

(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2015-200870

(P2015-200870A)

(43) 公開日 平成27年11月12日(2015.11.12)

(51) Int.Cl.  
G02B 15/20 (2006.01)

F I  
G02B 15/20

テーマコード(参考)  
2H087

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2015-11629 (P2015-11629)  
 (22) 出願日 平成27年1月23日 (2015.1.23)  
 (31) 優先権主張番号 特願2014-72124 (P2014-72124)  
 (32) 優先日 平成26年3月31日 (2014.3.31)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(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 100126240  
 弁理士 阿部 琢磨  
 (74) 代理人 100124442  
 弁理士 黒岩 創吾  
 (72) 発明者 杉田 茂宣  
 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

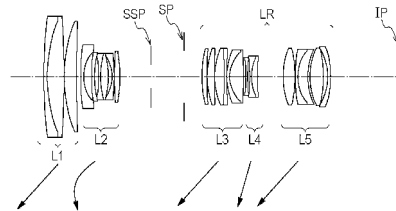
(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【要約】

【課題】色収差の発生を軽減することができ、高ズーム比でズーム全域で良好な光学特性が得られるズームレンズを得ること。

【解決手段】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、1以上のレンズ群を含む後群より構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、後群は全ズーム範囲において正の屈折力を有し、第2レンズ群は3つ以上の負レンズと2つ以上の正レンズを有し、材料の屈折率とアッベ数を各々  $n_d$ 、 $d$  とするとき、第2レンズ群の正レンズの全ては、 $1.264 + 1.4.3 / d < Nd < 1.317 + 16.667 / d$  なる条件式を満足すること。

【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、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、1 以上のレンズ群を含む後群より構成され、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記後群は全ズーム範囲において正の屈折力を有し、前記第 2 レンズ群は 3 つ以上の負レンズと 2 つ以上の正レンズを有し、

材料の屈折率とアッペ数を各々  $n_d$ 、 $d$  とするとき、前記第 2 レンズ群に含まれる全ての正レンズは、

$$1.264 + 14.3 / d < N_d < 1.317 + 16.667 / d$$

10

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【請求項 2】

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、1 以上のレンズ群を含む後群より構成され、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記後群は全ズーム範囲において正の屈折力を有し、前記第 2 レンズ群は 3 つ以上の負レンズと 2 つ以上の正レンズを有し、

前記第 2 レンズ群の物体側から数えて第  $i$  番目の正レンズ  $G_{2pi}$  の材料のアッペ数を  $d_{2pi}$ 、前記正レンズ  $G_{2pi}$  の材料の  $g$  線と  $F$  線に関する部分分散比を  $g_{F_{2pi}}$ 、前記正レンズ  $G_{2pi}$  の焦点距離を  $f_{2pi}$  とし、

20

$$X_{2pi} = g_{F_{2pi}} - 0.6438 + 0.001682 \times d_{2pi}$$

とおくとき、

$$-0.010 < (X_{2pi} / f_{2pi}) / (1 / f_{2pi}) < 0.008$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【請求項 3】

前記第 2 レンズ群は 4 つ以上の負レンズを有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

## 【請求項 4】

前記第 2 レンズ群に含まれる負レンズの中で、物体側から数えて第  $i$  番目に配置された負レンズ  $G_{2ni}$  の材料のアッペ数を  $d_{2ni}$ 、前記負レンズ  $G_{2ni}$  の材料の  $g$  線と  $F$  線を基準とした部分分散比を  $g_{F_{2ni}}$  とし、

30

$$X_{2ni} = g_{F_{2ni}} - 0.6438 + 0.001682 \times d_{2ni}$$

とおくとき、

$$0.01 < X_{2ni} < 0.10$$

$$60 < d_{2ni}$$

なる条件式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 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 5】

前記第 1 レンズ群は複数のレンズを有し、前記第 1 レンズ群に含まれるレンズの中で物体側から数えて第  $j$  番目に配置されたレンズ  $G_{1j}$  の材料のアッペ数を  $d_{1j}$ 、前記レンズ  $G_{1j}$  の  $g$  線と  $F$  線を基準とした部分分散比を  $g_{F_{1j}}$ 、前記レンズ  $G_{1j}$  の焦点距離を  $f_{1j}$  とし、

40

$$X_{1j} = g_{F_{1j}} - 0.6438 + 0.001682 \times d_{1j}$$

とおくとき、

$$0.03 < (X_{1j} / f_{1j}) / (1 / f_{1j}) < 0.10$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 6】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき

50

$$4.0 < f_1 / f_w < 8.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき

$$0.60 < -f_2 / f_w < 1.10$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記後群は、物体側から像側へ順に、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ることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 9】

広角端から望遠端へのズームングに際して、各レンズ群は物体側へ移動することを特徴とする請求項 8 に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

広角端から望遠端へのズームングに際して前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群乃至第 5 レンズ群は物体側へ移動し、前記第 2 レンズ群は物体側に凸状又は像側へ凸状の軌跡で移動することを特徴とする請求項 8 に記載のズームレンズ。

20

【請求項 11】

前記後群は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 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ることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記後群は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、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とを有することを特徴とする撮像装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、特にデジタルカメラ、ビデオカメラ、TVカメラ、監視用カメラ、銀塩写真用カメラなどの撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

撮像装置に用いられる撮像光学系にはレンズ全長（第 1 レンズ面から像面までの長さ）が短く、高解像力、高ズーム比のズームレンズであることが要求されている。このようなズームレンズにおいて高い光学性能を得るには、球面収差、コマ収差などの単色（単波長）収差の補正に加え、色収差も良好に補正されていることが必要になってくる。特に、高ズーム比で望遠側の焦点距離の長い望遠型のズームレンズでは、高解像力化のため色収差の補正として、1 次の色消しに加え、2 次スペクトルが良好に補正されていることが必要になってくる。

40

【0003】

高ズーム比のズームレンズとして、最も物体側に正の屈折力のレンズ群を配置した、所謂ポジティブリードタイプのズームレンズが知られている。このうち物体側より順に、正、負、正、負、正の屈折力の第 1 レンズ群乃至第 5 レンズ群の 5 つのレンズ群より成る 5

50

群ズームレンズが知られている（特許文献1）。またこの5群ズームレンズにおいて異常分散性を有する材料より成る光学素子を用いたズームレンズが知られている（特許文献2）。特許文献2では異常分散性の強い光学材料より成る光学素子を用いて色収差の発生を低減させたズームレンズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-32702号公報

【特許文献2】特開2007-163964号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ポジティブリード型のズームレンズにおいて、高ズーム比化を図ると全ズーム領域において軸上色収差や倍率色収差等の色収差が多く発生してくる。ポジティブリード型のズームレンズにおいて、高ズーム比化を図りつつ全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るには色収差を軽減することが重要になってくる。色収差を低減させるにはズームレンズ中の適切な位置に低分散かつ異常分散性の材料より成るレンズを用いるのが有効である。

【0006】

特に前述したポジティブリード型の5群ズームレンズでは変倍用の負の屈折力の第2レンズ群のレンズ構成及び第2レンズ群を構成する各レンズの材料を適切に設定することが重要になってくる。

20

【0007】

本発明は、色収差の発生を軽減することができ、高ズーム比でズーム全域で良好な光学特性が得られ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】

【0008】

本発明のズームレンズは、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、1以上のレンズ群を含む後群より構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記後群は全ズーム範囲において正の屈折力を有し、前記第2レンズ群は3つ以上の負

30

レンズと2つ以上の正レンズを有し、  
材料の屈折率とアッペ数を各々  $n_d$ 、 $d$  とするとき、前記第2レンズ群に含まれる全

ての正レンズは、  
 $1.264 + 14.3 / d < N_d < 1.317 + 16.667 / d$

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】

【0009】

本発明によれば、色収差の発生を軽減することができ、高ズーム比でズーム全域で良好な光学特性が得られるズームレンズ及びそれを有する撮像装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

40

【0010】

【図1】実施例1のズームレンズの広角端のレンズ断面図

【図2】(A)、(B)実施例1の広角端、望遠端における収差図

【図3】実施例2のズームレンズの広角端のレンズ断面図

【図4】(A)、(B)実施例2の広角端、望遠端における収差図

【図5】実施例3のズームレンズの広角端のレンズ断面図

【図6】(A)、(B)実施例3の広角端、望遠端における収差図

【図7】実施例4のズームレンズの広角端のレンズ断面図

【図8】(A)、(B)実施例4の広角端、望遠端における収差図

【図9】実施例5のズームレンズの広角端のレンズ断面図

50

【図10】(A)、(B)実施例5の広角端、望遠端における収差図

【図11】実施例6のズームレンズの広角端のレンズ断面図

【図12】(A)、(B)実施例6の広角端、望遠端における収差図

【図13】光学材料の屈折率と分散との関係を示す説明図

【図14】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】

【0011】

以下に本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて説明する。本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、1以上のレンズ群を含む後群より構成されている。10

【0012】

図1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）において無限遠物体に合焦（フォーカスとも言う。）したときのレンズ断面図である。図2(A)、(B)は実施例1のズームレンズの広角端と望遠端（長焦点距離端）において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。図3は実施例2のズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図である。図4(A)、(B)は実施例2のズームレンズの広角端と望遠端において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。20

【0013】

図5は実施例3のズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図である。図6(A)、(B)は実施例3のズームレンズの広角端と望遠端において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。図7は実施例4のズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図である。図8(A)、(B)は実施例4のズームレンズの広角端と望遠端において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。

【0014】

図9は実施例5のズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図である。図10(A)、(B)は実施例5のズームレンズの広角端と望遠端において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。図11は実施例6のズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図である。図12(A)、(B)は実施例6のズームレンズの広角端と望遠端において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。30

【0015】

図13は光学材料の屈折率とアッペ数との関係を示す説明図である。図14は本発明のズームレンズを備えるデジタルスチルカメラ（撮像装置）の要部概略図である。

【0016】

各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルスチルカメラ、銀塩フィルムカメラ、TVカメラなどの撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。尚、各実施例のズームレンズは投射装置（プロジェクタ）用の投射光学系として用いることもできる。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。また、レンズ断面図において、 $i$ を物体側からのレンズ群の順番とすると、 $L_i$ は第 $i$ レンズ群を示す。 $LR$ は1以上のレンズ群を有する後群である。40

【0017】

$L_1$ は正の屈折力の第1レンズ群、 $L_2$ は負の屈折力の第2レンズ群である。実施例1乃至4のズームレンズにおいては、後群 $LR$ は正の屈折力の第3レンズ群 $L_3$ 、負の屈折力の第4レンズ群 $L_4$ 、正の屈折力の第5レンズ群 $L_5$ よりなる。実施例5のズームレンズにおいては、後群 $LR$ は、正の屈折力の第3レンズ群 $L_3$ 、正の屈折力の第4レンズ群 $L_4$ 、負の屈折力の第5レンズ群 $L_5$ 、正の屈折力の第6レンズ群 $L_6$ よりなる。実施例6のズームレンズにおいては、後群 $LR$ は、正の屈折力の第3レンズ群 $L_3$ 、負の屈折力50

の第4レンズ群L4よりなる。

【0018】

SPは開口絞りである。SSPは補助絞であり、不要光を遮光している。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センサなどの固体撮像素子の撮像面が、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する感光面が置かれる。球面収差、歪曲、色収差において、実線はd線(波長587.6nm)、2点鎖線はg線(波長435.8nm)である。非点収差において、鎖線はd線のメリディオナル像面、実線はd線のサジタル像面である。FnoはFナンバーである。は半画角(度)である。

【0019】

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は各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。矢印は広角端から望遠端へのズームにおける各レンズ群の移動軌跡を示している。

【0020】

各実施例において無限遠から近距離へのフォーカシングは第2レンズ群L2を物体側へ移動させて行っている。

【0021】

図1の実施例1では、広角端から望遠端へのズームに際して矢印の如く、第1レンズ群L1は物体側へ移動している。第2レンズ群L2は物体側に凸状の軌跡で移動している。第3レンズ群L3は第2レンズ群L2との間隔を縮小しつつ物体側へ移動している。第4レンズ群L4は第3レンズ群L3との間隔を増大しつつ物体側へ移動している。第5レンズ群L5は第4レンズ群L4との間隔を縮小しつつ物体側へ移動している。

【0022】

図3の実施例2では、広角端から望遠端へのズームに際して矢印の如く、第1レンズ群L1は物体側へ移動している。第2レンズ群L2は像側へ凸状の軌跡で移動している。第3レンズ群L3は第2レンズ群L2との間隔を縮小しつつ物体側へ移動している。第4レンズ群L4は第3レンズ群L3との間隔を増大しつつ物体側へ移動している。第5レンズ群L5は第4レンズ群L4との間隔を縮小しつつ物体側へ移動している。

【0023】

図5の実施例3と図7の実施例4では、広角端から望遠端へのズームに際して矢印の如く第1レンズ群L1は物体側へ移動している。第2レンズ群L2は第1レンズ群L1との間隔を増大しつつ物体側へ移動している。第3レンズ群L3は第2レンズ群L2との間隔を縮小しつつ物体側へ移動している。第4レンズ群L4は第3レンズ群L3との間隔を増大しつつ物体側へ移動している。第5レンズ群L5は第4レンズ群L4との間隔を縮小しつつ物体側へ移動している。

【0024】

実施例5のズームレンズでは、広角端から望遠端へのズームに際して、各レンズ群が物体側に移動する。ズームに際して、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔は増大し、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔は縮小し、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔は縮小する。また、ズームに際して、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の間隔は増大し、第5レンズ群L5と第6レンズ群L6の間隔は縮小する。

【0025】

実施例6のズームレンズでは、広角端から望遠端へのズームに際して、各レンズ群が物体側に移動する。ズームに際して、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔は増大し、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔は縮小し、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔は縮小する。

【0026】

一般に、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、1以上のレンズ群を含む後群より構成され、ズームに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズは、比較的容易に高倍化を実現することができる。

10

20

30

40

50

## 【0027】

高ズーム比のズームレンズにおいて、全ズーム範囲において軸上色収差及び倍率色収差を良好に補正するには、広角端から望遠端へのズーミングに際しての収差変動を小さくする必要があり、このときの収差変動を少なくするための最も簡単な方法の1つは、第1レンズ群と第2レンズ群のパワーを緩くし、それらの間で発生する倍率色収差自体を軽減することである。しかしながら、この方法では全系が著しく大型化してしまう。

## 【0028】

そこで本発明のズームレンズでは、軸上光線の入射高と軸外主光線の入射高のズーミングに際しての変化に着目している。一般に高ズーム比のズームレンズでは、変倍用の第2レンズ群への軸外主光線の入射高は広角端において非常に大きくなるのに対し、望遠端においては光軸に近い位置を通り、小さくなる。

10

## 【0029】

望遠端において軸外主光線の入射高が圧倒的に高くなるのは、第1レンズ群である。そのため、倍率色収差のズーミングに伴う変動を小さくするためには、広角端においては第2レンズ群で倍率色収差を軽減することに徹底し、望遠端においては第1レンズ群で倍率色収差を軽減するのが良い。軸上色収差に関しては、広角端においては、軸上光線の入射高が第1レンズ群、第2レンズ群共に低いため、第2レンズ群よりも像側のレンズ群で補正する。

## 【0030】

望遠端においては、軸上光線の入射高が第1レンズ群で、全系の中で圧倒的に高くなる。そのため、ズーミングに際して軸上色収差の変動を小さくするためには、第2レンズ群はそれ程重要ではなく、第1レンズ群で望遠端において軸上色収差を補正するのが良い。よって、第1レンズ群は、望遠端において倍率色収差と軸上色収差の両方を補正するのに重要になって来る。そのため、第1レンズ群については、正レンズに低分散で高部分分散比の材料を使用し、負レンズに低部分分散比の材料を使用するのが良い。

20

## 【0031】

以上のことから、高ズーム比のズームレンズにおいて、ズーミングに際しての色収差の変動を小さくするためには、第2レンズ群において、広角端における倍率色収差を補正するのが良い。通常、負の屈折力のレンズ群において色収差を補正するには、負レンズの材料に低分散、正レンズの材料に高分散を使用するのが良い。

30

## 【0032】

高ズーム比のズームレンズでは、変倍用のレンズ群のパワー（屈折力）が強くなるため、正レンズの材料と負レンズの材料の分散差を大きく付けることが重要とされてきた。しかしながら、2次スペクトルを考慮した時、通常、低分散の材料は部分分散比  $g_F$  が低く、高分散の材料は、部分分散比  $g_F$  が大きくなる。このため、短波長側の色収差が補正過剰となり、倍率色収差が低下してくる。

## 【0033】

そこで本発明のズームレンズでは、正レンズの材料として、低部分分散比の材料を使用している。これにより1次、2次の色収差を良好に補正している。

## 【0034】

具体的には、図9に示すAラインとBラインの間の領域の材料を使用した。図9において低材とは部分分散比の小さな材料を意味する。高材とは部分分散比の高い材料を意味する。この時、1次分散については、倍率色収差の補正効果が弱まってくる。そのため、各レンズより生ずる色収差を抑えるために、第2レンズ群において負レンズを3枚以上使用することで、負の屈折力を分散させ、1次の倍率色収差の発生を軽減している。

40

## 【0035】

正レンズも、分散がやや低くなっているため、1枚で色収差を補正するには正の屈折力が強くなり過ぎて球面収差等が大きく発生してくるため、正の屈折力を複数のレンズに分けている。更に、複数に分けた正レンズの全てにおいて、部分分散比  $g_F$  が低い高分散材料を使用することで、広角端において倍率色収差を良好に補正している。軸上色収差は

50

短波長側において増加するが、広角端においては後群 L R、望遠端では第 1 レンズ群で、より効果的な補正を行える箇所があるため、第 2 レンズ群についてはこの使用法がベストであることを本発明者は見出した。

【0036】

以上のようにして、各実施例では全ズーム範囲において倍率色収差が小さく、高ズーム比のズームレンズを得ている。

【0037】

各実施例において、後群 L R は全ズーム範囲において正の屈折力を有する。第 2 レンズ群 L 2 は 3 つ以上の負レンズと 2 つ以上の正レンズを有する。材料の屈折率とアッペ数を各々  $n_d$ 、 $d$  とするとき、第 2 レンズ群 L 2 の正レンズの全ては、

$1.264 + 14.3 / d < Nd < 1.317 + 16.667 / d \cdots (1)$   
なる条件式を満足する。

10

【0038】

第 2 レンズ群 L 2 に含まれる負レンズが 2 つ以下であると、1 次の倍率色収差の発生量が増え、条件式 (1) のように比較的分散の材料を用いた正レンズでは補正するのが難しくなり、好ましくない。正レンズが 1 枚であると、条件式 (1) のように比較的分散の材料を用いた正レンズでは、パワーを強くする必要があり、この結果、球面収差が増加してくる。条件式 (1) の上限値を逸脱すると、1 次の倍率色収差の補正が困難になる。また条件式 (1) の下限値を逸脱すると、部分分散比  $g_F$  が大きくなり、2 次の倍率色収差が補正過剰となるため、好ましくない。

20

【0039】

条件式 (1) は、より好ましくは次の数値範囲とするのが良い。

$1.270 + 14.3 / d < Nd < 1.287 + 16.667 / d \cdots (1a)$

【0040】

各実施例においてアッペ数  $d$ 、 $g$  線と  $F$  線に関する部分分散比  $g_F$  は次のとおりである。 $g$  線 (波長  $435.8 \text{ nm}$ )、 $F$  線 ( $486.1 \text{ nm}$ )、 $C$  線 ( $656.3 \text{ nm}$ )、 $d$  線 ( $587.6 \text{ nm}$ ) に対する材料の屈折率をそれぞれ  $N_g$ 、 $N_F$ 、 $N_C$ 、 $N_d$  とする。このとき、アッペ数  $d$  と部分分散比  $g_F$  は、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$g_F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

で表される値である。

30

【0041】

以上のように各実施例によれば全ズーム領域で軸上色収差及び倍率色収差を良好に補正した高ズーム比のズームレンズを得ることができる。

【0042】

次に、各実施例の前述した特徴以外の特徴について説明する。各実施例においては、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、開口絞り S P、1 以上のレンズ群を含み全ズーム範囲において正の屈折力を有する後群 L R よりなっている。

【0043】

そして、第 2 レンズ群 L 2 の物体側から数えて第  $i$  番目の正レンズ  $G_{2pi}$  の材料のアッペ数を  $d_{2pi}$ 、正レンズ  $G_{2pi}$  の材料の  $g$  線と  $F$  線に関する部分分散比を  $g_{F_{2pi}}$  とする。正レンズ  $G_{2pi}$  の焦点距離を  $f_{2pi}$  とする。そして

$X_{2pi} = g_{F_{2pi}} - 0.6438 + 0.001682 \times d_{2pi} \cdots (a1)$   
)とおく。

【0044】

第 2 レンズ群 L 2 の物体側から数えた第  $i$  番目の負レンズ  $G_{2ni}$  の材料のアッペ数を  $d_{2ni}$ 、負レンズ  $G_{2ni}$  の材料の  $g$  線と  $F$  線に関する部分分散比を  $g_{F_{2ni}}$  とする。そして

$X_{2ni} = g_{F_{2ni}} - 0.6438 + 0.001682 \times d_{2ni} \cdots (a2)$

50



)とおく。

【0045】

第1レンズ群L1は複数のレンズを有し、第1レンズ群L1の物体側から数えて第j番目のレンズG1jの材料のアップ数を  $d_{1j}$ 、レンズG1jのg線とF線に関する部分分散比を  $g_{F1j}$ とする。レンズG1jの焦点距離を  $f_{1j}$ とする。そして

$$X_{1j} = g_{F1j} - 0.6438 + 0.001682 \times d_{1j} \cdots (a3)$$

とおく。

【0046】

第1レンズ群L1の焦点距離を  $f_1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ とする。第2レンズ群L2の焦点距離を  $f_2$ とする。このとき次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。

10

$$-0.010 < (X_{2pi} / f_{2pi}) / (1 / f_{2pi}) < 0.008 \cdots (2)$$

$$0.01 < X_{2ni} < 0.10 \cdots (3)$$

$$60 < d_{2ni} \cdots (4)$$

$$0.03 < (X_{1j} / f_{1j}) / (1 / f_{1j}) < 0.10 \cdots (5)$$

$$4.0 < f_1 / f_w < 8.0 \cdots (6)$$

$$0.60 < -f_2 / f_w < 1.10 \cdots (7)$$

【0047】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

20

【0048】

条件式(2)の上限値を逸脱すると、2次の倍率色収差の補正が困難になる。条件式(2)の下限値を逸脱すると、通常の光学材料では1次分散が小さくなり過ぎるため、好ましくない。条件式(2)は、より好ましくは次の数値範囲とするのが良い。

$$-0.008 < (X_{2pi} / f_{2pi}) / (1 / f_{2pi}) < 0.006 \cdots (2a)$$

【0049】

条件式(3)、(4)は第2レンズ群L2を構成する負レンズのうち少なくとも1つの負レンズG2niの材料に関する。

【0050】

30

条件式(3)、(4)は、負レンズG2niにおいて、1次の倍率色収差の発生量を小さくしつつ、かつ2次の倍率色収差の発生量を大きくするためのものである。それにより、第2レンズ群L2に含まれる正レンズにおける1次、2次の倍率色収差の補正の負担が軽減する。条件式(3)、(4)は、より好ましくは、次の数値範囲とするのが良い。

$$0.012 < X_{2ni} < 0.080 \cdots (3a)$$

$$64 < d_{2ni} \cdots (4a)$$

【0051】

条件式(5)は、望遠端において倍率色収差と軸上色収差を良好に補正するためのものである。条件式(5)の上限値を逸脱すると、望遠端において軸上色収差補正が過剰になる。条件式(5)の下限値を逸脱すると、望遠端において倍率色収差補正が不足する。条件式(5)は、より好ましくは次の数値範囲とするのが良い。

40

$$0.04 < (X_{1j} / f_{1j}) / (1 / f_{1j}) < 0.08 \cdots (5a)$$

【0052】

条件式(6)、(7)は、全系の小型化を図りつつ、高い光学性能を得るためのものである。条件式(6)、(7)の上限を逸脱すると全系が大型化してくる。また条件式(6)、(7)の下限を逸脱すると、ズーミングに際して球面収差の変動が大きくなり、高い光学性能を得るのが困難になる。条件式(6)、(7)は、より好ましくは次の数値範囲とするのが良い。

$$4.5 < f_1 / f_w < 7.5 \cdots (6a)$$

$$0.70 < -f_2 / f_w < 1.00 \cdots (7a)$$

50

## 【0053】

尚、各実施例において第2レンズ群L2を4枚以上の負レンズより構成すると、1次の倍率色収差の発生量が小さくなるため、好ましい。

## 【0054】

次に各実施例の具体的なレンズ構成について説明する。実施例1は、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5で構成される。実施例1はズーム比1.2・1.4の5群ズームレンズである。

## 【0055】

広角端から望遠端へのズームングに際し、第2レンズ群L2は物体側に凸状の軌跡で移動する。また広角端に比べて望遠端において全てのレンズ群が物体側に移動している。広角端に比べ望遠端において第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔が長く、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間隔が短い。また第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との間隔が長く、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との間隔が短い。

10

## 【0056】

第2レンズ群L2は、4枚の負レンズと2枚の正レンズから成っている。具体的には物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズよりなっている。2枚の正レンズは、全て条件式(1)を満たすと共に、条件式(2)の関係も満たしており、広角端において、1次と2次の倍率色収差を共に良好に補正している。また、第2レンズ群L2の最も像側の負レンズは、条件式(3)、(4)を満たしており、これにより更に広角端において倍率色収差を良好に補正している。

20

## 【0057】

また、第1レンズ群L1は、条件式(5)を満たしており、これにより望遠端において軸上色収差と倍率色収差を良好に補正している。また、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2のパワー(屈折力)が、条件式(6)、(7)を満たしており、これにより全系の小型化を図りつつ、高い光学性能を得ている。

## 【0058】

実施例2は、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力等は実施例1と同じである。実施例2はズーム比1.2・1.4の5群ズームレンズである。広角端から望遠端へのズームングに際し、第1レンズ群L1、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5は物体側に移動する。第2レンズ群L2は、像側に凸状の軌跡で移動する。広角端に比べて望遠端における各レンズ群の間隔変化は実施例1と同じである。

30

## 【0059】

第2レンズ群L2は、3枚の負レンズと3枚の正レンズから成っている。具体的には物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズよりなっている。3枚の正レンズは、全て条件式(1)を満たすと共に、条件式(2)の関係も満たしており、広角端において、1次と2次の倍率色収差を共に良好に補正している。また、第2レンズ群L2の最も像側の負レンズは、条件式(3)、(4)を満たしており、これにより更に広角端において倍率色収差を良好に補正している。

## 【0060】

また、第1レンズ群L1は、条件式(5)を満たしており、望遠端において軸上色収差と倍率色収差を良好に補正している。また、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2のパワーが、条件式(6)、(7)を満たしており、これにより全体の小型化を図りつつ、高い光学性能を得ている。

40

## 【0061】

実施例3は、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力等は実施例1と同じである。実施例3はズーム比1.2・1.4の5群ズームレンズである。広角端から望遠端へのズームングに際し、全てのレンズ群が物体側に移動する。広角端に比べて望遠端における各レンズ群の間隔変化は実施例1と同じである。第2レンズ群L2のレンズ構成は、実施例1と同じである。またレンズ構成より得られる効果も実施例1と同じである。

50

## 【 0 0 6 2 】

また、第 1 レンズ群 L 1 は、条件式 ( 5 ) を満たしており、これにより実施例 1 と同様の効果を得ている。また、第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 のパワーが、条件式 ( 6 )、( 7 ) を満たしており、これにより実施例 1 と同様の効果を得ている。

## 【 0 0 6 3 】

実施例 4 は、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力などは実施例 1 と同じである。実施例 4 はズーム比 1.2 程度の 5 群ズームレンズである。広角端から望遠端へのズームングに際し、全てのレンズ群が物体側に移動している。広角端に比べて望遠端における各レンズ群の間隔変化は実施例 1 と同じである。第 2 レンズ群 L 2 のレンズ構成は実施例 2 と同じである。またレンズ構成より得られる効果も実施例 2 と同じである。

10

## 【 0 0 6 4 】

また、第 1 レンズ群 L 1 は、条件式 ( 5 ) を満たしており、これにより実施例 2 と同様の効果を得ている。また、第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 のパワーが、条件式 ( 6 )、( 7 ) を満たしており、これにより実施例 2 と同様の効果を得ている。

## 【 0 0 6 5 】

実施例 5 のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4、負の屈折力の第 5 レンズ群 L 5、正の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 で構成される。実施例 5 はズーム比 1.2 . 1.4 の 6 群ズームレンズである。広角端から望遠端へのズームングに際し、全てのレンズ群が物体側に移動する。

20

## 【 0 0 6 6 】

第 2 レンズ群 L 2 は、4 枚の負レンズと 2 枚の正レンズから成っている。具体的には物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズよりなっている。2 枚の正レンズは、全て条件式 ( 1 ) を満たすと共に、条件式 ( 2 ) の関係も満たしており、広角端において、1 次と 2 次の倍率色収差を共に良好に補正している。また、第 2 レンズ群 L 2 の最も像側の負レンズは、条件式 ( 3 )、( 4 ) を満たしており、これにより更に広角端において倍率色収差を良好に補正している。

## 【 0 0 6 7 】

また、第 1 レンズ群 L 1 は、条件式 ( 5 ) を満たしており、これにより望遠端において軸上色収差と倍率色収差を良好に補正している。また、第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 のパワー ( 屈折力 ) が、条件式 ( 6 )、( 7 ) を満たしており、これにより全系の小型化を図りつつ、高い光学性能を得ている。

30

## 【 0 0 6 8 】

実施例 6 のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、負の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 で構成される。実施例 6 はズーム比 8 . 2.3 の 4 群ズームレンズである。広角端から望遠端へのズームングに際し、全てのレンズ群が物体側に移動する。

## 【 0 0 6 9 】

第 2 レンズ群 L 2 は、4 枚の負レンズと 2 枚の正レンズから成っている。具体的には物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズよりなっている。2 枚の正レンズは、全て条件式 ( 1 ) を満たすと共に、条件式 ( 2 ) の関係も満たしており、広角端において、1 次と 2 次の倍率色収差を共に良好に補正している。また、第 2 レンズ群 L 2 の最も像側の負レンズは、条件式 ( 3 )、( 4 ) を満たしており、これにより更に広角端において倍率色収差を良好に補正している。

40

## 【 0 0 7 0 】

また、第 1 レンズ群 L 1 は、条件式 ( 5 ) を満たしており、これにより望遠端において軸上色収差と倍率色収差を良好に補正している。また、第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 のパワー ( 屈折力 ) が、条件式 ( 6 )、( 7 ) を満たしており、これにより全系の小型化を図りつつ、高い光学性能を得ている。

## 【 0 0 7 1 】

50

図 1 4 は各実施例のズームレンズを用いたデジタルスチルカメラの要部概略図である。図 1 4 において、2 0 はカメラ本体、2 1 は各実施例で説明したいずれかのズームレンズによって構成された撮影光学系である。2 2 はカメラ本体 2 0 に内蔵され、撮影光学系 2 1 によって形成された被写体像を受光する CCD センサや CMOS センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。

【 0 0 7 2 】

以下、実施例 1 乃至 6 に対応する数値実施例 1 乃至 6 の具体的数値データを示す。各数値実施例において、i は物体側から数えた面の番号を示す。r i は第 i 番目の光学面（第 i 面）の曲率半径である。d i は第 i 面と第（i + 1）面との軸上間隔である。n d i、d i はそれぞれ d 線に対する第 i 番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数である。また、有効径も示す。

10

【 0 0 7 3 】

また、焦点距離、F ナンバー等のスペックに加え、画角は全系の半画角（度）、像高は半画角を決定する最大像高、レンズ全長は第 1 レンズ面から像面までの距離、B F はバックフォーカスであり最終レンズ面から像面までの長さを示している。また、ズーム群データは、各レンズ群の焦点距離、光軸上の長さ、前側主点位置、後側主点位置を表している。非球面は、光軸に垂直な方向に R 離れた位置での、光軸方向の面位置を S a g ( R ) とした時、

【 0 0 7 4 】

【 数 1 】

20

Sag(R)=

$$\frac{(1/R) \times R^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \times (1/r)^2 \times R^2}} + A4 \times R^4 + A6 \times R^6 + A8 \times R^8 + A10 \times R^{10} + A12 \times R^{12} + A14 \times R^{14}$$

【 0 0 7 5 】

の関係を満たす形状であり、各非球面の非球面係数を各表に記す。また、各光学面の間隔 d が（可変）となっている部分は、ズーミングに際して変化するものであり、別表に焦点距離に応じた面間隔を記している。また、各光学面の有効径が（可変）となっている部分は、ズーミングに際して変化するものであり、別表に焦点距離に応じた有効径 e a ( i ) を記している。

30

【 0 0 7 6 】

尚、以下に記載する数値実施例 1 乃至 6 のレンズデータに基づく、各条件式の計算結果を表 1 に示す。表 1 において、f t は望遠端における全系の焦点距離である。バリエータ構成においては物体側からのレンズの順序を示し、負は負レンズ、正は正レンズを示す。N i j は第 i レンズ群の物体側から数えた j 番目の第 j レンズの材料の屈折率を示す。i j は第 i レンズ群の物体側から数えた j 番目の第 j レンズの材料のアッペ数を示す。

【 0 0 7 7 】

g F i j は第 i レンズ群の物体側から数えた j 番目の第 j レンズの材料の部分分散比を示す。f i j は第 i レンズ群の物体側から数えた j 番目の第 j レンズの焦点距離を示す。X i j は第 i レンズ群の物体側から数えた j 番目の第 j レンズの（a 1）式、又は（a 2）式、又は（a 3）式の値を示す。

40

【 0 0 7 8 】

（数値実施例 1）

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	262.675	2.00	1.88300	40.8	65.82
2	86.266	9.15	1.49700	81.5	60.83
3	-448.626	0.15			60.66
4	83.266	6.85	1.59522	67.7	59.96

50

5	829.784	(可変)			59.38	
6*		1.60	1.85400	40.4	33.56	
7*	22.011	4.47			26.11	
8*	134.326	1.40	1.77250	49.6	25.81	
9	48.634	2.27			24.38	
10	-118.847	1.20	1.76385	48.5	24.31	
11	49.293	4.06	1.72047	34.7	23.31	
12	-57.532	2.17			23.33	
13	-21.928	1.20	1.59522	67.7	23.32	
14	-116.471	0.15			24.75	10
15	186.806	3.04	1.85478	24.8	26.17	
16	-77.228	(可変)			26.84	
17(補助絞り)		(可変)			(可変)	
18(絞り)		(可変)			28.80	
19	63.157	2.79	1.68893	31.1	29.44	
20	202.862	0.15			29.65	
21	45.469	3.96	1.59522	67.7	30.38	
22	474.814	0.15			30.27	
23	40.003	5.16	1.48749	70.2	30.08	
24	-247.814	1.50	2.00100	29.1	29.53	20
25	260.527	0.15			29.08	
26	37.940	1.50	2.00100	29.1	28.39	
27	18.728	7.67	1.58313	59.4	26.20	
28*	-114.480	(可変)			25.83	
29*	-110.893	1.10	1.85400	40.4	20.28	
30	109.268	1.00			20.29	
31	-156.672	1.10	1.88300	40.8	20.33	
32	25.208	3.36	1.84666	23.8	20.98	
33	196.182	(可変)			21.25	
34	43.435	6.52	1.59522	67.7	30.01	30
35	-69.776	0.15			30.13	
36	87.533	1.40	2.00100	29.1	29.59	
37	22.893	5.63	1.43875	94.9	28.29	
38	36.202	1.06			29.25	
39	37.270	7.43	1.64769	33.8	30.32	
40	-65.462	2.48			30.56	
41	-29.375	1.60	1.88300	40.8	30.56	
42	-47.471				32.02	

## 非球面データ

## 第6面

40

K= 0.00000e+000 A 4= 1.86620e-005 A 6=-3.04876e-008 A 8= 1.60015e-011  
A10=-6.99764e-015

## 第7面

K= 0.00000e+000 A 4= 8.50229e-006 A 6= 4.56149e-008 A 8=-6.92293e-011  
A10= 1.18149e-012

## 第8面

K= 0.00000e+000 A 4=-4.19520e-006 A 6= 2.70106e-008 A 8= 1.21290e-010  
A10= 2.28500e-013

## 第28面

K= 0.00000e+000 A 4= 8.33882e-006 A 6=-1.20374e-008 A 8= 2.87452e-011

50

A10=-5.98571e-014

第29面

K= 0.00000e+000 A 4= 4.12934e-006 A 6=-1.25462e-008 A 8= 7.22837e-011

A10=-1.38628e-013

各種データ

ズーム比 12.14

	広角	中間	望遠
焦点距離	24.30	99.98	294.95
Fナンバー	4.10	5.76	5.88
半画角(度)	41.68	12.21	4.20
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	197.38	245.98	298.53
BF	38.90	91.95	92.55
d 5	2.33	32.83	93.55
d16	17.22	9.20	0.50
d17	18.00	1.08	1.00
d18	10.00	0.00	0.00
d28	1.25	12.04	14.34
d33	14.09	3.30	1.00
ea17	13.60	27.14	27.81

10

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	154.14	18.15	7.34	-4.27
2	6	-20.26	21.56	1.16	-15.77
3	17		0.00	0.00	-0.00
4	18		0.00	0.00	-0.00
5	19	30.36	23.04	3.34	-11.65
6	29	-36.46	6.56	1.25	-2.70
7	34	71.55	26.28	0.46	-17.34

30

【 0 0 7 9 】

( 数値実施例 2 )

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	282.762	2.00	1.83481	42.7	66.04
2	81.668	8.92	1.49700	81.5	60.46
3	-586.894	0.15			58.86
4	82.401	6.59	1.59522	67.7	57.64
5	1002.091	(可変)			57.02
6*	-118.848	1.60	1.88300	40.8	36.16
7*	24.522	7.53			27.87
8*	-41.458	1.30	1.88300	40.8	27.69
9	69.724	3.09	1.85478	24.8	27.20
10	-361.767	0.15			27.06
11	1189.953	4.16	1.72047	34.7	26.94
12	-35.865	1.86			26.73
13	-22.324	1.20	1.59522	67.7	26.73
14	-55.563	0.15			27.64
15	624.717	2.81	1.80000	29.8	29.45
16	-100.191	(可変)			30.10

40

50

17(補助絞り)	(可変)	(可変)			
18(絞り)	(可変)				30.98
19	79.830	4.71	1.51633	64.1	32.42
20	-92.794	0.15			32.73
21	65.500	6.86	1.51823	58.9	33.15
22	-47.641	1.50	2.00100	29.1	32.96
23	-96.955	0.15			33.25
24	38.719	1.50	1.90366	31.3	32.47
25	23.224	8.29	1.58313	59.4	30.60
26*	-131.543	(可変)			30.09
27	-852.531	1.10	1.88300	40.8	23.85
28	81.384	1.76			23.28
29	-73.777	1.10	1.88300	40.8	23.28
30	61.571	4.15	1.84666	23.8	23.29
31	-45.255	0.42			23.48
32	-70.767	1.10	1.88300	40.8	23.39
33	96.236	(可変)			23.68
34	94.091	6.36	1.49700	81.5	36.00
35	-69.283	0.15			36.35
36	67.608	1.90	2.00100	29.1	36.18
37	30.690	8.66	1.59522	67.7	34.77
38	-226.494	0.15			34.69
39	150.720	1.80	1.90366	31.3	34.43
40	23.257	11.35	1.68893	31.1	33.02
41	-74.361	1.01			33.13
42	-49.134	1.80	1.88300	40.8	33.13
43	-197.635				33.94

## 非球面データ

## 第6面

K= 0.00000e+000 A 4= 2.32893e-005 A 6=-4.11485e-008 A 8= 7.29666e-011  
A10=-6.50838e-014

30

## 第7面

K= 0.00000e+000 A 4= 7.30571e-006 A 6= 3.37954e-008 A 8=-2.01056e-010  
A10= 1.15910e-012

## 第8面

K= 0.00000e+000 A 4=-4.67021e-006 A 6= 8.01979e-009 A 8= 2.22302e-011  
A10= 1.40305e-013

## 第26面

K= 0.00000e+000 A 4= 2.72281e-006 A 6=-3.68196e-009 A 8= 1.11205e-011  
A10=-2.32863e-014

40

## 各種データ

ズーム比 12.14

	広角	中間	望遠
焦点距離	24.30	99.99	294.97
Fナンバー	4.10	5.53	5.93
半画角(度)	41.68	12.21	4.19
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	238.52	260.98	316.46
BF	38.90	92.94	101.87
d 5	2.74	35.01	94.48

50

d16	25.02	10.10	0.50
d17	10.50	0.50	0.50
d18	25.99	1.72	0.50
d26	0.80	9.04	10.11
d33	27.07	4.17	1.00
ea17	15.54	29.57	30.98

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	157.46	17.66	7.41	-3.91
2	6	-22.71	23.85	-0.80	-20.62
3	17		0.00	0.00	-0.00
4	18		0.00	0.00	-0.00
5	19	31.60	23.17	5.88	-9.57
6	27	-35.62	9.63	2.34	-3.69
7	34	91.89	33.18	-6.59	-24.90

【 0 0 8 0 】

( 数値実施例 3 )

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	191.882	2.00	1.88300	40.8	64.63
2	75.995	8.76	1.49700	81.5	59.36
3	-1228.861	0.15			58.91
4	76.799	6.89	1.59522	67.7	57.64
5	799.157	(可変)			56.95
6*		1.60	1.85400	40.4	33.92
7*	21.496	4.93			25.98
8*	405.002	1.50	1.77250	49.6	25.90
9	57.464	3.40			24.74
10	-41.743	1.20	1.77250	49.6	24.61
11	423.803	3.85	1.72047	34.7	24.36
12	-33.472	1.69			24.24
13	-20.528	1.20	1.59522	67.7	24.24
14	-65.604	0.15			25.88
15	511.857	3.08	1.85478	24.8	27.69
16	-68.491	(可変)			28.41
17(補助絞り)		(可変)			(可変)
18(絞り)		0.00			29.88
19	64.899	5.20	1.58913	61.1	31.69
20	-78.082	0.15			31.97
21	90.708	6.22	1.56384	60.7	32.06
22	-43.315	1.50	2.00100	29.1	31.87
23	-117.956	0.15			32.17
24	31.690	1.50	1.90366	31.3	31.62
25	19.753	9.51	1.58313	59.4	29.40
26*	-120.893	(可変)			28.73
27	-95.932	1.10	1.88300	40.8	24.59
28	44.658	5.08	1.84666	23.8	23.97
29	-39.030	1.10	1.85400	40.4	23.70
30*	41.088	(可変)			22.99



31	33.917	6.10	1.59522	67.7	26.88
32	-64.096	0.15			26.88
33	134.924	1.30	2.00100	29.1	26.31
34	17.819	11.17	1.60342	38.0	25.01
35	-28.425	0.73			25.63
36	-23.591	1.40	1.88300	40.8	25.62
37	-56.257				27.18

## 非球面データ

## 第6面

K= 0.00000e+000 A 4= 2.15641e-005 A 6=-1.59405e-008 A 8=-1.70228e-010  
A10= 3.04762e-013

10

## 第7面

K= 0.00000e+000 A 4= 1.89375e-005 A 6= 1.10852e-007 A 8=-7.63747e-011  
A10= 1.49508e-012

## 第8面

K= 0.00000e+000 A 4= 2.71002e-006 A 6= 5.16814e-008 A 8= 2.76700e-010  
A10= 7.67569e-013

## 第26面

K= 0.00000e+000 A 4= 5.01527e-006 A 6=-1.02262e-008 A 8= 1.27987e-011  
A10=-1.36611e-014

20

## 第30面

K= 0.00000e+000 A 4=-6.88605e-006 A 6= 6.23774e-010 A 8= 3.09305e-011  
A10=-1.47376e-013

## 各種データ

ズーム比 12.14

	広角	中間	望遠
焦点距離	24.30	100.00	294.99
Fナンバー	4.10	5.66	5.99
半画角(度)	41.68	12.21	4.19
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	196.23	246.15	298.43
BF	38.91	98.09	109.87
d 5	2.23	35.29	86.36
d16	22.86	1.23	1.00
d17	20.48	9.43	1.00
d26	1.41	6.22	6.44
d30	17.58	3.14	1.00
ea17	15.77	23.49	29.88

30

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	143.57	17.80	6.33	-5.09
2	6	-19.46	22.59	0.78	-18.07
3	17		0.00	0.00	-0.00
4	19	28.41	24.23	5.64	-10.33
5	27	-31.43	7.28	2.60	-1.23
6	31	77.39	20.85	-3.18	-15.83

40

【 0 0 8 1 】

( 数値実施例 4 )

単位 mm

面データ

50

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	227.782	2.00	1.88300	40.8	65.30	
2	80.810	8.74	1.49700	81.5	60.06	
3	-754.473	0.15			58.94	
4	82.226	6.67	1.59522	67.7	57.69	
5	1213.652	(可変)			57.01	
6*	-1923.842	1.60	1.85400	40.4	34.85	
7*	20.809	7.07			26.66	
8*	-51.953	1.30	1.85400	40.4	26.46	
9	33.332	3.70	1.85478	24.8	25.18	10
10	460.674	0.15			24.85	
11	1832.726	3.45	1.72047	34.7	24.84	
12	-38.450	1.54			24.52	
13	-22.981	1.20	1.59522	67.7	24.52	
14	-125.245	0.15			26.68	
15	150.623	2.80	1.80000	29.8	28.35	
16	-143.898	(可変)			28.98	
17(補助絞り)		(可変)			(可変)	
18(絞り)		0.00			30.20	
19	74.960	3.38	1.63854	55.4	31.56	20
20	-1029.641	0.15			31.88	
21	56.773	3.46	1.59522	67.7	32.73	
22	256.437	0.15			32.68	
23	40.411	5.98	1.51742	52.4	32.76	
24	-160.442	1.50	2.00100	29.1	32.28	
25	635.862	0.15			31.87	
26	36.464	1.50	2.00100	29.1	30.94	
27	19.249	8.55	1.58313	59.4	28.38	
28*	-110.217	(可変)			27.99	
29	-1128.192	1.10	1.88300	40.8	20.93	30
30	98.181	0.95			20.61	
31	-127.544	1.10	1.88300	40.8	20.61	
32	22.320	3.36	1.84666	23.8	20.69	
33*	91.124	(可変)			20.83	
34	47.777	5.76	1.49700	81.5	26.33	
35	-52.463	0.15			26.56	
36	96.080	1.30	2.00100	29.1	26.43	
37	21.618	4.41	1.49700	81.5	25.68	
38	37.474	1.47			26.44	
39	38.163	6.93	1.69895	30.1	28.14	40
40	-62.571	1.84			28.51	
41	-30.876	1.50	1.88300	40.8	28.51	
42	-56.114				29.79	

## 非球面データ

## 第6面

K= 0.00000e+000 A 4= 1.79515e-005 A 6=-4.32442e-008 A 8= 8.79878e-011  
A10=-7.98746e-014

## 第7面

K= 0.00000e+000 A 4= 6.54163e-006 A 6= 4.63763e-009 A 8=-6.77907e-011  
A10= 8.00478e-013

## 第8面

K= 0.00000e+000 A 4=-3.12178e-006 A 6= 2.99486e-009 A 8= 8.37239e-011  
A10=-1.35083e-013

## 第28面

K= 0.00000e+000 A 4= 7.04783e-006 A 6=-9.97816e-009 A 8= 1.78001e-011  
A10=-4.22406e-014

## 第33面

K= 0.00000e+000 A 4=-4.31898e-006 A 6= 1.01275e-008 A 8=-6.15621e-011  
A10= 1.15671e-013

## 各種データ

ズーム比 12.14

	広角	中間	望遠
焦点距離	24.30	100.00	294.99
Fナンバー	4.10	5.60	5.89
半画角(度)	41.68	12.21	4.19
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	197.97	242.42	298.48
BF	38.89	91.12	96.32
d 5	2.30	31.28	90.82
d16	20.61	3.14	0.50
d17	26.33	7.05	1.00
d28	0.81	11.39	13.64
d33	13.83	3.24	1.00
ea17	14.73	25.38	29.63

10

20

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	152.70	17.56	6.92	-4.33
2	6	-19.88	22.96	1.11	-16.29
3	17		0.00	0.00	-0.00
4	18	29.42	24.81	4.41	-11.90
5	29	-35.44	6.52	2.00	-1.88
6	34	87.58	23.36	1.20	-14.67

30

40

50

## 【 0 0 8 2 】

( 数値実施例 5 )

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	237.559	2.00	1.88300	40.8	65.47
2	84.179	9.23	1.49700	81.5	62.14
3	-652.561	0.15			61.89
4	83.688	7.05	1.59522	67.7	60.95
5	933.296	(可変)			60.29
6*		1.60	1.85400	40.4	33.95
7*	21.193	5.45			26.10
8	-277.277	1.40	1.77250	49.6	25.90
9	144.541	1.64			24.84
10*	-81.185	1.20	1.76385	48.5	24.75
11	96.300	3.60	1.72047	34.7	24.01
12	-48.902	1.76			23.65
13	-23.407	1.20	1.59522	67.7	23.65

14	-137.459	0.15			24.70
15	151.600	2.96	1.85478	24.8	26.03
16	-88.806	(可変)			26.65
17		(可変)			(可変)
18(絞リ)		(可変)			28.10
19	53.332	2.44	1.69895	30.1	29.34
20	90.359	(可変)			29.48
21	41.807	4.62	1.59522	67.7	30.33
22	-499.193	0.15			30.24
23	43.853	4.35	1.49700	81.5	29.90
24	1027.648	0.15			29.34
25*	64.904	1.50	2.00100	29.1	28.69
26	22.379	6.84	1.56883	56.4	26.88
27	-125.683	(可変)			26.70
28	-107.500	1.10	1.88300	40.8	22.14
29	41.771	0.15			22.33
30	36.244	3.57	1.85478	24.8	22.67
31	-177.475	1.10	1.85400	40.4	22.76
32*	52.720	(可変)			22.74
33	57.220	6.58	1.59522	67.7	31.63
34	-59.664	0.15			31.81
35	77.238	1.40	2.00100	29.1	31.02
36	21.153	5.17	1.43875	94.9	29.28
37	33.053	0.63			30.24
38	31.811	8.18	1.64769	33.8	31.73
39	-82.357	1.88			31.93
40	-38.721	1.60	1.88300	40.8	31.93
41	-71.489				33.02

10

20

## 非球面データ

## 第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.94899e-005 A 6=-5.58353e-008 A 8= 1.46441e-010  
A10=-1.75111e-013

## 第7面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.06964e-005 A 6= 5.77937e-009 A 8=-1.27014e-010  
A10= 1.53276e-012

## 第10面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.46897e-006 A 6= 9.83790e-009 A 8= 6.81292e-012  
A10= 2.23747e-013

## 第25面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.64496e-006 A 6=-3.41074e-010 A 8=-6.55903e-013  
A10= 1.21737e-015

## 第32面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.77060e-006 A 6= 5.17029e-009 A 8=-2.00629e-011  
A10= 6.45952e-014

## 各種データ

ズーム比 12.14

広角 中間 望遠

焦点距離 24.30 99.99 294.99

Fナンバー 4.10 5.71 5.88

画角 41.68 12.21 4.19

30

40

50

像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	198.55	245.71	298.53
BF	39.59	92.36	93.20
d 5	2.40	33.70	94.78
d16	17.02	2.13	0.50
d17	17.99	8.46	1.00
d18	10.00	0.00	0.00
d20	3.04	0.55	0.55
d27	1.28	13.76	16.34
d32	16.27	3.78	1.21
ea17	13.35	23.06	27.40

10

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	155.88	18.44	7.17	-4.64
2	6	-20.75	20.96	0.85	-15.81
3	17		0.00	0.00	-0.00
4	18		0.00	0.00	-0.00
5	19	181.31	2.44	-2.01	-3.41
6	21	37.97	17.61	1.86	-9.61
7	28	-44.99	5.92	2.14	-1.06
8	33	81.73	25.60	0.12	-16.62

20

【 0 0 8 3 】

( 数値実施例 6 )

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	195.304	2.00	1.88300	40.8	64.68
2	75.342	8.70	1.49700	81.5	59.33
3	-1857.425	0.15			57.57
4	75.332	6.55	1.59522	67.7	56.00
5	621.476	(可変)			55.23
6*		1.60	1.85400	40.4	34.33
7*	18.547	6.67			25.45
8	-86.702	1.40	1.77250	49.6	25.26
9	563.073	0.80			24.40
10*	-237.385	1.20	1.76385	48.5	24.14
11	77.161	3.92	1.72047	34.7	23.35
12	-52.932	2.39			22.74
13	-19.676	1.20	1.59522	67.7	22.73
14	-47.946	0.15			22.89
15	645.197	2.33	1.85478	24.8	24.15
16	-83.375	(可変)			24.72
17		(可変)			(可変)
18(絞り)		(可変)			28.00
19	51.609	2.82	1.84666	23.8	27.91
20	155.048	0.15			27.94
21	36.994	3.21	1.59522	67.7	28.38
22	55.429	7.70			27.97
23	25.925	5.94	1.49700	81.5	28.01
24	322.349	0.16			27.15

30

40

50

25*	64.301	1.50	2.00100	29.1	26.54
26	19.210	6.30	1.51823	58.9	24.46
27	-414.695	0.15			24.31
28	124.955	1.10	1.88300	40.8	24.23
29	46.143	11.84			23.98
30	50.342	3.92	1.83481	42.7	28.57
31	-177.113	(可変)			28.53
32	-174.378	2.53	1.59522	67.7	27.98
33	-109.846	0.15			27.91
34	239.360	1.40	2.00100	29.1	27.62
35	19.243	6.22	1.43875	94.9	26.60
36	75.243	1.01			28.00
37	72.960	10.80	1.72151	29.2	29.54
38	-20.375	1.60	1.85400	40.4	30.57
39*	-71.171				33.70

10

## 非球面データ

## 第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.25764e-005 A 6=-4.47930e-008 A 8= 8.47185e-011  
A10=-8.64622e-014

## 第7面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.39712e-006 A 6= 6.31243e-008 A 8=-3.24035e-010  
A10= 2.51381e-012

20

## 第10面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.33765e-006 A 6= 2.07345e-008 A 8= 4.46521e-011  
A10= 5.26572e-013

## 第25面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.42231e-006 A 6= 8.75690e-010 A 8= 1.00065e-013  
A10= 1.40496e-014

## 第39面

K = 0.00000e+000 A 4=-5.02536e-006 A 6=-1.29460e-008 A 8= 2.87119e-011  
A10=-1.01104e-013

30

## 各種データ

ズーム比 8.23

	広角	中間	望遠
焦点距離	24.30	99.97	199.91
Fナンバー	4.10	5.71	5.88
画角	41.68	12.21	6.18
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	194.84	258.91	298.20
BF	39.58	91.95	92.00
d 5	2.25	36.62	77.96
d16	16.45	4.77	0.51
d17	14.00	2.34	1.00
d18	14.00	0.00	0.00
d31	1.00	15.89	19.20
ea17	13.99	24.94	25.52

40

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	150.30	17.39	6.26	-4.89
2	6	-19.58	21.66	0.65	-16.94

50

3	17		0.00	0.00	-0.00
4	18		0.00	0.00	-0.00
5	19	39.20	44.78	21.04	-31.03
6	32	-89.81	23.70	-6.76	-23.98
<b>【 0 0 8 4 】</b>					

【表 1 - 1】

		数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3
レンズ群タイプ		正負正負正	正負正負正	正負正負正
	fw	24.300	24.300	24.300
	ft	294.950	294.970	294.990
	f1	154.140	157.460	143.570
	f2	-20.260	-22.710	-19.460
バリエータ構成		負負負正負正	負負正正負正	負負負正負正
	N11	1.883	1.835	1.883
	N12	1.497	1.497	1.497
	N13	1.595	1.595	1.595
	N21	1.854	1.883	1.854
	N22	1.773	1.883	1.773
	N23	1.764	1.855	1.773
	N24	1.720	1.720	1.720
	N25	1.595	1.595	1.595
	N26	1.855	1.800	1.855
	$\nu$ 11	40.800	42.700	40.800
	$\nu$ 12	81.500	81.500	81.500
	$\nu$ 13	67.700	67.700	67.700
	$\nu$ 21	40.400	40.800	40.400
	$\nu$ 22	49.600	40.800	49.600
	$\nu$ 23	48.500	24.800	49.600
	$\nu$ 24	34.700	34.700	34.700
	$\nu$ 25	67.700	67.700	67.700
	$\nu$ 26	24.800	29.800	24.800
	$\theta_{gF11}$	0.567	0.565	0.567
	$\theta_{gF12}$	0.538	0.538	0.538
	$\theta_{gF13}$	0.544	0.544	0.544
	$\theta_{gF21}$	0.568	0.567	0.568
	$\theta_{gF22}$	0.552	0.567	0.552
	$\theta_{gF23}$	0.559	0.612	0.552
	$\theta_{gF24}$	0.583	0.583	0.583
	$\theta_{gF25}$	0.544	0.544	0.544
	$\theta_{gF26}$	0.612	0.602	0.612

【 0 0 8 5 】

10

20

30

40



【表 1 - 2】

	f11	-146.250	-138.180	-143.670
	f12	146.410	144.890	144.320
	f13	154.960	150.440	142.240
	f21	-25.770	-22.900	-25.170
	f22	-99.400	-29.280	-86.850
	f23	-45.470	68.620	-49.140
	f24	37.440	48.390	43.210
	f25	-45.600	-63.550	-50.700
	f26	64.260	108.120	70.840
	X11	-0.008	-0.007	-0.008
	X12	0.031	0.031	0.031
	X13	0.014	0.014	0.014
	X21	-0.008	-0.008	-0.008
	X22	-0.008	-0.008	-0.008
	X23	-0.003	0.010	-0.008
	X24	-0.002	-0.002	-0.002
	X25	0.014	0.014	0.014
	X26	0.010	0.008	0.010
(1)左边	$Nd-14.3/$ $v_d-1.264$	0.044	0.014	0.044
		0.014	0.044	0.014
		-	0.056	-
(1)右边	$Nd-16.667/$ $v_d-1.317$	-0.077	-0.134	-0.077
		-0.134	-0.077	-0.134
		-	-0.076	-
(2)	$\sum X_i/f_i /$ $\sum 1/f_i$	0.002	0.004	0.003
(3)	Xni	0.014	0.014	0.014
(4)	Nd	67.700	67.700	67.700
(5)	$\sum X_i/f_i /$ $\sum 1/f_i$	0.056	0.057	0.053
(6)	f1/fw	6.343	6.480	5.908
(7)	-f2/fw	0.834	0.935	0.801

10

20

30

40

【 0 0 8 6 】

【表 1 - 3】

		数値実施例4	数値実施例5	数値実施例6
レンズ群タイプ		正負正負正	正負正正負正	正負正負
	24.300	24.298	24.301	24.300
	294.990	294.992	199.914	294.990
	152.700	155.880	150.303	143.570
	-19.880	-20.754	-19.579	-19.460
バリエータ構成		負負正正負正	負負負正負正	負負負正負正
	1.883	1.883	1.883	1.883
	1.497	1.497	1.497	1.497
	1.595	1.595	1.595	1.595
	1.854	1.854	1.854	1.854
	1.854	1.773	1.773	1.773
	1.855	1.764	1.764	1.773
	1.720	1.720	1.720	1.720
	1.595	1.595	1.595	1.595
	1.800	1.855	1.855	1.855
	40.800	40.800	40.800	40.800
	81.500	81.500	81.500	81.500
	67.700	67.700	67.700	67.700
	40.400	40.400	40.400	40.400
	40.400	49.600	49.600	49.600
	24.800	48.500	48.500	49.600
	34.700	34.700	34.700	34.700
	67.700	67.700	67.700	67.700
	29.800	24.800	24.800	24.800
	0.567	0.567	0.567	0.567
	0.538	0.538	0.538	0.538
	0.544	0.544	0.544	0.544
	0.568	0.568	0.568	0.568
	0.568	0.552	0.552	0.552
	0.612	0.559	0.559	0.552
	0.583	0.583	0.583	0.583
	0.544	0.544	0.544	0.544
	0.602	0.612	0.612	0.612

10

20

30

40

【 0 0 8 7 】

【表 1 - 4】

	-142.750	-148.560	-140.010	-143.670
	147.380	150.650	145.900	144.320
	147.860	153.970	143.380	142.240
	-24.100	-24.820	-21.720	-25.170
	-23.610	-122.820	-97.170	-86.850
	41.870	-57.500	-76.110	-49.140
	52.310	45.490	44.130	43.210
	-47.490	-47.580	-56.970	-50.700
	92.380	65.890	86.510	70.840
	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
	0.031	0.031	0.031	0.031
	0.014	0.014	0.014	0.014
	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
	0.010	-0.003	-0.003	-0.008
	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
	0.014	0.014	0.014	0.014
	0.008	0.010	0.010	0.010
(1)左辺	0.014	0.205	0.205	0.044
	0.044	0.044	0.044	0.014
	0.056	0.014	0.014	-
(1)右辺	-0.134	0.103	0.103	-0.077
	-0.077	-0.077	-0.077	-0.134
	-0.076	-0.134	-0.134	-
(2)	0.005	0.008	0.005	0.003
(3)	0.014	0.014	0.014	0.014
(4)	67.700	67.700	67.700	67.700
(5)	0.056	0.055	0.055	0.053
(6)	6.284	6.415	6.185	5.908
(7)	0.818	0.854	0.806	0.801

10

20

30

40

## 【符号の説明】

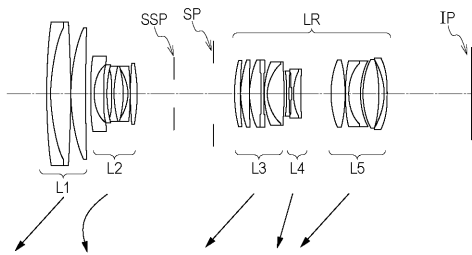
【 0 0 8 8 】

- L 1 第 1 レンズ群
- L 2 第 2 レンズ群
- L 3 第 3 レンズ群
- L 4 第 4 レンズ群
- L 5 第 5 レンズ群
- L 6 第 6 レンズ群

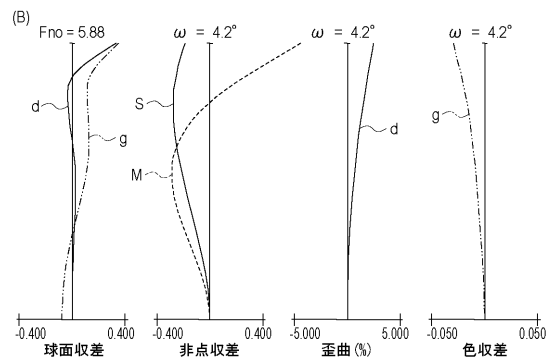
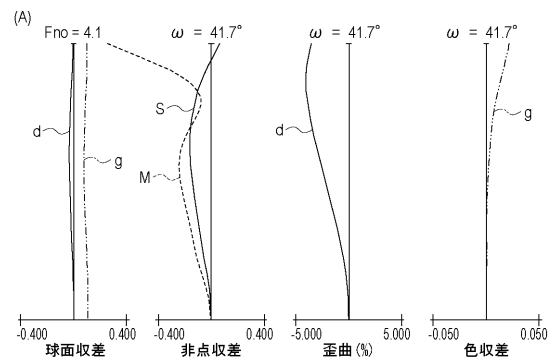
50

L R 後群  
S P 開口絞り  
I P 像面

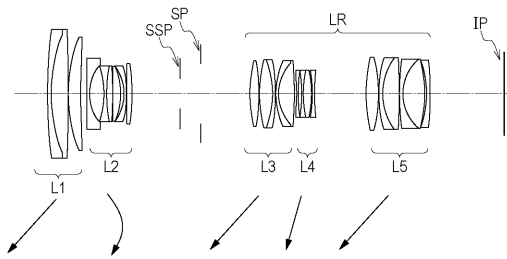
【 図 1 】



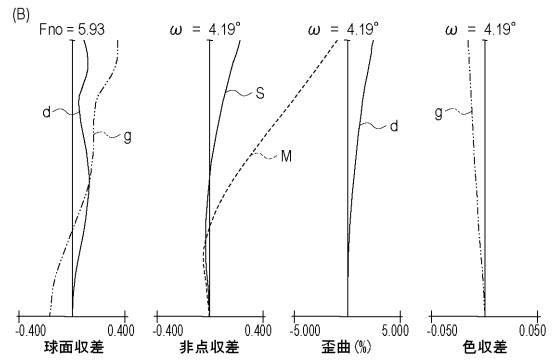
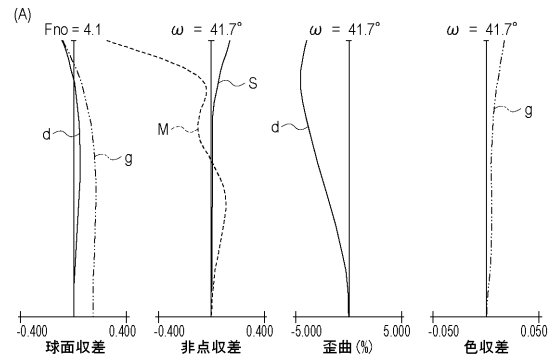
【 図 2 】



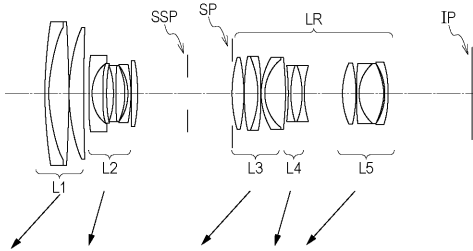
【 図 3 】



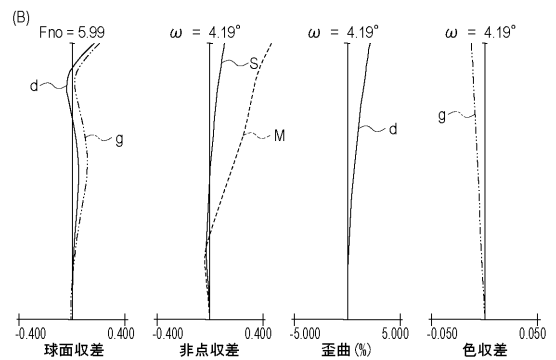
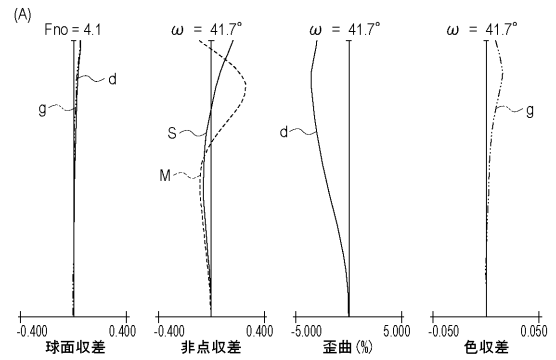
【 図 4 】



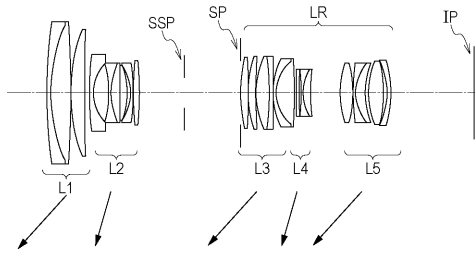
【 図 5 】



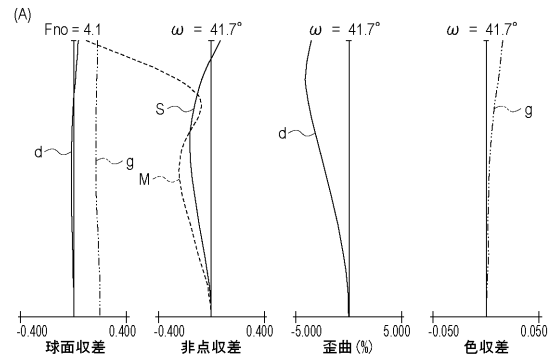
【 図 6 】



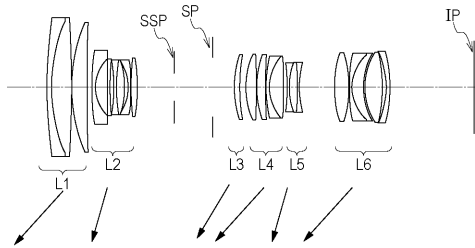
【 图 7 】



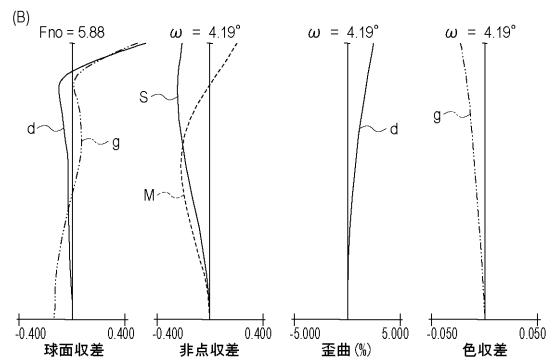
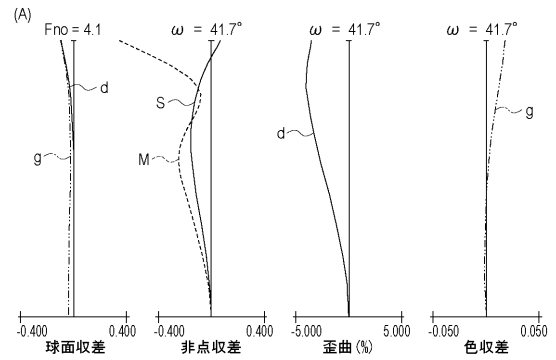
【 图 8 】



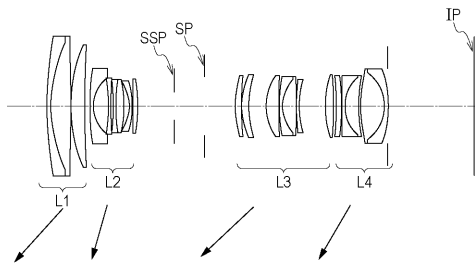
【 图 9 】



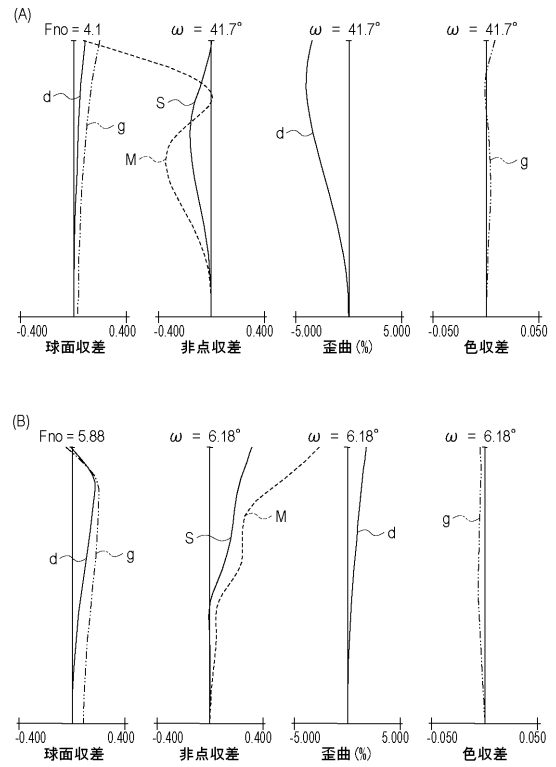
【 图 10 】



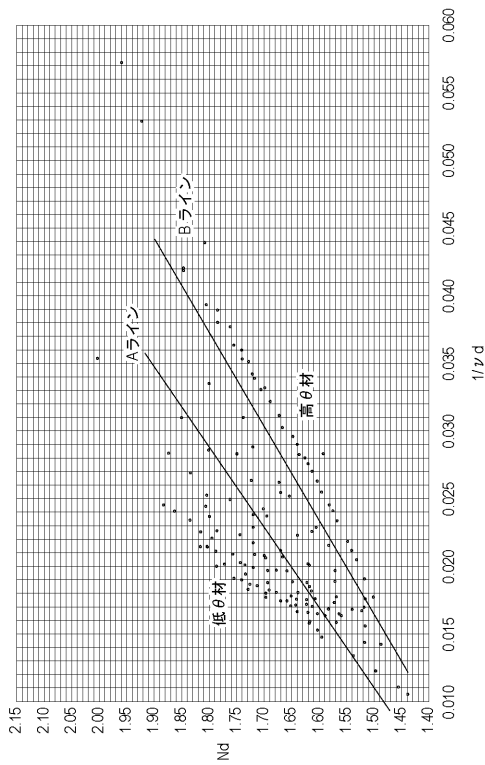
【図 1 1】



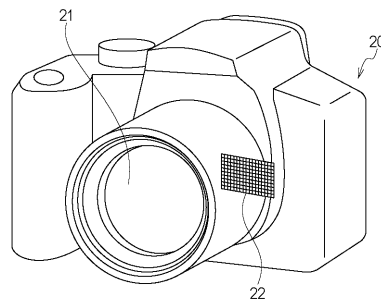
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 MA13 NA15 NA18 PA14 PA15 PA16 PB20 QA02  
QA07 QA17 QA21 QA25 QA37 QA41 QA45 QA46 RA05 RA12  
RA13 RA36 SA23 SA27 SA29 SA33 SA43 SA47 SA49 SA53  
SA55 SA57 SA62 SA63 SA64 SA65 SA66 SB04 SB17 SB21  
SB22 SB26 SB27 SB34 SB35 SB36 SB44 SB45 SB46 SB47