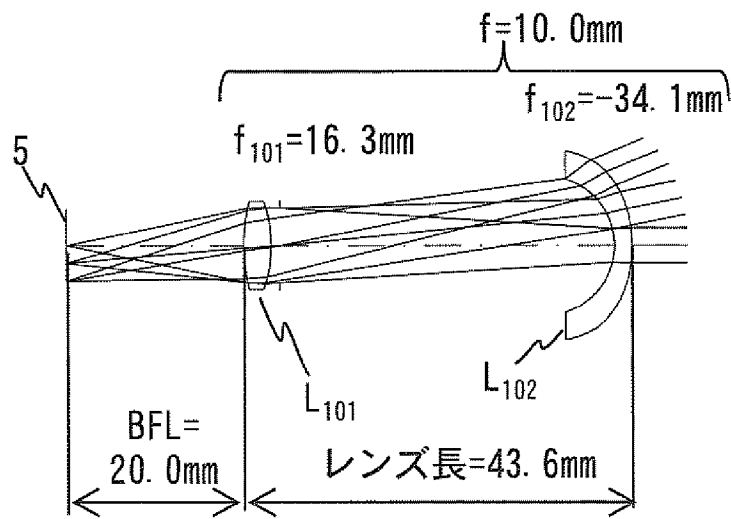


[図24]

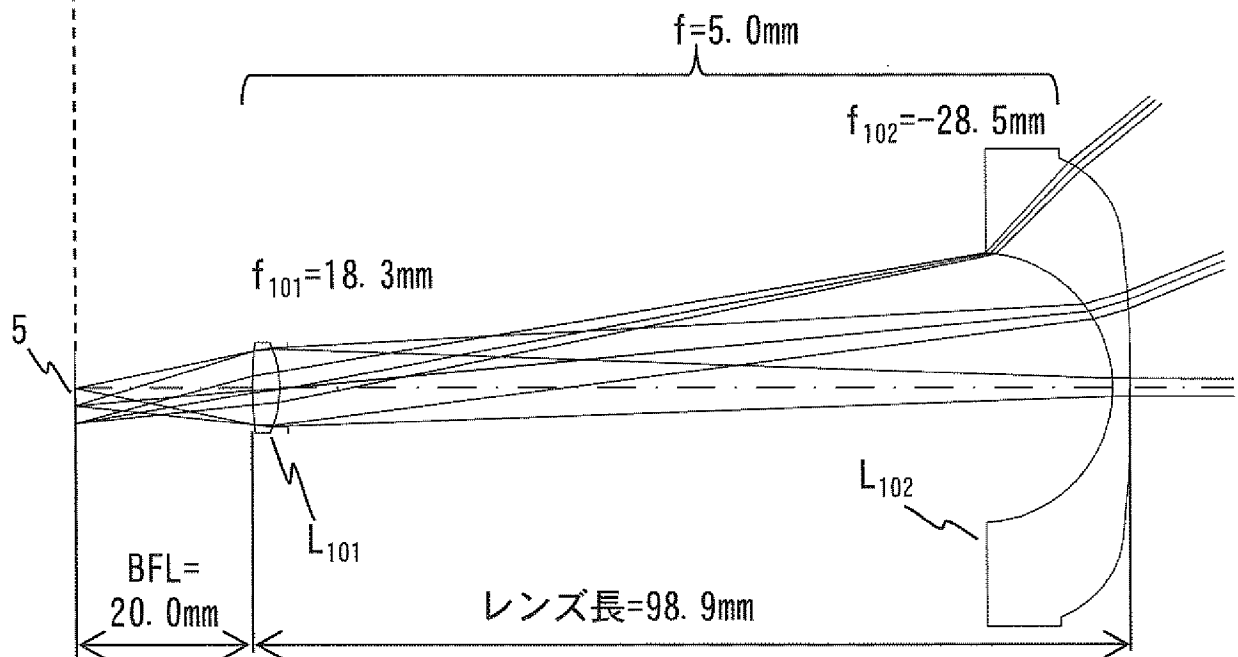
図 2 4



[図25]

図 2 5
(A)

(B)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/061967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B17/08(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)

G02B17/08

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2007-334052 A (Hitachi, Ltd.), 27 December 2007 (27.12.2007), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0126] to [0143]; fig. 24 to 26) & US 2007/0291236 A1 & US 2010/0265470 A1 & US 2010/0265471 A1 & US 2010/0265474 A1 & US 2011/0075113 A1 & US 2011/0299047 A1 & US 2012/0229777 A1 & EP 1868031 A2 & CN 101089724 A	1-5
A	JP 2008-9223 A (Pentax Corp.), 17 January 2008 (17.01.2008), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'example 5') & US 2008/0123059 A1	1-5

☒ 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
30 July, 2013 (30.07.13)

Date of mailing of the international search report
20 August, 2013 (20.08.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/061967

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-181672 A (Seiko Epson Corp.), 19 August 2010 (19.08.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2012-108267 A (Samsung Yokohama Research Institute), 07 June 2012 (07.06.2012), entire text; all drawings & US 2012/0120484 A1 & EP 2456207 A2 & KR 10-2012-0052892 A	1-5
A	JP 2013-29788 A (Fujifilm Corp.), 07 February 2013 (07.02.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G02B17/08 (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. G02B17/08

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
A	JP 2007-334052 A（株式会社日立製作所） 2007.12.27, 全文、全図（特に、段落【0126】－【0143】、図24－26等） & US 2007/0291236 A1 & US 2010/0265470 A1 & US 2010/0265471 A1 & US 2010/0265474 A1 & US 2011/0075113 A1 & US 2011/0299047 A1 & US 2012/0229777 A1 & EP 1868031 A2 & CN 101089724 A	1－5
A	JP 2008-9223 A（ペンタックス株式会社） 2008.01.17, 全文、全図（特に、「実施例5」に関する欄等） & US 2008/0123059 A1	1－5

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

3 0 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 8 . 2 0 1 3

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）

小倉 宏之

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2 V

4 4 6 4

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
A	JP 2010-181672 A (セイコーエプソン株式会社) 2010. 08. 19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 5
A	JP 2012-108267 A (株式会社サムスン横浜研究所) 2012. 06. 07, 全文、全図 & US 2012/0120484 A1 & EP 2456207 A2 & KR 10-2012-0052892 A	1 - 5
A	JP 2013-29788 A (富士フイルム株式会社) 2013. 02. 07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 5