

(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2011-81062

(P2011-81062A)

(43) 公開日 平成23年4月21日(2011.4.21)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
G02B 15/20 (2006.01) G02B 15/20 2H087
G02B 13/18 (2006.01) G02B 13/18

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2009-231313 (P2009-231313)
 (22) 出願日 平成21年10月5日 (2009.10.5)

(71) 出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 滝 慶行
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

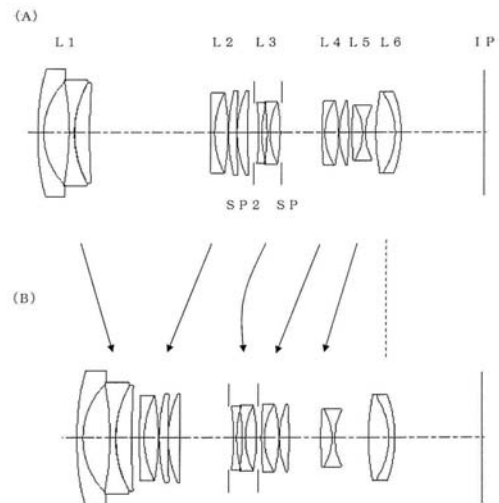
(57) 【要約】

【課題】 全ズーム領域及び物体距離全般にわたって高い光学性能を有するズームレンズを得ること。

【解決手段】 最も像側に正の屈折力の最終レンズ群、該最終レンズ群の物体側に隣接して配置された負の屈折力のフォーカスレンズ群を含み、全体として少なくとも5つのレンズ群を有し、ズームングに際して3以上のレンズ群が移動するズームレンズであって、

該最終レンズ群は正レンズGRPと負レンズGRNとを接合した接合レンズより構成され、該正レンズGRPと負レンズGRNの材料のアッベ数 RP、RNを各々適切に設定すること。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

最も像側に正の屈折力の最終レンズ群、該最終レンズ群の物体側に隣接して配置された負の屈折力のフォーカスレンズ群を含み、全体として少なくとも5つのレンズ群を有し、ズームングに際して3以上のレンズ群が移動するズームレンズであって、

該最終レンズ群は正レンズGRPと負レンズGRNとを接合した接合レンズより構成され、該正レンズGRPと負レンズGRNの材料のアッベ数を各々RP、RNとすると

$$1.5 < |RP - RN| < 6.0$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

10

【請求項 2】

前記最終レンズ群と前記フォーカスレンズ群の焦点距離を各々fR、ffocusとすると

$$0.2 < |ffocus / fR| < 2.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記フォーカスレンズ群は、正レンズGFPと負レンズGFNとを接合した接合レンズを有し、該正レンズGFPと負レンズGFNの材料のアッベ数を各々FP、FNと

$$1.0 < |FP - FN|$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載のズームレンズ。

20

【請求項 4】

前記正レンズGRPの材料の部分分散比をRPとすると

$$-0.01 < (RP) - (-0.016 * RP + 0.642) < 0.05$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 5】

前記フォーカスレンズ群の物体側に、物体側より像側へ順に、正の屈折力のレンズ群、負の屈折力のレンズ群、正の屈折力のレンズ群を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 6】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、正の屈折力の第6レンズ群より構成され、ズームングのためには第6レンズ群は不動であり、ズームングに際して該第1～第5レンズ群が移動することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項のズームレンズ。

30

【請求項 7】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群、正の屈折力の第7レンズ群より構成され、ズームングのためには該第2、第5、第7レンズ群は不動であり、ズームングに際して該第1、第3、第4、第6レンズ群が移動することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項のズームレンズ。

40

【請求項 8】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、ズームングに際し、各レンズ群間の空気間隔が変化するように、各レンズ群が移動することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 9】

請求項1から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

50

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】

【技術分野】

【0001】

本発明は固体撮像素子を用いたデジタルカメラやビデオカメラ等の撮影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】

固体撮像素子を用いたデジタルカメラ、ビデオカメラ用のズームレンズには高ズーム比で高い光学性能を有することが要求されている。高ズーム比で高い光学性能が得られるズームレンズとして、3以上のレンズ群を独立に移動させてズームを行う多群ズームレンズが知られている(特許文献1~3)。特許文献1は、物体側より像側へ順に、負、正、負、正、正の屈折力の第1~第5レンズ群より成る5群ズームレンズにおいて、物体側の4つのレンズ群を移動させてズームを行い、第2レンズ群でフォーカシングを行うズームレンズを開示している。特許文献2は物体側より像側へ順に、負、正、負、正、負、正の屈折力の第1~第6レンズ群より成る6群ズームレンズにおいて物体側の5つのレンズ群を移動させてズームを行うズームレンズを開示している。更に小型軽量の第5レンズ群でフォーカシングを行うリヤフォーカス型のズームレンズを開示している。特許文献3は物体側から像側へ順に、正、負、正、負、正、負、正の屈折力のレンズ群より成る7群ズームレンズにおいて物体側の6つのレンズ群を移動させてズームを行うズームレンズを開示している。更に小型軽量の第6レンズ群でフォーカスを行うリヤフォーカス型のズームレンズを開示している。

10

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-093976号広報

【特許文献2】特開2004-198529号公報

【特許文献3】特開2004-317867号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

デジタルカメラやビデオカメラ等に用いる撮像光学系において、種々な撮影画角において高解像度の画像を得るには、白色光の下において色にじみ具合や像の解像感を左右する色収差を十分補正したズームレンズであることが必要である。色収差の補正には蛍石等の大きな異常分散特性を有する材料より成るレンズを用いることが有効である。しかしながらこれらの材料は一般に屈折率が低い。また、蛍石のようなアッペ数の大きい低分散ガラスを使ったズームレンズでは、レンズ面の屈折力を大きく変化させないと色収差が変化しない。このため、高ズーム比のズームレンズでは色収差の補正と、球面収差、コマ収差、非点収差などの諸収差を全ズーム範囲でバランス良く補正することができるレンズ構成とすることが重要である。

40

【0005】

特に高ズーム比化を図るために、5つ以上のレンズ群を有し、ズームのために3以上のレンズ群を移動させる多群ズームレンズが良い。このとき最も像側に位置する最終レンズ群の屈折力や最終レンズ群内のレンズ構成及びレンズの材料等を適切に設定することが重要である。また、フォーカシングに伴う収差変動を少なくし、物体距離全般にわたり高い光学性能を得るには、フォーカスレンズ群の選定及びフォーカスレンズ群のレンズ構成等を適切に設定することが重要になってくる。例えば特許文献1は、倍率色収差のフォーカス変動が大きく、撮影距離至近において光学性能が悪化する傾向がある。これを補正しようとするズームによる倍率色収差の変動が多くなってくる。このため全ズーム範囲及びフォーカス全域にわたり色収差を良好に補正するのが困難であった。さらに、

50

第2レンズ群をフォーカスレンズ群として用いるため、球面収差並びに諸収差のフォーカス変動が大きく、至近距離物体での光学性能が悪化する傾向がある。

【0006】

本発明は、全ズーム領域及び物体距離全般にわたって高い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】

【0007】

本発明のズームレンズは、最も像側に正の屈折力の最終レンズ群、該最終レンズ群の物体側に隣接して配置された負の屈折力のフォーカスレンズ群を含み、全体として少なくとも5つのレンズ群を有し、ズーミングに際して3以上のレンズ群が移動するズームレンズであって、該最終レンズ群は正レンズGRPと負レンズGRNとを接合した接合レンズより構成され、該正レンズGRPと負レンズGRNの材料のアッペ数を各々RP、RNとすると、

$$15 < |RP - RN| < 60$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、全ズーム領域及び物体距離全般にわたって高い光学性能を有するズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】数値実施例1の広角端と望遠端のレンズ断面図

【図2】数値実施例1の広角端と望遠端における物体距離無限遠における収差図

【図3】数値実施例1の広角端と望遠端における物体距離至近(0.38m)における収差図

【図4】数値実施例2の広角端と望遠端のレンズ断面図

【図5】数値実施例2の広角端と望遠端における物体距離無限遠における収差図

【図6】数値実施例2の広角端と望遠端における物体距離至近(1.4m)における収差図

【図7】数値実施例3の広角端と望遠端のレンズ断面図

【図8】数値実施例3広角端と望遠端における物体距離無限遠における収差図

【図9】数値実施例3広角端と望遠端における物体距離至近(1.5m)における収差図

【図10】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置について説明する。本発明のズームレンズは、最も像側に正レンズと負レンズとを接合した接合レンズを含む全体として正の屈折力の最終レンズ群を有する。更に最終レンズ群の物体側に隣接して正レンズと負レンズとを接合した接合レンズを含む全体として負の屈折力のフォーカスレンズ群を有する。そしてズームレンズ全体として少なくとも5つのレンズ群を有する。ズーミングに際しては各レンズ群間の空気間隔が変化するように3以上のレンズ群が移動する。

【0011】

図1(A)、(B)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)、望遠端(長焦点距離端)におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)は本発明の実施例1の無限遠物体に合焦しているときの広角端、望遠端における縦収差図である。図3(A)、(B)は本発明の実施例1の物体距離0.38mの物体に合焦しているときの広角端、望遠端における縦収差図である。但し物体距離は後述する数値実施例をmm単位で表わしたときの像面からの距離である。これは以下全て同じである。図4(A)、(B)は本発明の実施例2のズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ断面図である。図5(A)、(B)は本発明の実施例2の無限遠物体に合焦しているときの広角端、望遠端にお

ける縦収差図である。図6(A)、(B)は本発明の実施例2の物体距離1.4mの物体に合焦しているときの広角端、望遠端における縦収差図である。図7(A)、(B)は本発明の実施例3のズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ断面図である。図8(A)、(B)は本発明の実施例3の無限遠物体に合焦しているときの広角端、望遠端における縦収差図である。図9(A)、(B)は本発明の実施例3の物体距離1.5mの物体に合焦しているときの広角端、望遠端における縦収差図である。図10は本発明のズームレンズを備える撮像装置の要部概略図である。

【0012】

各実施例のズームレンズはデジタルスチルカメラや銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。レンズ断面図において、左方が物体側(前方)で、右方が像側(後方)である。尚、各実施例のズームレンズをプロジェクター等の投射レンズとして用いるときは、左方がスクリーン、右方が被投射画像となる。レンズ断面図において、 i は物体側からのレンズ群の順番を示し、 L_i は第 i レンズ群である。SPは開口絞り(Fナンバー決定絞り)である。SP2は副絞りである。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像光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサなどの固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面が置かれている。又、銀塩フィルム用のカメラの撮像光学系として使用する際には、フィルム面に相当する。矢印は広角端から望遠端へのズーミングにおける各レンズ群の移動軌跡を示している。収差図において d (実線)、 g (2点鎖線)、 C (1点鎖線)、 F (鎖線)は各々 d 、 g 、 C 、 F 線である。 M 、 S はメリディオナル像面、サジタル像面である。倍率色収差は g 、 C 、 F 線によって表わしている。 Y は像高、 Fno はFナンバーである。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群が機構上光軸上を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。

【0013】

図1の実施例1のレンズ断面図において、 L_1 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、 L_2 は正の屈折力の第2レンズ群、 L_3 は負の屈折力の第3レンズ群、 L_4 は正の屈折力の第4レンズ群である。また L_5 は負の屈折力の第5レンズ群、 L_6 は正の屈折力の第6レンズ群である。広角端から望遠端へのズーミングに際して第1レンズ群 L_1 は像側へ移動する。第2、第4、第5レンズ群 L_2 、 L_4 、 L_5 は物体側へ移動する。第3レンズ群 L_3 は物体側に凸状の軌跡を描いて移動し、変倍に伴う像面変動を補正している。開口絞りSPと副絞りSP2は第3レンズ群 L_3 と一体的に移動する。ズーミングのためには第6レンズ群 L_6 は不動である。ここでズーミングのためには不動とは、ズーミングの目的のみで移動することはないが、例えばフォーカスのためには移動することがある場合をいう。第1~第5レンズ群 L_1 ~ L_5 は広角端に比べ望遠端で第1レンズ群 L_1 と第2レンズ群 L_2 の間隔が小さく、第2レンズ群 L_2 と第3レンズ群 L_3 の間隔が大きく、第3レンズ群 L_3 と第4レンズ群 L_4 の間隔が小さくなるよう移動している。更に第4レンズ群 L_4 と第5レンズ群 L_5 の間隔が大きく、第5レンズ群 L_5 と第6レンズ群 L_6 の間隔が大きくなるように移動している。最終レンズ群 L_6 の物体側に隣接して配置された第5レンズ群 L_5 を光軸上移動させてフォーカスを行うリヤフォーカス式を採用している。最終レンズ群である正の屈折力の第6レンズ群は正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより成っている。

【0014】

図4の実施例2のレンズ断面図において、 L_1 は正の屈折力の第1レンズ群、 L_2 は負の屈折力の第2レンズ群、 L_3 は正の屈折力の第3レンズ群、 L_4 は負の屈折力の第4レンズ群である。また L_5 は正の屈折力の第5レンズ群、 L_6 は負の屈折力の第6レンズ群、 L_7 は正の屈折力の第7レンズ群である。広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1、第3、第6レンズ群 L_1 、 L_3 、 L_6 は物体側へ移動する。第4レンズ群 L_4 は像側へ移動する。開口絞りSPは第3レンズ群 L_3 と一体的に移動する。第6レンズ群 L_6 は変倍に伴う像点の変化を補正するように移動している。第2、第5、第7レンズ群 L_2 、 L_5 、 L_7 はズーミングのためには不動である。第3、第4レンズ群 L_3 、 L_4 は広角

10

20

30

40

50

端に比べて望遠端での第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との間隔が大きくなるように移動している。最終レンズ群L7の物体側に隣接して配置された、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズを含む第6レンズ群L6を光軸上移動させてフォーカスを行っている。最終レンズ群である正の屈折力の第7レンズ群L7は負レンズと正レンズとを接合した接合レンズより成っている。

【0015】

図7の実施例3のレンズ断面図において、L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は負の屈折力の第4レンズ群、L5は正の屈折力の第5レンズ群である。広角端から望遠端へのズームに際して第1、第3、第4、第5レンズ群L1、L3、L4、L5は物体側へ移動する。第2レンズ群L2は像側へ凸状の軌跡で移動して変倍に伴う像面変動を補正している。又、各レンズ群は広角端に比べて望遠端で第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔が大きく、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔が小さく、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔が大きくなるように移動している。更に第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の間隔が小さくなるように移動している。最終レンズ群L5の物体側に隣接して配置された正レンズと負レンズとを接合した接合レンズを含む第4レンズ群L4を光軸上移動させてフォーカスを行っている。最終レンズ群である正の屈折力の第5レンズ群L5は正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより成っている。ズームレンズで発生する色収差の原因の解析には、収差係数の各レンズ群の分担値を解析することが有効である。ズームレンズ全体に対して、各レンズ群が色収差に与える影響、例えばズームやフォーカスによる色収差の変動も収差係数の分担値で解析することができる。

10

20

【0016】

本発明者は最も像側に正の屈折力の最終レンズ群と、最終レンズ群に隣り合う位置に負の屈折力のフォーカスレンズ群を有した5群以上のレンズ群より成るズームレンズにおいて、各レンズ群の分担する色収差係数L、Tを分析した。ここでLは軸上色収差係数、Tは倍率色収差係数である。参考のために特許文献2の数値実施例1における、色収差係数L、Tの各レンズ群の分担値を表2(A)に示す。分析の結果、最も像側の最終レンズ群とフォーカスレンズ群の倍率色収差係数Tの分担値が、全系の倍率色収差のフォーカスによる変動に大きく影響している事が分かった。色収差のフォーカス変動を低減するために、フォーカスレンズ群自体で色消しすることは一般的な手法である。本発明者は更に、最終レンズ群の倍率色収差係数を低減させることが、倍率色収差のフォーカス変動の低減に大きく影響する事を見出した。そこで、最終レンズ群を正レンズと負レンズとを接合した接合レンズで構成し、最終レンズ群とフォーカスレンズ群の倍率色収差係数Tの分担をそれぞれ低減させる事で、倍率色収差のフォーカス変動を低減できることを見出した。表2(B)に、本発明の後述する数値実施例1において、各レンズ群の持つ色収差係数LとTの分担値を示す。表2(A)と比較すると、倍率色収差係数Tにおいて、第5レンズ群、第6レンズ群の倍率色収差係数の分担が減少し、その結果、全系の倍率色収差係数のフォーカス変動が低減していることが分かる。

30

【0017】

各実施例において、最終レンズ群は正レンズGRPと負レンズGRNとを接合した接合レンズより構成されている。そして正レンズGRPと負レンズGRNの材料のアッペ数を各々RP、RNとする。このとき、

40

$$15 < |RP - RN| < 60 \quad (1)$$

なる条件式を満足している。条件式(1)は、最終レンズ群の接合レンズを構成する正レンズGRPと負レンズGRNの材料のアッペ数の差に関し、フォーカスレンズ群と合わせて、色収差のフォーカス変動の補正を良好に行うための条件式である。条件式(1)の下限を超えるほど接合レンズを構成する2つのレンズの材料のアッペ数の差が小さくなると色消しの効果が不十分となる。また、上限を超えるほどアッペ数の差が大きくなると実在するガラスの配置上、正レンズGRPの材料の屈折率が低くなり、全系のペッツバル和を低く保つことが困難になる。更に好ましくは条件式(1)の数値範囲を次の如く設定す

50

るのが良い。

【0018】

$$20 < |RP - RN| < 50 \quad (1a)$$

本発明によれば、色収差を始めとする諸収差を全ズーム域にわたって良好に補正することができ、高い光学性能を有するズームレンズが得られる。又、本発明によれば、リヤーフォーカスタイプの多群ズームレンズで、無限遠物体から至近距離物体まで倍率色収差のフォーカス変動を低減することができる。以上で本発明の目的とするズームレンズは達成されるが、更にズームレンズ全体として色収差を良好に補正するためには、以下の条件式のうち少なくとも1つを満足するとよい。最終レンズ群とフォーカスレンズ群の焦点距離を各々 f_R 、 f_{focus} とする。フォーカスレンズ群は、正レンズ GFP と負レンズ GFN とを接合した接合レンズを有し、正レンズ GFP と負レンズ GFN の材料のアッペ数を各々 FP 、 FN とする。最終レンズ群の正レンズ GRP の材料の部分分散比を RP とする。このとき、

$$0.2 < |f_{focus} / f_R| < 2.0 \quad (2)$$

$$10 < |FP - FN| \quad (3)$$

$$-0.01 < (RP) - (-0.016 * RP + 0.642) < 0.05 \quad (4)$$

なる条件式のうち1以上を満足するのが良い。ここで波長 436nm (g 線)、波長 486nm (F 線)、波長 588nm (d 線)、波長 656nm (C 線) のそれぞれに対する材料の屈折率をそれぞれ、 n_g 、 n_F 、 n_d 、 n_C とするとき、アッペ数 d と部分分散比は次のとおりである。

【0019】

$$d = (n_d - 1) / (n_F - n_C) \\ = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$$

条件式(2)は、最終レンズ群とフォーカスレンズ群の屈折力の比を示したものであり、主に色収差のズームング及びフォーカスによる変動を低減するための条件式である。条件式(2)の上限を超えるほどフォーカスレンズ群の屈折力が弱いと、フォーカスの際のフォーカスレンズ群の移動量が多くなり、色収差をはじめ諸収差のフォーカスによる変化を補正することが困難になる。また、条件式(2)の下限を超えるほどフォーカスレンズ群の屈折力が強いと、最終レンズ群との色収差の補正バランスが崩れ、ズームングによる色収差の変化を補正することが困難となる。条件式(3)は、フォーカスレンズ群の色消しに関する条件式である。フォーカスによる色収差の変動を低減するには、フォーカスレンズ群内での色消しが十分になされている必要がある。条件式(3)の下限を超えるほどフォーカスレンズ群を構成する正レンズ GfP と負レンズ GfN の材料のアッペ数の差が小さいと、フォーカスによる色収差の変動を十分に補正するのが困難になる。条件式(4)は、最終レンズ群の正レンズ GRP に用いる材料の異常分散性とアッペ数と各波長における屈折率の関係を示したものである。倍率色収差の補正については、軸外光線が光軸から高い位置で通過する最終レンズ群の正レンズ GRP に異常分散ガラスを使うことで、更なる改善を容易にしている。本発明の各数値実施例では、正レンズ GRP に条件式(4)を満足する材料を用いて、望遠端において倍率色収差のフォーカス変動を良好に補正している。各実施例において、更に好ましくは条件式(2)~(4)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0020】

$$0.21 < |f_{focus} / f_R| < 1.80 \quad (2a)$$

$$12.0 < |FP - FN| < 25.0 \quad (3a)$$

$$-0.005 < (RP) - (-0.016 * RP + 0.642) < 0.040 \quad (4a)$$

各実施例によれば以上のように、各構成要件を特定することによって、リヤーフォーカスタイプの多群ズームレンズにおいて、ズームング及びフォーカシングの際の倍率色収差の変動を低減し、全ズーム範囲及び物体距離全域で良好な光学性能が得られる。

【0021】

10

20

30

40

50

以下に、実施例 1 ~ 3 に各々対応する数値実施例 1 ~ 3 を示す。各数値実施例において、 i は物体側からの面の順番を示し、 r_i はレンズ面の曲率半径である。 d_i は第 i 面と第 $i + 1$ 面との間のレンズ肉厚および空気間隔である。 n_{di} 、 d_i はそれぞれ d 線に対する屈折率、アッペ数である。また A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 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

【 0 0 2 2 】

【数 1】

$$X = \frac{(i/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + A_4 \cdot H^4 + A_6 \cdot H^6 + A_8 \cdot H^8 + A_{10} \cdot H^{10} + A_{12} \cdot H^{12}$$

10

【 0 0 2 3 】

で表わされる。但し R は曲率半径、 K は円錐定数である。また、例えば「E - Z」の表示は「10 - Z」を意味する。前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表 1 に示す。

【 0 0 2 4 】

[数値実施例 1]

単位 mm

面データ

20

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	165.291	2.50	1.77250	49.6	57.87
2	33.766	12.13			47.40
3	-125.556	2.30	1.77250	49.6	47.27
4	46.987	0.15			44.98
5	47.542	7.00	1.80518	25.4	45.02
6	376.338	(可変)			44.56
7	1090.096	1.90	1.80518	25.4	34.60
8	40.660	6.25	1.77250	49.6	35.53
9	-107.558	0.15			35.79
10	79.306	3.85	1.83481	42.7	37.46
11	357.070	0.15			37.46
12	47.571	5.00	1.69680	55.5	37.79
13	699.103	(可変)			37.39
14		2.20			27.44
15	-112.573	1.30	1.88300	40.8	26.78
16	51.208	2.54			26.29
17	-86.242	1.30	1.72000	42.0	26.25
18	30.468	4.95	1.80518	25.4	27.72
19	-75.202	0.70			27.78
20(絞リ)		(可変)			27.89
21	176.513	1.30	1.84666	23.9	28.00
22	27.809	6.45	1.49700	81.5	27.80
23	-63.922	0.15			28.07
24	37.247	4.55	1.65160	58.5	28.58
25	-145.983	(可変)			28.32
26	131.007	5.00	1.84666	23.9	24.12
27	-25.730	1.20	1.83400	37.2	24.01
28	27.214	(可変)			23.46
29	91.878	9.00	1.56907	71.3	33.68

50

30	-33.064	2.58	1.80518	25.4	34.48
31*	-58.203	(可変)			36.31
像面					

非球面データ

第1面

K =	0.0000000E+00	A 4=	1.5043800E-06	A 6=	9.5171900E-10
A 8=	-2.4758500E-12	A10	2.4492100E-15	A12	-8.8851100E-19

第31面

K =	0.0000000E+00	A 4=	-7.1699300E-07	A 6=	-1.1157900E-08	10
A 8=	6.4683800E-11	A10	-1.8928100E-13	A12	2.0773300E-16	

各種データ

ズーム比 2.73

	広角	望遠	
焦点距離	24.74	67.50	
Fナンバー	2.92	2.91	
画角	41.17	17.77	
像高	21.64	21.64	
レンズ全長	206.42	177.53	20
BF	38.43	38.43	

d 6	55.77	3.56
d13	2.90	21.30
d20	18.68	1.43
d25	1.19	13.66
d28	4.84	14.55
d31	38.43	38.43

【 0 0 2 5 】

30

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	86.245	3.77	1.56384	60.7	51.88
2	213.447	0.15			51.46
3	73.512	2.20	1.74950	35.3	50.39
4	42.912	0.05	1.52421	51.4	48.05
5(回折)	42.912	0.10	1.52421	51.4	48.04
6	42.912	10.44	1.51633	64.1	48.01
7	3764.994	(可変)			47.05
8	1628.138	1.10	1.85026	32.3	18.77
9	43.511	2.02			18.27
10	-49.728	0.90	1.80400	46.6	18.25
11	30.101	3.19	1.84666	23.9	18.61
12	-496.462	(可変)			18.77
13	30.650	1.20	1.80518	25.4	19.19
14	19.763	5.97	1.58313	59.4	18.75

50

15*	-67.531	1.00			18.47	
16(絞リ)		(可変)			17.96	
17	-23.174	1.90	1.58913	61.1	17.37	
18	28.242	2.56	1.80518	25.4	19.38	
19	130.888	(可変)			19.66	
20	-268.640	3.83	1.58313	59.4	20.58	
21	-26.294	0.15			20.99	
22	80.742	5.16	1.48749	70.2	21.30	
23	-22.509	1.00	1.84666	23.9	21.27	
24	-59.948	0.15			21.78	10
25	36.621	3.64	1.56384	60.7	21.91	
26	-595.535	(可変)			21.54	
27	-535.424	1.10	1.83481	42.7	21.81	
28	30.188	1.43			21.30	
29	82.263	4.38	1.80518	25.4	21.37	
30	-25.995	1.10	1.83481	42.7	21.47	
31	44.812	(可変)			21.88	
32	44.475	2.00	1.61340	44.3	34.58	
33	39.063	3.93	1.49700	81.5	34.65	
34	255.394	(可変)			34.70	20

像面

非球面データ

第5面(回折面)

A 2=-5.25072e-005 A 4=-3.36273e-009 A 6=-7.92126e-012

第15面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.51296e-006 A 6=-1.72749e-009 A 8=-1.67373e-011

各種データ

ズーム比	4.15					30
	広角	望遠				
焦点距離	72.21	299.52				
Fナンバー	4.65	5.85				
画角	16.68	4.13				
像高	21.64	21.64				
レンズ全長	142.64	201.84				
BF	37.77	37.77				
d 7	2.80	62.00				40
d12	8.04	1.28				
d16	3.62	17.47				
d19	8.71	1.62				
d26	14.34	-0.78				
d31	2.94	18.06				
d34	37.77	37.77				

【 0 0 2 6 】

[数値実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	85.885	4.70	1.62299	58.2	44.13	
2	-1165.796	0.15			43.47	
3	71.088	2.60	1.80100	35.0	41.07	
4	41.838	5.00	1.49700	81.5	38.28	
5	112.936	(可変)			37.15	
6	-87.907	1.40	1.72916	54.7	20.17	10
7	23.340	3.35	1.80518	25.4	18.48	
8	58.756	2.00			17.54	
9	-51.620	1.10	1.80400	46.6	17.18	
10	-327.041	(可変)			17.15	
11	518.897	2.00	1.66672	48.3	19.83	
12	-60.251	0.15			19.97	
13	27.672	3.30	1.60311	60.6	19.96	
14	-127.036	1.58			19.66	
15(絞り)		0.59			18.53	
16	28.414	2.50	1.51742	52.4	17.40	20
17	45.865	0.73			16.28	
18	-102.062	4.00	1.84666	23.8	16.53	
19	28.624	(可変)			14.95	
20	-83.115	2.00	1.84666	23.8	13.93	
21	-17.617	1.20	1.83481	42.7	13.95	
22	95.940	(可変)			14.02	
23	57.898	5.00	1.63854	55.4	16.75	
24	-14.202	1.20	1.85026	32.3	17.14	
25	-26.598	(可変)			18.10	
像面						30

各種データ

ズーム比	3.65		
	広角	望遠	
焦点距離	55.60	203.11	
Fナンバー	4.16	5.88	
画角	13.80	3.85	
像高	13.66	13.66	
レンズ全長	162.05	202.41	
BF	58.79	82.03	40
d 5	11.02	52.13	
d10	34.39	2.03	
d19	12.19	21.32	
d22	1.12	0.35	
d25	58.79	82.03	

【 0 0 2 7 】

【表 1】

各数値実施例と条件式の関係

	数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3
条件式(1)	45.88	25.93	23.09
条件式(2)	0.55	0.22	1.50
条件式(3)	13.30	17.30	18.94
条件式(4)	0.019	0.028	-0.001

【0028】

【表 2】

(A) 特許文献2、数値実施例1の色収差係数分担値表

	L			T		
	広角端	望遠端	望遠端至近	広角端	望遠端	望遠端至近
第1レンズ群	-0.011	-0.086	-0.074	0.012	0.017	0.014
第2レンズ群	0.088	0.189	0.182	-0.008	-0.024	-0.022
第3レンズ群	0.008	0.022	0.030	0.004	0.003	0.003
第4レンズ群	-0.060	-0.097	-0.111	-0.006	0.002	0.002
第5レンズ群	-0.042	-0.050	-0.044	-0.010	-0.006	-0.007
第6レンズ群	0.020	0.020	0.020	0.008	0.008	0.007
total	0.002	-0.003	0.003	0.000	0.000	-0.003

(B) 本件数値実施例1の色収差係数分担値表

	L			T		
	広角端	望遠端	望遠端至近	広角端	望遠端	望遠端至近
第1レンズ群	-0.005	-0.037	-0.029	0.006	0.008	0.006
第2レンズ群	0.049	0.114	0.110	-0.003	-0.012	-0.012
第3レンズ群	0.033	0.064	0.076	0.003	0.003	0.002
第4レンズ群	-0.076	-0.138	-0.153	-0.007	0.002	0.002
第5レンズ群	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002
第6レンズ群	-0.010	-0.010	-0.010	-0.002	-0.002	-0.002
total	-0.006	-0.003	-0.004	0.000	0.000	-0.001

【0029】

次に実施例1～3に示したズームレンズを有する撮像装置を説明する。図10は一眼レフカメラの要部概略図である。図10において10は実施例1～3のズームレンズ1を有する撮影レンズである。ズームレンズ1は保持部材である鏡筒2に保持されている。20はカメラ本体であり、撮影レンズ10からの光束を上方に反射するクイックリターンミラー3、撮影レンズ10の像形成位置に配置された焦点板4を有する。更に焦点板4に形成された逆像を正立像に変換するペンタダハプリズム5、その正立像を観察するための接眼レンズ6等によって構成されている。7は感光面であり、像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）や銀塩フィルムが配置される。撮影時には、クイックリターンミラー3が光路から退避して、感光面7上に撮影レンズ10によって像が形成される。実施例1～3にて説明した利益は本実施例に開示したような撮像装置において効果的に享受される。

【符号の説明】

【0030】

L1は第1レンズ群、L2は第2レンズ群、L3は第3レンズ群、L4は第4レンズ群、L5は第5レンズ群、L6は第6レンズ群、L7は第7レンズ群、SPは絞り、SP2は副絞り、IPは像面、Yは像高、dはd線、gはg線、CはC線、FはF線、Mはメリディオナル像面、Sはデジタル像面

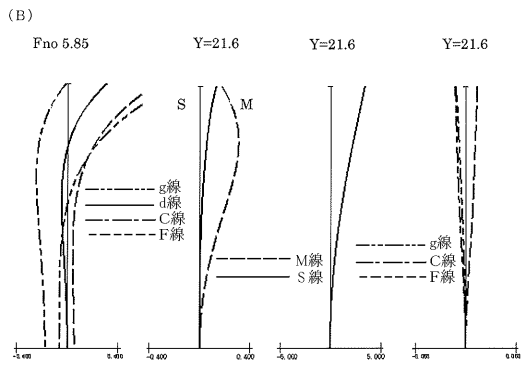
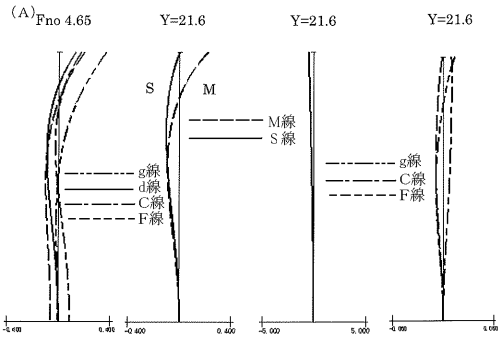
10

20

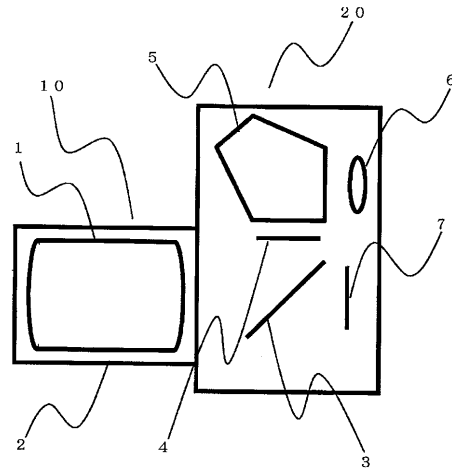
30

40

【 図 5 】

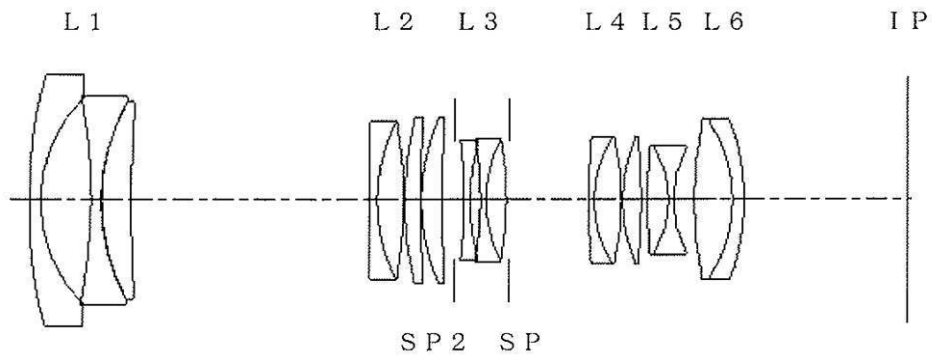


【 図 10 】

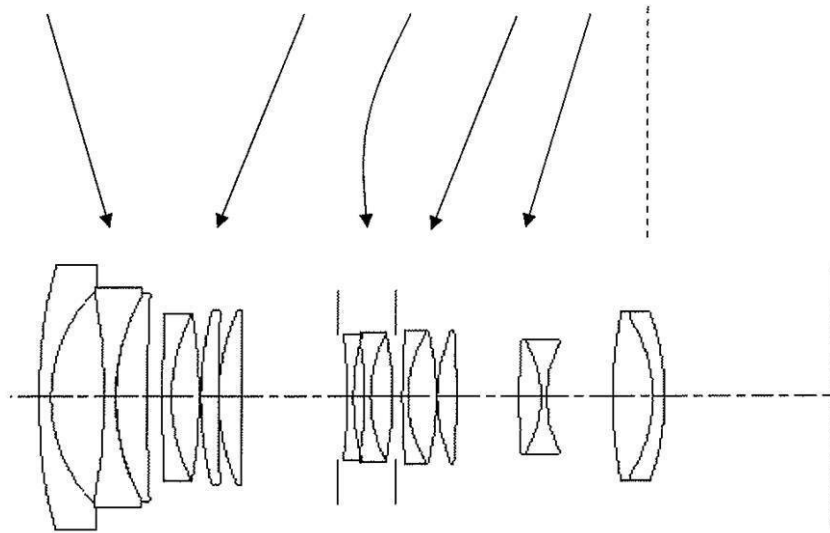


【 図 1 】

(A)

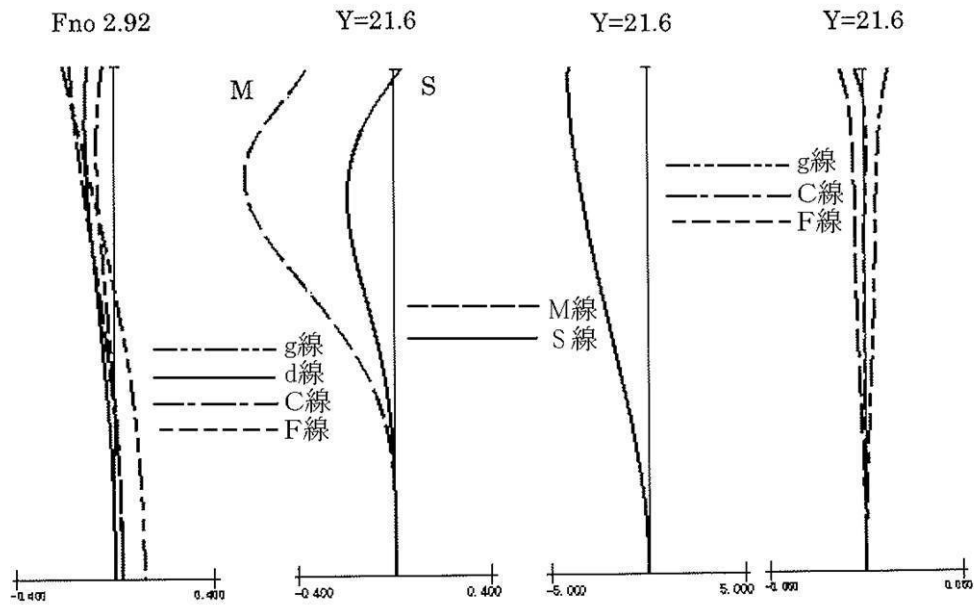


(B)

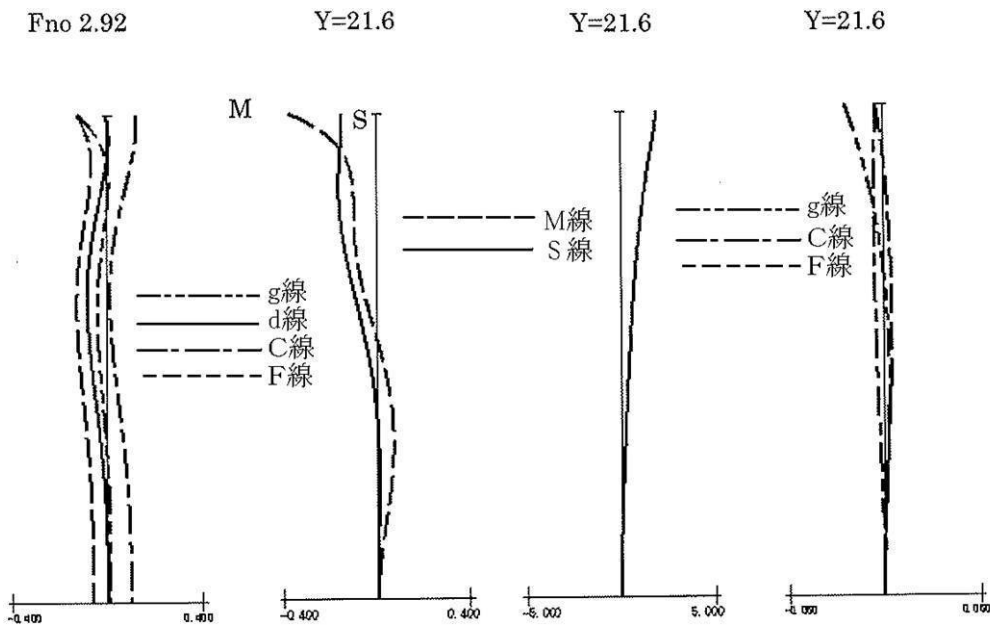


【 図 2 】

(A)

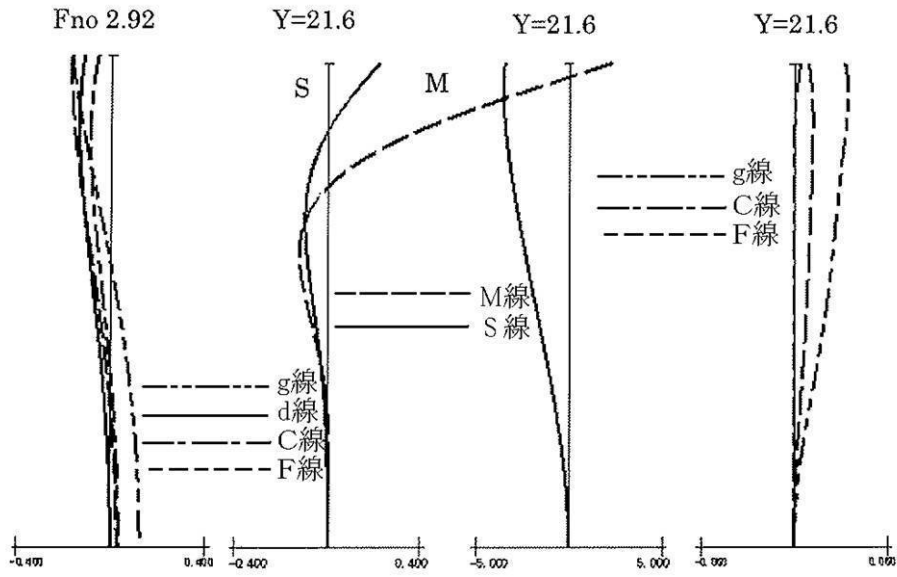


(B)

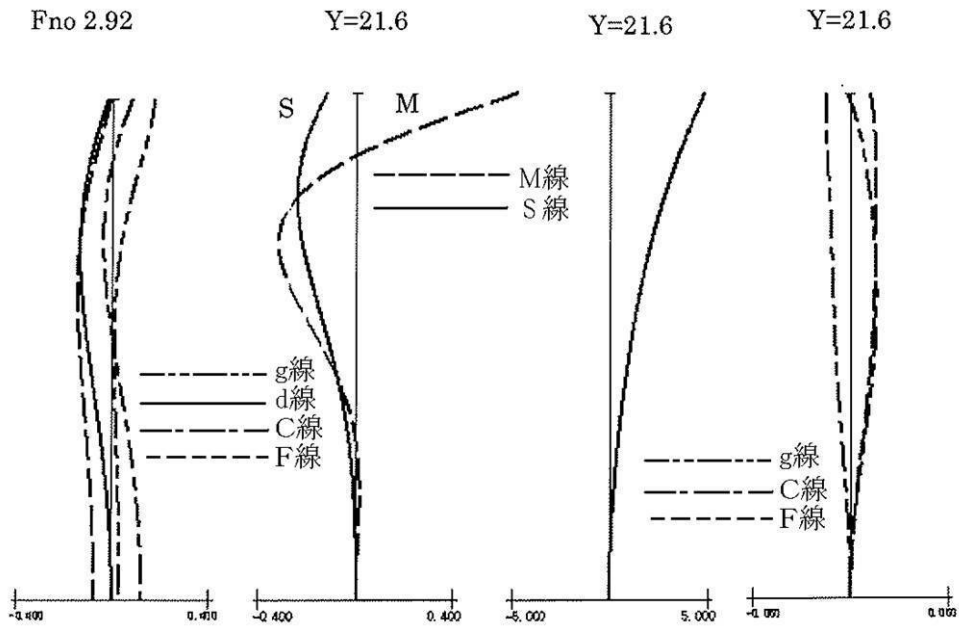


【 図 3 】

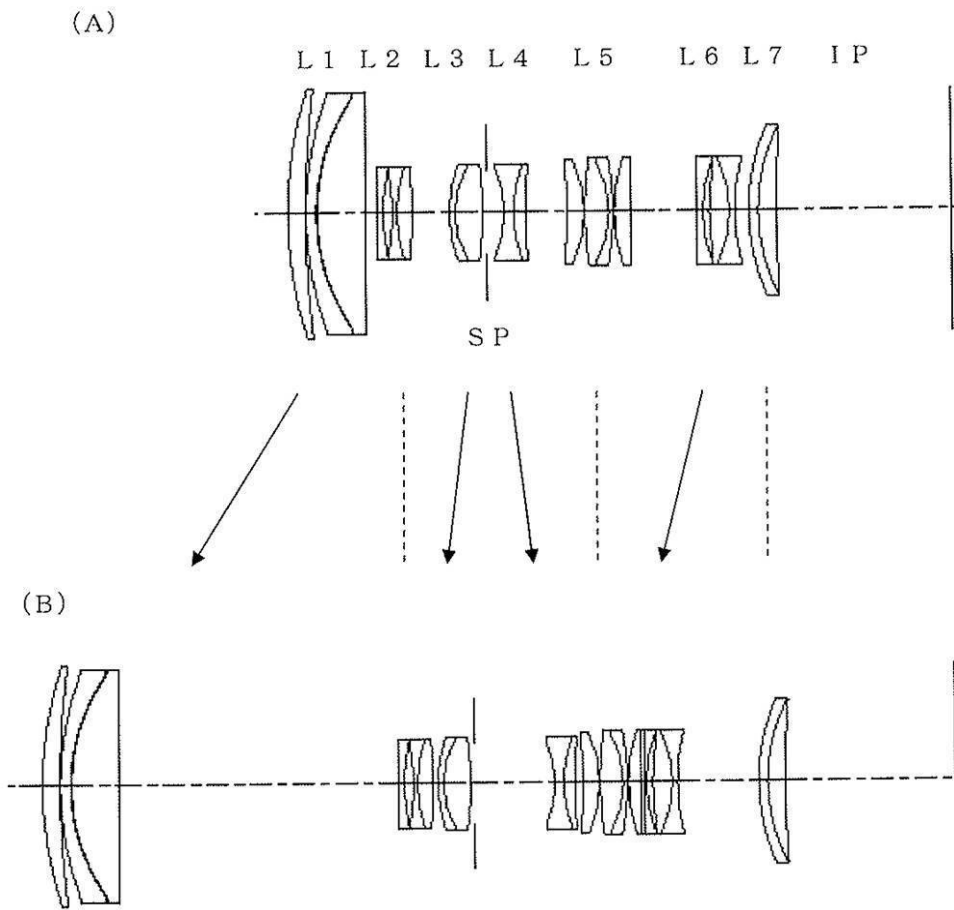
(A)



(B)

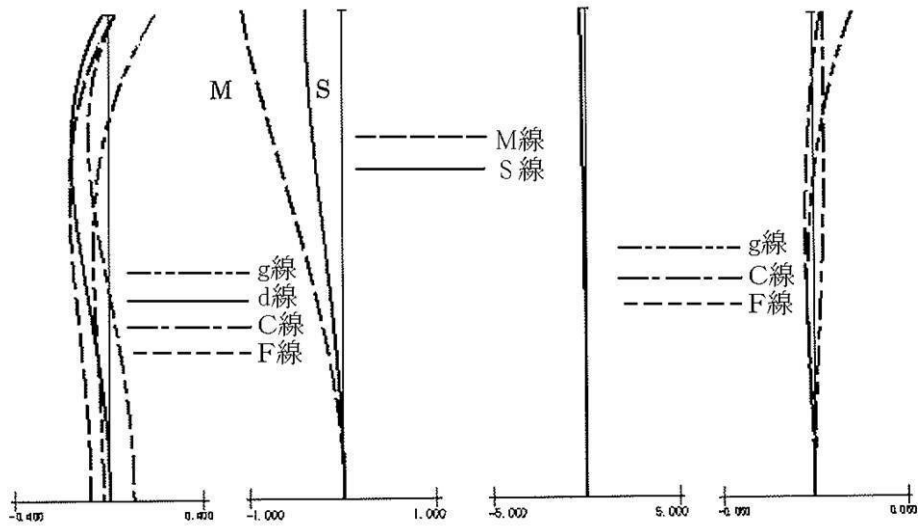


【 図 4 】



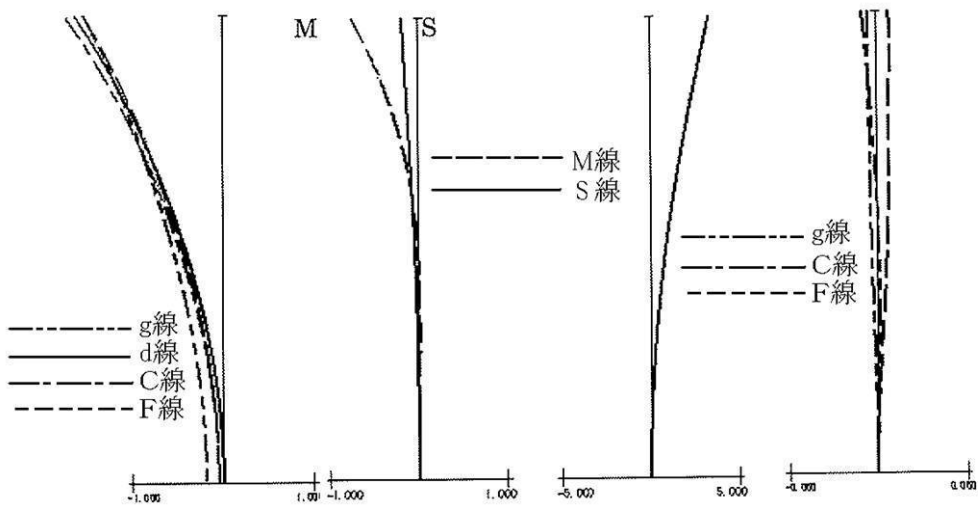
【 図 6 】

(A) Fno 4.65 Y=21.6 Y=21.6 Y=21.6

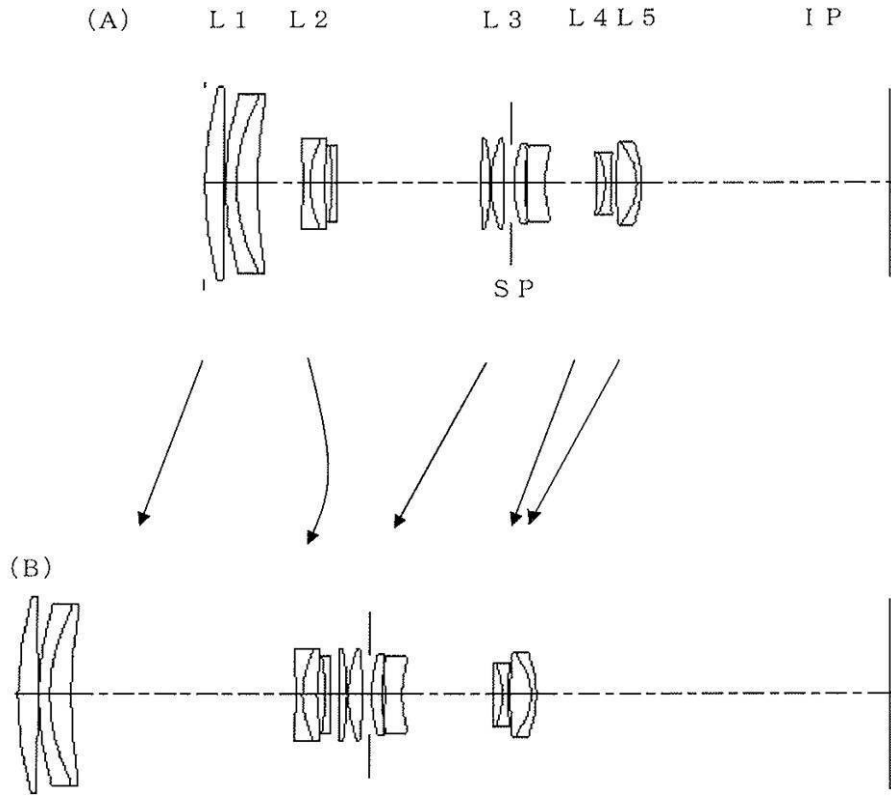


(B)

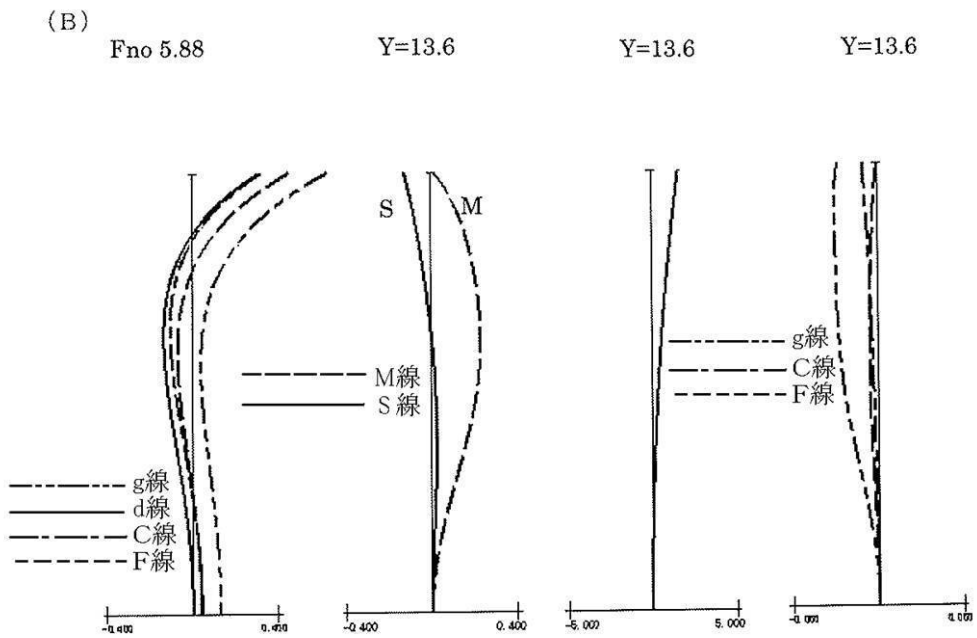
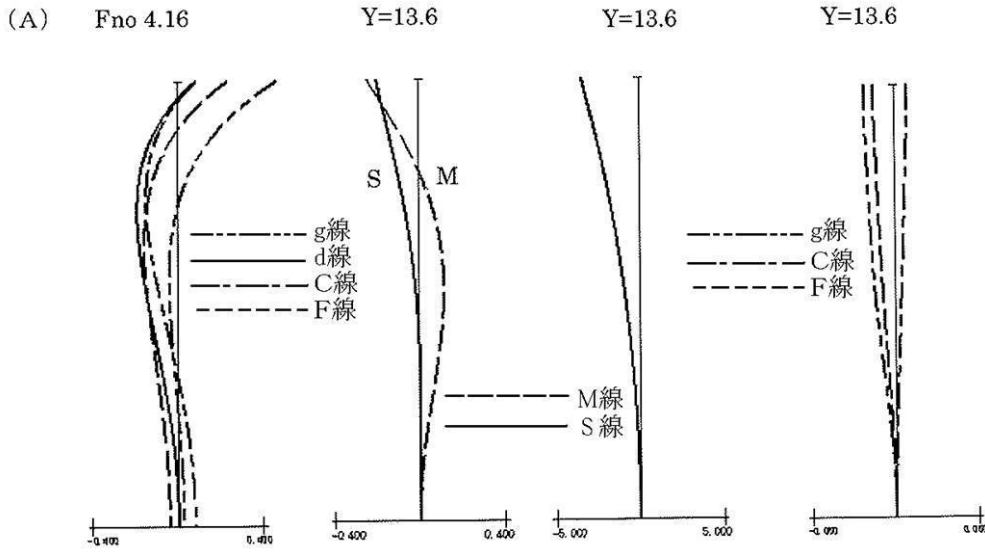
Fno 5.85 Y=21.6 Y=21.6 Y=21.6



【 図 7 】



【 図 8 】



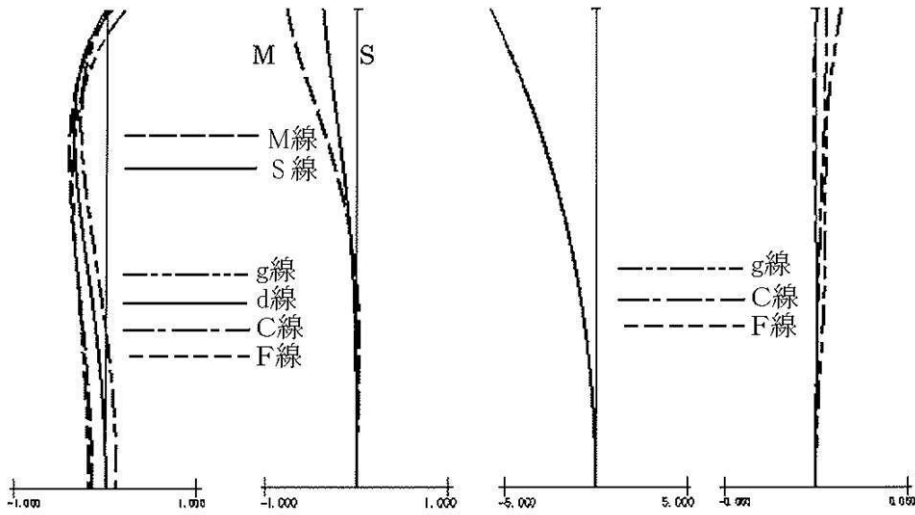
【 図 9 】

(A) Fno 4.16

Y=13.6

Y=13.6

Y=13.6



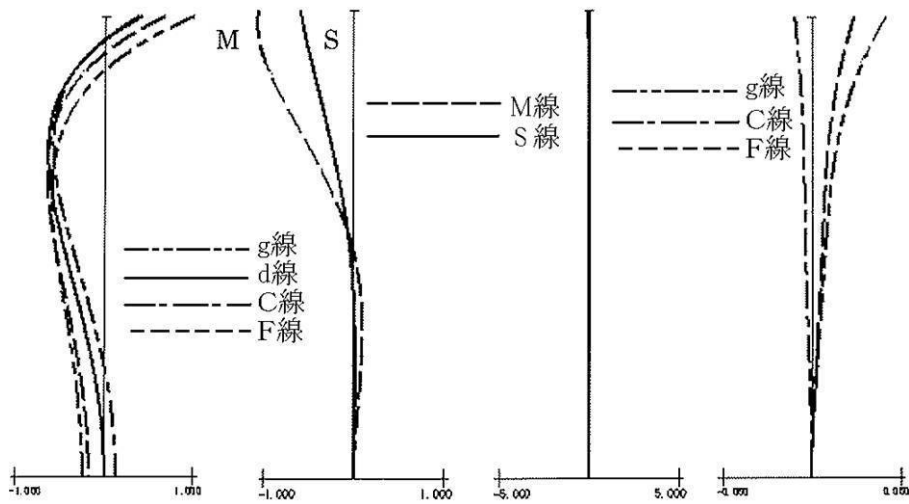
(B)

Fno 5.88

Y=13.6

Y=13.6

Y=13.6



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA15 MA16 MA17 PA10 PA11 PA12 PA16 PB14 PB17
PB19 QA02 QA06 QA07 QA12 QA14 QA17 QA22 QA25 QA32
QA37 QA41 QA45 QA46 RA05 RA12 RA13 RA36 RA46 SA43
SA44 SA46 SA47 SA49 SA50 SA52 SA53 SA55 SA56 SA57
SA62 SA63 SA64 SA65 SA66 SA73 SA76 SB04 SB14 SB15
SB23 SB24 SB25 SB33 SB34 SB43 SB45 UA06