

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-316183

(P2005-316183A)

(43) 公開日 平成17年11月10日(2005.11.10)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 15/16

G02B 13/18

F I

G02B 15/16

G02B 13/18

テーマコード (参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-134573 (P2004-134573)

(22) 出願日 平成16年4月28日 (2004.4.28)

(71) 出願人 000104652

キヤノン電子株式会社

埼玉県秩父市大字下影森1248番地

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

(72) 発明者 萩原 宏行

埼玉県秩父市大字下影森1248番地 キ

ヤノン電子株式会社内

Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 MA12 PA04 PA17

PB04 QA02 QA06 QA07 QA17

QA21 QA25 QA37 QA39 QA41

QA45 RA05 RA12 RA13 RA36

RA42 RA43 RA44 SA07 SA09

SA62 SA63 SB03 SB13

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで、優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置を得ること。

【解決手段】 物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群と、正の屈折力の第2レンズ群を有し、双方のレンズ群の空気間隔を変えてズーミングを行うズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は負の屈折力の第11レンズと、物体側と像側の面が非球面形状の正の屈折力の第12レンズより成り、前記第11レンズと第12レンズとの空気間隔をD2、前記第11レンズの中心厚をD1、前記第12レンズの中心厚をD3、前記第1レンズ群の焦点距離をf1、全系の広角端のズーム位置における焦点距離をfwとすると、

$$0.13 < D2 / |f1| < 0.32$$

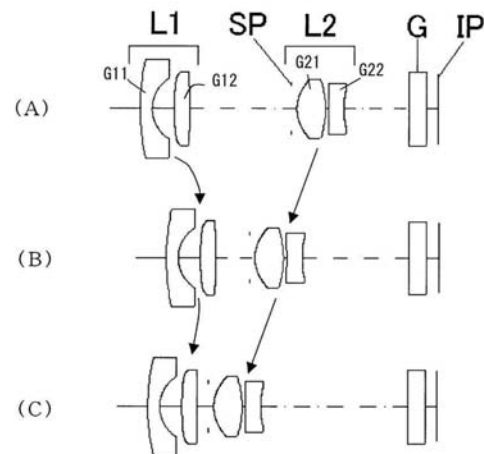
$$0.13 < D3 / |f1| < 0.2$$

$$D1 < D2$$

$$1.5 < |f1| / fw < 2.5$$

なる条件を満足すること。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群と、正の屈折力の第 2 レンズ群を有し、双方のレンズ群の空気間隔を変えてズームを行うズームレンズにおいて、前記第 1 レンズ群は負の屈折力の第 1 1 レンズと、物体側と像側の面が非球面形状の正の屈折力の第 1 2 レンズより成り、前記第 1 1 レンズと第 1 2 レンズとの空気間隔を D_2 、前記第 1 1 レンズの中心厚を D_1 、前記第 1 2 レンズの中心厚を D_3 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、全系の広角端のズーム位置における焦点距離を f_w とするとき、

$$0.13 < D_2 / |f_1| < 0.32$$

$$0.13 < D_3 / |f_1| < 0.2$$

$$D_1 < D_2$$

$$1.5 < |f_1| / f_w < 2.5$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

10

【請求項 2】

前記第 1 1 レンズの有効径の最外周部における光軸方向に沿った厚みを E_1 、前記第 1 2 レンズの有効径の最外周部における光軸方向に沿った厚みを E_3 とするとき、

$$1.9 < E_1 / D_1 < 2.5$$

$$0.75 < E_3 / D_3 < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

20

【請求項 3】

前記第 1 1 レンズの材料の d 線に対する屈折率を N_{11} 、アッベ数を ν_{11} 、前記第 1 2 レンズの材料の d 線に対する屈折率を N_{12} 、アッベ数を ν_{12} とするとき、

$$1.8 < \nu_{11} / \nu_{12} < 2.5$$

$$(N_{11} + N_{12}) / 2 > 1.7$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群及び前記第 2 レンズ群に含まれるレンズのうち、少なくとも 3 つのレンズは非球面形状の面を有することを特徴とする請求項 1、2 または 3 のズームレンズ。

【請求項 5】

物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群と正の屈折力の第 2 レンズ群を有し、双方のレンズ群の空気間隔を変えてズームを行うズームレンズにおいて、前記第 1 レンズ群は、物体側の面が凸でメンスカス形状の負の屈折力の第 1 1 レンズと物体側の面が凸形状の正の屈折力の第 1 2 レンズより成り、前記第 1 1 レンズと第 1 2 レンズとの空気間隔を D_2 、前記第 1 1 レンズの中心厚を D_1 、前記第 1 2 レンズの中心厚を D_3 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、全系の広角端のズーム位置における焦点距離を f_w とするとき、

30

$$0.13 < D_2 / |f_1| < 0.32$$

$$0.13 < D_3 / |f_1| < 0.2$$

$$D_1 < D_2$$

$$1.5 < |f_1| / f_w < 2.5$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

40

【請求項 6】

前記第 1 1 レンズの有効径の最外周部における光軸方向に沿った厚みを E_1 、前記第 1 2 レンズの有効径の最外周部における光軸方向に沿った厚みを E_3 とするとき、

$$1.9 < E_1 / D_1 < 2.5$$

$$0.75 < E_3 / D_3 < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 5 のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 1 1 レンズの材料の d 線に対する屈折率を N_{11} 、アッベ数を ν_{11} 、前記第 1 2 レンズの材料の d 線に対する屈折率を N_{12} 、アッベ数を ν_{12} とするとき、

50

$$1.8 < \frac{N_{11} + N_{12}}{2} < 2.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 5 又は 6 のズームレンズ。

【請求項 8】

撮像装置に像を形成する為の光学系であることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項のズームレンズと該ズームレンズによって形成された像を受光する固体撮像素子を有していることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は主にデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、或いは監視カメラ等のように固体撮像素子を用いた撮像装置に好適なズームレンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラなどの撮像素子に用いられる CCD などの固体撮像素子の著しい技術進歩により、その高密度化、高画素化などが進み、高画質の画像が記録可能となってきた。

【0003】

20

これに伴い、これらの撮像装置に使用される撮影レンズとしてのズームレンズには、より高い光学性能を持つものが要望されている。また、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラなどの小型化に伴い、それらに搭載されるズームレンズに対しても、当然ながら更なる小型化、薄型化、軽量化が要望されている。

【0004】

この種の撮像装置には、レンズ最後部と撮像素子との間に、ローパスフィルターや色補正フィルターなどの各種光学部材を配置する為、それに用いる光学系には、比較的バックフォーカスの長いレンズ系が要求される。

【0005】

比較的高い光学性能が得られ、しかもレンズ系全体が小型で変倍比が 2 倍から 3 倍程度、F ナンバーが広角端のズーム位置で 2.8 から 4.8 程度であるズームレンズとして、従来より 2 群ズームタイプがよく知られている。この 2 群ズームレンズでは物体側より像側へ順に、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群 L1 と正の屈折力の第 2 群よりなり、それら 2 つのレンズ群の空気間隔を変化させてズーミングを行っている。

30

【0006】

この 2 群ズームレンズは比較的少ないレンズ枚数でレンズ系が構成出来るため、小型化を狙うズームタイプのレンズ系によく利用されている。

【0007】

また、レンズ枚数の少ない 2 群ズームレンズは鏡筒構造も 2 群以上のレンズ群を移動させてズーミングを行うズームレンズに比べて比較的簡単な構造にしやすい、カメラ収納時の薄型化という点で好ましい。

40

【0008】

2 群ズームレンズとして例えば、第 1 レンズ群を負レンズと正レンズの 2 つのレンズで構成したものが提案されている（例えば、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3）。

【特許文献 1】特開平 5 - 346542 号公報

【特許文献 2】特開 2000 - 9997 号公報

【特許文献 3】特開 2002 - 323654 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

50

上述した各特許文献で提案されている２群ズームレンズは、小型で高解像度の撮像装置用としては、光学性能的に多少改善の余地がある。例えば特許文献１で提案されている２群ズームレンズでは、Ｆナンバーが４．６～７．６程度と暗く、画素ピッチが回折限界に近づく近年の撮像素子には適当でない。

【００１０】

また、特許文献２及び特許文献３等で提案されている２群ズームレンズは、Ｆナンバーが２．８～４．７程度と明るさが確保されたズームレンズを開示しているが、全体としてレンズ構成枚数が６枚と比較的多く、レンズ系全体の小型及び構成の簡易さにおいて必ずしも十分ではない。

【００１１】

また、広角端のズーム位置における焦点距離は、ローパスフィルターや赤外カットフィルター等を挿入し、かつ十分なワーキングディスタンスをとるため所定の長さのバックフォーカスが要求されるので、広角端のズーム位置における焦点距離とバックフォーカスの長さとをバランス良くとることが重要になってきている。

【００１２】

本発明は構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで、優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

【００１３】

この他本発明は、固体撮像素子を用いた撮影系に好適な、構成レンズ枚数の少ない、コンパクト、高変倍比で、優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１４】

本発明のズームレンズは、
物体側より像側へ順に、負の屈折力の第１レンズ群と、正の屈折力の第２レンズ群を有し、双方のレンズ群の空気間隔を変えてズーミングを行うズームレンズにおいて、前記第１レンズ群は負の屈折力の第１１レンズと、物体側と像側の面が非球面形状の正の屈折力の第１２レンズより成り、前記第１１レンズと第１２レンズとの空気間隔を D_2 、前記第１１レンズの中心厚を D_1 、前記第１２レンズの中心厚を D_3 、前記第１レンズ群の焦点距離を f_1 、全系の広角端のズーム位置における焦点距離を f_w とすると、

$$0.13 < D_2 / |f_1| < 0.32$$

$$0.13 < D_3 / |f_1| < 0.2$$

$$D_1 < D_2$$

$$1.5 < |f_1| / f_w < 2.5$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【００１５】

本発明によれば、
構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで、優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置が得られる。

【００１６】

又、本発明によれば、
固体撮像素子を用いた撮影系に好適な、構成レンズ枚数の少ない、コンパクト、高変倍比で、優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１７】

【実施例１】

【００１８】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。

【００１９】

10

20

30

40

50

図 1 (A)、(B)、(C) は本発明の実施例 1 のズームレンズの広角端 (短焦点距離端) 中間のズーム位置、望遠端 (長焦点距離) におけるレンズ断面図、図 2 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 1 は変倍比 2.8、開口比 2.88 ~ 4.9 程度のズームレンズである。

【0020】

図 3 (A)、(B)、(C) は本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端 (短焦点距離端) 中間のズーム位置、望遠端 (長焦点距離) におけるレンズ断面図、図 4 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 2 は変倍比 2.8、開口比 2.89 ~ 4.88 程度のズームレンズである。

10

【0021】

図 5 (A)、(B)、(C) は本発明の実施例 3 のズームレンズの広角端 (短焦点距離端) 中間のズーム位置、望遠端 (長焦点距離) におけるレンズ断面図、図 6 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 3 は変倍比 2.8、開口比 2.88 ~ 4.85 程度のズームレンズである。

【0022】

図 7 (A)、(B)、(C) は本発明の実施例 4 のズームレンズの広角端 (短焦点距離端) 中間のズーム位置、望遠端 (長焦点距離) におけるレンズ断面図、図 8 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 4 は変倍比 2.8、開口比 2.91 ~ 5.40 程度のズームレンズである。

20

【0023】

図 7 は本発明のズームレンズを備えるデジタルカメラ (撮像装置) 要部概略図である。

【0024】

各実施例のズームレンズは撮像装置に用いられる撮影レンズ系であり、レンズ断面図において、左方が物体側で、右方が像側である。

【0025】

図 1、図 3、図 5、図 7 のレンズ断面図において、L1 は負の屈折力 (光学的パワー = 焦点距離の逆数) の第 1 レンズ群、L2 は正の屈折力の第 2 レンズ群、SP は開口絞りであり、第 2 レンズ群 L2 の物体側に位置している。

30

【0026】

G は光学フィルター、フェースプレート、水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学ブロックである。IP は像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際には CCD センサや CMOS センサ等の固体撮像素子 (光電変換素子) の撮像面に銀塩フィルム用カメラの撮影光学系として使用する際にはフィルム面に相当する感光面が置かれる。

【0027】

収差図において、d、g は各々 d 線及び g 線、M、S はメリディオナル像面、サジタル像面、倍率色収差は g 線によって表している。

40

【0028】

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端のズーム位置は変倍用レンズ群 (第 2 レンズ群) が機構上、光軸上移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

【0029】

各実施例のズームレンズでは、広角端から望遠端のズーム位置へのズーミングに際して、第 1 レンズ群 L1 が像側に凸状の軌跡で往復移動、第 2 レンズ群 L2 が物体側に移動している。

【0030】

各実施例のズームレンズは、第 2 レンズ群 L2 の移動により主な変倍を行い、第 1 レン

50

ズ群 L 1 の往復移動によって変倍に伴う像点の移動を補正している。

【 0 0 3 1 】

又、第 1 レンズ群で合点（フォーカス）を行っている。

【 0 0 3 2 】

開口絞り S P は、ズーミングに際して第 2 レンズ群 L 2 と共に移動している。

【 0 0 3 3 】

一般に負の屈折力の第 1 レンズ群と正の屈折力の第 2 レンズ群とで構成し、双方のレンズ群を移動させてズーミングを行うタイプのズームレンズにおいて、全変倍範囲にわたり良好な光学性能を有し、かつレンズ枚数を削減して、レンズ系の薄型化を図るには、非球面をレンズ系中の適切な箇所に用いることが有効である。

10

【 0 0 3 4 】

更にズーミングの際の移動量が比較的大きくなる第 2 レンズ群のレンズ構成及び変倍による像面変動を補正する第 1 レンズ群のレンズ構成を適切に設定して、ズーミングにおける収差変動を極力抑える必要がある。

【 0 0 3 5 】

そこで各実施例では、第 1 レンズ群 L 1 を負の屈折力の第 1 1 レンズ G 1 1 と、物体側と像側の面が非球面形状の正の屈折力の第 1 2 レンズ G 1 2 とで構成している。

【 0 0 3 6 】

さらに第 2 レンズ群 L 2 を物体側と像側の面が凸形状の正の屈折力の第 2 1 レンズ G 2 1、負の屈折力の第 2 2 レンズ G 2 2 とで構成している。

20

【 0 0 3 7 】

そして実施例 1 ~ 4 では、第 1 レンズ群 L 1 及び第 2 レンズ群 L 2 に含まれるレンズのうちの少なくとも 3 つのレンズは非球面形状の面を有するようにしている。

【 0 0 3 8 】

そして、第 1 1 レンズ G 1 1 と第 1 2 レンズ G 1 2 との空気間隔を D 2、第 1 1 レンズ G 1 1 の中心厚を D 1、第 1 2 レンズ G 1 2 の中心厚を D 3、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離を f 1、全系の広角端のズーム位置における焦点距離を f w とするとき

$$0.13 < D2 / |f1| < 0.32 \quad \dots\dots (1)$$

$$0.13 < D3 / |f1| < 0.2 \quad \dots\dots (2)$$

$$D1 < D2 \quad \dots\dots (3)$$

$$1.5 < |f1| / fw < 2.5 \quad \dots\dots (4)$$

30

なる条件を満足するようにしている。

【 0 0 3 9 】

このように、第 1 レンズ群 L 1 中のレンズ構成を条件式 (1) ~ (4) を満足するように設定することにより、全体として 4 枚のレンズ構成とレンズ枚数が少ないにも関わらず、全変倍領域において良好な光学性能を有した小型軽量で、収納時薄型なズームレンズを実現している。尚、条件式 (1) ~ (4) を満足するように第 1 レンズ群 L 1 を構成すれば、光学性能は多少、低下するが非球面を用いなくても良い。

【 0 0 4 0 】

条件式 (1) は第 1 レンズ群 L 1 における第 1 1 レンズ G 1 1 と第 1 2 レンズ G 1 2 の間の空気間隔と第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離の比に関し、主に広角端と望遠端のズーム位置での色収差や球面収差をバランス良く補正するためのものである。条件式 (1) の下限値を超えると望遠端のズーム位置での球面収差がアンダーになる傾向があり、また広角端と望遠端のズーム位置における色収差のバランスが崩れ、適切な硝材設定が困難になる。

40

【 0 0 4 1 】

又、上限値を超えると望遠端のズーム位置での球面収差が補正不足になる傾向があり、また空気間隔が広くなることでレンズ系の小型化の妨げとなってしまう良くない。

【 0 0 4 2 】

条件式 (2) は第 1 レンズ群 L 1 における第 1 2 レンズ G 1 2 の肉厚（中心厚）と第 1 レンズ L 1 群の焦点距離の比に関し、主に広角端と望遠端のズーム位置でのコマ収差や球

50

面収差をバランス良く補正するためのものである。条件式(2)の下限値を超えると望遠端のズーム位置での球面収差がアンダーになる傾向があり、また広角端と望遠端のズーム位置におけるコマ収差のバランスが崩れ、更には肉厚が確保できないため、製造上困難となる。

【0043】

又、上限値を超えると望遠端のズームレンズでの球面収差が補正不足になる傾向があり、またレンズの肉厚が厚くなることでレンズ系の重量が増加し、更にコストアップとなってしまう良くない。

【0044】

条件式(3)は第1レンズ群L1における第11レンズG11と第12レンズG12の間の空気間隔に対する第11レンズG11の肉厚(中心厚)の大小関係に関し、主にズームングに際しての球面収差の変動量を抑えるためのものである。条件式(3)の関係が崩れると特に望遠端のズーム位置での球面収差がアンダーになる傾向があり、これを良好に補正することが困難となるので良くない。

【0045】

条件式(4)は第1レンズ群L1の焦点距離と全系の広角端のズーム位置での焦点距離との比に関し、第1レンズ群L1の屈折力(パワー)を規定したものである。条件式(4)の下限値を超えることは第1レンズ群L1の発散力(負の屈折力)が強くなりすぎてバックフォーカスが必要以上に長くなり、結果としてレンズ全長の短縮が難しくなる。

【0046】

又、上限値を超えて第1レンズ群L1の焦点距離が長くなると最適なバックフォーカスを確保するためには第2レンズ群L2の屈折力を弱くせねばならず、第1レンズ群L1、第2レンズ群L2の空気間隔やズームングにおける各レンズ群の移動量を増大せねばならなくなり、レンズ全長の短縮が難しくなる。

【0047】

本発明において、更に好ましくは、条件式(1)、(2)、(4)の数値を次の如く設定するのが良い。

【0048】

$$0.14 < D2 / |f1| < 0.3 \dots (1a)$$

$$0.14 < D3 / |f1| < 0.19 \dots (2a)$$

$$1.65 < |f1| / fw < 2.2 \dots (4a)$$

本発明によれば、以上のように負の屈折力のレンズ群が先行する全体として2つのレンズ群を有し、これら二つのレンズ群のレンズ構成を前述の如く適切に設定にすることによりレンズ枚数を少なくし、レンズ系全体の小型化を図った撮影画角 $66^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 、変倍比3程度、広角端のズーム位置におけるFナンバー2.8程度のズームレンズを達成している。

【0049】

次に各実施例における前述した特徴以外の特徴について説明する。

第1レンズG11の有効径の最外周部における光軸方向に沿った厚みをE1、中心厚をD1、第12レンズG12の有効径の最外周部における光軸方向に沿った厚みをE3、中心厚をD3とするとき、

$$1.9 < E1 / D1 < 2.5 \dots (5)$$

$$0.75 < E3 / D3 < 1.0 \dots (6)$$

なる条件を満足している。

【0050】

条件式(5)は、第11レンズG11のレンズ形状を規定したものである。条件式(5)の下限値を越えるとZ係数が小さくなりすぎ、芯取り精度が悪化し、製造が困難となる。逆に条件式(5)の上限値を越えてしまうと、光軸方向に対する厚さが増加してしまうため、レンズ系全体の薄型化が難しくなる。

【0051】

10

20

30

40

50

条件式(6)は第12レンズG12のレンズ形状を規定したものである。条件式(5)の下限值を超えるとレンズ周辺部の厚みを十分長く確保することができなく、製造が困難となる。逆に条件式(5)の上限值を超えてしまうと、光軸方向に対する厚さが増加してしまうため、薄型化が難しくなる。

【0052】

条件式(5)、(6)を満足することにより効果的に、第1レンズ群L1の薄型化を効果的に実現している。

【0053】

尚、更に好ましくは、条件式(5)、(6)の数値範囲を次の如く該当するのが良い。

【0054】

$$2.0 < E1/D1 < 2.4 \dots\dots (5a)$$

$$0.77 < E3/D3 < 0.9 \dots\dots (6a)$$

第11レンズG11の材料のd線に対する屈折率を N_{11} 、アッペ数を ν_{11} 、第12レンズG12の材料のd線に対する屈折率を N_{12} 、アッペ数を ν_{12} とすると、

$$1.8 < \nu_{11} / \nu_{12} < 2.5 \dots\dots (7)$$

$$(N_{11} + N_{12}) / 2 > 1.7 \dots\dots (8)$$

なる条件を満足している。

【0055】

条件式(7)は第1レンズ群L1における第11レンズG11の材料のアッペ数と第12レンズG12の材料のアッペ数の比に関し、主にズーミングに際しての色収差の発生量を抑えるためのものである。条件式(7)の関係が崩れると全変倍範囲において色収差が増大し、特に望遠端のズーム位置における軸上色収差が増大して、これを補正することが困難となるので良くない。

【0056】

条件式(8)は第1レンズ群L1における第11レンズG11の材料のd線に対する屈折率と第12レンズG12の材料のd線に対する屈折率の比に関し、主にレンズ系のコンパクト化を図るためのものである。条件式(8)の下限值を超えた硝材を用いてコンパクト化を図ろうとすると、レンズ面の曲率がきつくなり、軸外収差が増大し、これを補正することが困難となるので良くない。また、d線に対する屈折率が1.8を大きく上回ると短波長域での透過率が減少してしまうため、望ましくは条件式(8)の値が1.72~1.80程度におさまることが望ましい。

【0057】

尚、更に好ましくは、条件式(7)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0058】

$$1.9 < \nu_{11} / \nu_{12} < 2.4 \dots\dots (7a)$$

撮像手段として1/4"サイズのCCD撮像画面に対して広い画角を有するズームレンズは、その広角端のズーム位置における焦点距離が該CCDの有効対角画面寸法よりも短い。従って、レンズ単体が有する外周部のコバの焦点距離に対する割合が大きくなる。一眼レフレックスカメラ用で広角端のズーム位置における焦点距離が35mm程度のズームレンズの場合でも、1/4"CCD(4.5mm程度)用のカメラの広角端のズーム位置における焦点距離が3.6mm程度のズームレンズの場合でも、レンズ単体の環合部である外周部のコバの厚さは1mmから2mm程度である。

【0059】

従って、レンズの肉厚と焦点距離の関係も従来とは大きく異なってくる。

【0060】

また近年のCCDサイズの縮小化に伴い、CCD素子上にレンズアレイ等を配置して光エネルギーの集光率を上げ感度不足を補うことが行われている。これらのCCD素子の場合、CCD素子へ入射する光線束がある角度を超えた場合急激に感度低下をおこすことが知られている。これを撮影レンズ側に置き換えて説明すると撮影レンズの射出瞳位置が短くなりすぎる事は、実際には周辺光量が十分入るように設定されていてもTV画面では周

10

20

30

40

50

辺光量不足を起こしたように映る、所謂シェーディングが発生する。

【0061】

従って、本発明のようなビデオカメラや電子スチルカメラ用のズームレンズではこのシェーディングを避けるために絞りS Pはズーミングに際し光軸上を移動し、射出瞳位置を適切な位置に保持することが望ましい。しかし、一般的に電氣的に絞りS Pの開閉を行わせるための機構を配置させる必要から絞りS Pをズーミング中固定させても良い。

【0062】

各実施例では、フォーカスを第1レンズ群L 1を移動させて行っているが、全体繰り出し方式やさらに広角化を狙った場合はパンフォーカスとしても良い。

【0063】

尚、以上の各実施例においては、第1レンズ群L 1の物体側にフィルター、コンバーターレンズを又は/及び第2レンズ群L 2の像側にフィールドレンズ等の屈折力の小さなレンズ群を付加しても良い。

【0064】

以上のように各実施例によれば

負の屈折力のレンズ群が先行するネガティブリード型の2つのレンズ群より成るズームレンズにおいて、前述の如く各レンズ群のレンズ構成を適切に設定することにより、一般的に1/4"サイズと呼ばれる有効対角画面サイズが4.5mm程度のCCDに対しても十分な広さの撮影画角を確保できる焦点距離と、必要十分なバックフォーカスを確保することができ、しかも高い光学性能を有し、軽量化、小型化、特にカメラの収納時の薄型化が図れるズームレンズを達成している。

【0065】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラ（撮像装置）の実施例を図9を用いて説明する。

【0066】

図9において、20はビデオカメラ本体、21は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、22は撮影光学系21によって被写体像を受光するCCD等の撮像素子、23は撮像素子22が受光した被写体像を記録する記録手段、24は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。

【0067】

上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子22上に形成された被写体像が表示される。

【0068】

このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

【0069】

次に本発明の数値実施例を示す。各数値実施例において、iは物体側からの面の順序を示し、R_iはレンズ面の曲率半径、D_iは第i面と第i+1面との間のレンズ肉厚及び空気間隔、N_i、 ν_i はそれぞれd線に対する屈折率、アッペ数を示す。

【0070】

また、最も像側の2つの面はフェースプレート等のガラス材である。また、k、A、B、C、Dは非球面係数である。非球面形状は光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとするとき

$$x = \left(\frac{h^2}{R} \right) / \left[1 + \left\{ 1 - (1 + k) \left(\frac{h}{R} \right)^2 \right\}^{1/2} \right] + A h^2 + B h^4 + C h^6 + D h^8 + E h^{10}$$

で表わされる。但しRは曲率半径である。

【0071】

又「e - 0 x」は「x 10 - x」を意味している。fは焦点距離、FnoはFナンバー、 ω は半画角を示す。

【0072】

10

20

30

40

50

又、前述の各条件式と各実施例との関係を表 1 に示す。

【 0 0 7 3 】

【 数 1 】

数値実施例 1

$$f = 3.71 \sim 10.48 \quad F \# = 2.88 \sim 4.90 \quad 2\omega = 68.0^\circ \sim 26.8^\circ$$

r 1 = 17.17	D 1 = 0.94	N 1 = 1.677900	ν 1 = 54.9
r 2 = 2.76	D 2 = 1.74		
r 3 = 22.72	D 3 = 1.19	N 2 = 1.846660	ν 2 = 23.8
r 4 = 15000	D 4 = 可変		
r 5 = 絞り	D 5 = 0.43		
r 6 = 2.93	D 6 = 2.23	N 3 = 1.487489	ν 3 = 70.4
r 7 = -7.56	D 7 = 0.24		
r 8 = -117.42	D 8 = 1.22	N 4 = 1.846660	ν 4 = 23.8
r 9 = 10.03	D 9 = 可変		
r 10 = ∞	D 10 = 1.4	N 5 = 1.516330	ν 5 = 64.2
r 11 = ∞			

10

焦点距離 可変間隔	3.71	7.19	10.48
D4	7.972	2.650	0.884
D9	5.096	8.387	11.498

20

非球面係数

r 3 K= 41.323	A= 2.36E-04	B= -1.26E-04	C= 9.48E-05	D= -1.89E-05	E= 1.89E-06
r 4 K= -10.000	A= -1.72E-03	B= 1.25E-04	C= -4.44E-05	D= 4.96E-06	E= 3.69E-08
r 6 K= -0.622	A= 1.99E-04	B= 2.52E-04	C= -7.92E-05	D= 1.23E-05	E= -9.26E-07
r 9 K= 14.894	A= 5.30E-03	B= 2.84E-04	C= 4.21E-04	D= -1.51E-04	E= 2.88E-05

【 0 0 7 4 】

30

【数 2】

数值实施例 2

$$f = 3.71 \sim 10.48 \quad F \text{ n o} = 2.89 \sim 4.88 \quad 2 \omega = 68.0^\circ \sim 26.8^\circ$$

r 1 = 14.14	D 1 = 0.8	N 1 = 1.677900	ν 1 = 54.9
r 2 = 2.65	D 2 = 2.08		
r 3 = 18.21	D 3 = 1.14	N 2 = 1.846660	ν 2 = 23.8
r 4 = -10000	D 4 = 可变		
r 5 = 絞り	D 5 = 0.21		
r 6 = 3.15	D 6 = 2.8	N 3 = 1.487489	ν 3 = 70.4
r 7 = -6	D 7 = 0.43		
r 8 = -8.18	D 8 = 1.83	N 4 = 1.846660	ν 4 = 23.8
r 9 = -800	D 9 = 可变		
r 10 = ∞	D 10 = 1.4	N 5 = 1.516330	ν 5 = 64.2
r 11 = ∞			

10

焦点距離 可変間隔	3.71	7.19	10.48
D4	9.417	3.004	0.873
D9	4.757	8.005	11.076

20

非球面係数

r 2 K= -0.671	A= 7.33E-04	B= 3.89E-04	C= -4.90E-05	D= -5.16E-06	E= 1.03E-06
r 3 K= -95.191	A= -8.83E-04	B= 3.23E-04	C= -1.48E-04	D= 8.52E-06	E= 2.01E-07
r 4 K= -10.000	A= -3.61E-03	B= 5.81E-04	C= -2.07E-04	D= 2.25E-05	E= -8.65E-07
r 6 K= -0.682	A= -9.09E-05	B= 1.91E-04	C= -3.78E-05	D= -3.57E-06	E= 1.11E-06
r 9 K= -10.000	A= 5.23E-03	B= 2.26E-04	C= 1.46E-04	D= 4.94E-06	E= -7.66E-06

30

【 0 0 7 5 】

【数 3】

数值实施例 3

$$f = 3.71 \sim 10.48 \quad F_{no} = 2.88 \sim 4.85 \quad 2\omega = 68.0^\circ \sim 26.8^\circ$$

$r_1 = 1400$	$D_1 = 0.8$	$N_1 = 1.622800$	$\nu_1 = 56.9$
$r_2 = 3.19$	$D_2 = 1.81$		
$r_3 = 14.7$	$D_3 = 1.18$	$N_2 = 1.846660$	$\nu_2 = 23.8$
$r_4 = 80.2$	$D_4 = \text{可変}$		
$r_5 = \text{絞り}$	$D_5 = 0.21$		
$r_6 = 3.7$	$D_6 = 2.8$	$N_3 = 1.589130$	$\nu_3 = 61.1$
$r_7 = -6.1$	$D_7 = 0.2$		
$r_8 = -8.18$	$D_8 = 2.8$	$N_4 = 1.846660$	$\nu_4 = 23.8$
$r_9 = 51.48$	$D_9 = \text{可変}$		
$r_{10} = \infty$	$D_{10} = 1.4$	$N_5 = 1.516330$	$\nu_5 = 64.2$
$r_{11} = \infty$			

10

焦点距離 可変間隔	3.71	7.19	10.48
D4	9.591	3.063	0.895
D9	4.261	7.332	10.237

20

非球面係数

r_1	$K = -10.000$	$A = 7.80E-03$	$B = -8.52E-04$	$C = 4.25E-05$	$D = -1.55E-06$	$E = 4.03E-08$
r_2	$K = -0.997$	$A = 1.09E-02$	$B = 7.76E-04$	$C = -1.77E-04$	$D = -8.51E-06$	$E = 1.15E-06$
r_3	$K = -0.760$	$A = -4.29E-03$	$B = 1.36E-03$	$C = -2.90E-04$	$D = 2.80E-05$	$E = -1.66E-06$
r_4	$K = -4753.236$	$A = -3.75E-03$	$B = 6.84E-04$	$C = -1.64E-04$	$D = 1.27E-05$	$E = -4.32E-07$
r_6	$K = -1.093$	$A = 8.21E-04$	$B = 1.29E-04$	$C = -1.92E-05$	$D = -7.18E-06$	$E = 1.49E-06$
r_9	$K = -347.724$	$A = 5.30E-03$	$B = -1.19E-04$	$C = 4.22E-04$	$D = -1.46E-04$	$E = 1.92E-05$

30

【 0 0 7 6 】

【数 4】

数值实施例 4

$$f = 3.71 \sim 10.48 \quad F \# = 2.91 \sim 5.40 \quad 2\omega = 68.0^\circ \sim 26.8^\circ$$

$r_1 = -4.6$	$D_1 = 0.83$	$N_1 = 1.768020$	$\nu_1 = 49.2$
$r_2 = 9.21$	$D_2 = 0.99$		
$r_3 = 7.42$	$D_3 = 1.23$	$N_2 = 1.821140$	$\nu_2 = 24.1$
$r_4 = 26.8$	$D_4 = \text{可変}$		
$r_5 = \text{絞り}$	$D_5 = 0.26$		
$r_6 = 2.57$	$D_6 = 1.75$	$N_3 = 1.516330$	$\nu_3 = 64.2$
$r_7 = -7.82$	$D_7 = 0.2$		
$r_8 = -6.8$	$D_8 = 0.83$	$N_4 = 1.839170$	$\nu_4 = 23.9$
$r_9 = -6616.8$	$D_9 = \text{可変}$		
$r_{10} = \infty$	$D_{10} = 1.4$	$N_5 = 1.516330$	$\nu_5 = 64.2$
$r_{11} = \infty$			

10

焦点距離 可変間隔	3.71	7.19	10.48
D4	8.032	2.776	0.912
D9	5.606	8.908	12.345

20

非球面係数

r_1	$K = -18.630$	$A = 1.74E-02$	$B = -2.33E-03$	$C = 1.77E-04$	$D = -9.07E-06$	$E = 2.73E-07$
r_2	$K = 11.780$	$A = 3.01E-02$	$B = -3.38E-03$	$C = 1.05E-03$	$D = -2.51E-04$	$E = 1.76E-05$
r_3	$K = -40.390$	$A = -6.38E-04$	$B = -2.21E-04$	$C = 2.76E-04$	$D = -5.25E-05$	$E = 5.16E-07$
r_4	$K = -886.544$	$A = -4.99E-03$	$B = -2.73E-04$	$C = 2.57E-04$	$D = -6.04E-05$	$E = 3.52E-06$
r_6	$K = -0.787$	$A = 2.17E-03$	$B = 4.81E-04$	$C = -5.00E-04$	$D = 1.43E-04$	$E = -2.83E-05$
r_7	$K = -57.674$	$A = 2.76E-03$	$B = -1.69E-03$	$C = -5.86E-04$	$D = 9.93E-05$	$E = -3.17E-06$
r_8	$K = -56.021$	$A = 1.36E-02$	$B = 2.10E-04$	$C = -3.19E-04$	$D = -9.12E-05$	$E = 3.61E-05$
r_9	$K = -1.92E+13$	$A = 3.17E-02$	$B = -2.60E-03$	$C = 3.27E-03$	$D = -1.05E-03$	$E = 2.00E-04$

30

【 0 0 7 7 】

【表 1】

表 1

条件式	数値実施例			
	1	2	3	4
(1)	0.26	0.28	0.24	0.15
(2)	0.18	0.16	0.15	0.15
(4)	1.78	1.97	2.04	1.77
(5)	2.05	2.27	2.39	2.02
(6)	0.81	0.82	0.80	0.79
(7)	2.31	2.31	2.39	2.04
(8)	1.76	1.76	1.73	1.79

10

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図 1】本発明の実施例 1 の広角端のズーム位置と中間の焦点位置、望遠端のズーム位置におけるレンズ断面図

20

【図 2】本発明の実施例 1 の広角端のズーム位置と中間の焦点位置、望遠端のズーム位置における収差図

【図 3】本発明の実施例 2 の広角端のズーム位置と中間の焦点位置、望遠端のズーム位置におけるレンズ断面図

【図 4】本発明の実施例 2 の広角端のズーム位置と中間の焦点位置、望遠端のズーム位置における収差図

【図 5】本発明の実施例 3 の広角端のズーム位置と中間の焦点位置、望遠端のズーム位置におけるレンズ断面図

【図 6】本発明の実施例 3 の広角端のズーム位置と中間の焦点位置、望遠端のズーム位置における収差図

30

【図 7】本発明の実施例 4 の広角端のズーム位置と中間の焦点位置、望遠端のズーム位置におけるレンズ断面図

【図 8】本発明の実施例 4 の広角端のズーム位置と中間の焦点位置、望遠端のズーム位置における収差図

【図 9】本発明の撮像装置の要部概略図

【符号の説明】

【0079】

L 1 : 第 1 レンズ群

L 2 : 第 2 レンズ群

S P : 絞り

I P : 像面

G : ガラスブロック

d : d 線

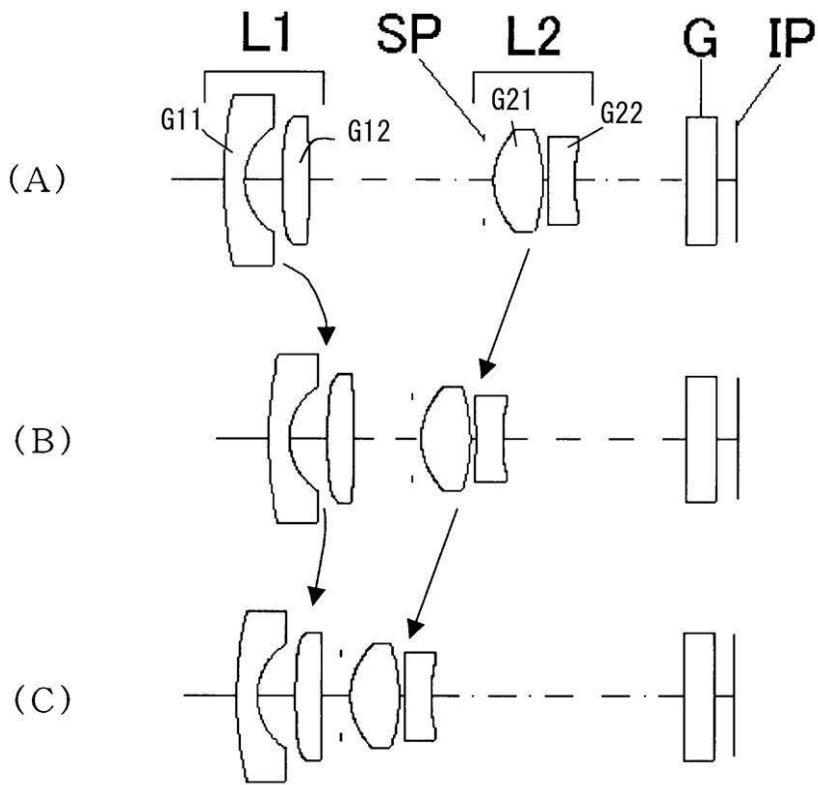
g : g 線

S : サジタル像面

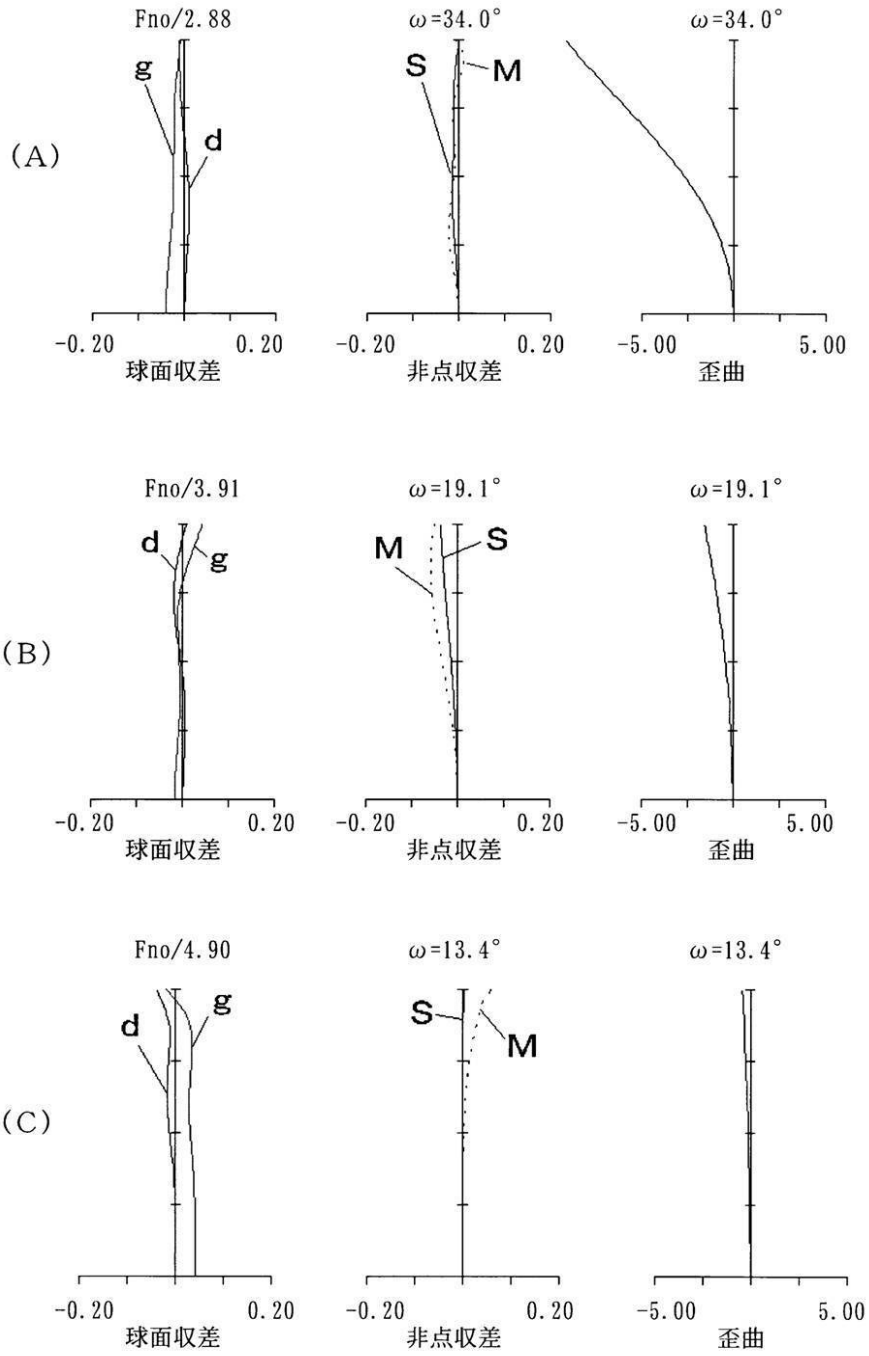
M : メリディオナル像面

40

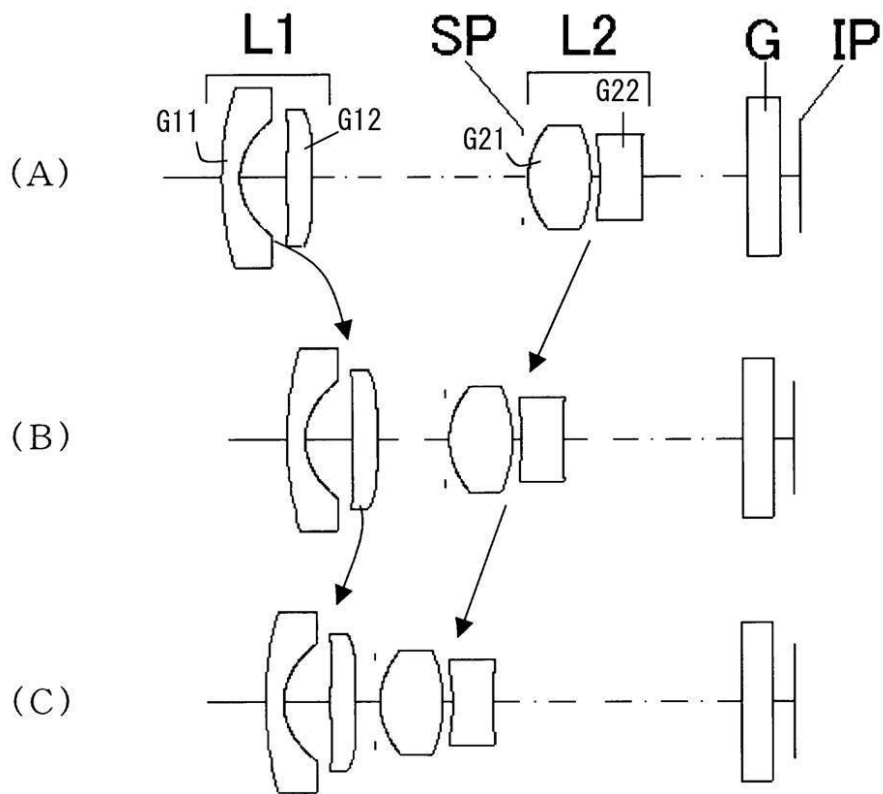
【図 1】



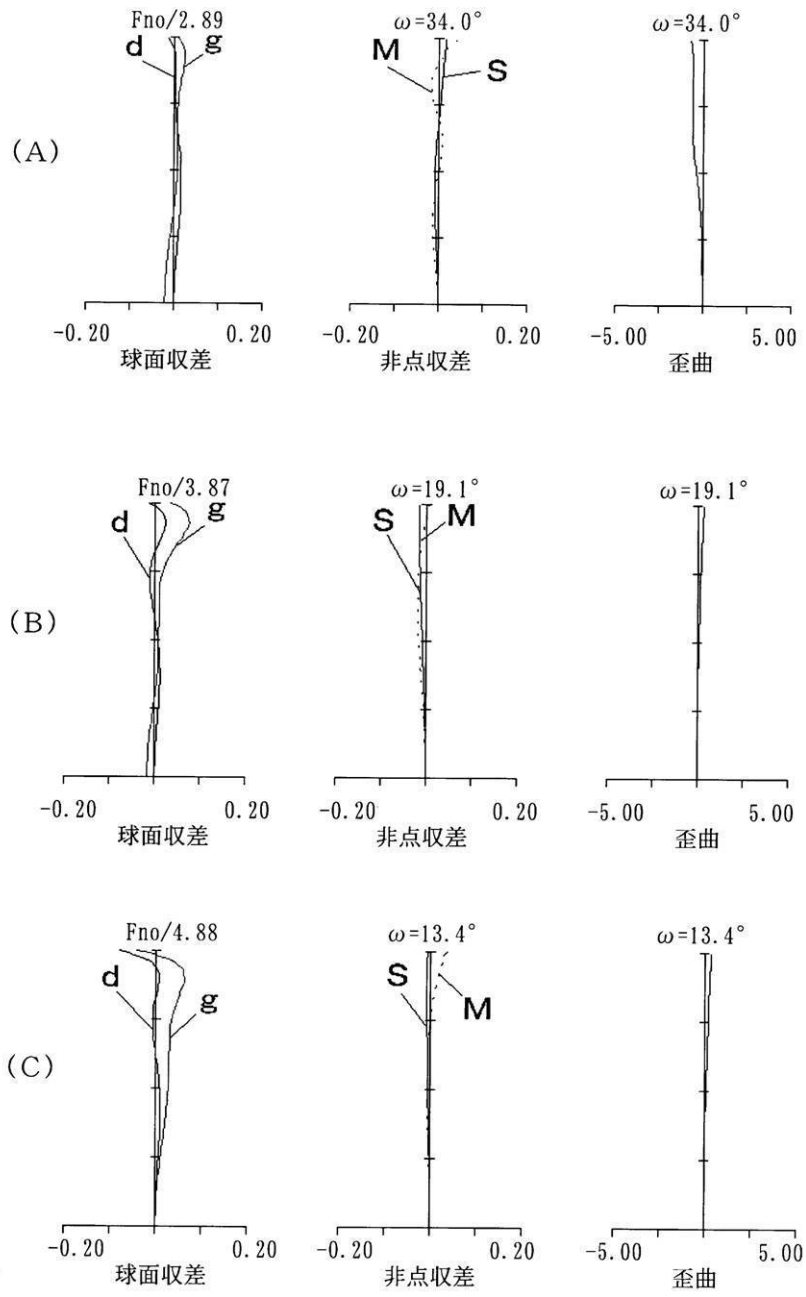
【 図 2 】



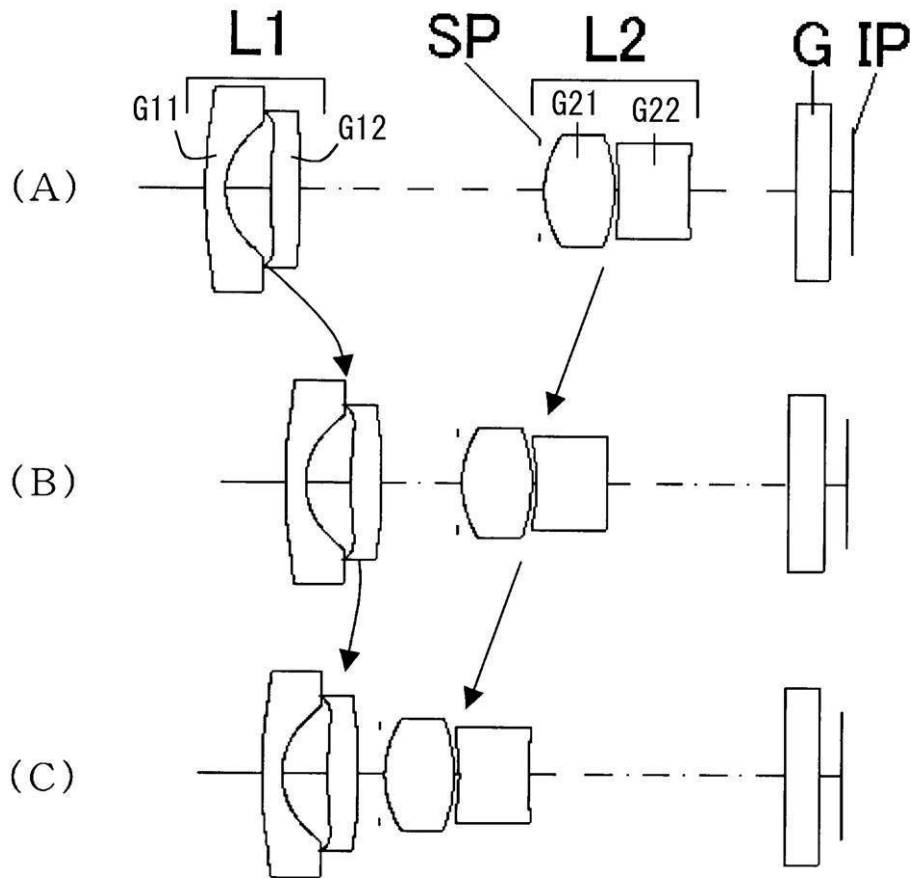
【 図 3 】



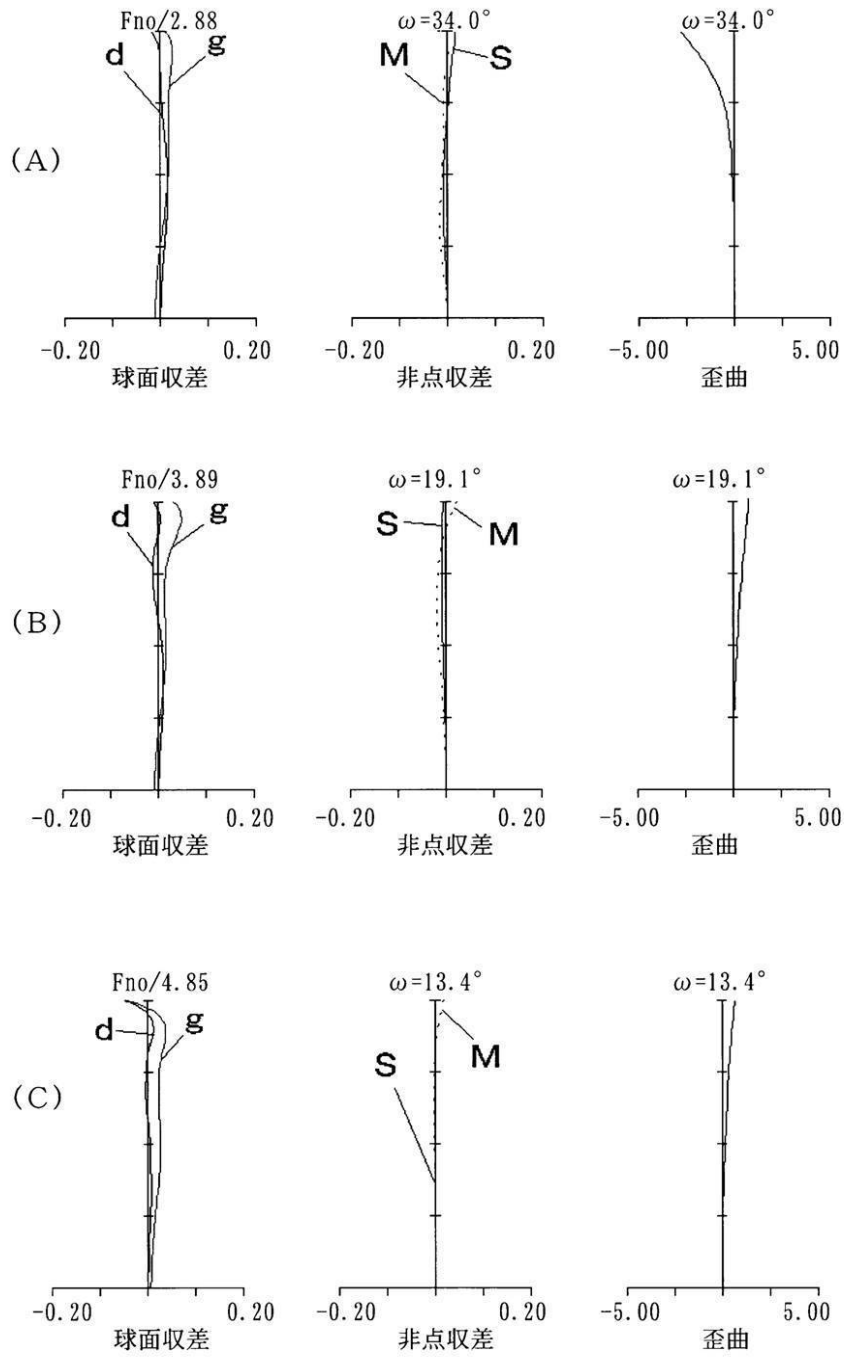
【 図 4 】



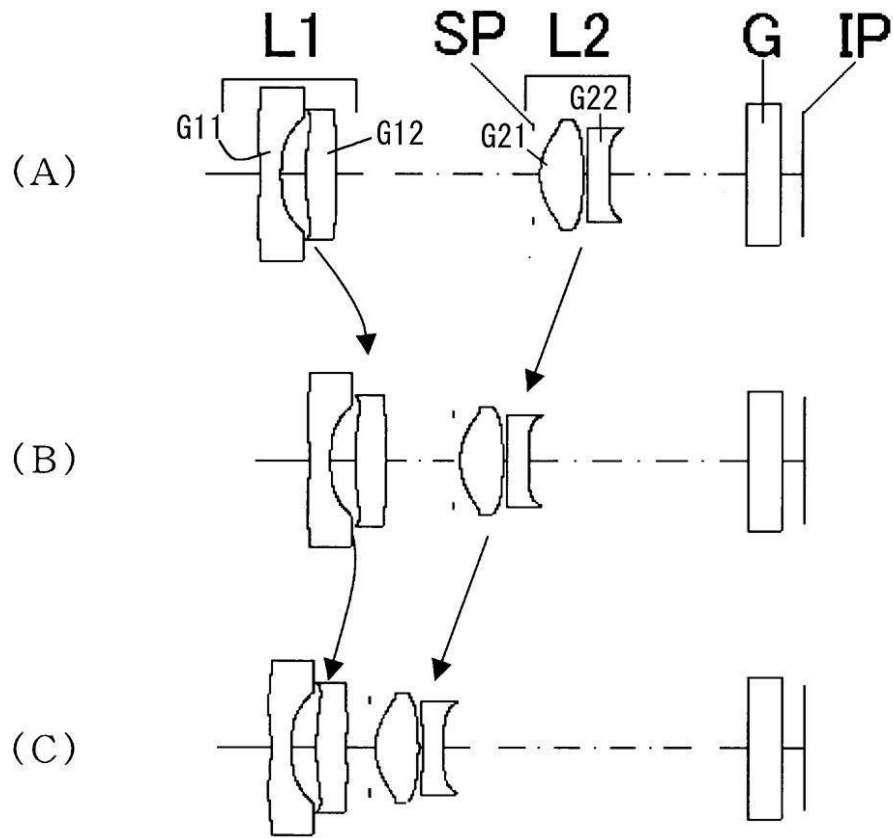
【 図 5 】



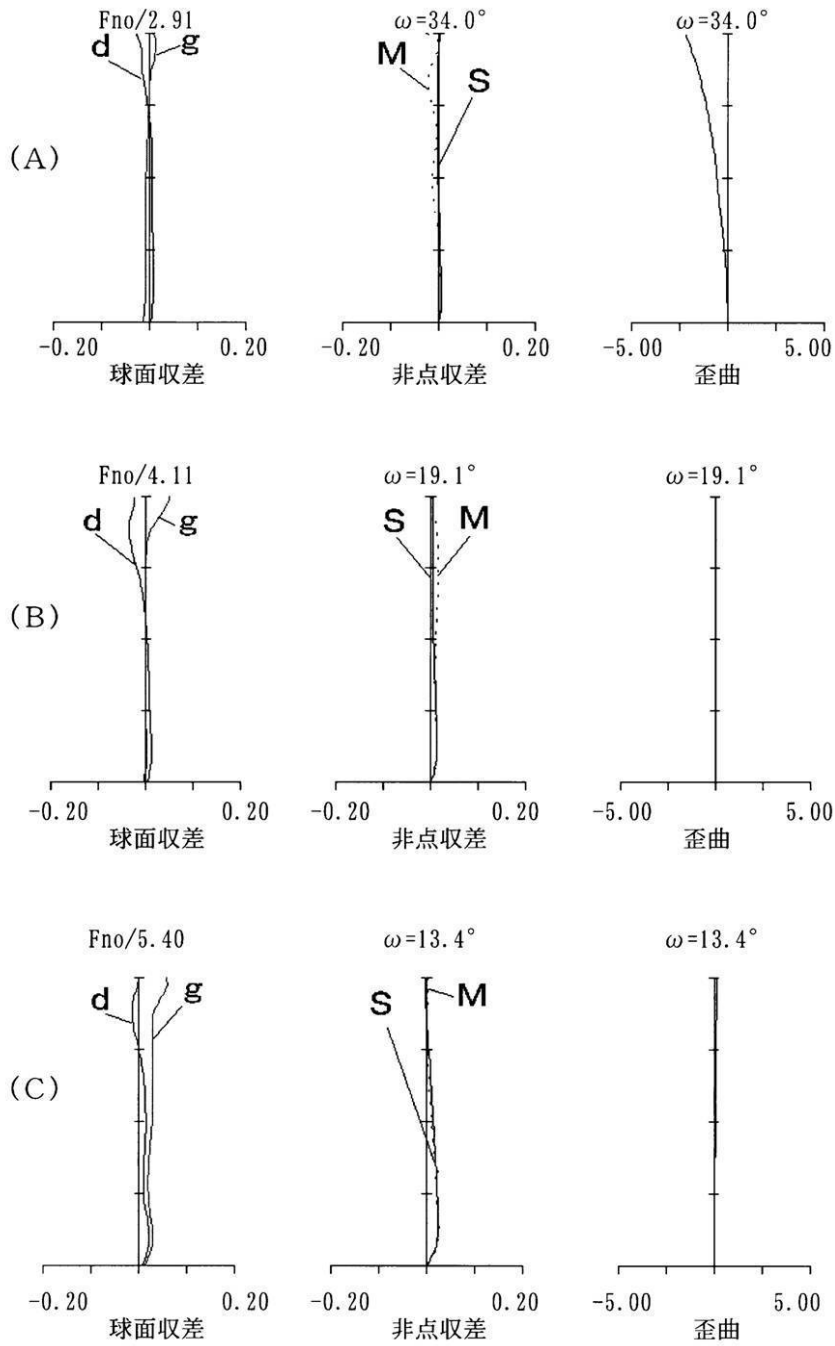
【 図 6 】



【図 7】



【 図 8 】



【 図 9 】

