

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3619178号

(P3619178)

(45) 発行日 平成17年2月9日(2005.2.9)

(24) 登録日 平成16年11月19日(2004.11.19)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 15/16

F I

G O 2 B 15/16

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-300356 (P2001-300356)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成13年9月28日(2001.9.28)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2003-107347 (P2003-107347A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成15年4月9日(2003.4.9)	(74) 代理人	100086818
審査請求日	平成14年12月17日(2002.12.17)		弁理士 高梨 幸雄
		(72) 発明者	星 浩二
			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
		審査官	森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズおよびそれを有する光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より順に、ズームングのために不動で正の屈折力の第1レンズ群、広角端から望遠端へのズームングに際し光軸上を像側へ移動する負の屈折力の第2レンズ群、ズームングのために不動で正の屈折力の第3レンズ群、広角端から望遠端へのズームングに際し光軸上を物体側に凸状の軌跡の一部を有しつつ移動する正の屈折力の第4レンズ群から成るズームレンズであって、該第1レンズ群は、1枚の負レンズと1枚の正レンズより成り、該第4レンズ群は、最も像側のレンズ面が像側に凹面を向けており、最も物体側のレンズ面が物体側に凸面を向けている1枚の正レンズより成り、 f_2 を該第2レンズ群の焦点距離、 L_V を該第1レンズ群と該第3レンズ群の間隔、 f_3 、 f_4 を各々該第3、第4レンズ群の焦点距離とするとき、

$$0.51 < |f_2| / L_V < 0.91$$

$$0.21 < f_3 / f_4 < 1.51$$

の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】

前記第1レンズ群は、最も物体側のレンズ面が物体側に凸面を向けており、該第1レンズ群の最も像側のレンズ面が像側に凹面を向けていることを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項3】

$1G_n$ を該第1レンズ群の正レンズの材料の屈折率、 $3G_n$ を前記第3レンズ群の最も物

10

20

体側の正レンズの材料の屈折率とすると、

$$1.60 < 1Gn < 1.84$$

$$1.67 < 3Gn < 1.89$$

の条件式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3レンズ群は、両レンズ面が凹面の負レンズとその物体側に隣接して両レンズ面が凸面の正レンズとを有していることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項5】

3BDを前記第3レンズ群の光軸上の厚さ、4BDを該第4レンズ群の光軸上の厚さとするとき、

$$0.12 < 4BD / 3BD < 0.71$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項6】

固体撮像素子上に像を形成することを特徴とする請求項1～5のいずれかのズームレンズ。

【請求項7】

請求項1～6いずれかのズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子とを備えることを特徴とする撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は変倍レンズ系（ズームレンズ）およびそれを有する光学機器に関し、特にビデオカメラ、デジタルカメラ、フィルム用カメラ等の光学機器に用いられる変倍レンズ系およびそれを有する光学機器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、ビデオカメラあるいはデジタルスチルカメラ等の光学機器に用いられているレンズ系として、物体側より順に、変倍及び合焦の為に固定で正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力を有し光軸上を移動して変倍作用を有する第2レンズ群、変倍及び合焦の為に固定の正の屈折力を有する第3レンズ群、および変倍及び合焦の為に光軸上を移動する正の屈折力を有する第4レンズ群の構成のいわゆる正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る4群ズームレンズがある。

【0003】

特開2000-191940号公報や特開2000-191941号公報等では、このズームタイプの4群ズームレンズにおいて、第1レンズ群を凹レンズ（負レンズ）と凸レンズ（正レンズ）の接合レンズそして凸レンズで構成した小型のズームレンズが提案されている。

【0004】

この他、このズームタイプの4群ズームレンズが、例えば特開平4-43311号公報、特開平5-72472号公報、特開平6-130297号公報、特開平8-304700号公報等で提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

近年ますます高性能でありながら小型で安価な変倍レンズおよびこれを用いた光学機器が要求されている。

【0006】

一般にズームレンズにおいて、各レンズ群の屈折力を強めれば所定の変倍比を得る為の各レンズ群の移動量が少なくなり、レンズ全長の短縮化が可能となる。

【0007】

10

20

30

40

50

しかしながら単に各レンズ群の屈折力を強めると変倍に伴う収差変動が大きくなり、全変倍範囲にわたり良好なる光学性能を得るのが難しくなってくる。

【0008】

又、ズームレンズにおいて第1群以外のレンズ群でフォーカスを行うリヤフォーカス方式を採用するとレンズ系全体が小型化されるが、反面、フォーカスの際の収差変動が大きくなり、無限遠物体から近距離物体に至る物体距離全般にわたり高い光学性能を得るのが大変難しくなってくる。

【0009】

本発明は、レンズ系全体を小型化し、簡易な構成にもかかわらず高い光学性能を有したズームレンズ及びそれを有する光学機器の提供を目的とする。

10

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明のズームレンズは、物体側より順に、ズーミングのために不動で正の屈折力の第1レンズ群、広角端から望遠端へのズーミングに際し光軸上を像側へ移動する負の屈折力の第2レンズ群、ズーミングのために不動で正の屈折力の第3レンズ群、広角端から望遠端へのズーミングに際し光軸上を物体側に凸状の軌跡の一部を有しつつ移動する正の屈折力の第4レンズ群から成るズームレンズであって、該第1レンズ群は、1枚の負レンズと1枚の正レンズより成り、該第4レンズ群は、最も像側のレンズ面が像側に凹面を向けており、最も物体側のレンズ面が物体側に凸面を向けている1枚の正レンズより成り、 f_2 を該第2レンズ群の焦点距離、 L_V を該第1レンズ群と該第3レンズ群の間隔、 f_3 、 f_4 を各々該第3、第4レンズ群の焦点距離とするとき、

20

$$0.51 < |f_2| / L_V < 0.91$$

$$0.21 < f_3 / f_4 < 1.51$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0011】

請求項2の発明は請求項1の発明において、前記第1レンズ群は、最も物体側のレンズ面が物体側に凸面を向けており、該第1レンズ群の最も像側のレンズ面が像側に凹面を向けていることを特徴としている。

【0012】

請求項3の発明は請求項1又は2の発明において、 $1G_n$ を該第1レンズ群の正レンズの材料の屈折率、 $3G_n$ を前記第3レンズ群の最も物体側の正レンズの材料の屈折率とするとき、

30

$$1.60 < 1G_n < 1.84$$

$$1.67 < 3G_n < 1.89$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0013】

請求項4の発明は請求項1～3のいずれか1項の発明において、前記第3レンズ群は、両レンズ面が凹面の負レンズとその物体側に隣接して両レンズ面が凸面の正レンズとを有していることを特徴としている。

【0014】

40

請求項5の発明は請求項1～4のいずれか1項の発明において、 $3BD$ を前記第3レンズ群の光軸上の厚さ、 $4BD$ を該第4レンズ群の光軸上の厚さとするとき、

$$0.12 < 4BD / 3BD < 0.71$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0015】

請求項6の発明は請求項1～5のいずれか1項の発明において、固体撮像素子上に像を形成することを特徴としている。

【0016】

請求項7の発明の撮影装置は請求項1～6いずれかのズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子とを備えることを特徴としている。

50

【0023】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施形態1のズームレンズの要部断面図、図2～図4は実施形態1のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における収差図である。

【0024】

図5は、本発明の参考例1のズームレンズの要部断面図、図6～図8は実施形態2のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における収差図である。

【0025】

図9は、本発明の参考例2のズームレンズの要部断面図、図10～図12は実施形態3のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における収差図である。

10

【0026】

各レンズ断面中、L1は正の屈折力の第1群（第1レンズ群）、L2は負の屈折力の第2群（第2レンズ群）、L3は正の屈折力の第3群（第3レンズ群）、L4は正の屈折力の第4群（第4レンズ群）である。SPは開口絞りであり、第3群L3の前方に配置しており、変倍に際し固定である。Pは色分解プリズムやフェースプレートやフィルター等のガラスブロックである。IPは像面であり、CCD等の撮像素子やフィルム等の感光材料が配置されている。

【0027】

収差図において、d、gはd線及びg線、 ΔM 、 ΔS はメリジオナル像面、サジタル像面、倍率色収差はg線によって表している。

20

【0028】

各レンズ断面図の各実施形態では広角端から望遠端への変倍の為に矢印のように該第2群L2を像面側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を該第4群L4を物体側に凸状の軌跡の一部を有しつつ移動させて補正している。

【0029】

また、第4群L4を光軸上移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式を採用している。同図に示す第4群L4の実線の曲線4aと破線の曲線4bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。このように第4群L4を物体側へ凸状の軌跡とすることで第3群L3と第4群L4との空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

30

【0030】

各実施形態において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行なう場合は同図の直線4cに示すように第4群L4を前方へ繰り出すことにより行なっている。

【0031】

尚、第1群L1と第3群L3は変倍及びフォーカスの為には固定とし、鏡筒構造を単純にし、静圧に強い鏡筒構造としている。

【0032】

図1の実施形態1では、レンズ径が大型になりやすい第1レンズ群L1を1枚の正レンズ（G1）と1枚の負レンズ（G2）のみで構成し、レンズ全長とレンズ径の小型化を実現している。また物体側より順に、正レンズ（G1）と負レンズ（G2）の配置にしたことにより正レンズG1と負レンズG2の曲率を緩くし、製造を容易にしている。

40

【0033】

図5、図9の参考例1、2では、レンズ径が大型になりやすい第1レンズ群L1を物体側より順に、1枚の負レンズと1枚の正レンズのみで構成し、レンズ全長とレンズ径の小型化を実現している。

【0034】

実施形態1において、第1レンズ群は、最も物体側のレンズ面が物体側に凸面を向けており、該第1レンズ群の最も像側のレンズ面が像側に凹面を向けている。

50

【0035】

このように第1レンズ群の形状を特定することにより長焦点距離端でディストーションがプラス側に大きくなるのを抑えている。

【0036】

実施形態1において、第2レンズ群L2は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ、両レンズ面が凹面の負レンズと正レンズとの貼合わせレンズより成っている。これによって変倍に伴う収差変動を良好に補正している。

【0037】

図1の実施形態1では、第3レンズ群L3を両レンズ面が凹面の負レンズとその物体側に隣接して両レンズ面が凸面の正レンズを配置した構成にすることにより色収差の補正と球面収差の補正、そしてコマ収差の補正を良好に行っている。

10

【0038】

又、両レンズ面が凹面の負レンズの像面側に正レンズを配置し、諸収差の補正を更に良好に行っている。

【0039】

図9の参考例2では、第3レンズ群L3を両レンズ面が凸面の正レンズ、同じく両レンズ面が凸面の正レンズ、そして両レンズ面が凹面の負レンズより構成し、球面収差やコマ収差等の諸収差の補正を良好に行っている。

【0040】

図1の実施形態1において、第4レンズ群L4は、最も像側のレンズ面が像側に凹面を向けており、該第4レンズ群の最も物体側のレンズ面が物体側に凸面を向けてた1つの正レンズより成っている。

20

【0041】

図5、図9の参考例1、2において、第4レンズ群L4は1枚の正レンズより成っている。特に両レンズ面が凸面の1つの正レンズより成っている。これによってレンズ全長の短縮化を図っている。

【0042】

尚、実施形態1において、第4レンズ群L4を正レンズと負レンズより成る接合レンズより構成しても良い。

【0043】

30

実施形態1において、1Gnを第1レンズ群L1の正レンズの材料の屈折率、3Gnを第3レンズ群L3の最も物体側の正レンズの材料の屈折率、3BDを第3レンズ群の光軸上の厚さ、4BDを第4レンズ群の光軸上の厚さ、f2を第2レンズ群の焦点距離、LVを第1レンズ群と第3レンズ群の間隔、f3、f4を各々第3、第4レンズ群の焦点距離とすると、

$$1.60 < 1Gn < 1.84 \quad \cdots (1)$$

$$1.67 < 3Gn < 1.89 \quad \cdots (2)$$

$$0.12 < 4BD/3BD < 0.71 \quad \cdots (3)$$

$$0.42 < |f2|/LV < 0.91 \quad \cdots (4)$$

$$0.21 < f3/f4 < 1.51 \quad \cdots (5)$$

40

の条件式を満足している。

【0044】

条件式(1)は第1レンズ群L1の最も物体側の正レンズの材料の屈折率に関するものである。上限を超えて屈折率が高くなると低分散の材質でなくなり色収差の補正が困難となる。さらに望ましくは上限を1.81またさらには1.79にするとよい。下限を超えて屈折率が低くなると中間像高でサジタル像面がアンダーとなり高性能化が困難となる、さらに下限を1.67さらに1.71またさらには1.75にするとよりよい。

【0045】

条件式(2)は第3レンズ群の最も物体側のレンズ(正レンズ)の材料の屈折率に関するものである。上限を超えて屈折率が高くなると最長焦点距離端で中間像高から最大像高へ

50

像面がオーバー側に湾曲大となり高性能化が困難となる、下限を超えて屈折率が低くなると中間像高でサジタル像面がアンダーとなり高性能化が困難となる、さらに下限を1.74さらに1.78またさらには1.82にするとよりよい。

【0046】

条件式(3)は第3レンズ群L3と第4レンズ群L4のレンズ群の厚さの比に関するものであり、上限を超えると第3レンズ群L3が薄くなりすぎて第3レンズ群L3での球面収差の補正と像面湾曲収差の補正を両立させることが困難になり、第4レンズ群L4で残存収差を補正するために第4レンズ群L4を多数枚で構成することになり好ましくない。さらに望ましくは上限を0.57さらには0.45にするとよい、下限を超えると第3レンズ群L3が厚くなりすぎレンズ全長の小型化が困難となる、さらに望ましくは下限を0.14さらには0.16にするとよい。

10

【0047】

条件式(4)は第1レンズ群L1と第3レンズ群L3のレンズ間隔に対する第2レンズ群L2の焦点距離の比に関するものである。上限を超えると第2レンズ群L2の負の屈折力が弱くなるか、間隔LVが小さくなり十分な変倍比が得られなくなる、さらに望ましくは上限を0.83またさらには0.76にするとよい、下限を超えると第2レンズ群L2の負の屈折力が強くなるか間隔LVが大きくなり、第2レンズ群L2の負の屈折力が強くなった場合は製造誤差で第2レンズ群L2が傾いたときの片ボケによる性能劣化が大きくなり高画質化が困難になる、間隔LVが大きくなるとレンズ全長が大きくなる、さらに望ましくは下限を0.46またさらには0.51にするとよい。

20

【0048】

条件式(5)は第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の焦点距離比に関するものである。上限を超えて第4レンズ群L4の屈折力が大きくなすぎると、変倍時に移動する第4レンズ群L4の偏心による性能劣化が大きくなり高性能化が困難になるさらに望ましくは上限を1.87さらには1.51にするとよい、下限を超えて第4レンズ群L4の屈折力が弱くなりすぎると、変倍時あるいはフォーカス時の第4レンズ群L4の移動ストロークが大きくなりレンズ全長の小型化が困難となる、さらに望ましくは下限を0.27さらには0.35にするとよい。

【0049】

次に本発明の実施形態1及び参考例1、2に各々対応する数値実施例1～3を示す。数値実施例においてiは物体側からの面の順番を示し、Riは各面の曲率半径、Diは第i番目と第i+1番目の光学部材厚又は空気間隔、Niとviは第i番目の光学部材のd線に対する屈折率とアッペ数である。fは焦点距離、FNOはFナンバー、ωは半画角である。また、もっとも像側の2面はフェースプレート等のガラス材である。また前述の各条件式の一部と数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す。

30

【0050】**【外1】**

数值实施例 1

f= 6.45~ 12.34 FNo=1: 3.91 2ω=54.5° ~30.1°

r 1= 15.460 d 1= 3.32 n 1=1.77250 v 1=49.6
r 2= -89.443 d 2= 0.70 n 2=1.84666 v 2=23.9
r 3= 89.443 d 3= 可変
r 4= 73.028 d 4= 0.50 n 3=1.84666 v 3=23.9
r 5= 5.608 d 5= 1.68
r 6= -18.288 d 6= 0.50 n 4=1.60311 v 4=60.6
r 7= 5.705 d 7= 2.40 n 5=1.84666 v 5=23.9
r 8= -57.038 d 8= 可変
r 9= (絞り) d 9= 1.00
r10= 5.560 d10= 2.31 n 6=1.83481 v 6=42.7
r11= -13.475 d11= 0.21
r12= -6.581 d12= 1.20 n 7=1.84666 v 7=23.9
r13= 6.581 d13= 0.45
r14= -49.247 d14= 1.45 n 8=1.80400 v 8=46.6
r15= -5.920 d15= 可変
r16= 10.774 d16= 1.14 n 9=1.77250 v 9=49.6
r17= 35.333 d17= 可変
r18= ∞ d18= 2.21 n10=1.51680 v10=64.2
r19= ∞

可変間隔 \ 焦点距離	6.45	8.78	12.34
d 3	0.60	3.66	6.72
d 8	7.31	4.26	1.20
d15	1.72	1.67	2.09
d17	3.44	3.49	3.07

【0051】
【外2】

数值实施例 2

$$f = 6.23 \sim 11.84 \quad FNo = 1:3.91 \sim 3.99 \quad 2\omega = 56.1^\circ \sim 31.3^\circ$$

r 1=	16.316	d 1=	0.70	n 1=1.84666	v 1=23.9
r 2=	11.335	d 2=	2.77	n 2=1.80400	v 2=46.6
r 3=	74.097	d 3=	可変		
r 4=	23.053	d 4=	0.50	n 3=1.83400	v 3=37.2
r 5=	4.849	d 5=	2.16		
r 6=	-11.431	d 6=	0.50	n 4=1.48749	v 4=70.2
r 7=	6.428	d 7=	1.88	n 5=1.84666	v 5=23.9
r 8=	114.773	d 8=	可変		
r 9=	(絞り)	d 9=	0.70		
r10=	4.990	d10=	1.91	n 6=1.70154	v 6=41.2
r11=	-3.997	d11=	1.87	n 7=1.84666	v 7=23.9
r12=	5.633	d12=	0.20		
r13=	18.477	d13=	1.01	n 8=1.84666	v 8=23.9
r14=	-16.287	d14=	可変		
r15=	25.923	d15=	1.26	n 9=1.88300	v 9=40.8
r16=	-15.415	d16=	可変		
r17=	∞	d17=	2.21	n10=1.51680	v10=64.2
r18=	∞				

焦点距離 可変間隔	6.23	8.46	11.84
d 3	0.49	3.33	6.17
d 8	6.89	4.04	1.20
d14	2.00	1.58	1.26
d16	5.84	6.26	6.58

【0052】

【外3】

数値実施例 3

$$f = 6.27 \sim 11.95 \quad FNo = 1: 3.91 \sim 3.96 \quad 2\omega = 55.8^\circ \sim 31.1^\circ$$

r 1=	16.387	d 1=	0.70	n 1=	1.84666	v 1=	23.9
r 2=	11.546	d 2=	2.84	n 2=	1.80400	v 2=	46.6
r 3=	56.143	d 3=	可変				
r 4=	36.350	d 4=	0.50	n 3=	1.84666	v 3=	23.9
r 5=	4.652	d 5=	2.24				
r 6=	-10.299	d 6=	0.50	n 4=	1.51633	v 4=	64.1
r 7=	6.292	d 7=	2.37	n 5=	1.84666	v 5=	23.9
r 8=	-37.952	d 8=	可変				
r 9=	(絞り)	d 9=	0.70				
r10=	6.183	d10=	1.50	n 6=	1.88300	v 6=	40.8
r11=	-38.045	d11=	0.31				
r12=	7.826	d12=	1.49	n 7=	1.60562	v 7=	43.7
r13=	-4.029	d13=	1.27	n 8=	1.84666	v 8=	23.9
r14=	4.000	d 14=	可変				
r15=	24.927	d15=	1.66	n 9=	1.88300	v 9=	40.8
r16=	-10.044	d16=	可変				
r17=	∞	d17=	2.21	n10=	1.51680	v10=	64.2
r18=	∞						

10

20

焦点距離 可変間隔	6.27	8.48	11.95
d 3	0.67	3.91	7.16
d 8	7.62	4.37	1.13
d14	3.08	2.60	2.21
d16	3.18	3.67	4.05

30

【0053】

【表1】

表-1

	数値実施例 1	数値実施例 2	数値実施例 3
(1) 1 G n	1.7725	1.804	1.804
(2) 3 G n	1.835	1.702	1.883
(3) 4 B D / 3 B D	0.20	0.25	0.36
(4) f 2 L V	0.69	0.61	0.60
(5) f 3 / f 4	0.54	1.27	1.39

40

【0054】

尚、いずれの数値実施例においても、像面に固体撮像素子を配置したデジタルカメラに適

50

用するときは固体の撮像素子としてセルピッチ 3 ミクロン程度の C C D または C M O S 等の固体撮像素子に対応した光学性能としている。

【0055】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルスチルカメラの実施形態を図 13 を用いて説明する。

【0056】

図 13 において、10 はコンパクトカメラ本体、11 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、12 はカメラ本体に内蔵されたストロボ、13 は外部式ファインダー、14 はシャッターボタンである。

【0057】

このように本発明のズームレンズをデジタルスチルカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器を実現している。

【0058】

【発明の効果】

本発明によれば、レンズ系全体を小型化し、簡易な構成にもかかわらず高い光学性能を有したズームレンズ及びそれを有する光学機器を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の数値実施例 1 のレンズ断面図

【図 2】 本発明の数値実施例 1 の広角端における収差図

【図 3】 本発明の数値実施例 1 の中間のズーム位置における収差図

【図 4】 本発明の数値実施例 1 の望遠端における収差図

【図 5】 参考例 1 の数値実施例 2 のレンズ断面図

【図 6】 参考例 1 の数値実施例 2 の広角端における収差図

【図 7】 参考例 1 の数値実施例 2 の中間のズーム位置における収差図

【図 8】 参考例 1 の数値実施例 2 の望遠端における収差図

【図 9】 参考例 2 の数値実施例 3 のレンズ断面図

【図 10】 参考例 2 の数値実施例 3 の広角端における収差図

【図 11】 参考例 2 の数値実施例 3 の中間のズーム位置における収差図

【図 12】 参考例 2 の数値実施例 3 の望遠端における収差図

【図 13】 本発明の光学機器の要部概略図

【符号の説明】

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

S P 絞り

I P 像面

d d 線

g g 線

ΔS サジタル像面

ΔM メリディオナル像面

f 焦点距離

ω 画角

F N O F ナンバー

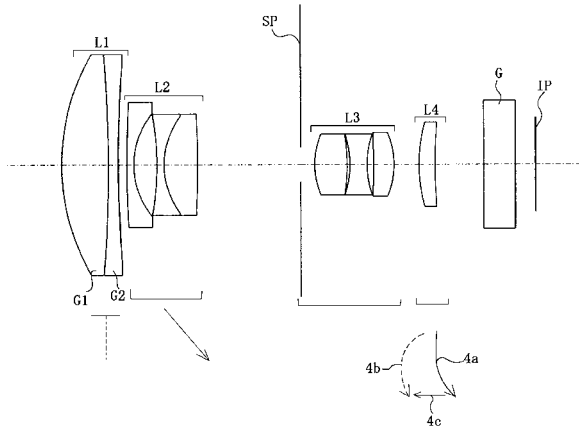
10

20

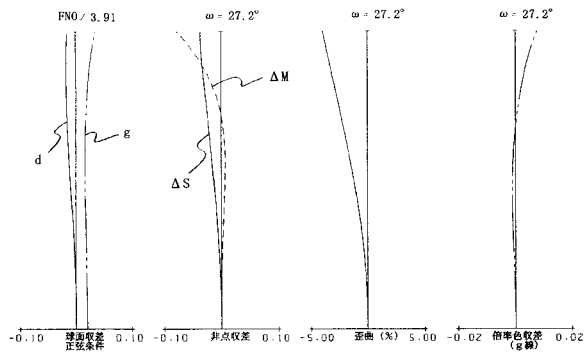
30

40

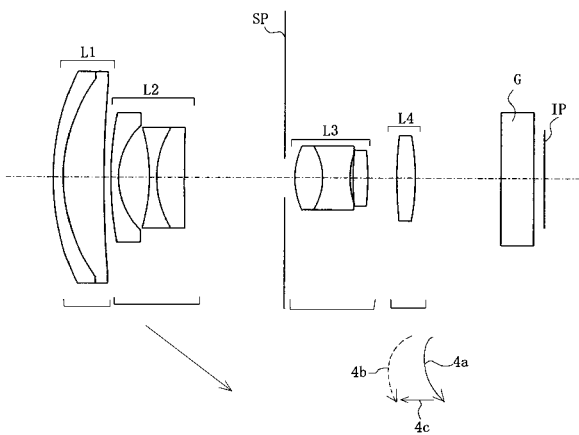
【図 1】



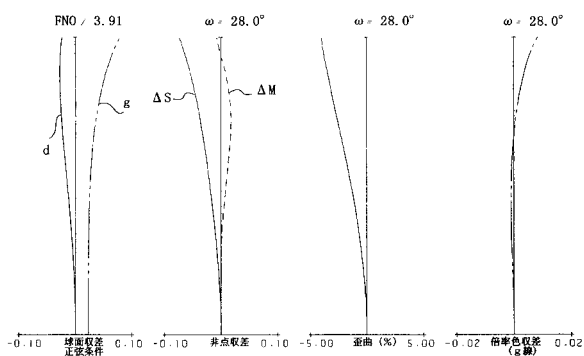
【図 2】



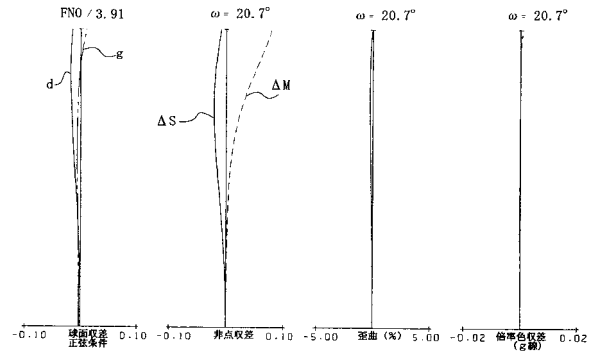
【図 5】



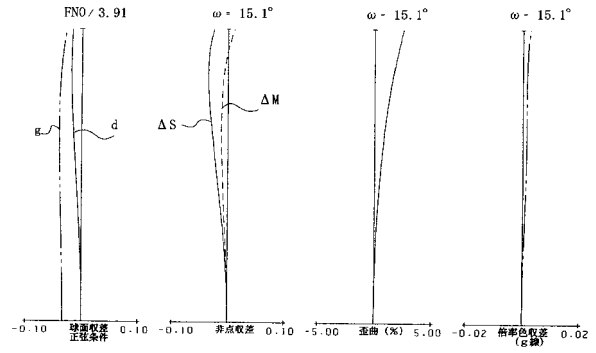
【図 6】



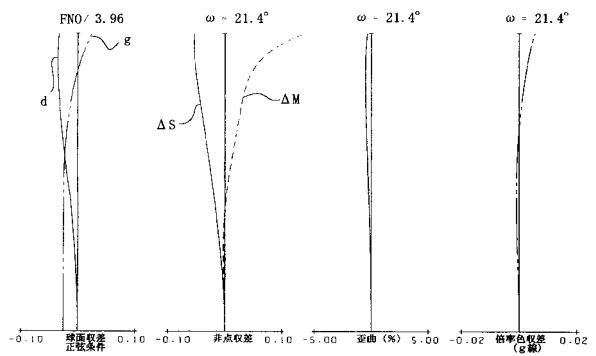
【図 3】



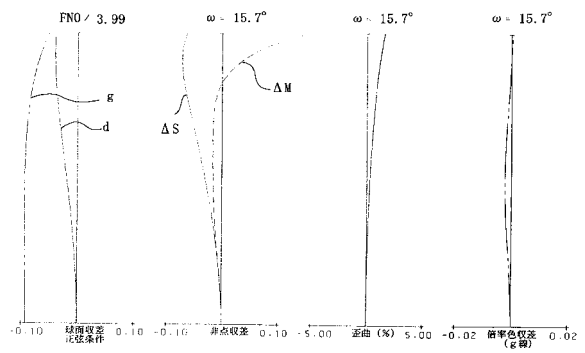
【図 4】



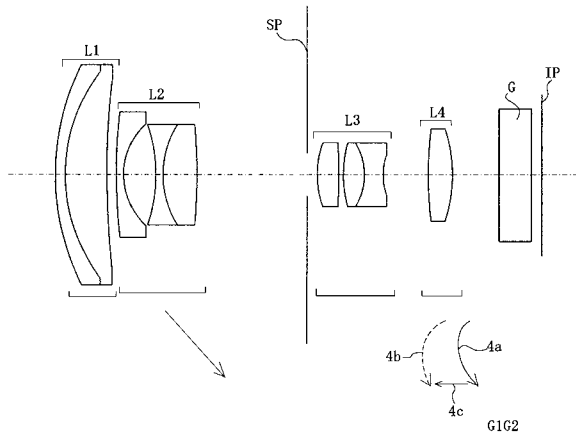
【図 7】



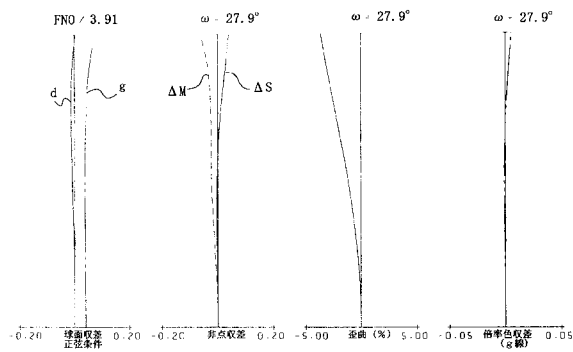
【図 8】



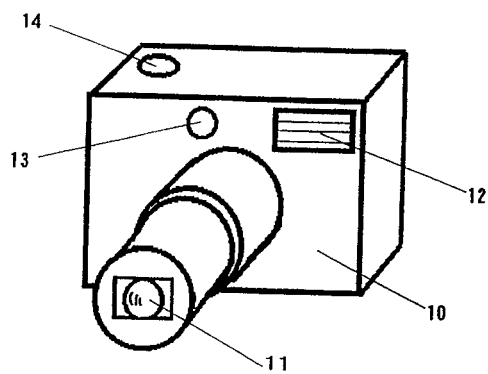
【図 9】



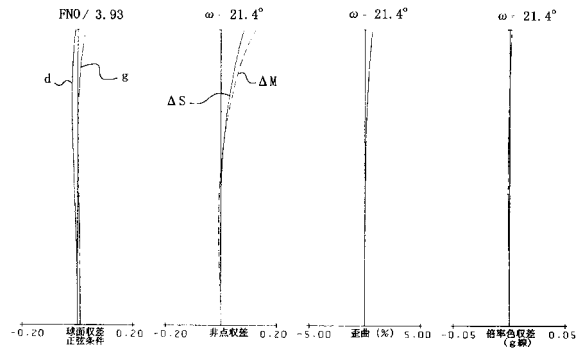
【図 10】



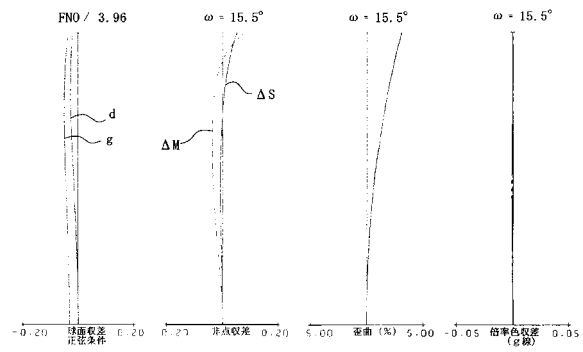
【図 13】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 5－ 9 3 8 6 2 (J P, A)
特開平 4－ 4 3 3 1 1 (J P, A)
特開昭 5 4－ 3 0 8 5 5 (J P, A)
特開平 1 1－ 2 4 2 1 5 9 (J P, A)
特開平 1 1－ 2 4 2 1 5 8 (J P, A)
特開平 5－ 3 4 5 9 7 (J P, A)
特開平 4－ 1 7 1 4 1 1 (J P, A)
特開平 5－ 1 9 1 6 5 (J P, A)
特開平 6－ 9 4 9 9 5 (J P, A)
特開平 1 1－ 5 2 2 3 8 (J P, A)
特開平 1 1－ 5 5 5 3 6 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04