

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年4月22日 (22.04.2004)

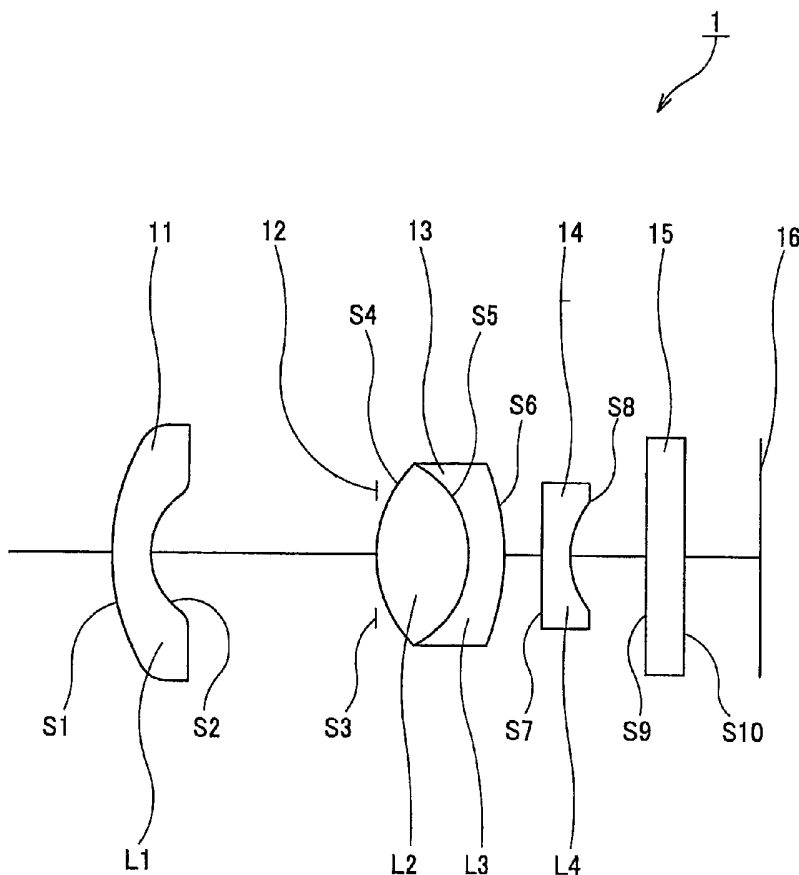
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/034118 A1

- (51) 国際特許分類: G02B 15/16, 13/18 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 安達 宣幸 (ADACHI, Nobuyuki) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012735
- (22) 国際出願日: 2003年10月3日 (03.10.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 小池 晃, 外(KOIKE, Akira et al.); 〒100-0011 東京都千代田区内幸町一丁目1番7号 大和生命ビル11階 Tokyo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- (30) 優先権データ: 特願2002-295292 2002年10月8日 (08.10.2002) JP 添付公開書類: 国際調査報告書
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP). 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: IMAGING LENS

(54) 発明の名称: 撮像レンズ



(57) Abstract: An imaging lens (1) comprising, arranged sequentially from the object side, a first lens group (11) having a negative power, a diaphragm (12), a second lens group (13) having a positive power, and a third lens group (14) having a negative power. While power is altered, the first lens group (11) is fixed, the second lens group (13) moves on the optical axis integrally with the diaphragm (12), and the third lens group (14) moves on the optical axis in order to correct shift of an image point due to alteration of power.

(57) 要約: 本発明は、物体側から順に、負のパワーを持つ第1レンズ群(11)と、絞り(12)と、正のパワーを持つ第2レンズ群(13)と、負のパワーを持つ第3レンズ群(14)とからなり撮像レンズ(1)である。この撮像レンズは、変倍中、第1レンズ群(11)が固定され、第2レンズ群(13)が絞り(12)と一体に光軸上を移動し、第3レンズ群(14)が変倍による像点の移動を補正するため光軸上を移動する。

WO 2004/034118 A1

明細書

撮像レンズ

技術分野

本発明は、撮像レンズに関し、特に、少なくとも3群構成で光学倍率が可変とされた撮像レンズに関する。

本出願は、日本国において2002年10月8日に出願された日本特許出願番号2002-295292を基礎として優先権を主張するものであり、この出願は参照することにより、本出願に援用される。

背景技術

従来、撮像レンズから入射された光束を電気信号に変換して出力する撮像素子として、C-MOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) やCCD (Charge Coupled Device) 等の光電変換素子を用いた撮像部を備えた様々な情報機器が広く用いられている。

これら情報機器のうちで携帯して使用する、いわゆるモバイル用途に特化した小型の情報機器においては、その用途の特徴から、撮像部が高い撮像性能を維持したまま撮像レンズや撮像素子を更に小型化することや光学ズームを搭載することが望まれている。例えば、デジタルカメラやカメラを内蔵した携帯型の無線電話装置、いわゆる携帯電話において、光学ズーム機能を持つ撮像レンズを備えることが求められ、その撮像レンズは、最も物体側に配置されるレンズ面から撮像素子の受光面までの光軸上での長さ、すなわち全長を短くし、撮像素子の小型化に伴って高い解像力を有することが要求されている。

上述したような光学ズーム機能を有する撮像レンズは、光学倍率を可変とするため、構成レンズ群中いずれかのレンズ群を光軸上で移動させている。例えば、3群構成のレンズを有する撮像レンズでは、変倍を行う過程において光路順に2

番目のレンズ群が変倍レンズとして光軸上を移動するようになっている。

上述したよう情報機器に使用される光学ズーム機能を有する撮像レンズとしては、特開2002-55278号公報に記載されるような物体側から光路順に負、正、正の順にパワー配置されたレンズ群を有する3群構成の光学ズーム機能を有する撮像レンズがある。

また、上述したよう情報機器に使用される撮像レンズとしては、特開2002-72095号公報に記載されるような物体側から光路順に負、正、正、正の順にパワー配置されたレンズ群を有する4群構成の光学ズーム機能を有する撮像レンズがある。

ところで、特開2002-55278号公報に記載された撮像レンズでは、情報機器に内蔵して使用する場合に全長が大き過ぎ、変倍中に1番目のレンズ群が移動するため、機構設計上複雑化し低コスト化をすることが困難であった。このような撮像レンズでは、最も物体側に配置されるレンズ群が移動するため、ズーミングによってレンズ枠を機器から繰り出す必要性が生じ、この場合、落下衝撃や他の物体との接触により機器が破損するおそれがある。

また、特開2002-72095号公報に記載された撮像レンズでは、最も物体側に配置されるレンズ群を固定した形で変倍が行われている点では耐衝撃性の面で好ましいものの、最終レンズ群を正レンズで構成しているため、バックフォーカスの短縮化が困難で、小型化には不向きである。

発明の開示

本発明の目的は、上述したような従来の技術が有する問題点を解消することができる新規な撮像レンズを提供することにある。

本発明の他の目的は、小型の情報機器に用いるのに好適な、明るく、光学収差が良好に補正され、良好な解像力を有する小型の撮像レンズを提供することにある。

上述した目的を達成するために提案される本発明に係る撮像レンズは、物体側から入射した光を像面側から出射して物体像を結像する、光学倍率が可変とされ

た撮像レンズであって、変倍を行う過程において固定して配置される負のメニスカスレンズからなる第1レンズ群と、正のパワーを有し、変倍を行う過程において光軸に沿って移動し、広角端から望遠端に亘って像側から物体側に移動する第2レンズ群と、負のパワーを有し、変倍を行う過程において光軸に沿って移動する第3レンズ群とを有し、物体側から像側に向かって順に、第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群が配置され、第1レンズ群と第2レンズ群との間又は第2レンズ群と第3レンズ群との間に設けられ、第2レンズ群と一体に移動する絞りとを備える。

本発明に係る撮像レンズは、負、正、負の順にパワー配置されたレンズにより構成され、光学倍率を可変するとき、絞りが変倍レンズと一体に光軸上を移動するので、光学収差が良好に補正された明るい物体像を結像することができる。

本発明の更に他の目的、本発明によって得られる具体的な利点は、以下において図面を参照して説明される実施の形態の説明から一層明らかにされるであろう。

図面の簡単な説明

図1は、本発明を適用したズームレンズを説明するための側面図であり、変倍レンズが広角端に位置するときの状態を説明する図である。

図2は、ズームレンズを説明するための側面図であり、変倍レンズが広角端と望遠端との間に位置するときの状態を説明する図である。

図3は、ズームレンズを説明するための側面図であり、変倍レンズが望遠端に位置するときの状態を説明する図である。

図4は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが広角端に位置するときの球面収差を測定した結果を示す図である。

図5は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが広角端に位置するときの非点収差を測定した結果を示す図である。

図6は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが図2に示す広角端と望遠端との間に位置するときの歪曲収差を測定した結果を示す図である。

図7は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが図2に示す広角端と望遠

端との間に位置するときの球面収差を測定した結果を示す図である。

図 8 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが図 2 に示す広角端と望遠端との間に位置するときの非点収差を測定した結果を示す図である。

図 9 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが図 2 に示す広角端と望遠端との間に位置するときの歪曲収差を測定した結果を示す図である。

図 10 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが望遠端に位置するときの球面収差を測定した結果を示す図である。

図 11 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが望遠端に位置するときの非点収差を測定した結果を示す図である。

図 12 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが図 2 に示す望遠端に位置するときの歪曲収差を測定した結果を示す図である。

図 13 は、本発明を適用した他のズームレンズを説明するための側面図であり、変倍レンズが広角端に位置するときの状態を説明する図である。

図 14 は、ズームレンズを説明するための側面図であり、変倍レンズが広角端と望遠端との間に位置するときの状態を説明する図である。

図 15 は、ズームレンズを説明するための側面図であり、変倍レンズが望遠端に位置するときの状態を説明する図である。

図 16 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが広角端に位置するときの球面収差を測定した結果を示す図である。

図 17 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが広角端に位置するときの非点収差を測定した結果を示す図である。

図 18 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが図 2 に示す広角端と望遠端との間に位置するときの歪曲収差を測定した結果を示す図である。

図 19 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが図 2 に示す広角端と望遠端との間に位置するときの球面収差を測定した結果を示す図である。

図 20 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが図 2 に示す広角端と望遠端との間に位置するときの非点収差を測定した結果を示す図である。

図 21 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが図 2 に示す広角端と望遠端との間に位置するときの歪曲収差を測定した結果を示す図である。

図 2 2 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが望遠端に位置するときの球面収差を測定した結果を示す図である。

図 2 3 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが望遠端に位置するときの非点収差を測定した結果を示す図である。

図 2 4 は、ズームレンズの収差図であり、変倍レンズが図 2 に示す望遠端に位置するときの歪曲収差を測定した結果を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明が適用された撮像レンズを、いくつかの実施例を参照して説明する。

本発明を適用した撮像レンズは、最も物体側に配置されるレンズ群を固定したズームレンズであり、小型の情報機器、特に、小型の撮像素子を用いたデジタルカメラや携帯型の情報機器に備えられて用いられる。また、本発明を適用した撮像レンズは、レンズ構成を 3 群とした、レンズの全長が短い小型のズームレンズである。

<第 1 の実施例>

以下では、第 1 の実施例として、図 1 乃至図 3 に示す撮像レンズ 1 の例を挙げて説明する。

この撮像レンズ 1 は、図 1 乃至図 3 に示すように、物体側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 1 1 と、絞り 1 2 と、正のパワーを有する第 2 レンズ群 1 3 と、負のパワーを有する第 3 レンズ群 1 4 とを有する。

撮像レンズ 1 は、第 1 レンズ群 1 1 から入射した光を、絞り 1 2、第 2 レンズ群 1 3 及び第 3 レンズ群 1 4 を順に透過させ、後述するフィルタ 1 5 を介して、像側に配設された撮像素子の撮像面 1 6 に集光する。ここで、撮像素子は、例えば、CCD であり、撮像レンズ 1 により集光された光を電気信号に変換して出力することができる。

具体的に、第 1 レンズ群 1 1 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状とされた負のパワーを有するレンズ L 1 からなる。

絞り 1 2 は、第 2 レンズ群 1 3 と一体に光軸上を移動するように第 3 レンズ群 1 3 の物体側に固定されている。

第 2 レンズ群 1 3 は、両面が凸形状とされたレンズ L 2 と、像面側の面が凸形状とされた負のパワーを有するメニスカスレンズ L 3 とを有しており、レンズ L 2 とメニスカスレンズ L 3 とが接合されて接合レンズとして形成している。

第 3 レンズ群 1 4 は、負のパワーを有するレンズ L 4 からなる。

以上のように構成された撮像レンズ 1 は、物体から入射してきた光を第 1 レンズ群 1 1、絞り 1 2、第 2 レンズ群 1 3、第 3 レンズ群 1 4 まで順次透過させてフィルタ 1 5 を介して撮像素子 1 6 の受光面に物体像を結像させる。

以上のように構成された撮像レンズ 1 は、第 2 レンズ群 1 3 が光軸上を移動することで光学倍率を可変とすることができる。具体的に、撮像レンズ 1 は、光学倍率を下げる場合、すなわち焦点距離 f を短くする場合、図 1 に示すように、第 2 レンズ群 1 3 が絞り 1 2 と一体に像面側に移動する。ここで、撮像レンズ 1 では、最も光学倍率を低くした場合、その焦点距離 f が 2.5 mm とされ、以下では、このときの第 2 レンズ群 1 3 の位置を広角端と記述する。

次に、撮像レンズ 1 は、光学倍率を上げる場合、すなわち焦点距離 f を長くする場合、図 3 に示すように、第 2 レンズ群 1 3 が絞り 1 2 と一体に物体側に移動する。ここで、撮像レンズ 1 では、最も光学倍率を高くした場合、その焦点距離 f が 7.0 mm とされ、以下では、このときの第 2 レンズ群 1 3 の位置を望遠端と記述する。

次に、撮像レンズ 1 は、光学倍率が上記図 1 及び図 3 に示す状態の間である場合、すなわち焦点距離 f が 2.5 mm ~ 7.0 mm の間にある場合、図 2 に示すように、第 2 レンズ群 1 3 が絞り 1 2 と一体に広角端と望遠端の間を移動する。ここで、図 2 に示す撮像レンズ 1 では、光学倍率を上記図 1 及び図 3 に示す状態の間である場合の例として、焦点距離 f が 4.0 mm とされている。

ここで、フィルタ 1 5 は、ローパスフィルタや撮像素子のリッドガラス等の代用として配設されたものである。すなわち、撮像レンズ 1 が小型の情報機器などに組み込まれて実際に使用されるときには、第 3 レンズ群 1 4 と撮像素子の受光面 1 6 との間にローパスフィルタや撮像素子のリッドガラスなどが配置される。

そこで、本実施例では、撮像レンズ1の設計時において、オハラ社製BK7（商品名）相当の硝材からなるフィルタ15をピント面の直近に位置させた状態にすることによって、ローパスフィルタや撮像素子16のリッドガラスなどによる影響を考慮するようにした。

上述したように構成された撮像レンズ1は、 f_t を最も高い光学倍率、すなわち第2レンズ群13が光軸上の望遠端にあるときの焦点距離、 δV を第2レンズ群13中に用いられるレンズL2とレンズL3とのアッペ数の差、 f_1 を第1レンズ群11の焦点距離、 f_2 を第2レンズ群13の焦点距離、 f_w を最も低い光学倍率、すなわち第2レンズ群13が光軸上の広角端にあるときの焦点距離、 M_3 を第3レンズ群14の光学倍率、 $T T$ を第1レンズ群11が有するレンズL1の物体側の面からガウス像点までの距離、 Z を最も低い光学倍率から最も高い光学倍率にかけてのズーム比 f_t/f_w を表すとして、以下に示す式(1)乃至式(5)の各条件を満足するように構成されている。

$$0.7 \leq T T / Z / f_w \leq 1.4 \quad \dots (1)$$

$$0.05 \leq f_2 / f_t \leq 3.6 \quad \dots (2)$$

$$1.5 \leq \delta V \quad \dots (3)$$

$$0.8 \leq |f_1 / f_w| \leq 10.3 \quad \dots (4)$$

$$1.3 \leq M_3 \leq 4.3 \quad \dots (5)$$

以下に、上述した式(1)乃至式(5)に示す条件について説明する。

まず、式(1)は、撮像レンズ1の全長を規定している。この式(1)に示す値が上限1.4を超えると、撮像レンズ1の全長が大きくなり、製品の小型化が難しくなる。また、この式(1)に示す値が下限0.7を下回ると、撮像レンズ1を構成するレンズ各々の曲率半径が小さくなりすぎ、光学収差を補正することが難しくなるとともにレンズの加工が難しくなり、コストの高いレンズになるため望ましくない。

本発明を適用した撮像レンズ1は、上述した式(1)の条件を満たすことから、全長を小さくすることができるため、小型の情報機器に組み込むことが容易となり、且つ構成するレンズの曲率半径をある程度ゆるくできることから、光学収差を良好に補正することができるとともに加工性も容易となり、低コストなレンズ

を得ることができる。

次に、式(2)は、第2レンズ群13の焦点距離 f_2 を規定している。撮像レンズ1は、式(2)に示す値が下限値0.05を下回ると、第2レンズ群13の焦点距離 f_2 が短くなり第2レンズ群13のパワーが強くなりすぎ、特に光軸上の広角端において第2レンズ群13で発生する球面収差のアンダー化を他のレンズで補正することが出来なくなる。また、撮像レンズ1は、式(2)に示す値が上限値3.6を越えると、第2レンズ群13の焦点距離 f_2 が長くなり、変倍に必要とする光軸上の移動量が大きくなりレンズの全長が大きくなってしまい、小型の情報機器に組み込むことが難しくなる。

本発明を適用した撮像レンズ1は、上述した式(2)の条件を満たすことから、小型の製品に組み込むことが容易となり、且つ第2レンズ群13で発生する球面収差のアンダー化を良好に補正することができる。

次に、式(3)は、第2レンズ群13を構成するレンズL2及びレンズL3のアッベ数の差を規定するものである。撮像レンズ1は、式(3)に示すアッベ数の差が1.5以下であると軸上の色収差を良好に補正することが難しくなる。

本発明を適用した撮像レンズ1は、上述した式(3)の条件を満たすことから、第2レンズ群13を構成するレンズL2及びレンズL3のアッベ数の差を1.5以上とすることで、軸上の色収差を良好に補正することができる。

次に、式(4)は、第1レンズ群11の焦点距離 f_1 の条件を規定するものである。ここで、本発明のような負のパワーを有するレンズ群が先行するタイプのズームレンズでは、比較的強いパワーを先行するレンズ群に持たせる必要がある。設計上最も物体側に配置される面は、軸外光線が最も高い位置を通過するため、軸外入射光線を強く曲げないようにして、光線高さが小さくなる像面側の面に強い負のパワーを持たせることが望ましい。撮像レンズ1は、式(4)に示す下限値0.8を下回ると、第1レンズ群11の焦点距離 f_1 が短くなり、第1レンズ群11の像面側の面のパワーが強くなり過ぎ、非球面を持ってしても諸収差を補正することが困難となる。また、撮像レンズ1は、式(4)に示す上限値10.3を越えて第1レンズ群11の焦点距離 f_1 が長くなると、第1レンズ群11にとっては面のパワーを弱めることができるため収差補正の上で好ましい形状にな

るものの、その結果第2レンズ群13及び第3レンズ群14に大きな倍率を持たせなくてはならず、所望の変倍比を確保するために第2レンズ群13の移動量が大きくなり、小型化を達成することが出来なくなる。

本発明を適用した撮像レンズ1は、上述した式(4)の条件を満たすことから、第1レンズ群11の像面側の面に強いパワーを与えながらも、光学収差を良好に補正することができ、レンズの全長を大きくすることがないため、小型の情報機器に組み込むことが容易となる。

次に、式(5)は、第3レンズ群14の倍率 M_3 の条件を規定するものである。撮像レンズ1は、式(5)に示す値が上限値4.3を超えると、第3レンズ群14の倍率 M_3 が大きくなり、これにより第1レンズ群11の焦点距離 f_1 が短くなることで、負の歪曲収差が大きくなりこの歪曲収差の補正が困難となる。また、撮像レンズ1は、式(5)に示す値が下限値1.3を下回ると、第3レンズ群14の倍率 M_3 が小さくなり、これにより第1レンズ群11の焦点距離 f_1 が長くなることで、第2レンズ群13の焦点距離 f_2 を短くしなくてはならず、変倍による収差変動が大きくなり収差補正が困難となる。

本発明を適用した撮像レンズ1は、上述した式(5)の条件を満たすことから、第1レンズ群11の焦点距離 f_1 が適切な範囲となり、これにより負の歪曲収差を良好に補正することができ、また第2レンズ群13の焦点距離 f_2 も適切な範囲となり、変倍による収差変動を低減することができるので収差補正が良好に行えている。

ここで、本発明を適用した撮像レンズ1では、絞り12を第2レンズ群13の物体側に配置しているため射出瞳位置を長くすることが可能となるとともに、入射瞳位置が物体側に近くなる。これにより撮像レンズ1では、軸外光線の第1レンズ群11を通過する位置が低くなるため前玉の径を小さくすることができる。

ここで、撮像用途のレンズには、シェーディングを避けるため、軸外光線の撮像素子への入射角度を浅い角度で入射させる必要がある。また、第1レンズ群11は、構成レンズ中で最も光線が高い所を通過するため、絞りの位置が本発明の実施例にある位置よりも像側に入ると、軸外光線の第1レンズ群11への入射位置が高くなるためにレンズの体積が増大してしまうので好ましくない。

本発明を適用した撮像レンズ1では、絞り12が第2レンズ群13の物体側に配置され、第2レンズ群13と一体に光軸上を移動することから、上述した問題が解決される。

本発明を適用した撮像レンズ1では、第2レンズ群13を両凸レンズと像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズとの接合レンズとしている。これにより、撮像レンズ1は、変倍全域に渡る球面収差を良好に補正することができる。例えば、第2レンズ群13のレンズL2とレンズL3とを独立に構成した場合は、球面収差が過剰にアンダーとなり他のレンズ群ではそれを補正することは困難となる。また、撮像レンズ1では、貼り合せ前後のレンズL2とレンズL3とのアッベ数に差をもたせることで軸上色収差を良好に補正している。

本発明を適用した撮像レンズ1は、第3レンズ群14を負のパワーを有するレンズL4で構成しているため、バックフォーカスを短くすることができる。また、全体で正のパワーを有する変倍レンズ13と負のパワーを有する補正レンズ14との関係により、この光学系が局部的にはテレフォトタイプの構成となりレンズ全長の短縮化に効果的である。

ここで、撮像レンズ1における、各レンズのパラメータを示す。

なお、以下の説明において、「 L_i 」は物体側から数えて*i*番目のレンズ、「 S_i 」は物体側から数えて*i*番目の面、「 r_i 」は面 S_i の曲率半径、「 d_i 」は物体側から数えて*i*番目の面と*i*+1番目の面との間の面間隔、「 n_i 」は第*i*レンズ L_i のd線（波長587.6nm）での屈折率、「 n_{FL} 」はフィルタ15のd線における屈折率、「 ν_i 」は第*i*レンズ L_i のd線におけるアッベ数、「 ν_{FL} 」はフィルタ15のd線におけるアッベ数を示すものとする。

また、非球面は、座標として光軸方向にX軸を取り、光軸と垂直方向の高さをY、円錐定数をK、曲率半径をR、4次、6次、8次及び10次の非球面係数をそれぞれa、b、c及びdとすると、以下の式(6)で表される。

$$X = \frac{Y^2}{R \left(\sqrt{1 - \frac{(K+1)Y^2}{R^2}} + 1 \right)} + aY^4 + bY^6 + cY^8 + dY^{10} \quad \dots \dots (6)$$

上述した撮像レンズ1は、第1面S1、第2面S2、第4面S4、第6面S6、第7面S7、第8面S8がそれぞれ非球面によって構成されている。なお、撮像レンズ1は、物点の移動によるピントの補正、いわゆるフォーカシングをどのレンズ群で行ってもよいし、パンフォーカスとして機械を構成してもよい。

撮像レンズ1は、第2レンズ群13が広角端から望遠端に移動することで、焦点距離 f が2.5mmから7.0mmまで変化する。また、撮像レンズ1は、第2レンズ群13が広角端から望遠端に移動することで、Fナンバが2.94~5.2まで変化し、半画角 ω が33.4°~13.3°まで変化する。

ここで、以下の表1に撮像レンズ1の各パラメータを示す。

表 1

面	ri(mm)	di(mm)	ni	ν_i	k	a4	a6	a8	a10
S1	r1=4.38939	d1=0.6	n1=1.743	$\nu_1=49.3$	-22.6750	0.013633	-0.0095523	0.0038457	-0.0004440
S2	r2=1.36323	d2=*1	-0.9832			0.010734	0.0071914	-0.0031446	0.0074011
S3	r3= ∞ (絞リ)	d3=0.2							
S4	r4=2.09741	d4=1.4	n2=1.806	$\nu_2=40.9$	0.9348	-0.028434	0.0034885	-0.0119050	0.0031561
S5	r5=-1.62401	d5=0.5	n3=1.847	$\nu_3=23.8$					
S6	r6=-3.52595	d7=*2			1.4505	-0.013434	0.0317070	-0.0274730	0.0113350
S7	r7=-66.2732	d8=0.538	n4=1.847	$\nu_4=23.8$	0.0000	-0.192260	0.0378020	0.0871270	-0.0659800
S8	r8=2.06071	d9=*3			1.4175	-0.183900	0.1419000	0.0142650	-0.0741580
S9	r9= ∞ (71/4)	d10=0.5	n5=1.517	$\nu_{FL}=64.2$					
S10	r10= ∞ (71/4)	d11=*4							

d2=*1	d7=*2	d9=*3	d11=fb	m2	m3
広角端fw=2.5	0.53	0.97	1.1	-0.43	2.01
中間 fm=4.0	0.61	2.06	1.1	-0.57	2.43
望遠端ft=7.0	1.1	2.76	1.1	-0.88	2.77

以上のようなパラメータを有する撮像レンズ1の光学特性を、図4乃至図12に示す。

図4乃至図6は、第2レンズ群13が広角端に位置するとき、すなわち焦点距離 f が2.5mmの状態における撮像レンズ1の球面収差図、非点収差図、歪曲収差図をそれぞれ示す。

図7乃至図9は、第2レンズ群13が広角端と望遠端との中間に位置するとき、すなわち焦点距離 f が4.0mmの状態における撮像レンズ1の球面収差図、非点収差図、歪曲収差図をそれぞれ示す。

図10乃至図12は、第2レンズ群13が望遠端に位置するとき、すなわち焦点距離 f が7.0mmの状態における撮像レンズ1の球面収差図、非点収差図、歪曲収差図をそれぞれ示す。

なお、図4、図6及び図8に示す球面収差図において、実線は d 線、破線は g 線での値をそれぞれ示し、図5、図7及び図9に示す非点収差図において、実線はサジタル像面における値、破線はメリディオナル像面における値をそれぞれ示す。

以上のような図4乃至図12に示すように、本発明を適用した撮像レンズ1では、各光学収差が良好に補正されていることがわかる。

<第2の実施例>

次に、本発明に係る撮像レンズの第2の実施例を図13乃至図15を参照して説明する。

なお、以下の説明で、上述した第1の実施例の撮像レンズ1と共通する部分には共通の符号を付して詳細な説明は省略し、各レンズ構成のパラメータの違いについてのみ説明する。

第2の実施例の撮像レンズ2は、上述した第1の実施例の撮像レンズ1と同様に、第2レンズ群13が光軸上を移動することで光学倍率が可変とされている。ここで、上述した図4乃至図6と同様に、この撮像レンズ2が備える第2レンズ群13の位置が、広角端にあるときの撮像レンズ2の状態を図13に示し、望遠端にあるときの撮像レンズ2の状態を図15に示し、第2レンズ群13が広角端と望遠端との間に位置するときの撮像レンズ2の状態を図14に示す。

本例の撮像レンズ 2 は、各レンズの第 1 面 S 1、第 2 面 S 2、第 4 面 S 4、第 6 面 S 6 及び第 8 面 S 8 がそれぞれ非球面によって構成されている。なお、撮像レンズ 2 は、物点の移動によるピントの補正、いわゆるフォーカシングをどのレンズ群で行ってもよいし、パンフォーカスとして機械を構成してもよい。

この撮像レンズ 2 は、第 2 レンズ群 1 3 が広角端から望遠端に移動することで、焦点距離 f が 2.2 mm から 4.4 mm まで変化する。また、撮像レンズ 1 は、第 2 レンズ群 1 3 が広角端から望遠端に移動することで、F ナンバが 2.88 ~ 3.9 まで変化し、半画角 ω が 36.9° ~ 20.6° まで変化する。

以下に示す表 2 に撮像レンズ 2 の各数値を示す。

表 2

面	ri(mm)	di(mm)	ni	ν_i	k	a4	a6	a8	a10
S1	r1=1.80339	d1=0.6	n1=1.755	$\nu_1=45.6$	-2.8657	0.0068484	-0.0159070	0.0023924	0.0006707
S2	r2=0.75337	d2=*1			-0.5431	-0.1378200	0.0948830	-0.3115500	0.1277600
S3	r3= ∞ (絞り)	d3=0.2							
S4	r4=1.82154	d4=1.2	n2=1.806	$\nu_2=40.9$	0.2725	-0.0172340	-0.0260440	0.0022771	0.0060925
S5	r5=-1.3	d5=0.5	n3=1.839	$\nu_3=23.9$					
S6	r6=-2.40189	d6=*2			1.1227	7.3109000	-0.0024448	-0.0008073	0.0108180
S7	r7=-1.32327	d7=0.5	n4=1.839	$\nu_4=23.9$					
S8	r8=-3.0371	d8=*3			0	0.0683060	-0.0627140	0.1935400	-0.1291000
S9	r9= ∞ (71/15)	d9=0.5	n5=1.517	$\nu_5=64.2$					
S10	r10= ∞ (71/15)	d10=*4							

	d1=*1	d2=*2	d3=*3	d4=fb	m2	m3
広角端 $\tau_w=2.2$	2	0.5	0.5	1.41	-0.52	1.87
中間 $f_m=3.1$	1.33	0.58	1.09	1.41	-0.67	2.05
望遠端 $\tau_t=4.4$	0.71	0.87	1.42	1.41	-0.9	2.16

また、以上のようなパラメータを有する撮像レンズ 2 の光学特性について、図 1 6 乃至図 2 4 に示す。

図 1 6 乃至図 1 8 は、第 2 レンズ群 1 3 が広角端に位置するとき、すなわち焦点距離 f が 2.2 mm の状態における撮像レンズ 2 の球面収差図、非点収差図、歪曲収差図をそれぞれ示す。

図 1 9 乃至図 2 1 は、第 2 レンズ群 1 3 が広角端と望遠端との中間に位置するとき、すなわち焦点距離 f が 3.1 mm の状態における撮像レンズ 2 の球面収差図、非点収差図、歪曲収差図をそれぞれ示す。

図 2 2 乃至図 2 4 は、第 2 レンズ群 1 3 が望遠端に位置するとき、すなわち焦点距離 f が 4.4 mm の状態における撮像レンズ 2 の球面収差図、非点収差図、歪曲収差図をそれぞれ示す。

なお、図 1 6、図 1 9 及び図 2 2 に示す球面収差図において、実線は d 線、破線は g 線での値をそれぞれ示し、図 1 7、図 2 0 及び図 2 3 に示す非点収差図において、実線はサジタル像面における値、破線はメリディオナル像面における値をそれぞれ示す。

以上のような図 1 6 乃至図 2 4 に示すように、本発明を適用した撮像レンズ 2 では、各光学収差が良好に補正されていることがわかる。

ここで、上述した第 1 の実施例と第 2 の実施例との比較を以下の表 3 に示す。

表 3

	第 1 の実施例	第 2 の実施例
$T T / Z / f w$	1.27	1.8
$f 2 / f t$	0.278	0.36
δV	17.1	17
$ f 1 / f w $	1.15	1.03
M 3	2.01 2.77	1.87 2.16

表3と、図4乃至図12及び図16乃至図24に示す各光学収差とからも明らかのように、撮像レンズ1及び2はレンズ構成が4枚でありながら、全長が短縮され、各光学収差が良好に補正され、高い解像力を有するため小型撮像素子に対応することができる撮像レンズであることが明らかである。ちなみに、撮像レンズ1及び2の全長は光学3倍、2倍ズームでありながらそれぞれ9.5mmと7.9mmである。更に、第1レンズ群11が変倍中に固定であるためレンズ機構の構成が簡素で堅牢性に富み、また移動するレンズ群が少ないため低コストで小型のズームレンズとなっている。したがって、撮像レンズ1及び2は、デジタルカメラ、携帯電話などのモバイル用途に用いられる小型の情報機器の撮像レンズとして使用するのに好適なものである。

なお、本発明は、図面を参照して説明した上述の実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱することなく、様々な変更、置換又はその同等のものを行うことができる。

産業上の利用可能性

本発明に係る撮像レンズは、レンズ枚数を4枚と少数としながら諸収差を良好に補正しつつ、コンパクトなズームレンズとすることができる。

請求の範囲

1. 物体側から入射した光を像面側から出射して物体像を結像する、光学倍率が可変とされた撮像レンズであって、

変倍を行う過程において固定して配置される負のメニスカスレンズからなる第1レンズ群と、

正のパワーを有し、変倍を行う過程において光軸に沿って移動し、広角端から望遠端に亘って像側から物体側に移動する第2レンズ群と、

負のパワーを有し、変倍を行う過程において光軸に沿って移動する第3レンズ群とを有し、

物体側から像側に向かって順に、上記第1レンズ群、上記第2レンズ群、上記第3レンズ群が配置され、

上記第1レンズ群と上記第2レンズ群との間又は上記第2レンズ群と上記第3レンズ群との間に設けられ、上記第2レンズ群と一体に移動する絞りとを備える撮像レンズ。

2. 上記第1レンズ群は、物体側の面及び像側の面のうち少なくとも一方の面が非球面とされている請求の範囲第1項記載の撮像レンズ。

3. 上記第2レンズ群は、物体側の面及び像側の面のうち少なくとも一方の面が非球面とされている請求の範囲第1項記載の撮像レンズ。

4. 上記第2レンズ群は、正のパワーを有するレンズと負のパワーを有するレンズとを有し、全体で正のパワーを形成する接合レンズからなる請求の範囲第1項記載の撮像レンズ。

5. 上記第3レンズ群は、少なくとも像側の面が非球面とされている請求の範囲第1項記載の撮像レンズ。

6. 上記絞りは、上記第1レンズ群と上記第2レンズ群との間に設けられている請求の範囲第1項記載の撮像レンズ。

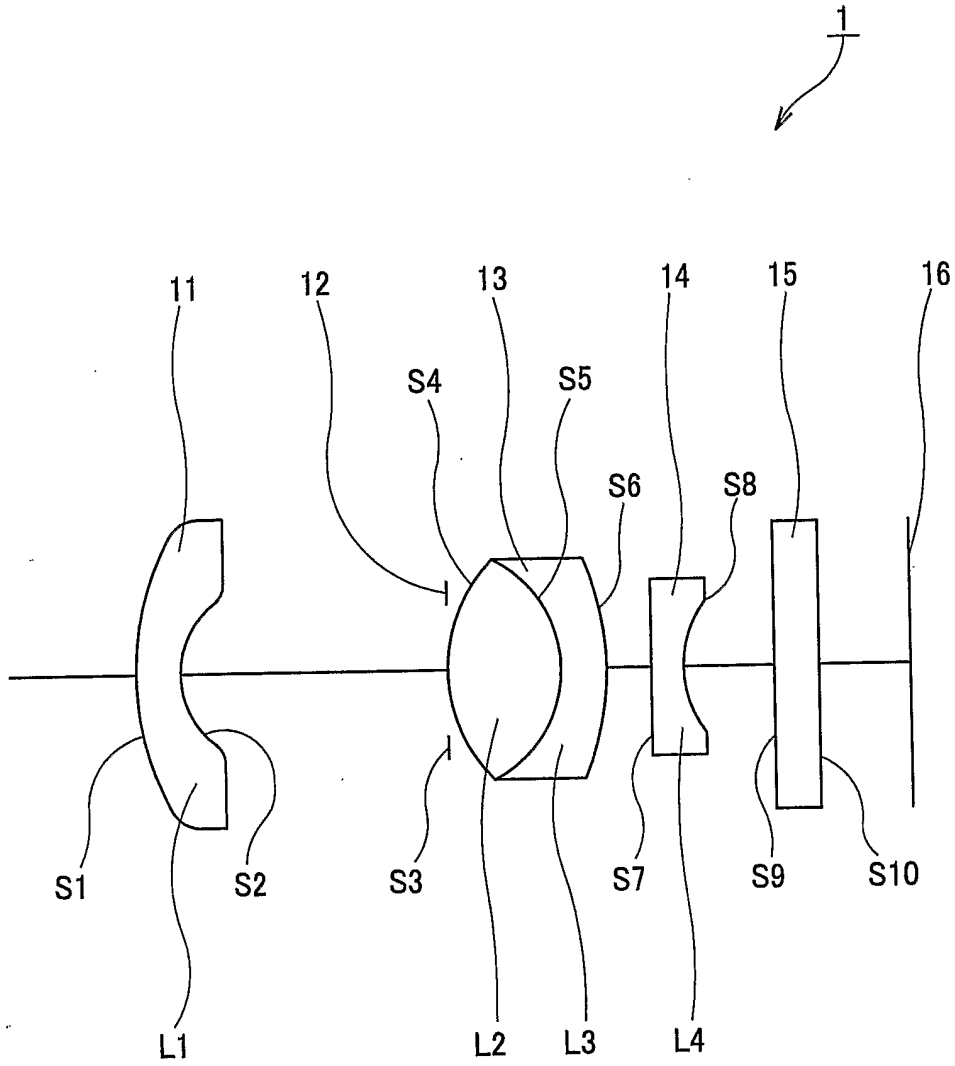


FIG. 1

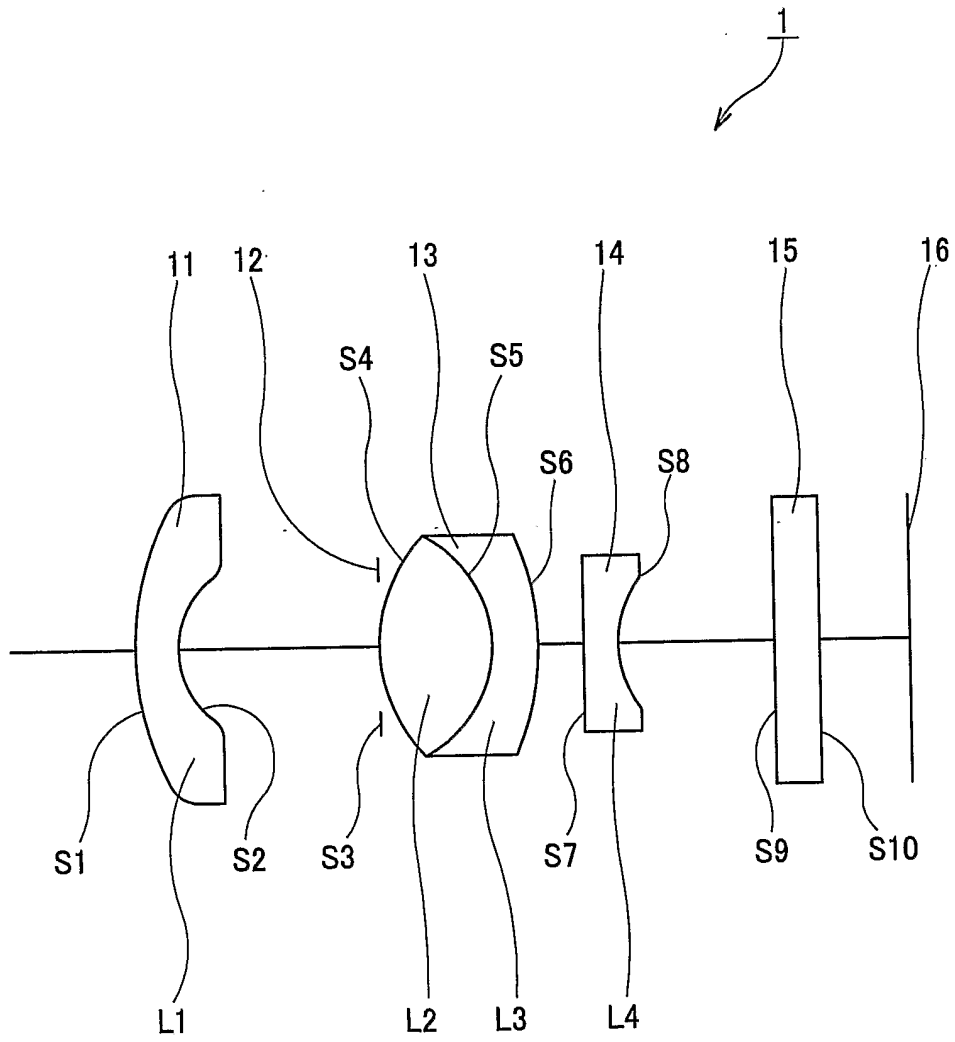


FIG.2

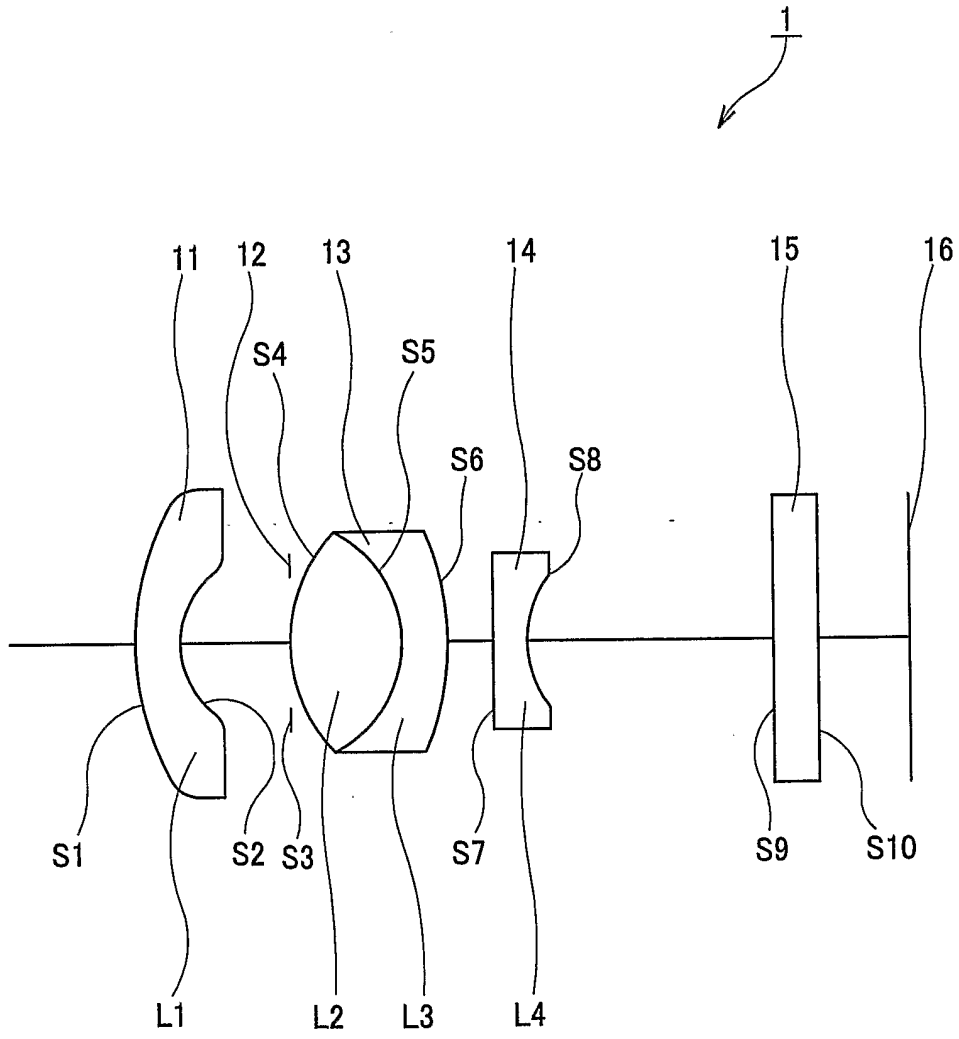


FIG.3

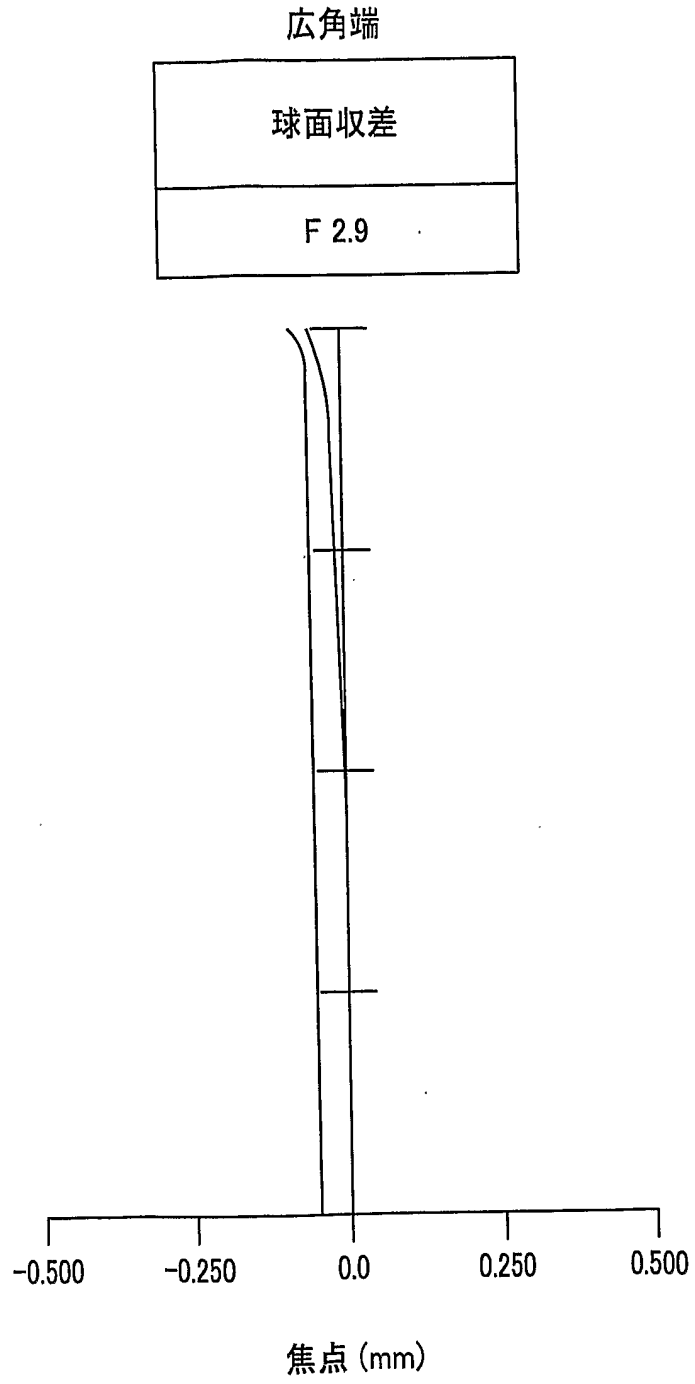


FIG.4

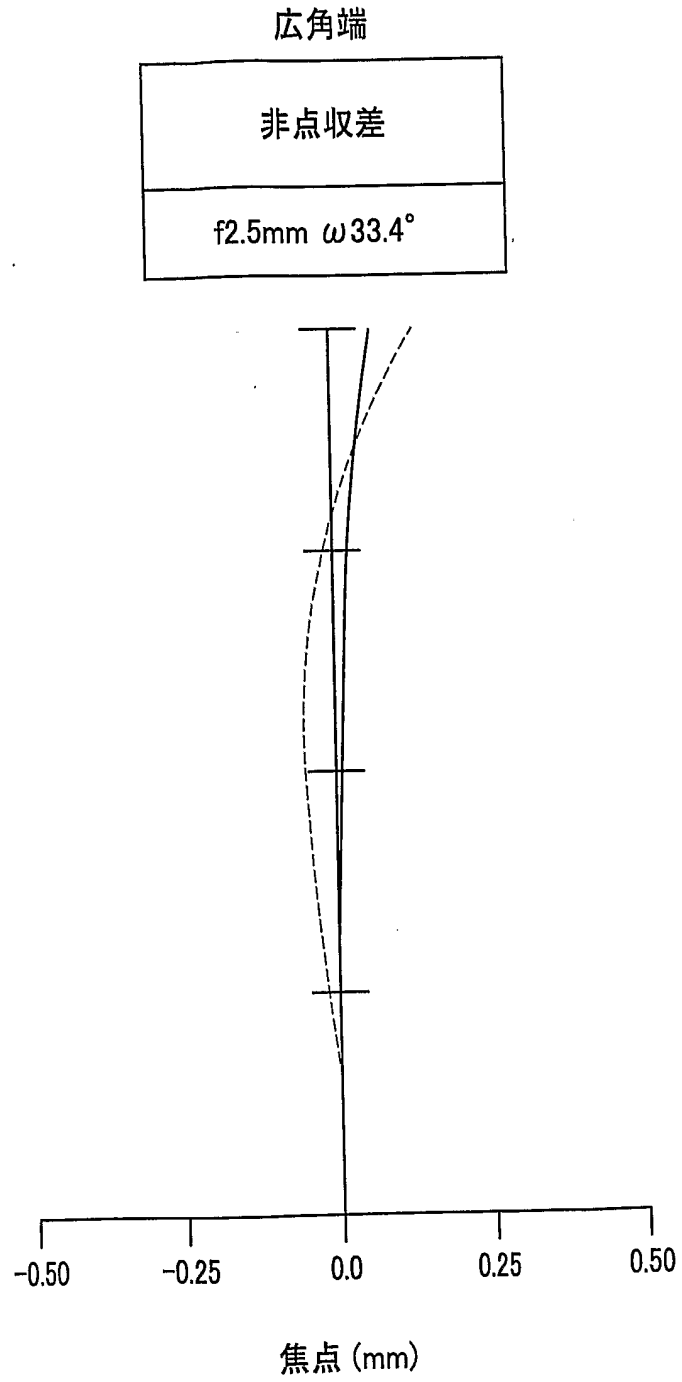


FIG.5

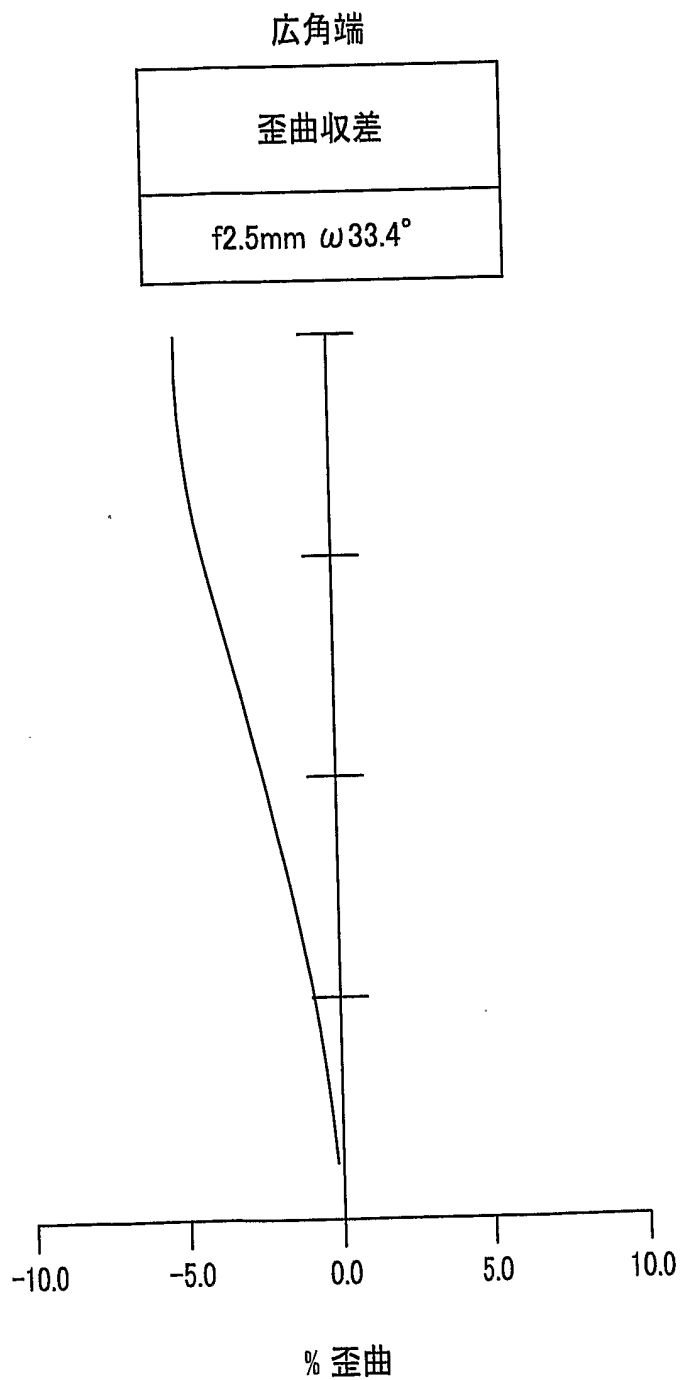


FIG.6

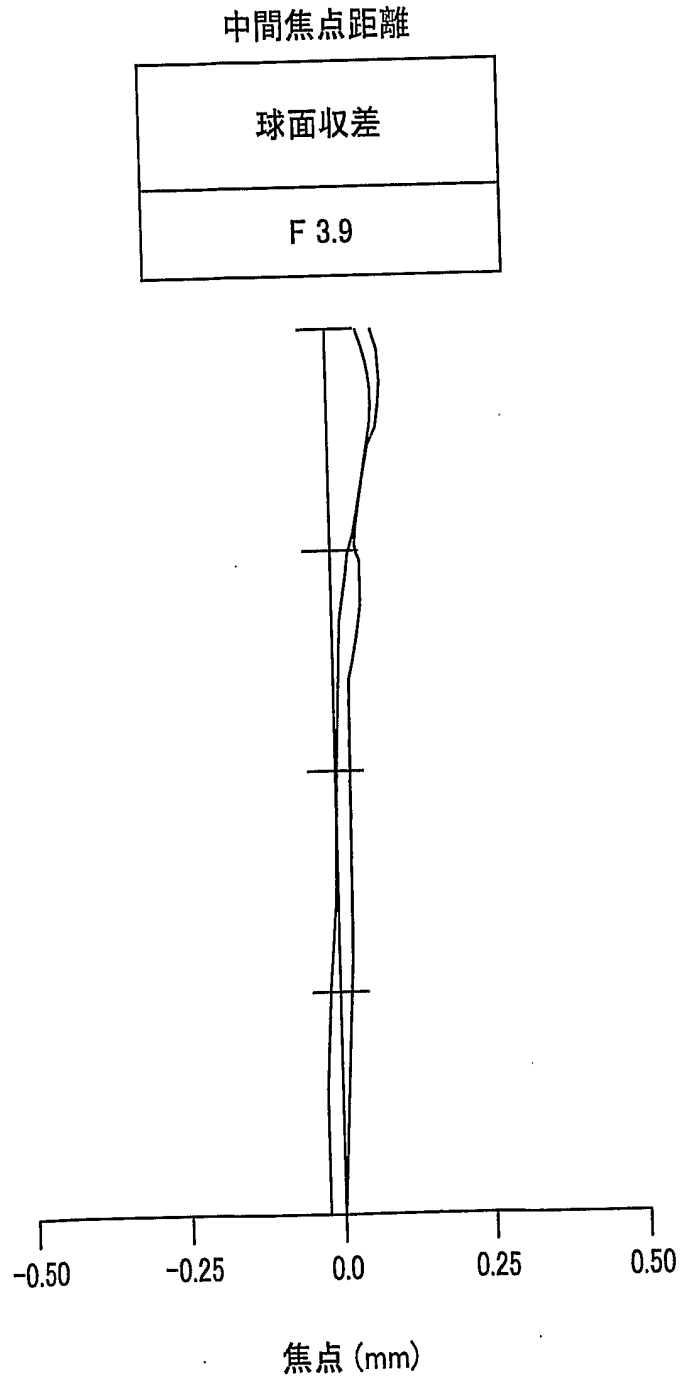


FIG.7

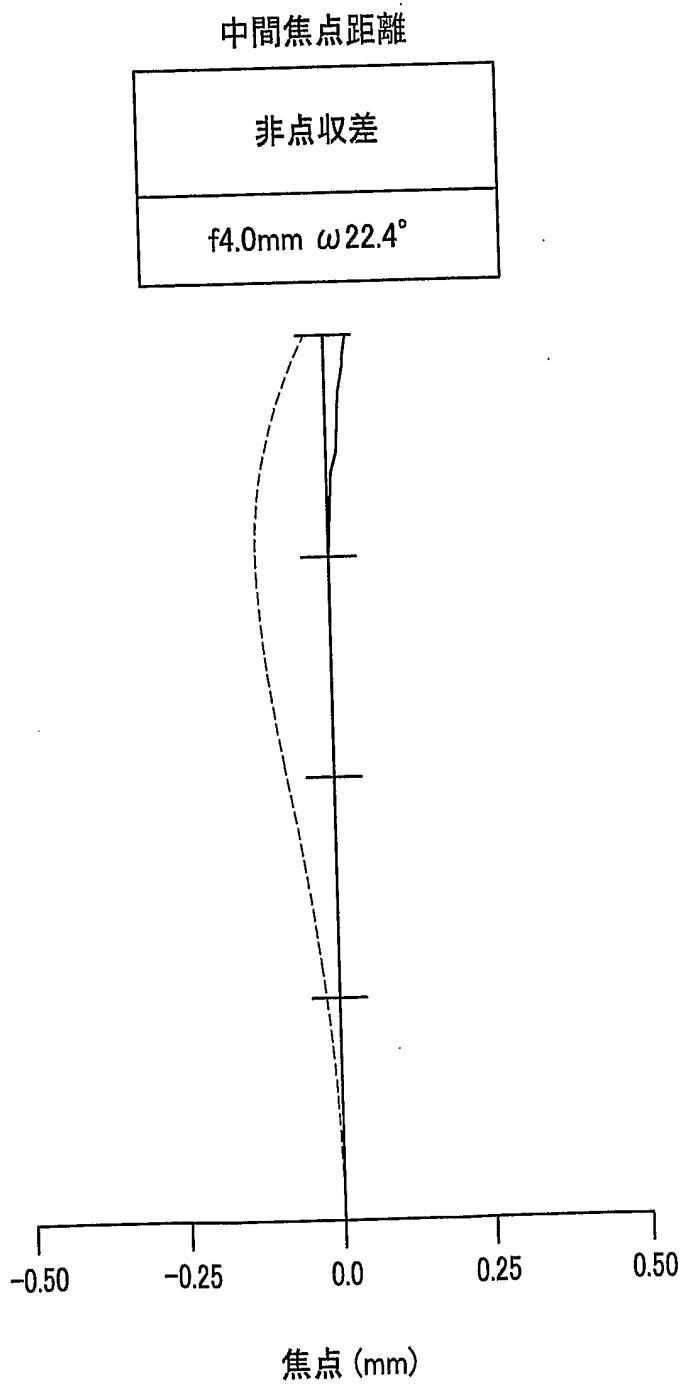


FIG.8

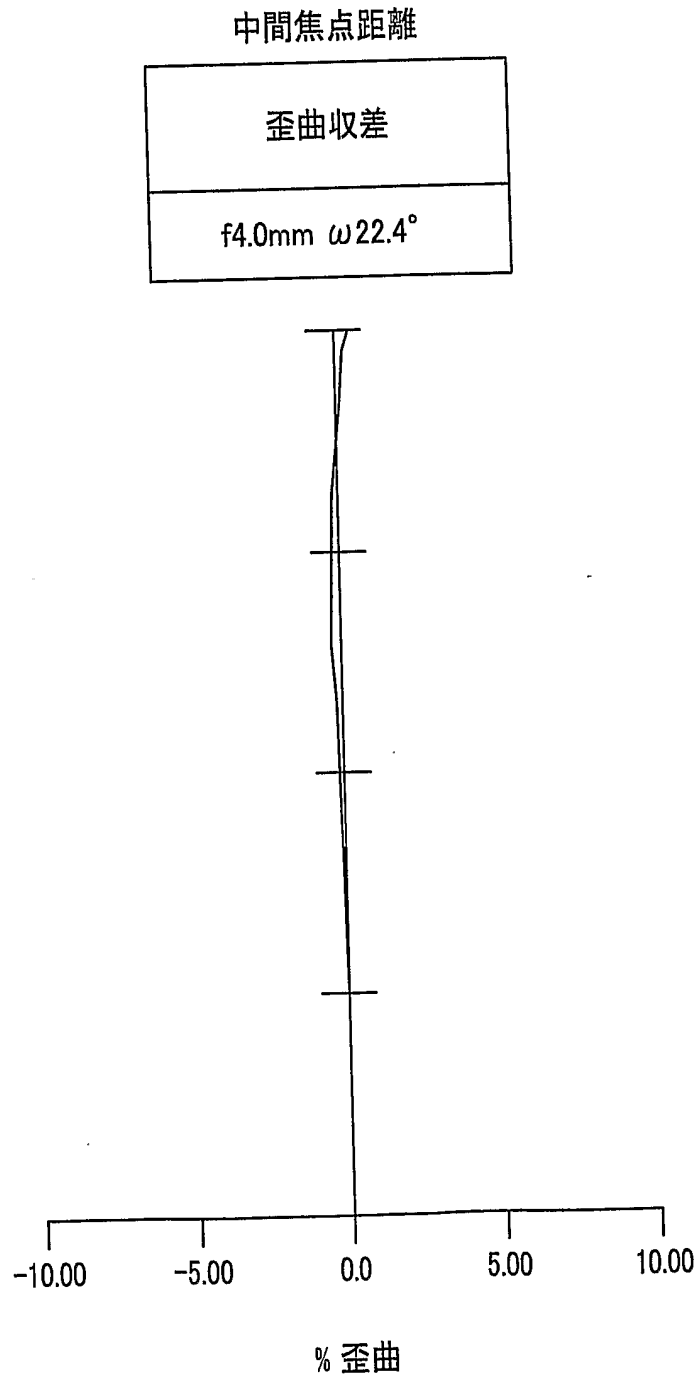


FIG.9

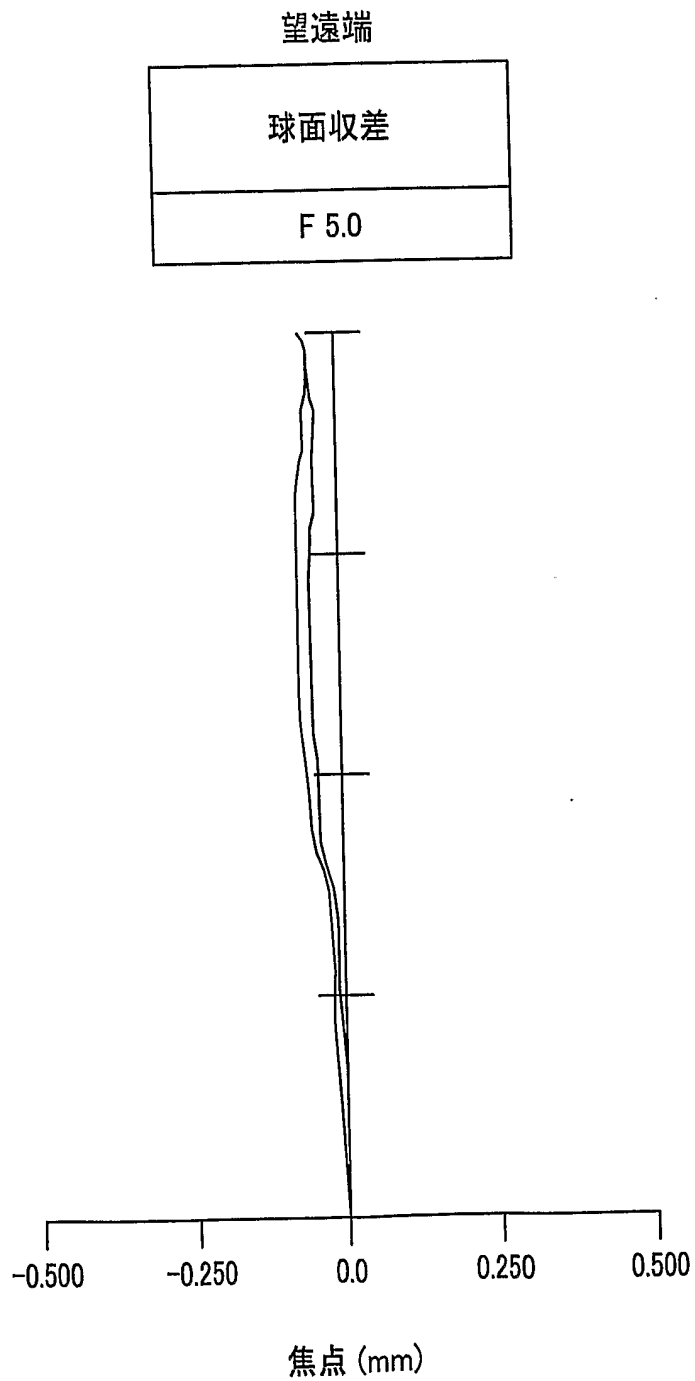


FIG. 10

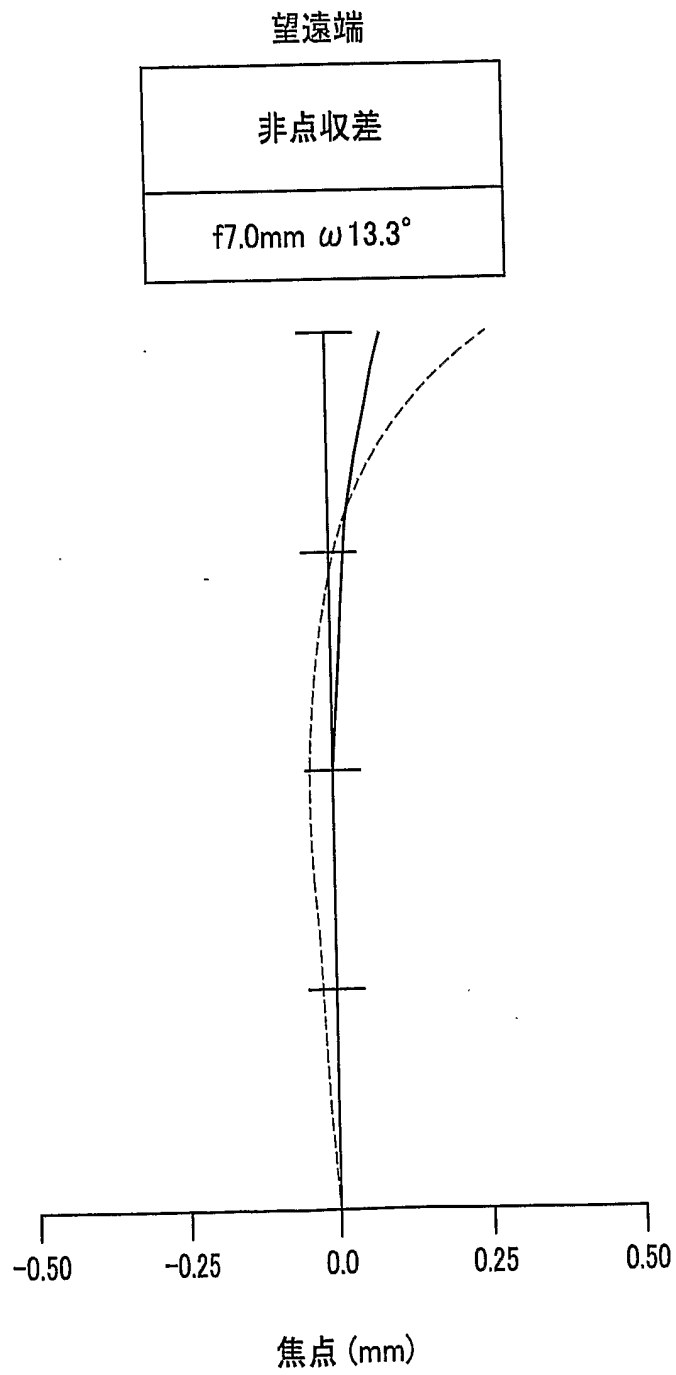


FIG. 11

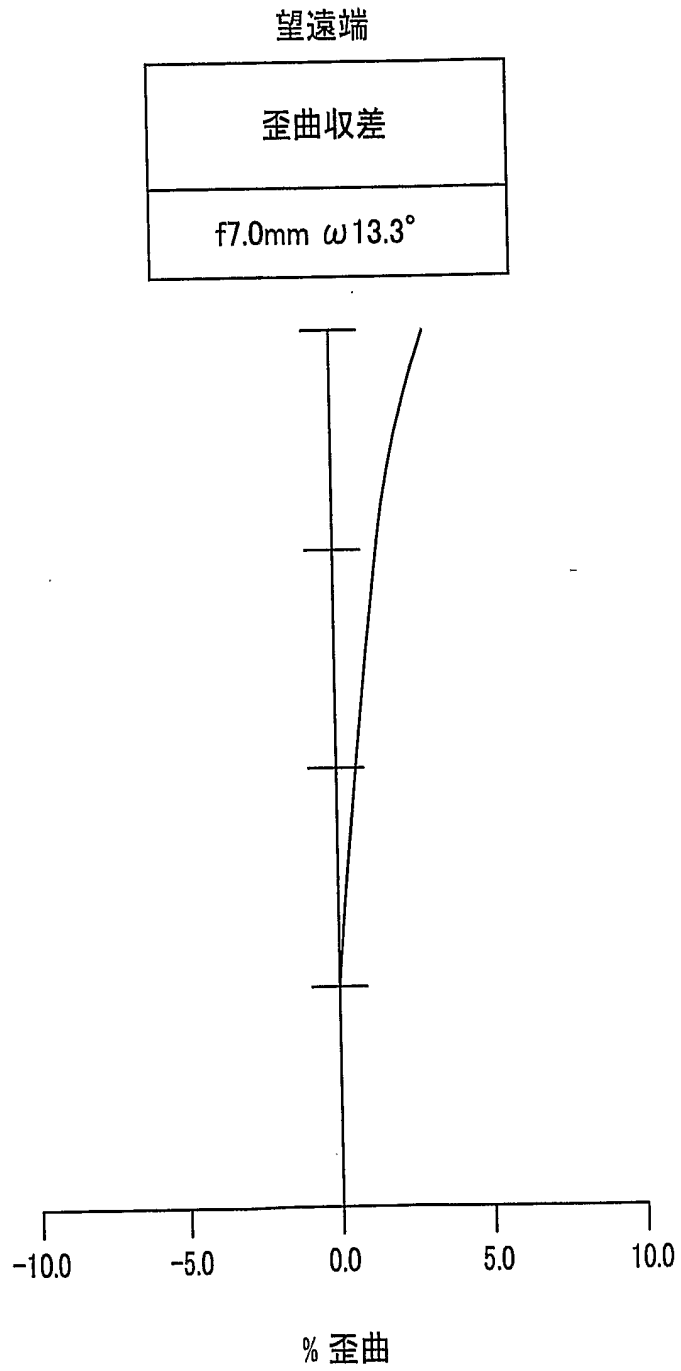


FIG. 12

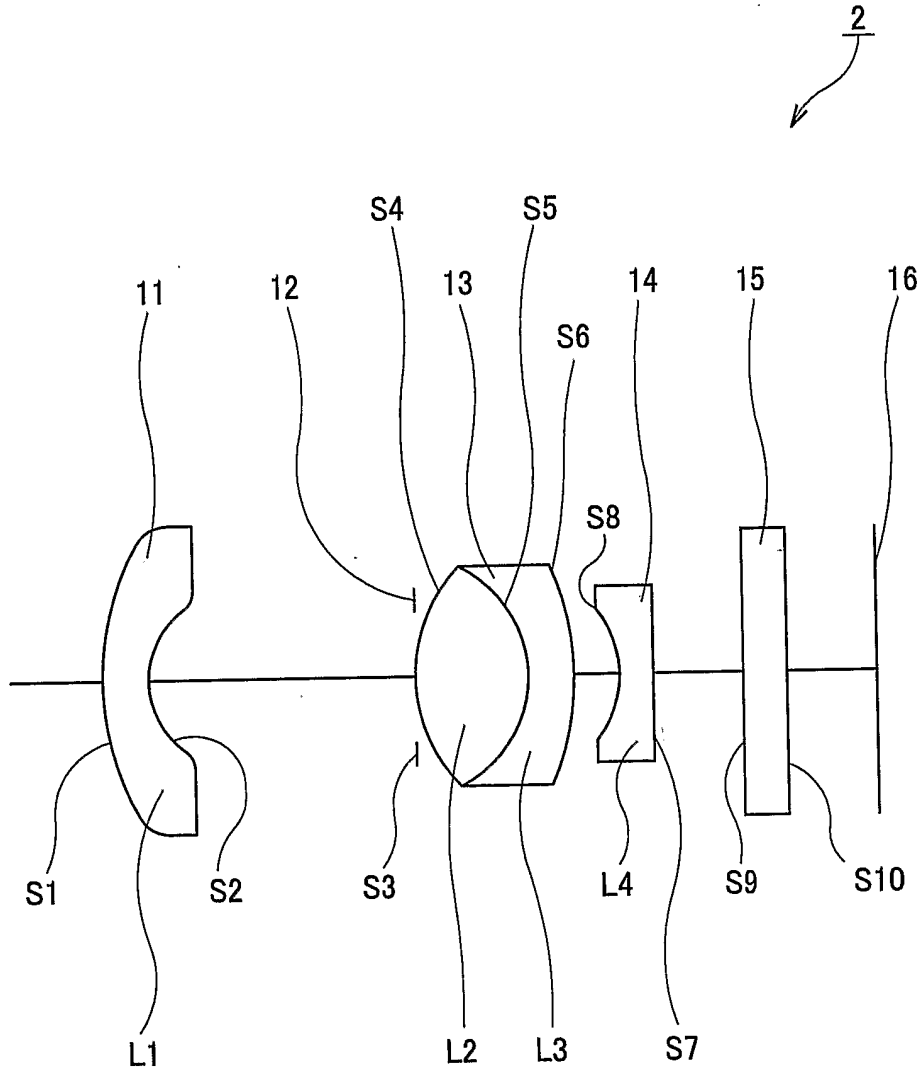


FIG.13

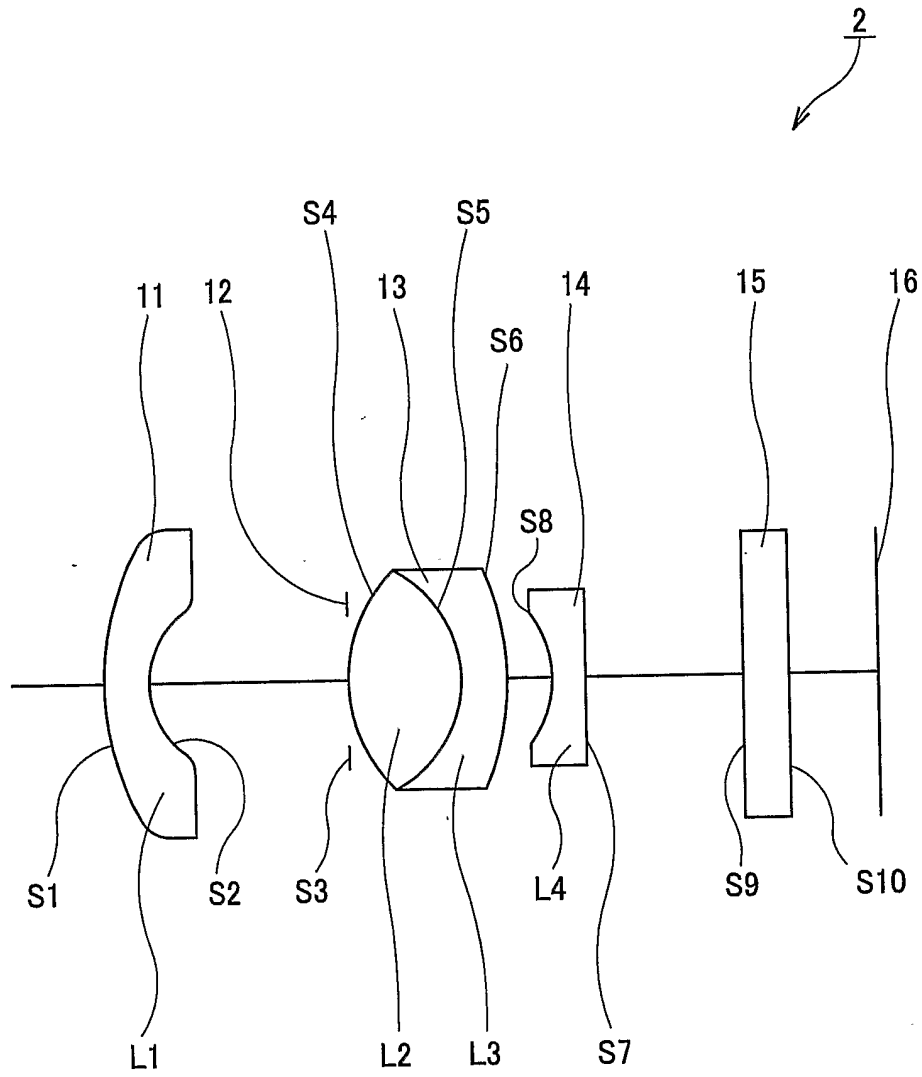


FIG. 14

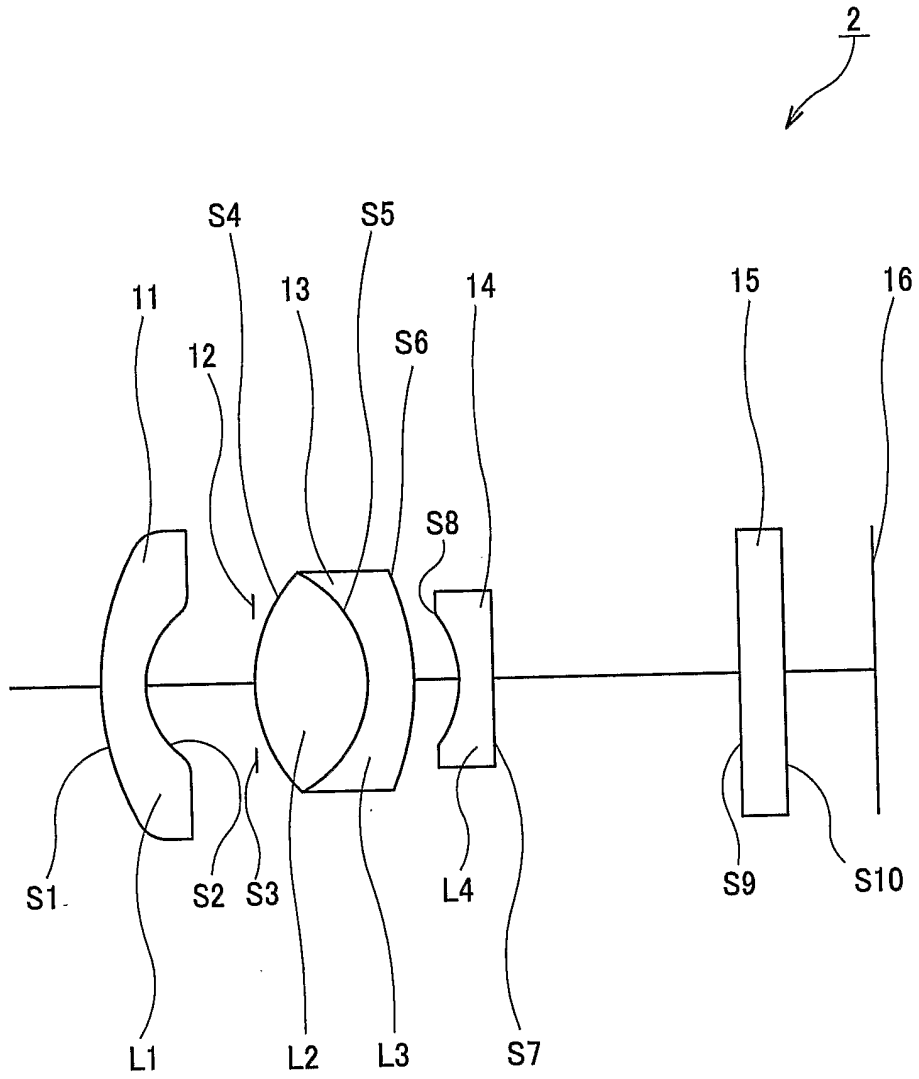


FIG. 15

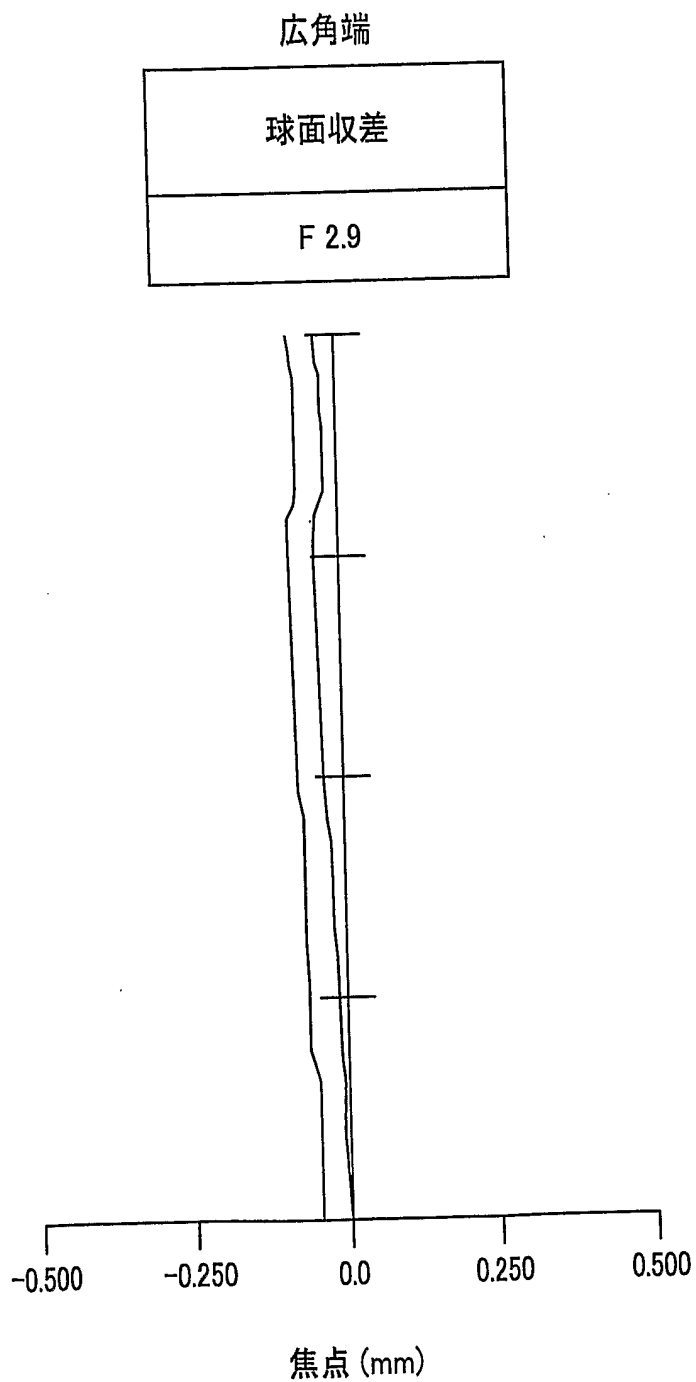


FIG.16

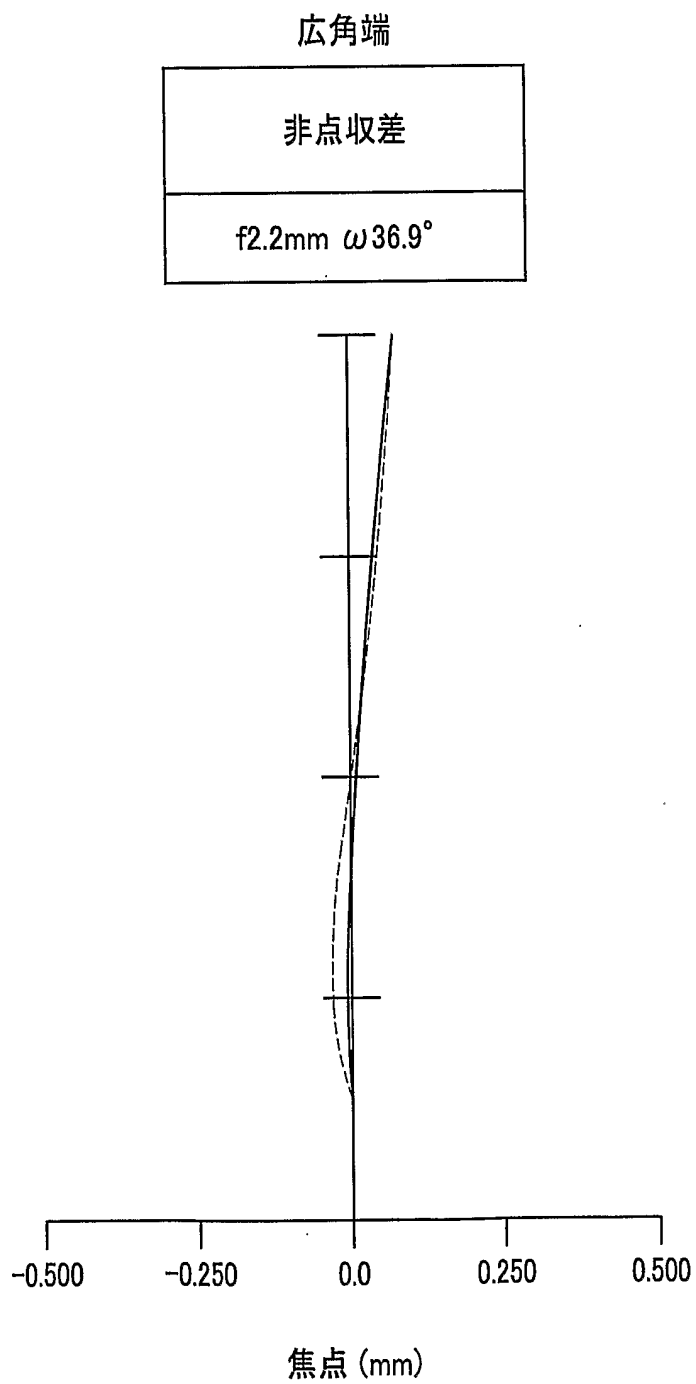


FIG.17

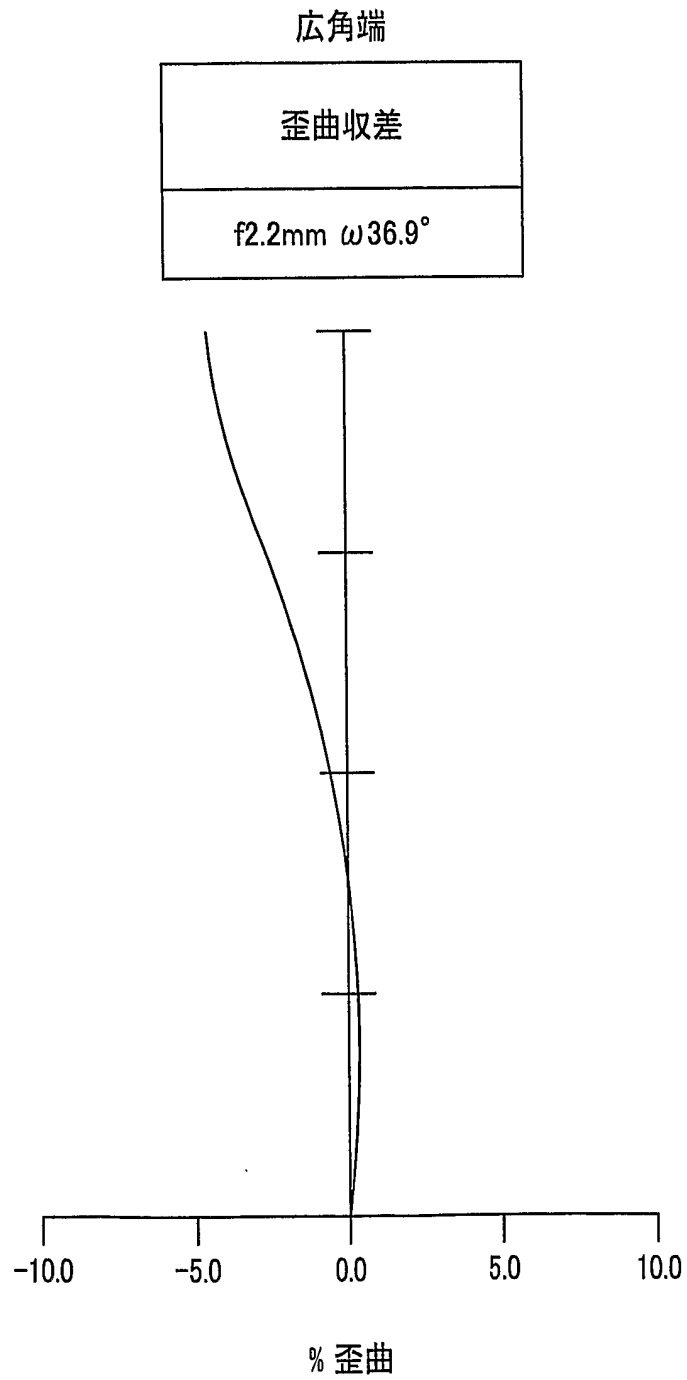


FIG.18

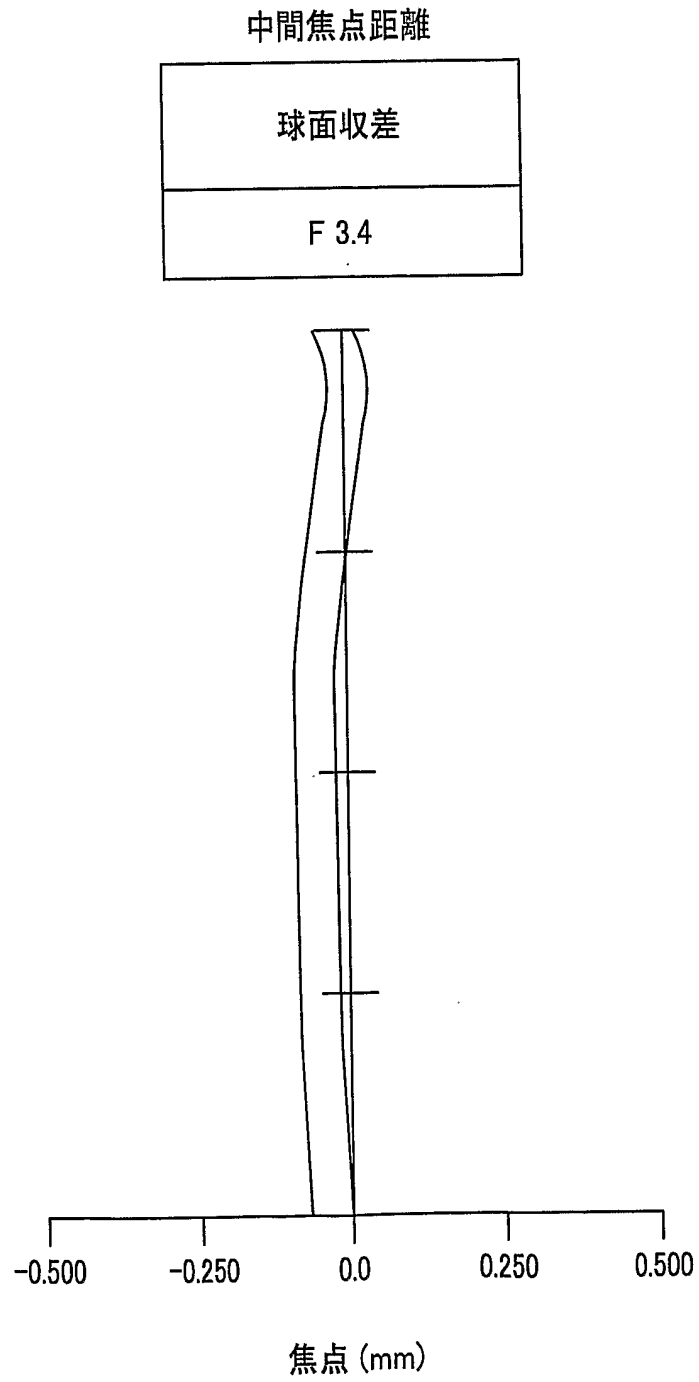


FIG. 19

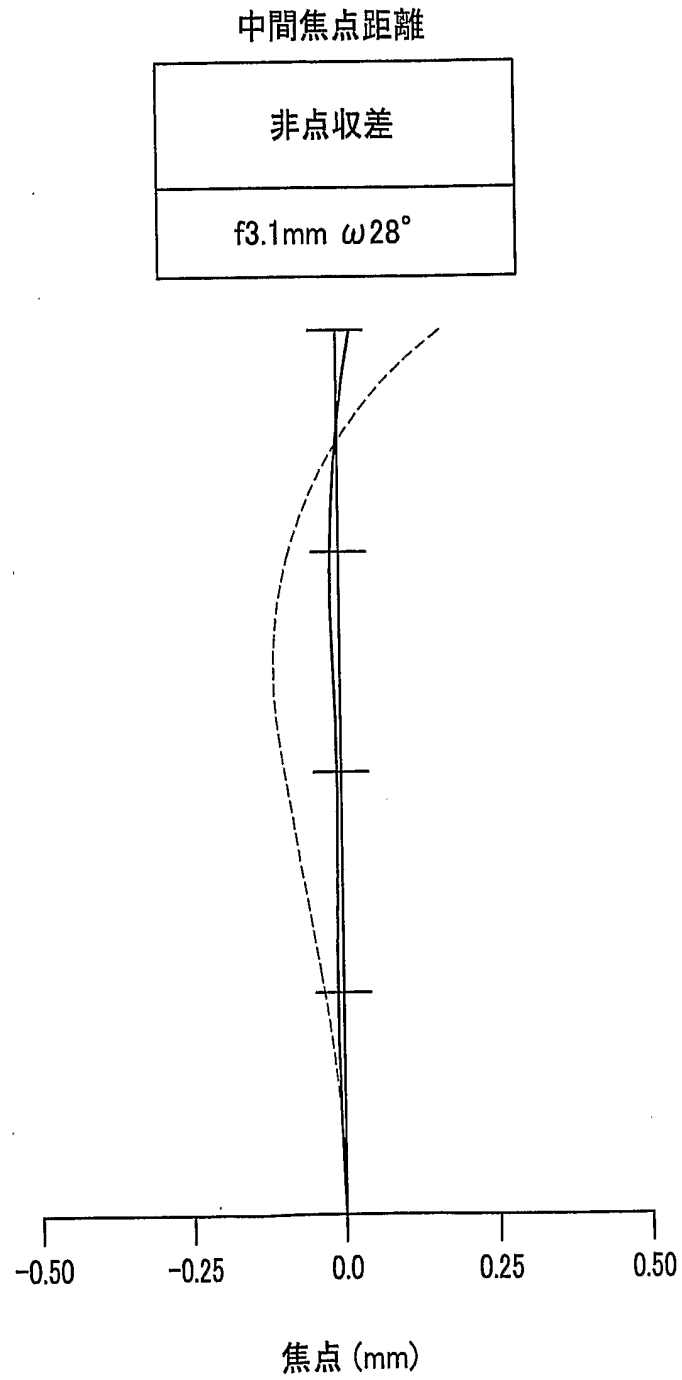


FIG.20

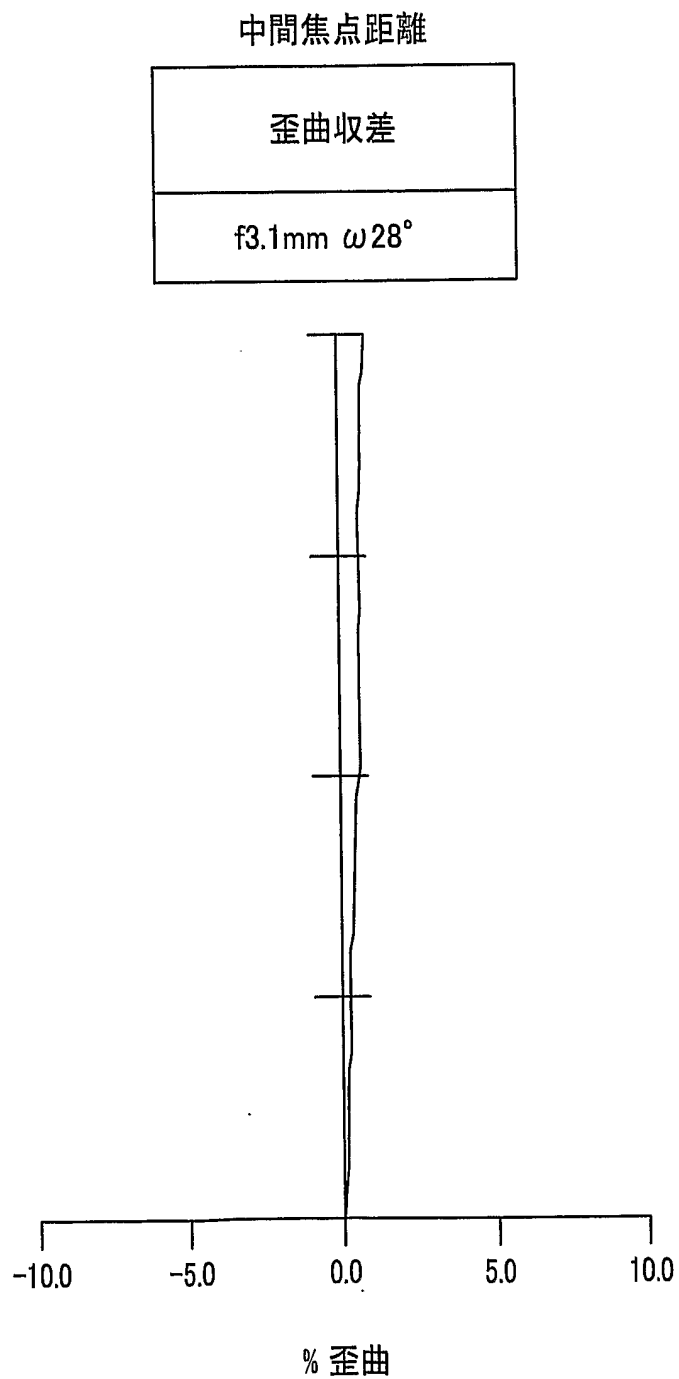


FIG.21

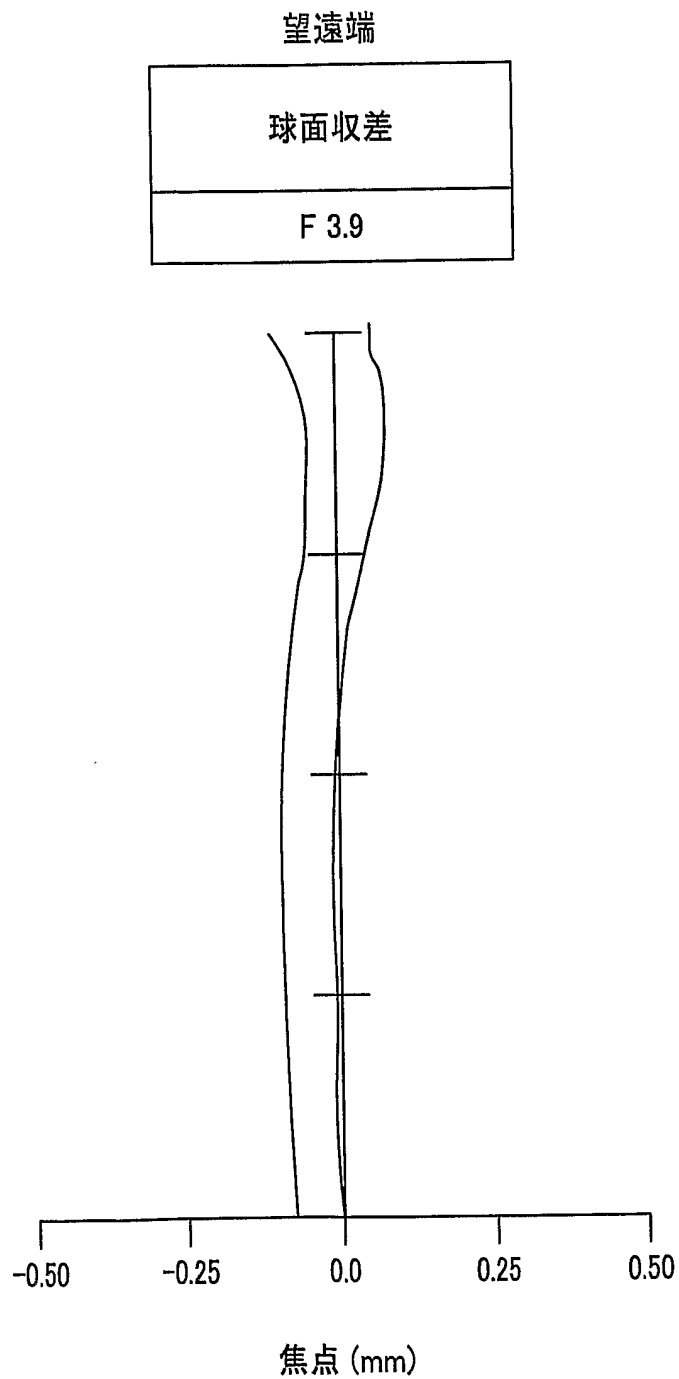


FIG.22

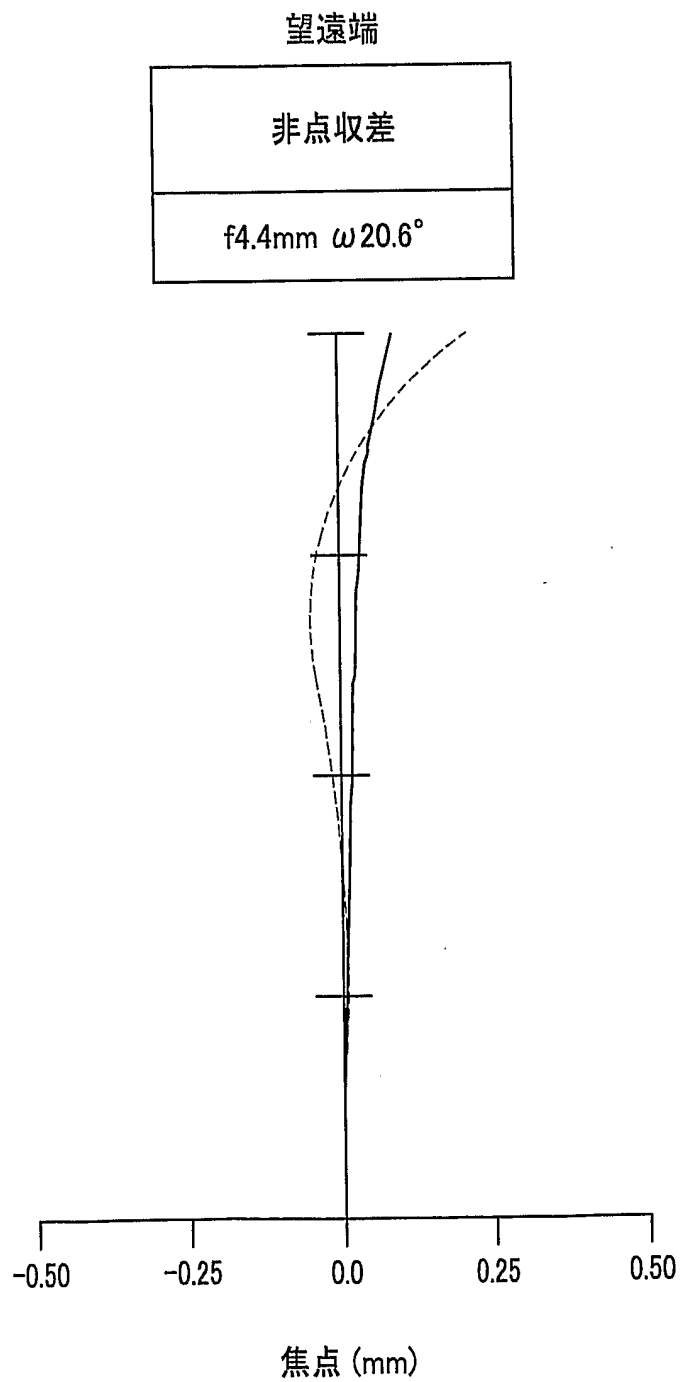


FIG.23

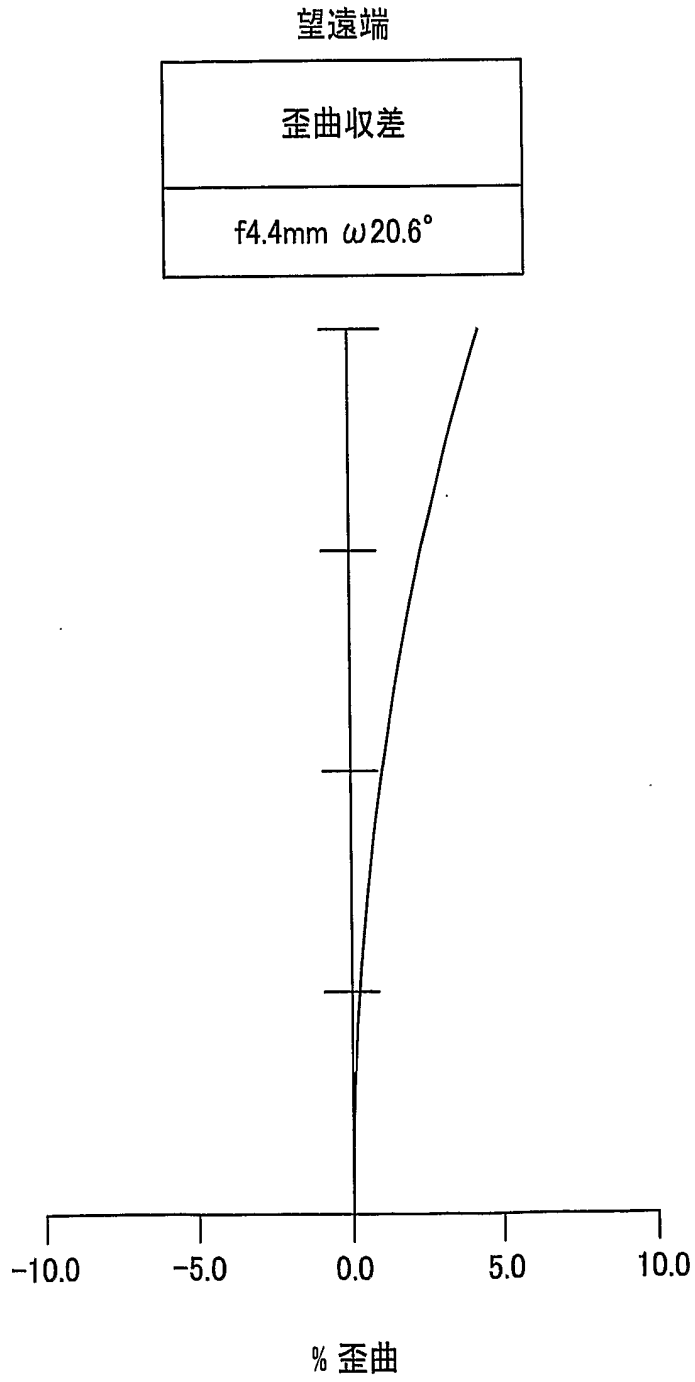


FIG.24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/12735

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G02B15/16, G02B13/18

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)
Int.Cl⁷ G02B15/16, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

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.
X Y	WO 96/19749 A1 (BENOPCON INC.), 27 June, 1996 (27.06.96), Full text; all drawings & JP 10-513270 A Full text; all drawings & EP 799433 A1 & US 5745301 A & EP 799433 B1 & DE 69530113 E	1-3, 5-6 4
Y	JP 2000-330024 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 30 November, 2000 (30.11.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
Y	JP 5-323190 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 07 December, 1993 (07.12.93), Full text; all drawings (Family: none)	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
08 January, 2004 (08.01.04)

Date of mailing of the international search report
27 January, 2004 (27.01.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.


INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12735

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6052234 A (MINOLTA CO., LTD.), 18 April, 2000 (18.04.00), Full text; all drawings; particularly, example 4 & JP 10-82953 A Full text; all drawings; particularly, example 2	1-6
Y	JP 7-120678 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 12 May, 1995 (12.05.95), Full text; all drawings; particularly, examples 1, 3 (Family: none)	4
Y	WO 92/21048 A1 (EASTMAN KODAK CO.), 26 November, 1992 (26.11.92), Full text; all drawings & JP 5-508945 A Full text; all drawings & US 5268792 A & GB 2261529 A & GB 2261529 B	4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G02B 15/16、G02B 13/18		
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 (IPC)) Int. Cl ⁷ G02B 15/16、G02B 13/18		
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 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	WO 96/19749 A1 (BENOPCON INC.) 1996.06.27、全文、全図 & JP 10-513270 A、全文、全図 & EP 799433 A1 & US 5745301 A & EP 799433 B1 & DE 69530113 E	1-3, 5-6 4
Y	JP 2000-330024 A (旭光学工業株式会社) 2000.11.30、全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 5-323190 A (富士写真光機株式会社) 1993.12.07、全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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 08.01.04	国際調査報告の発送日 27.1.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 森内 正明	2V 9222 
		電話番号 03-3581-1101 内線 3269

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 請求の範囲の番号
Y	US 6052234 A (MINOLTA CO., LTD.) 2000.04.18、全文、全図、特に実施例4 & JP 10-82953 A、全文、全図、特に実施例2	1-6
Y	JP 7-120678 A (オリンパス光学工業株式会社) 1995.05.12、全文、全図、特に実施例1、実施例3 (ファミリーなし)	4
Y	WO 92/21048 A1 (EASTMAN KODAK COMPANY) 1992.11.26、全文、全図 & JP 5-508945 A、全文、全図 & US 5268792 A & GB 2261529 A & GB 2261529 B	4