

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4774710号
(P4774710)

(45) 発行日 平成23年9月14日(2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月8日(2011.7.8)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/20
G02B 13/18

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2004-288862 (P2004-288862)
 (22) 出願日 平成16年9月30日 (2004.9.30)
 (65) 公開番号 特開2006-106091 (P2006-106091A)
 (43) 公開日 平成18年4月20日 (2006.4.20)
 審査請求日 平成19年9月26日 (2007.9.26)

(73) 特許権者 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
 (74) 代理人 100077919
 弁理士 井上 義雄
 (72) 発明者 佐藤 進
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

審査官 山村 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、正屈折力を有する第1レンズ群と、負屈折力を有する第2レンズ群と、正屈折力を有する第3レンズ群と、正屈折力を有する第4レンズ群と、正屈折力を有する第5レンズ群とからなり、

広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群と前記第3レンズ群と前記第4レンズ群とを光軸に沿って移動させ、

前記変倍に際して、前記第2レンズ群は、物体側に凹形状の軌跡で移動し、

前記第4レンズ群が、物体側より空気を挟んで順に、正屈折力の前群と負屈折力の後群より構成され、前記第4レンズ群の焦点距離をF4、前記前群の焦点距離をF4F、前記後群の焦点距離をF4Rとしたとき、以下の条件を満足する事を特徴とするズームレンズ。

$$-0.45 < (F4F + F4R) / F4 < -0.20$$

【請求項 2】

全系の望遠端焦点距離をFt、全系の広角端焦点距離をFw、前記第1レンズ群の焦点距離をF1、前記第3レンズ群の焦点距離をF3としたとき、以下の条件を満足する事を特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$0.090 < Fw \times F1 / (Ft \times F3) < 0.170$$

【請求項 3】

以下の条件を満足する事を特徴とする請求項1または2に記載のズームレンズ。

10

20

$0.050 < F_w \times F_4 / (F_t \times F_3) < 0.100$

【請求項 4】

前記第5レンズ群の焦点距離を F_5 としたとき、以下の条件を満足する事を特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$0.050 < F_w \times F_4 / (F_t \times F_5) < 0.100$

【請求項 5】

以下の条件を満足する事を特徴とする、請求項1から4のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$0.40 < F_4 F / F_5 < 0.60$

【請求項 6】

前記第4レンズ群の少なくとも1つのレンズ面が非球面形状である事を特徴とする請求項1から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5レンズ群は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して光軸上に固定され、合焦に際して光軸上を可動である事を特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第5レンズ群の像側に平行平面板と、固体撮像素子を有することを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子スチルカメラなどに好適なズームレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電子スチルカメラなどに好適なズームレンズとして、第1レンズ群を固定したもののや、第1レンズ群を可動としたものが知られている（例えば、特許文献1、特許文献2参照）。

【特許文献1】特開平6-281862号公報

【特許文献2】特開2003-177318号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、第1レンズ群を固定したズームレンズは、合焦による第1レンズ群の有効径を小さく出来るが、良好な収差を維持した状態で変倍比を大きくする事が困難であり、変倍比も5.7倍程度である。また、第1レンズ群を固定したまま変倍比を7.6～9.7程度と大きくしようとしているが、変倍比を大きくする代償として収差補正が不十分となり、結像性能が劣化すると言う問題がある。

【0004】

また、特許文献1に開示例の第1レンズ群を可動としたズームレンズでは、光学性能は良好であるが、変倍比が1.9～3.7と小さく、望遠端状態における半画角も11.7°～17.3°と大きいと言う問題がある。

【0005】

また、特許文献2の第1レンズ群を可動とし変倍比を大きくした開示例では、変倍比は7.4～7.5程度で大きくなり、望遠端状態における半画角も4.6°～4.7°程度になっているが、いまだ性能的に不十分であると言う問題がある。

【0006】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、優れた光学性能を維持しつつ、望遠端状態における半画角が4度以下、変倍比が約10倍以上、第1レンズ群の有効径が小さいズームレンズを提供する事を目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明は、物体側から順に、正屈折力を有する第1レンズ群と、負屈折力を有する第2レンズ群と、正屈折力を有する第3レンズ群と、正屈折力を有する第4レンズ群と、正屈折力を有する第5レンズ群とからなり、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群と前記第3レンズ群と前記第4レンズ群とを光軸に沿って移動させ、前記変倍に際して、前記第2レンズ群は物体側に凹形状の軌跡で移動し、前記第4レンズ群が、物体側より空気を挟んで順に、正屈折力の前群と負屈折力の後群より構成され、前記第4レンズ群の焦点距離をF4、前記前群の焦点距離をF4F、前記後群焦点距離をF4Rとしたとき、以下の条件を満足する事を特徴とするズームレンズを提供する。

【0008】

$$-0.45 < (F4F + F4R) / F4 < -0.20$$

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、優れた光学性能を維持しつつ、望遠端状態における半画角が4度以下、望遠端状態におけるFナンバーが6以下、変倍比が約10倍以上、第1レンズ群有効径が小さく、第1レンズ群の移動量が望遠端光学系全長の1/6~1/4程度と短く収納時の鏡筒縮胴を効率的に行えるズームレンズを提供する事ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明にかかるズームレンズの実施の形態について説明する。

【0011】

本発明の実施の形態にかかるズームレンズは、物体側から順に、正屈折力を有する第1レンズ群と、負屈折力を有する第2レンズ群と、正屈折力を有する第3レンズ群と、正屈折力を有する第4レンズ群と、正屈折力を有する第5レンズ群と、平行平面板と、像面に配置された固体撮像素子とを備え、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第1レンズ群と第2レンズ群と第3レンズ群と第4レンズ群とを光軸に沿って移動させ、変倍に際して、第2レンズ群は物体側に凹形状の軌跡で移動し、第4レンズ群が、物体側より空気を挟んで順に、正屈折力の前群と負屈折力の後群より構成され、第4レンズ群の焦点距離をF4、前群の焦点距離をF4F、後群の焦点距離をF4Rとしたとき、以下の条件式(1)を満足するズームレンズである。

$$(1) \quad -0.45 < (F4F + F4R) / F4 < -0.20.$$

【0012】

条件式(1)は、中間焦点距離状態における諸収差を良好に維持しつつ、第1レンズ群の有効径を所望の径に維持するための規定である。条件式(1)の上限値を上回ると、中間焦点距離状態で内向性コマ収差が発生し好ましくない。条件式(1)の下限値を下回ると、第1レンズ群の有効径が大きくなり好ましくない。なお、条件式(1)の上限値を-0.25とすれば更に良好なる中間焦点距離状態での内向性コマ収差となり、条件式(1)の下限値を-0.40とすれば更に良好なる第1レンズ群の有効径が得られるので好ましい。

【0013】

また、本実施の形態のズームレンズは、全系の望遠端焦点距離をFt、全系の広角端焦点距離をFw、第1レンズ群の焦点距離をF1、第3レンズ群の焦点距離をF3として、以下の条件式(2)を満足する事が望ましい。

$$(2) \quad 0.090 < Fw \times F1 / (Ft \times F3) < 0.170.$$

【0014】

条件式(2)は、広角端状態から望遠端状態への変倍による第1レンズ群の移動量を小さく維持しつつ、結像性能を良好に維持する為の規定である。条件式(2)の上限値を上回ると、変倍による第1レンズ群の移動量が大きくなり好ましくない。条件式(2)の下

10

20

30

40

50

限値を下回ると、球面収差が負に大きくなり好ましくない。なお、条件式(2)の上限値を0.168とすれば更に良好なる第1レンズ群の移動量となり、条件式(2)の下限値を0.110とすれば更に良好なる球面収差が得られるので好ましい。

【0015】

また、本実施の形態のズームレンズは、以下の条件式(3)を満足する事が望ましい。

$$(3) \quad 0.050 < F_w \times F_4 / (F_t \times F_3) < 0.100.$$

【0016】

条件式(3)は、第1レンズ群の有効径を小さいままに維持しつつ、結像性能を良好に維持する為の規定である。条件式(3)の上限値を上回ると、第1レンズ群の有効径が大きくなりすぎ好ましくない。条件式(3)の下限値を下回ると、球面収差の曲がりが大きくなり好ましくない。なお、条件式(3)の上限値を0.098とすれば更に良好なる第1群有効径となり、条件式(3)の下限値を0.060とすれば、更に良好なる球面収差となるので好ましい。
10

【0017】

また、本実施の形態のズームレンズは、第5レンズ群の焦点距離をF5としたとき、以下の条件式(4)を満足する事が望ましい。

$$(4) \quad 0.05 < F_w \times F_4 / (F_t \times F_5) < 0.100.$$

【0018】

条件式(4)は、変倍による第1レンズ群の移動量を少ないままに維持しつつ、結像性能を良好に維持する為の規定である。条件式(4)の上限値を上回ると、変倍による第1レンズ群の移動量が大きくなり好ましくない。条件式(4)の下限値を下回ると、ペツバール和が負方向に大きくなりすぎる為、像面湾曲が正に大きくなり好ましくない。なお、条件式(4)の上限値を0.097とすれば更に良好なる第1レンズ群の移動量となり、条件式(4)の下限値を0.062とすれば更に良好なる球面収差となるので好ましい。
20

【0019】

また、本実施の形態のズームレンズは、第4レンズ群の前群の焦点距離をF4Fとしたとき、以下の条件式(5)を満足する事が望ましい。

$$(5) \quad 0.40 < F_{4F} / F_5 < 0.60.$$

【0020】

条件式(5)は、変倍による第1レンズ群の移動量を少ないままに維持しつつ、結像性能を良好に維持する為の規定である。条件式(5)の上限値を上回ると、変倍による第1レンズ群の移動量が大きくなり好ましくない。条件式(5)の下限値を下回ると、ペツバール和が負方向に大きくなりすぎる為、像面湾曲が正に大きくなり好ましくない。なお、条件式(5)の上限値を0.58とすれば更に良好なる第1レンズ群の移動量となり、条件式(5)の下限値を0.41とすれば、更に良好なる結像面の平坦性が得られるので好ましい。
30

【0021】

また、本実施の形態のズームレンズは、望遠端撮影領域での良好なる球面収差を得る為に、第4レンズ群の少なくとも1つのレンズ面が非球面形状である事が望ましい。更に、第4レンズ群の前群は、少なくとも1面を非球面形状とする1枚の正レンズで構成する事が、第4レンズ群のガラス枚数を少なくする為に望ましい。
40

【0022】

また、本実施の形態のズームレンズでは、ズームレンズの光学系を保持する金物機構、あるいは電気制御系を単純化する為に、第5レンズ群は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して光軸上に固定され、合焦に際して光軸上を移動する構成が望ましい。更に、合焦駆動用アクチュエーターの負荷軽減の為に、第5レンズ群を1枚の正レンズで構成すると、合焦レンズ群の軽量化が達成できるので好ましい。

【0023】

(実施例)

以下、本発明の実施の形態に係るズームレンズの各実施例を、添付図面に基づいて説明する。

【0024】

各実施例において、本発明にかかるズームレンズは、物体側から順に、正屈折力を有する第1レンズ群G1と、負屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りSと、正屈折力を有する第3レンズ群G3と、正屈折力を有する第4レンズ群G4と、正屈折力を有する第5レンズ群G5と、光学的ローパス・フィルターL PFと、像面Iに配置された固体撮像素子DのカバーガラスCGとを備え、第4レンズ群G4が、物体側より順に、正屈折力を有する前群G4Fと、負屈折力を有する後群G4Rより構成され、広角端状態Wから望遠端状態Tへの変倍に際し、第1レンズ群G1は物体側へ移動し、第2レンズ群G2は物体側に向かって凹形状の軌跡を有して移動し、第3レンズ群G3は物体側に向かって移動し、第4レンズ群G4は物体側に向かって移動する。10

【0025】

また、広角端状態Wから望遠端状態Tへの変倍の際に固定である、第5レンズ群G5は、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に物体側へ移動する。

【0026】

また、各実施例の像面Iに配置された固体撮像素子Dの像高は、第1実施例から第4実施例が3.52mm、第5実施例が3.75mmである。

【0027】

(第1実施例)20

図1は本発明の第1実施例にかかるズームレンズの構成を示す図であり、広角端状態Wかつ無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示している。

【0028】

図1において、本第1実施例のズームレンズは、物体から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス負レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズとの接合正レンズL11と物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズL12とから成る第1レンズ群G1と、物体側に凸面を向けたメニスカス負レンズL21と両凹形状の負レンズと両凸形状の正レンズとの接合負レンズL22とから成る第2レンズ群G2と、開口絞りSと、両凸形状の正レンズL31と物体側に凹面を向けたメニスカス負レンズL32とから成る第3レンズ群G3と、像側面が非球面である両凸形状の正レンズL41から成る前群G4Fと両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合負レンズL42から成る後群G4Rとからなる第4レンズ群G4と、物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズL51から成る第5レンズ群G5と、光学的ローパス・フィルターL PFと、像面Iに配置された固体撮像素子DのカバーガラスCGより構成されている。30

【0029】

表1に、本第1実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。表1において、「全体諸元」中、Fはズームレンズ全系の焦点距離、FNOはFナンバーをそれぞれ表している。「レンズデータ」中、左端の数字は物体側からの各レンズ面の順序、rはレンズ面の曲率半径、dはレンズ面間隔、及びndはそれぞれd線(=587.6nm)に対するアッペ数及び屈折率を、1は第1レンズ群G1の接合正レンズL11の有効径を、Bfはバックフォーカスをそれぞれ表している。なお、空気の屈折率1.000000は省略し、また、曲率半径r=0.0000は平面を表している。40

【0030】

また、[非球面データ]には、次式で非球面を表現した場合の非球面係数を示している。

$$X(y) = y^2 / [r \times \{1 + (1 - k \times y^2 / r^2)^{1/2}\}] + C_2 \times y^2 + C_4 \times y^4 + \dots + C_8 \times y^8$$

なお、R=1/((1/r)+2×C2)である。

【0031】

ここで、X(y)は非球面の頂点における接平面から高さyにおける非球面上の位置ま50

での光軸方向に沿った距離、 r は基準球面の曲率半径（ R は近軸曲率半径）、 k は円錐定数、 C_i は第*i*次の非球面係数をそれぞれ示している。なお、各非球面係数の指数、例えば、「E - 0 1」は「1 0 - 1」を示す。

【0032】

また、「可変間隔データ」中、 F は焦点距離、 \times は撮影倍率、 D_0 は物体から第1レンズ群 G_1 の最も物体側のレンズ面までの距離（撮影距離）、 B_f はバックフォーカス、 TL は、第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離をそれぞれ表している。「条件式対応値」は、各条件式の値をそれぞれ示している。

【0033】

なお、以下の全ての諸元の値において、掲載されている焦点距離 f 、曲率半径 r 、面間隔 d その他の長さ等は、特記の無い場合一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また、単位は「mm」に限定されること無く他の適当な単位を用いることもできる。さらに、これらの記号の説明は、以降の他の実施例においても同様とし説明を省略する。

【0034】

（表1）

「全体諸元」

$F = 6.36 \sim 60.00$

$FNO = 2.6 \sim 5.4$

10

20

「レンズデータ」

	r	d	nd	
1)	49.9711	1.2000	23.78	1.846660 1 = 22.0
2)	29.4301	3.3000	55.53	1.696797
3)	5378.9855	0.1000		
4)	33.8916	2.3000	82.56	1.497820
5)	117.7111 (d5=可変)			
6)	411.5528	1.0000	40.76	1.882997
7)	9.1748	2.8000		
8)	-14.4058	1.0000	61.14	1.589130
9)	10.8161	2.3000	22.76	1.808095
10)	-352.1299 (d10=可変)			
11>	開口絞り S	0.5000		
12)	14.2018	2.3000	60.67	1.563839
13)	-19.3736	1.4000		
14)	-12.1858	1.0000	23.78	1.846660
15)	-32.4283 (d15=可変)			
16)	103.3476	2.2000	40.87	1.804320
17)	-16.9719	0.1000		
18)	8.5267	3.6000	82.56	1.497820
19)	-17.5207	1.1000	40.76	1.882997
20)	9.6921 (d20=可変)			
21)	14.2621	1.9000	48.84	1.531717
22)	75.3615 (d22=可変)			
23)	0.0000	1.6000	70.51	1.544370

30

40

50

24) 0.0000 0.5000
 25) 0.0000 0.5000 64.10 1.516800
 26) 0.0000 Bf

「非球面データ」

面 :	k	C 2	C 4	C 6	C 8
17 :	-0.1290	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.77080E-07	1.51460E-09

「可変間隔データ」

F、又は	無限遠距離状態			至近距離状態		10
	6.36000	28.00000	60.00000	-0.02598	-0.09576	
D0				225.8955	216.8664	908.3982
d 5	1.58729	15.69746	22.06330	1.58729	15.69746	22.06330
d 10	22.98517	7.63292	2.74873	22.98517	7.63292	2.74873
d 15	9.89944	5.01384	3.95498	9.89944	5.01384	3.95498
d 20	2.90783	18.06457	26.11013	2.57693	13.52669	20.75771
d 22	5.00000	5.00000	5.00000	5.33090	9.53788	10.35242
B f	1.02477	1.02477	1.02477	1.02477	1.02477	1.02477
TL	74.10449	83.13355	91.60191	74.10449	83.13355	91.60191

20

「条件式対応値」

(1) (F 4 F + F 4 R) / F 4 = - 0 . 3 2 6
 (2) F w × F 1 / (F t × F 3) = 0 . 1 4 5
 (3) F w × F 4 / (F t × F 3) = 0 . 0 8 8
 (4) F w × F 4 / (F t × F 5) = 0 . 0 8 9
 (5) F 4 F / F 5 = 0 . 5 5 8

【0035】

図2は、第1実施例に係るズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。図3は、第1実施例に係るズームレンズの至近距離合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。

30

【0036】

各収差図において、F N OはFナンバーを、Yは像高を、N Aは開口数を、dはd線(= 5 8 7 . 6 nm)を、gはg線(= 4 3 5 . 6 nm)を、Cはc線(= 6 5 6 . 3 nm)を、Fはf線(= 4 8 6 . 1 nm)をそれぞれ示している。なお、非点収差図において実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。なお、これらの記号の説明は、以降の他の実施例においても同様とし説明を省略する。

【0037】

各収差図から、本第1実施例にかかるズームレンズは、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

40

【0038】

なお、本第1実施例において、第1レンズ群G 1の最物体側レンズである接合正レンズL 1 1の有効径1は22.0 mm以下として構成可能であり、非常にコンパクトな設計となっている。また、広角端状態Wから望遠端状態Tへの変倍による第1レンズ群G 1の移動量は、望遠端状態Tの光学全長に対して約1/5と非常に少なく収納時の鏡筒縮胴を効率的に行える。また、望遠端状態Tの半画角は、約3.3度である。

【0039】

(第2実施例)

図4は本発明の第2実施例にかかるズームレンズの構成を示す図であり、広角端状態W

50

かつ無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示している。

【0040】

図4において、本第2実施例のズームレンズは、物体から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス負レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズとの接合正レンズL11と物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズL12とから成る第1レンズ群G1と、物体側に凸面を向けたメニスカス負レンズL21と両凹形状の正レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズとの接合負レンズL22とから成る第2レンズ群G2と、開口絞りSと、両凸形状の正レンズL31と物体側に凹面を向けたメニスカス負レンズL32とから成る第3レンズ群G3と、像側面が非球面である両凸形状の正レンズL41から成る前群G4Fと両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合負レンズL42から成る後群G4Rとから成る第4レンズ群G4と、物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズL51から成る第5レンズ群G5と、光学的ローパス・フィルターLPFと、像面Iに配置された固体撮像素子DのカバーガラスCGより構成されている。

【0041】

表2に、本第2実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。

【0042】

(表2)

「全体諸元」

F = 6.36 ~ 60.00
FNO = 2.7 ~ 5.9

10

20

「レンズデータ」

	r	d	nd	
1)	55.0652	1.2000	33.89	1.803840 1 = 22.2
2)	23.7762	3.6000	55.53	1.696797
3)	215.8744	0.1000		
4)	36.5812	2.3000	82.56	1.497820
5)	2497.9174	(d5=可変)		

6)	60.2908	1.2000	40.76	1.882997
7)	8.5204	3.3000		
8)	-12.7297	1.1000	64.10	1.516800
9)	10.7779	2.4000	22.76	1.808095
10)	135.4699	(d10=可変)		

30

11>	開口絞りS	0.5000		
12)	14.1390	2.3000	82.52	1.497820
13)	-19.3654	2.6000		
14)	-10.6233	1.1000	23.78	1.846660
15)	-19.0400	(d15=可変)		

40

16)	68.4505	2.2000	40.87	1.804320
17)	-18.2949	0.1000		
18)	9.1400	3.6000	82.56	1.497820
19)	-19.6293	1.1000	40.76	1.882997
20)	9.7796	(d20=可変)		

21)	12.6808	1.9000	8.84	1.531717
22)	48.0770	(d22=可変)		

50

23) 0.0000 1.6000 70.51 1.544370
 24) 0.0000 0.5000
 25) 0.0000 0.5000 64.10 1.516800
 26) 0.0000 Bf

「非球面データ」

面 :	k	C 2	C 4	C 6	C 8	
8 :	1.4722	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.17080E-06	5.18160E-09	
17 :	-0.2417	0.00000E+00	0.00000E+00	-8.07840E-08	1.57540E-10	10

「可変間隔データ」

F、又は	無限遠距離状態			至近距離状態			20
	6.36000	28.00000	60.00000	-0.02607	-0.09698	-0.05408	
D0				224.7476	212.5298	898.7201	
d 5	1.53220	16.37499	22.66404	1.53220	16.37499	22.66404	
d 10	22.72841	7.26469	2.92108	22.72841	7.26469	2.92108	
d 15	9.23659	4.47495	3.24643	9.23659	4.47495	3.24643	
d 20	2.52172	20.12208	33.21485	2.20140	15.66133	28.02150	
d 22	5.20000	5.20000	5.20000	5.52032	9.66074	10.39335	
B f	0.83352	0.83352	0.83352	0.83352	0.83352	0.83352	
TL	75.25244	87.47022	101.27992	75.25244	87.47022	101.27992	

「条件式対応値」

(1) (F 4 F + F 4 R) / F 4 = - 0 . 2 5 5
 (2) F w × F 1 / (F t × F 3) = 0 . 1 6 8
 (3) F w × F 4 / (F t × F 3) = 0 . 0 9 8
 (4) F w × F 4 / (F t × F 5) = 0 . 0 9 7
 (5) F 4 F / F 5 = 0 . 5 7 1

【0043】

30

図5は、第2実施例に係るズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。図6は、第2実施例に係るズームレンズの至近距離合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。

【0044】

各収差図から、本第2実施例にかかるズームレンズは、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

【0045】

なお、本第2実施例において、第1レンズ群G1中の最物体側レンズである接合正レンズL11の有効径1は22.2mm以下として構成可能であり、非常にコンパクトな設計となっている。また、広角端状態Wから望遠端状態Tへの変倍による第1レンズ群G1の移動量は、望遠端の光学全長に対して約1/4と非常に少なく収納時の鏡筒縮胴を効率的に行える。また、望遠端の半画角は、約3.3度である。

40

【0046】

(第3実施例)

図7は本発明の第3実施例にかかるズームレンズの構成を示す図であり、広角端状態Wかつ無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示している。

【0047】

図7において、本第3実施例のズームレンズは、物体から順に、物体側に凸面を向けた

50

メニスカス負レンズと両凸形状の正レンズとの接合正レンズL11と物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズL12とから成る第1レンズ群G1と、両凹形状の負レンズL21と両凹形状の負レンズと両凸形状の正レンズとの接合負レンズL22とから成る第2レンズ群G2と、開口絞りSと、両凸形状の正レンズL31と物体側に凹面を向けたメニスカス負レンズL32とから成る第3レンズ群G3と、像側面が非球面である両凸形状の正レンズL41から成る前群G4Fと両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合負レンズL42から成る後群G4Rとから成る第4レンズ群G4と、両凸形状の正レンズL51から成る第5レンズ群G5と、光学的ローパス・フィルターLPFと、像面Iに配置された固体撮像素子DのカバーガラスCGより構成されている。

【0048】

10

表3に、本第3実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。

【0049】

(表3)

「全体諸元」

F = 6.36 ~ 60.00

FNO = 2.8 ~ 5.2

	r	d	nd	
1)	47.2981	1.2000	23.78	1.846660 1 = 22.0
2)	27.8770	3.4000	55.53	1.696797
3)	-609.3584	0.1000		
4)	28.6190	2.3000	82.56	1.497820
5)	54.3710	(d5=可変)		
6)	-131.5016	1.2000	40.76	1.882997
7)	8.5445	2.8000		
8)	-15.3114	1.1000	64.10	1.516800
9)	11.6111	2.3000	22.76	1.808095
10)	-294.9826	(d10=可変)		
11>	開口絞りS	0.5000		
12)	13.7503	2.3000	64.10	1.516800
13)	-21.4402	1.9000		
14)	-11.5906	1.1000	23.78	1.846660
15)	-27.8389	(d15=可変)		
16)	103.9090	2.2000	40.87	1.804320
17)	-15.3357	0.1000		
18)	7.3456	3.6000	82.56	1.497820
19)	-16.7571	1.1000	40.76	1.882997
20)	8.0735	(d20变)		
21)	34.7963	1.9000	48.84	1.531717
22)	-56.1513	(d22变)		
23)	0.0000	1.6000	70.51	1.544370
24)	0.0000	0.5000		
25)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
26)	0.0000	Bf		

「非球面データ」

50

面 :	k	C 2	C 4	C 6	C 8
8 :	-1.4873	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.71380E-07	2.03480E-08
17 :	0.0748	0.00000E+00	0.00000E+00	1.39380E-08	-1.03260E-08

「可変間隔データ」

F、又は	無限遠距離状態			至近距離状態		
	D0	d 5	d 10	d 15	d 20	d 22
6.36000	28.00000	60.00000	-0.02604	-0.09711	-0.05539	
			225.7030	217.8060	910.1655	
B f	1.53220	15.54518	22.13202	1.53220	15.54518	22.13202
TL	23.54899	7.89879	2.92110	23.54899	7.89879	2.92110
	8.21038	4.01207	3.22481	8.21038	4.01207	3.22481
	2.38936	16.12178	22.94060	1.99671	10.83033	16.69159
	5.20000	5.20000	5.20000	5.59265	10.49145	11.44900
	1.71609	1.71609	1.71609	1.71609	1.71609	1.71609
	74.29702	82.19392	89.83460	74.29702	82.19392	89.83460

「条件式対応値」

(1) (F 4 F + F 4 R) / F 4	= - 0 . 3 6 0
(2) F w × F 1 / (F t × F 3)	= 0 . 1 2 0
(3) F w × F 4 / (F t × F 3)	= 0 . 0 6 1
(4) F w × F 4 / (F t × F 5)	= 0 . 0 6 0
(5) F 4 F / F 5	= 0 . 4 1 2

【0050】

図8は、第3実施例に係るズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。図9は、第3実施例に係るズームレンズの至近距離合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。

【0051】

各収差図から、本第3実施例にかかるズームレンズは、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

【0052】

なお、本第3実施例において、第1レンズ群G1中の最物体側レンズである接合正レンズL11の有効径1は22.0mm以下として構成可能であり、非常にコンパクトな設計となっている。また、広角端状態Wから望遠端状態Tへの変倍による第1レンズ群G1の移動量は、望遠端の光学全長に対して約1/6と非常に少なく収納時の鏡筒縮胴を効率的に行える。また、望遠端の半画角は、約3.3度である。

【0053】

(第4実施例)

図10は本発明の第4実施例にかかるズームレンズの構成を示す図であり、広角端状態Wかつ無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示している。

【0054】

図10において、本第4実施例のズームレンズは、物体から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス負レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズとの接合正レンズL11と物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズL12とから成る第1レンズ群G1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と両凹形状の負レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズとの接合負レンズL22とから成る第2レンズ群G2と、開口絞りSと、両凸形状の正レンズL31と物体側に凹面を向けたメニスカス負レンズL32とから成る第3レンズ群G3と、像側面が非球面である両凸形状の正レンズL41から成る前群G4Fと両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合負レンズL42から成る

後群 G 4 R とから成る第 4 レンズ群 G 4 と、物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズ L 5 1 から成る第 5 レンズ群 G 5 と、光学的ローパス・フィルター L P F と、像面 I に配置された固体撮像素子 D のカバーガラス C G より構成されている。

【 0 0 5 5 】

表 4 に、本第 4 実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。

【 0 0 5 6 】

(表 4)

「 全体諸元 」

$F = 5.57 \sim 52.50$

$FNO = 2.7 \sim 6.0$

10

「 レンズデータ 」

	r	d	nd	
1)	50.9297	1.0000	33.89	1.803840 1 = 22.8
2)	21.7394	3.5000	55.53	1.696797
3)	159.7280	0.1000		
4)	28.2085	2.0000	82.56	1.497820
5)	515.6394	(d5=可変)		
6)	43.8393	1.1000	40.76	1.882997 20
7)	7.2537	2.9000		
8)	-11.6415	1.0000	64.10	1.516800
9)	9.2610	2.1000	22.76	1.808095
10)	85.9378	(d10=可変)		
11>	開口絞り S	0.5000		
12)	12.3859	2.0000	82.52	1.497820
13)	-16.9370	2.3000		
14)	-9.2792	1.0000	23.78	1.846660
15)	-16.6220	(d15=可変)		30
16)	64.7278	1.9000	40.87	1.804320
17)	-15.9612	0.1000		
18)	8.1828	3.2000	82.56	1.497820
19)	-17.6201	1.0000	40.76	1.882997
20)	8.7793	(d20=可変)		
21)	11.1172	1.7000	48.84	1.531717
22)	42.3486	(d22=可変)		
23)	0.0000	1.5000	70.51	1.544370 40
24)	0.0000	0.5000		
25)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
26)	0.0000	Bf		

「 非球面係数 」

面 :	k	C 2	C 4	C 6	C 8
8 :	1.2175	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.76600E-06	-2.93520E-09
17 :	-0.3265	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.33490E-07	-3.04060E-10

50

「可変間隔データ」

	無限遠距離状態				至近距離状態		
F、又は	6.36000	28.00000	60.00000	-0.02220	-0.09425	-0.04780	
D0				233.7482	221.4079	910.9030	
d 5	1.22740	14.89085	19.39413	1.22740	14.89085	19.39413	
d 10	19.85241	5.59456	2.60096	19.85241	5.59456	2.60096	
d 15	7.98445	3.21186	2.30792	7.98445	3.21186	2.30792	
d 20	2.20650	19.91373	29.81295	1.96739	15.64321	25.72212	
d 22	4.55000	4.55000	4.55000	4.78911	8.82052	8.64083	
B f	0.53109	0.53109	0.53109	0.53109	0.53109	0.53109	10
TL	66.25185	78.59208	89.09705	66.25185	78.59208	89.09705	

「条件式対応値」

(1) (F 4 F + F 4 R) / F 4	= - 0 . 2 7 2
(2) F w × F 1 / (F t × F 3)	= 0 . 1 6 8
(3) F w × F 4 / (F t × F 3)	= 0 . 0 9 8
(4) F w × F 4 / (F t × F 5)	= 0 . 0 9 7
(5) F 4 F / F 5	= 0 . 5 7 8

【0057】

図11は、第4実施例に係るズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。図12は、第4実施例に係るズームレンズの至近距離合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。

20

【0058】

各収差図から、本第4実施例にかかるズームレンズは、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

【0059】

なお、本第4実施例において、第1レンズ群G1中の最物体側レンズである接合正レンズL11の有効径1は22.8mm以下として構成可能であり、非常にコンパクトな設計となっている。また、広角端状態Wから望遠端状態Tへの変倍による第1レンズ群G1の移動量は、望遠端の光学全長に対して約1/4と非常に少なく収納時の鏡筒縮胴を効率的に行える。また、望遠端の半画角は、約3.8度である。

30

【0060】

(第5実施例)

図13は本発明の第5実施例にかかるズームレンズの構成を示す図であり、広角端状態Wかつ無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示している。

【0061】

図13において、本第5実施例のズームレンズは、物体から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス負レンズと両凸形状の正レンズとの接合正レンズL11と物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズL12とから成る第1レンズ群G1と、物体側に凸面を向けたメニスカス負レンズL21と両凹形状の負レンズと両凸形状の正レンズとの接合負レンズL22とから成る第2レンズ群G2と、開口絞りSと、両凸形状の正レンズL31と物体側に凹面を向けたメニスカス負レンズL32とから成る第3レンズ群G3と、像側面が非球面である両凸形状の正レンズL41から成る前群G4Fと両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合負レンズL42から成る後群G4Rとから成る第4レンズ群G4と、物体側に凸面を向けたメニスカス正レンズL51から成る第5レンズ群G5と、光学的ローパス・フィルターLPFと、像面Iに配置された固体撮像素子DのカバーガラスCGにより構成されている。

40

【0062】

50

表5に、本第5実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。

【0063】

(表5)

「全体諸元」

$F = 6.75 \sim 77.60$

$FNO = 2.6 \sim 5.4$

「レンズデータ」

	r	d	nd		
1)	58.0075	1.2000	25.41	1.805182	1 = 24.0 10
2)	34.1633	3.5000	65.42	1.603001	
3)	-428.1467	0.1000			
4)	33.8540	2.5000	82.56	1.497820	
5)	142.0901	(d5=可変)			
6)	495.8320	1.0000	40.76	1.882997	
7)	10.0959	2.8000			
8)	-14.8370	1.0000	61.14	1.589130	
9)	12.2952	2.3000	22.76	1.808095	
10)	-249.3612	(d10=可変)			20
11>	開口絞り S	0.5000			
12)	13.7682	2.3000	82.56	1.497820	
13)	-30.3672	1.3184			
14)	-12.2059	1.0000	23.78	1.846660	
15)	-20.6505	(d15=可変)			
16)	124.0192	2.2000	40.87	1.804320	
17)	-16.4504	0.1000			
18)	8.1826	3.6000	82.56	1.497820	30
19)	-18.9275	1.1000	40.76	1.882997	
20)	8.8897	(d20=可変)			
21)	16.0881	1.7000	82.52	1.497820	
22)	126.9750	(d22=可変)			
23)	0.0000	1.6000	70.51	1.544370	
24)	0.0000	0.5000			
25)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800	
26)	0.0000	Bf			40

「非球面データ」

面 :	k	C 2	C 4	C 6	C 8
17 :	-0.2398	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.22770E-07	-9.86800E-10

「可変間隔データ」

F、又は D0	無限遠距離状態				至近距離状態	
	6.78000	28.00000	77.60000	-0.02753	-0.09776	-0.06866
d 5	2.07380	16.32382	25.17225	2.07380	16.32382	25.17225

d 10	23.72235	8.13082	1.27118	23.72235	8.13082	1.27118
d 15	8.38910	3.70034	2.18059	8.38910	3.70034	2.18059
d 20	2.95227	17.69181	29.46637	2.56880	12.90042	21.14839
d 22	5.55855	5.55855	5.55855	5.94202	10.34994	13.87653
B f	1.47953	1.47953	1.47954	1.47953	1.47953	1.47954
TL	74.99404	83.70331	95.94692	74.99404	83.70331	95.94692

「条件式対応値」

(1) (F 4 F + F 4 R) / F 4	= - 0 . 2 7 2
(2) F w × F 1 / (F t × F 3)	= 0 . 1 1 5
(3) F w × F 4 / (F t × F 3)	= 0 . 0 6 6
(4) F w × F 4 / (F t × F 5)	= 0 . 0 6 6
(5) F 4 F / F 5	= 0 . 4 9 4

【0064】

図14は、第5実施例に係るズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。図15は、第5実施例に係るズームレンズの至近距離合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。

【0065】

各収差図から、本第5実施例にかかるズームレンズは、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

【0066】

なお、本第5実施例において、第1レンズ群G1中の最物体側レンズである接合正レンズL11の有効径1は24.0mm以下として構成可能であり、非常にコンパクトな設計となっている。また、広角端状態Wから望遠端状態Tへの変倍による第1レンズ群G1の移動量は、望遠端の光学全長に対して約1/4.5と非常に少なく収納時の鏡筒縮胴を効率的に行える。また、望遠端の半画角は、約2.8度である。

【0067】

以上、各実施例毎の説明をおこなったが、上記設計例の任意のレンズもしくはレンズ群を、光軸に対して垂直方向に駆動し、所謂手ブレによる像揺れを補正しても良い。また、近接撮影時の色収差を補正する為に、第5レンズ群を凸レンズと凹レンズの所謂色消し構成としても良い。

【0068】

なお、本発明の実施例として、5群構成のレンズ系を示したが、該5群に付加レンズ群を加えただけのレンズ系も本発明の効果を内在した同等のレンズ系であることは言うまでもない。また、各レンズ群内の構成においても、実施例の構成に付加レンズを加えただけのレンズ群も本発明の効果を内在した同等のレンズ群であることは言うまでもない。

【0069】

なお、上述の実施の形態は例に過ぎず、上述の構成や形状に限定されるものではなく、本発明の範囲内において適宜修正、変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本発明の第1実施例にかかるズームレンズの構成を示す図であり、広角端状態Wかつ無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示している。

【図2】第1実施例の、無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。

【図3】第1実施例の、至近距離合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸

10

20

30

40

50

収差図をそれぞれ示す。

【図4】本発明の第2実施例にかかるズームレンズの構成を示す図であり、広角端状態Wかつ無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示している。

【図5】第2実施例の、無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。

【図6】第2実施例の、至近距離合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。

【図7】本発明の第3実施例にかかるズームレンズの構成を示す図であり、広角端状態Wかつ無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示している。10

【図8】第3実施例の、無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。

【図9】第3実施例の、至近距離合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。

【図10】本発明の第4実施例にかかるズームレンズの構成を示す図であり、広角端状態Wかつ無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示している。

【図11】第4実施例の、無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。20

【図12】第4実施例の、至近距離合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。

【図13】本発明の第5実施例にかかるズームレンズの構成を示す図であり、広角端状態Wかつ無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示している。

【図14】第5実施例の、無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。30

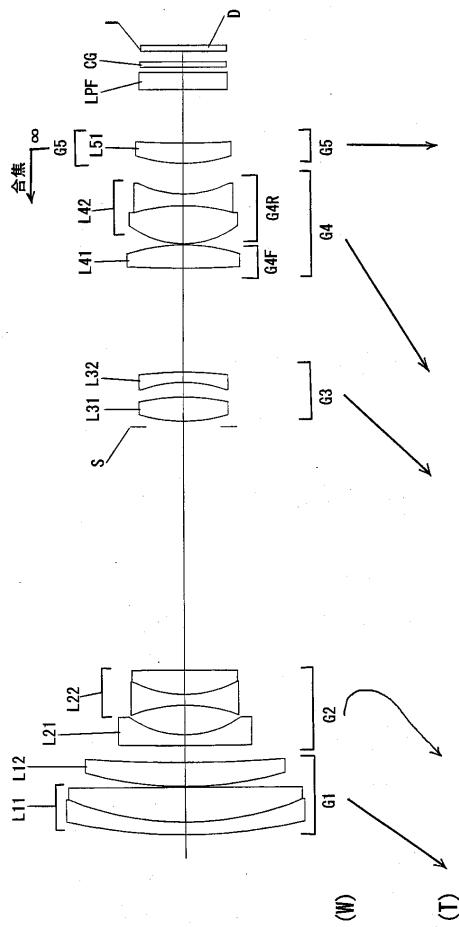
【図15】第5実施例の、至近距離合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態での諸収差図を、(b)は中間焦点距離状態での諸収差図を、(c)は望遠端状態での諸収差図をそれぞれ示す。

【符号の説明】

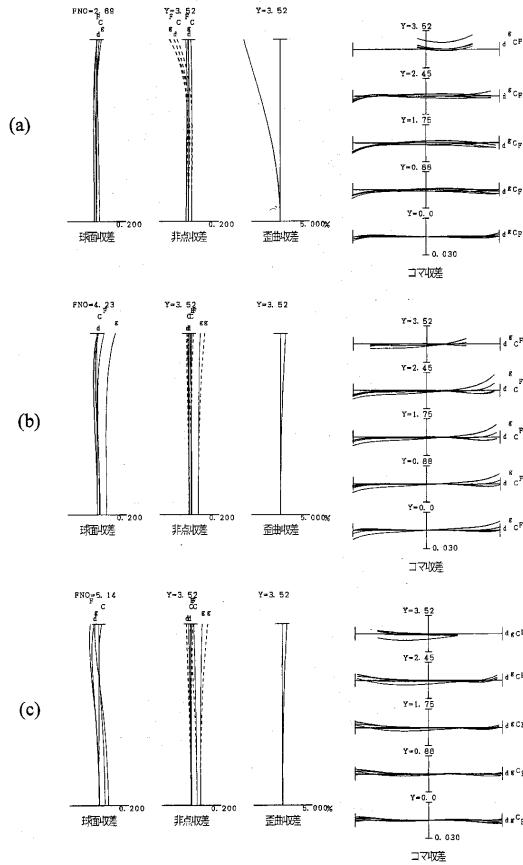
【0071】

G 1	第1レンズ群	
G 2	第2レンズ群	
G 3	第3レンズ群	
G 4	第4レンズ群	
G 4 F	第4レンズ群の前群	40
G 4 R	第4レンズ群の後群	
G 5	第5レンズ群	
L P F	光学的ローパス・フィルター	
D	固体撮像素子	
C G	カバーガラス	
I	像面	

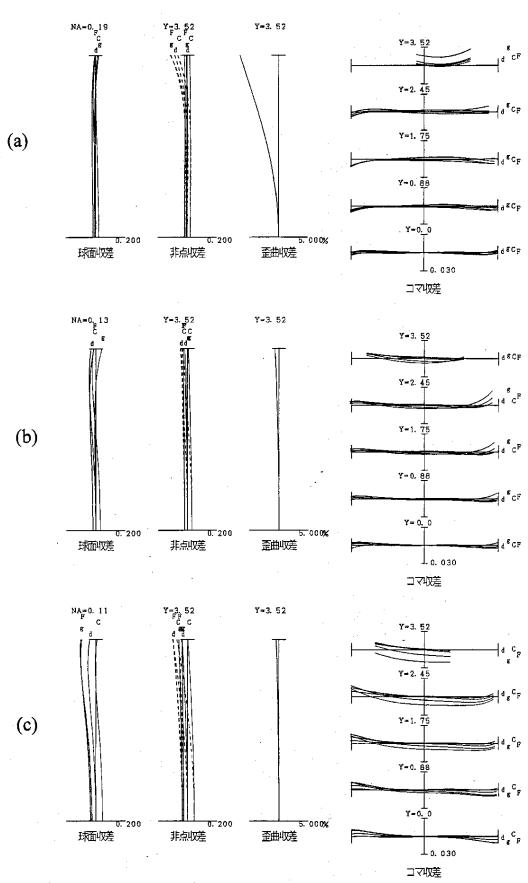
【図1】



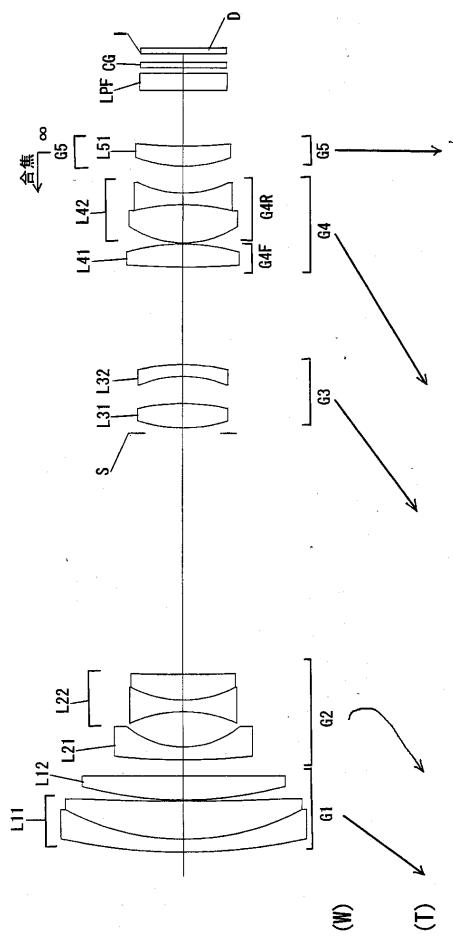
【図2】



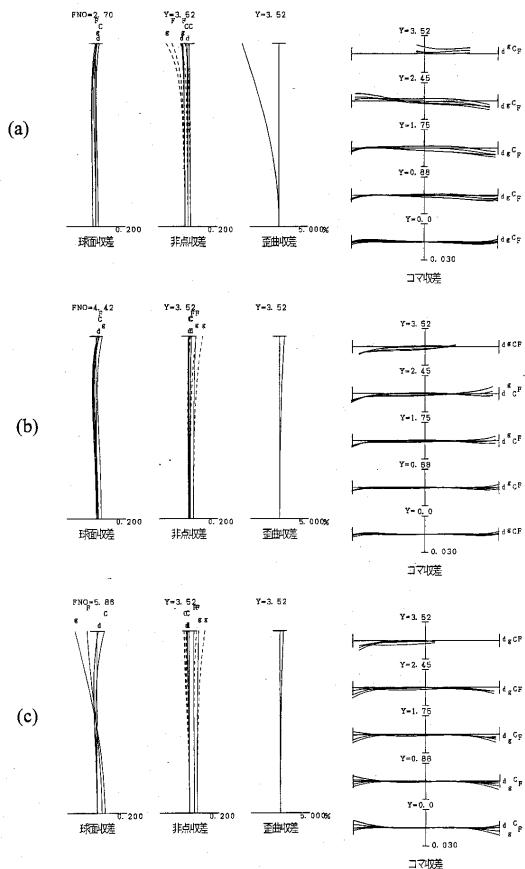
【図3】



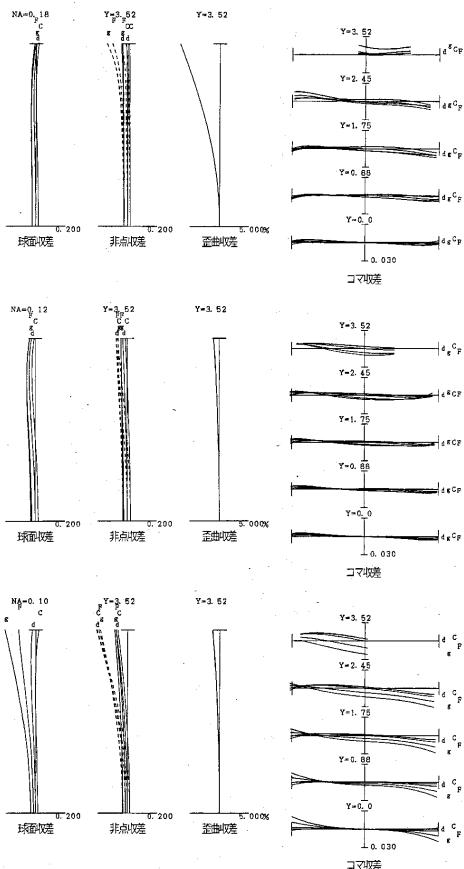
【図4】



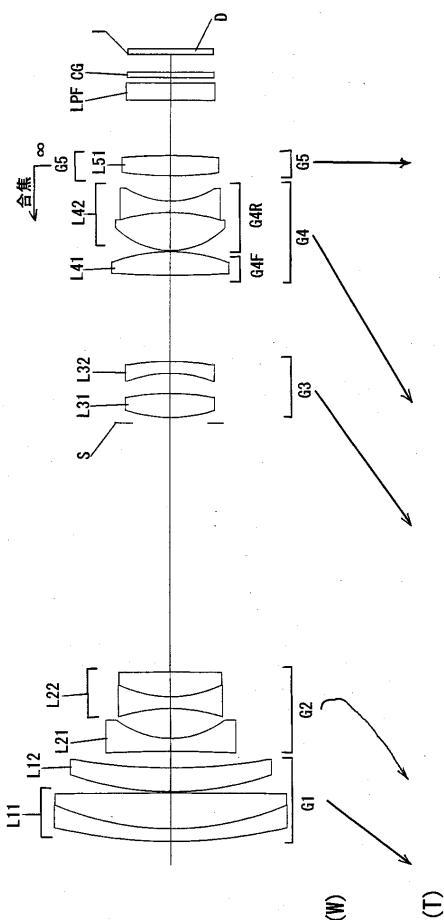
【図5】



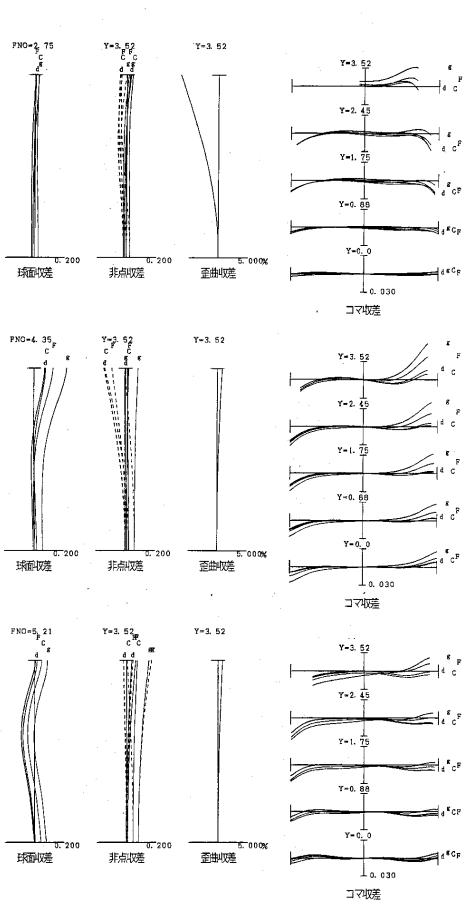
【図6】



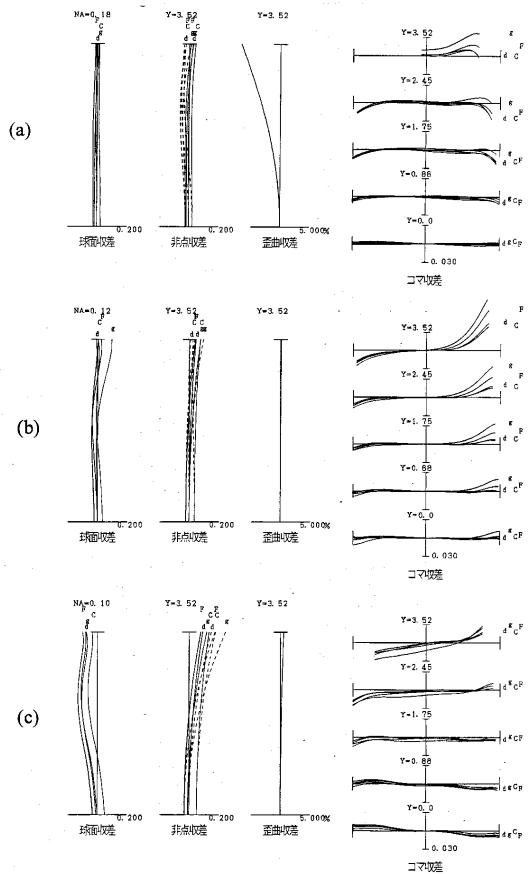
【図7】



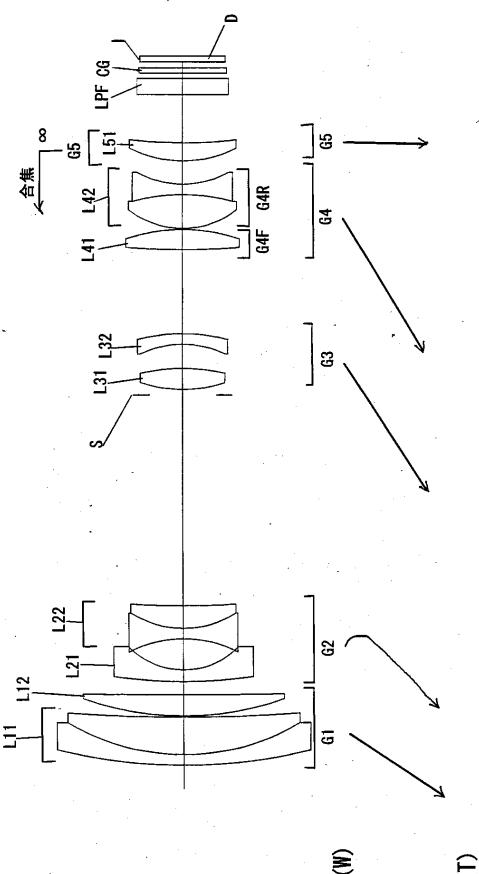
【図8】



【図9】



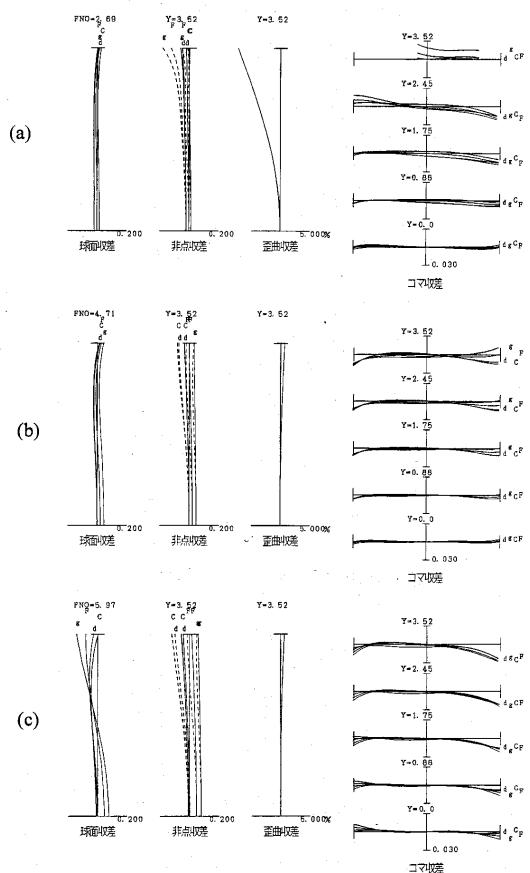
【図10】



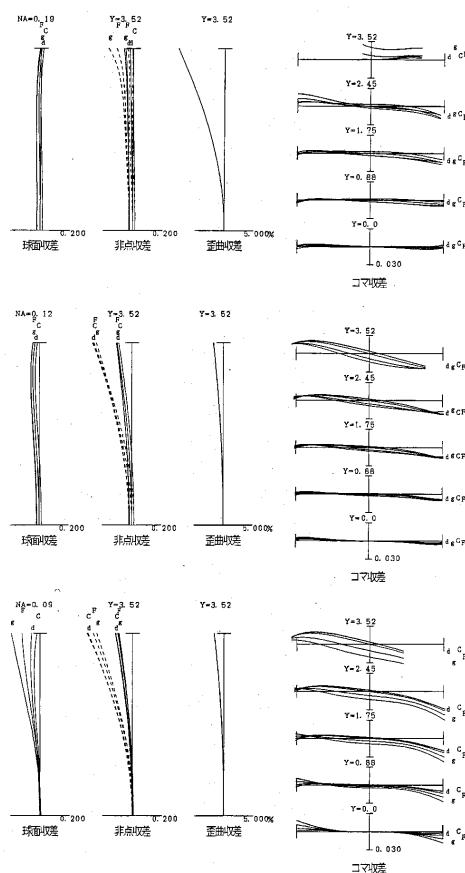
(W)

(T)

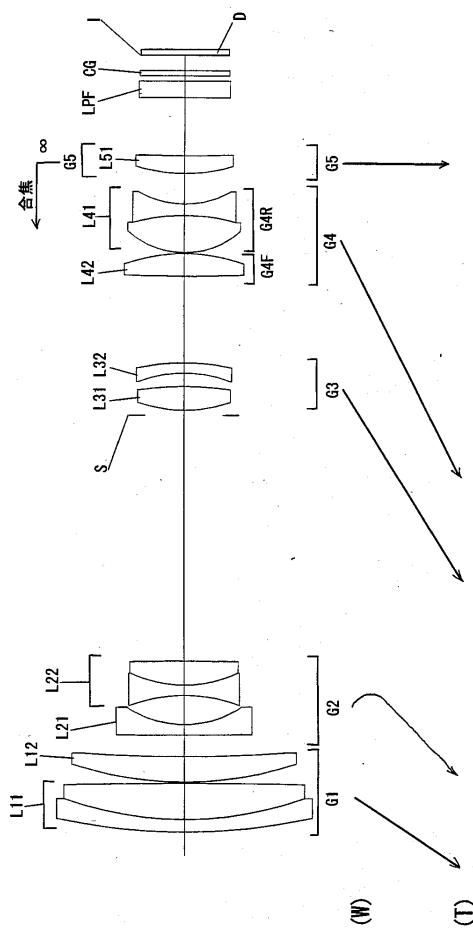
【図11】



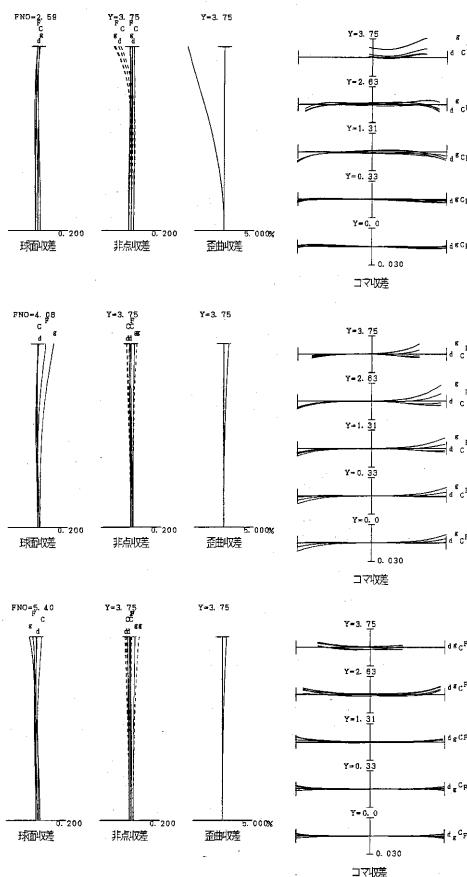
【図12】



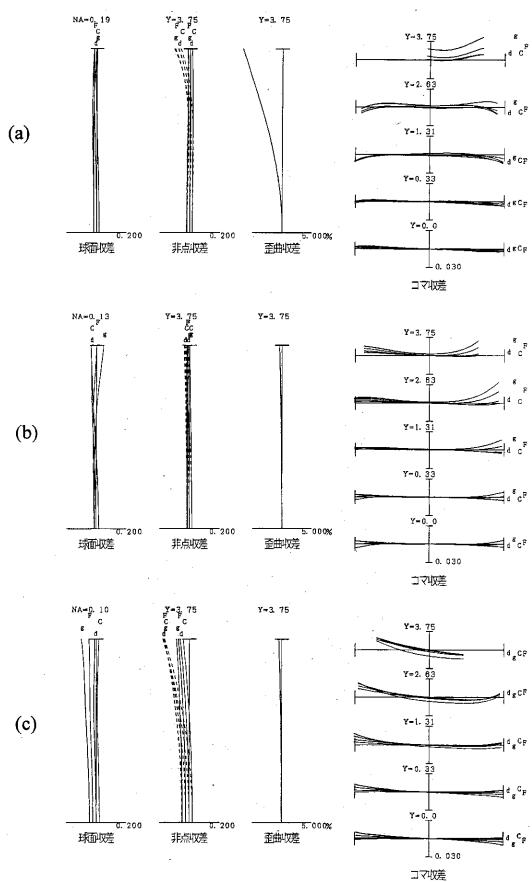
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-098893(JP,A)
特開平07-318805(JP,A)
特開2000-121932(JP,A)
特開平09-325264(JP,A)
特開2003-177318(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 15 / 20
G 02 B 13 / 18