

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5508812号
(P5508812)

(45) 発行日 平成26年6月4日 (2014.6.4)

(24) 登録日 平成26年3月28日 (2014.3.28)

(51) Int. Cl. F I
GO 2 B 15/20 (2006.01) GO 2 B 15/20
GO 2 B 13/18 (2006.01) GO 2 B 13/18
GO 2 B 15/163 (2006.01) GO 2 B 15/163
HO 4 N 5/225 (2006.01) HO 4 N 5/225 D

請求項の数 20 (全 91 頁)

(21) 出願番号	特願2009-249064 (P2009-249064)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成21年10月29日 (2009.10.29)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2011-95488 (P2011-95488A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(43) 公開日	平成23年5月12日 (2011.5.12)	(74) 代理人	100123962
審査請求日	平成24年10月23日 (2012.10.23)		弁理士 斎藤 圭介
		(72) 発明者	三原 伸一
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内
		(72) 発明者	後藤 尚志
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内
		(72) 発明者	荒川 正樹
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

結像光学系と、前記結像光学系を通じて結像した像を撮像する電子撮像素子を有する電子撮像装置であって、

前記結像光学系は、物体側から順に、負の屈折力を有するレンズ群B、正の屈折力を有するレンズ群C、さらに1つまたは2つのレンズ群を有する結像光学系であって、

広角端から望遠端に変倍する際に、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、

前記レンズ群Cは、広角端から望遠端に向かって変倍する際に物体側のみに移動し、

前記レンズ群Bにレンズ成分を用いており、

前記レンズ成分は、レンズLAとレンズLBとレンズLCを有する接合レンズであって、

前記レンズ成分において、レンズLAとレンズLBとレンズLCがこの順で接合され、

前記レンズLBは前記レンズLAよりも屈折力の絶対値が小さく、

前記レンズ成分が以下の条件式(1)、(3)、(20)を満足することを特徴とする電子撮像装置。

$$0.01 \leq 1 / 2 - 1 / 1 \leq 0.06 \quad \dots (1)$$

$$0.5 \times 2 / 1 < T \leq 2 / T \leq 10 \times 2 / 1 \quad \dots (3)$$

$$-0.05 < (z_1(h) - z_4(h)) / (fw \cdot \tan \theta_w) < 0.08 \quad \dots (20)$$

)

ここで、

1は前記レンズLAのアップベ数 $(nd1 - 1) / (nF1 - nC1)$ 、

10

20

2は前記レンズLBのアップ数 $(nd_2 - 1) / (nF_2 - nC_2)$ 、
 nd_1 、 nC_1 、 nF_1 、 ng_1 は各々前記レンズLAのd線、C線、F線、g線の屈折率、
 nd_2 、 nC_2 、 nF_2 、 ng_2 は各々前記レンズLBのd線、C線、F線、g線の屈折率、
 T_1 は前記レンズLAの温度分散の逆数、
 T_2 は前記レンズLBの温度分散の逆数、
 であって、
 温度分散の逆数 T_d は、以下の式で表され、

$$T_d = (nd_{20} - 1) / (nd_{00} - nd_{40})$$
 nd_{00} はレンズ媒質の0におけるd線の屈折率、
 nd_{20} はレンズ媒質の20におけるd線の屈折率、
 nd_{40} はレンズ媒質の40におけるd線の屈折率、
 z_1 は前記レンズLAの空気接触面Iの形状であって、近軸曲率半径Rを R_1 としたときの
 下記式(11)に従う形状、
 z_1 は前記レンズLAの空気接触面Iの非球面成分であって、近軸曲率半径Rを R_1 とし
 たときの下記式(12)に従う成分、
 z_4 は前記レンズLCの空気接触面IVの形状であって、近軸曲率半径Rを R_4 としたときの
 下記式(11)に従う形状、
 z_4 は前記レンズLCの空気接触面IVの非球面成分であって、近軸曲率半径Rを R_4 とし
 たときの下記式(12)に従う成分、
 ω_{10} は広角端における最大画角、
 fw は前記結像光学系の広角端における全系の焦点距離であり、
 前記レンズ成分とは、単レンズ又は接合レンズを意味し、

$$z = h^2 / R \{ 1 + \{ 1 - (1 + k) h^2 / R^2 \}^{1/2} \}$$

$$+ A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + \dots (11)$$

$$z = z - h^2 / R \{ 1 + \{ 1 - h^2 / R^2 \}^{1/2} \} \dots (12)$$
 前記レンズLAと前記レンズLBによって接合面IIが形成され、
 前記レンズLBと前記レンズLCによって接合面IIIが形成され、
 光軸方向をz、光軸に垂直な方向をhとする座標軸とし、Rを球面成分の光軸上におけ
 る曲率半径、kを円錐定数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 $A_{10} \dots$ を非球面係数として、
 上記式(11)は非球面の形状を表し、
 上記式(12)は偏倚量を表し、
 $h = m \cdot a$ であり、
 m は、
 前記レンズ群Bの物体側にレンズ群Aを有する場合のみ $m=1$ 、
 前記レンズ群Aに光路を折り曲げるためのプリズムを有する場合は $m=1.4$ 、
 それ以外の場合は $m=2.5$ であり、
 前記レンズ群Aは、望遠端での全系焦点距離よりも短い焦点距離のレンズ群であり、
 a は以下の式(15)に従う量、

$$a = (y_{10})^2 \cdot \log_{10} / fw \dots (15)$$
 y_{10} は前記結像光学系の結像位置近傍に配置された電子撮像素子の有効撮像面内におい
 て、中心から最も遠い点までの距離、
 fw は前記結像光学系の広角端における全系の焦点距離、
 m はズーム比(望遠端での全系焦点距離/広角端での全系焦点距離)、
 また、各面の面頂を原点とするため、常に $z(0) = 0$ 、
 である。

【請求項2】

前記レンズ群Bの物体側から1番目の負レンズ成分 B_{n1} を有し、以下の条件式(17)
 を満足することを特徴とする請求項1に記載の電子撮像装置。

$$1.85 < n_{Bn1} < 2.35 \dots (17)$$

ここで、

n_{Bn1} は前記負レンズ成分 B_{n1} の d 線の屈折率、
である。

【請求項 3】

前記レンズ群 B の物体側から 2 番目の負レンズ成分 B_{n2} に前記レンズ成分を用い、
前記レンズ群 B の物体側から 1 番目の負レンズ成分 B_{n1} と、前記負レンズ成分 B_{n2} の像
側に配された正レンズ成分 B_p を有し、以下の条件式 (1 8) を満足することを特徴とす
る請求項 1 又は請求項 2 に記載の電子撮像装置。

$$-0.10 < n_{Bn1} - n_{Bp} < 0.40 \quad \dots (18)$$

ここで、

n_{Bn1} は前記負レンズ成分 B_{n1} の d 線の屈折率、
 n_{Bp} は前記負レンズ成分 B_p の d 線の屈折率、
である。

【請求項 4】

前記レンズ群 B の物体側から 2 番目の負レンズ成分 B_{n2} に前記レンズ成分を用い、
前記レンズ群 B の物体側から 1 番目の負レンズ成分 B_{n1} と、前記負レンズ成分 B_{n2} を有
し、以下の条件式 (1 9) を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか
1 項に記載の電子撮像装置。

$$0.05 < B_{n2} / B_{n1} < 0.80 \quad \dots (19)$$

ここで、

B_{n1} は前記負レンズ成分 B_{n1} の屈折力、
 B_{n2} は前記負レンズ成分 B_{n2} の屈折力、
である。

【請求項 5】

前記レンズ成分は、以下の条件式 (2)、(4) を満足することを特徴とする請求項 1
に記載の電子撮像装置。

$$0.01 \leq 1 / 2 - 1 / 13 \leq 0.06 \quad \dots (2)$$

$$0.5 \times 2 / 13 < T_2 / T_{13} < 1.0 \times 2 / 13 \quad \dots (4)$$

ここで、

3は前記レンズ LC の d 線基準のアッペ数 $(n_{d3} - 1) / (n_{F3} - n_{C3})$ 、
 n_{d3} 、 n_{C3} 、 n_{F3} 、 n_{g3} は各々前記レンズ LC の d 線、 C 線、 F 線、 g 線の屈折率、
13は前記アッペ数 1と前記アッペ数 3の調和平均値、
 T_3 は前記レンズ LC の温度分散の逆数、
 T_{13} は前記 T_1 と T_3 の調和平均値、
である。

【請求項 6】

前記接合レンズの接合面は非球面であって、
前記レンズ成分は、以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の
電子撮像装置。

$$-0.05 < n_2 - n_1 < 0.3 \quad \dots (5)$$

ここで、

n_1 は前記レンズ LA の d 線に対する屈折率、
 n_2 は前記レンズ LB の d 線に対する屈折率、
である。

【請求項 7】

前記接合レンズの接合面は非球面であって、
前記レンズ成分は、以下の条件式 (5)、(6) を満足することを特徴とする請求項 5
に記載の電子撮像装置。

$$-0.05 < n_2 - n_1 < 0.3 \quad \dots (5)$$

$$-0.05 < n_2 - n_3 < 0.3 \quad \dots (6)$$

10

20

30

40

50

ここで、

n_1 は前記レンズLAのd線に対する屈折率、

n_2 は前記レンズLBのd線に対する屈折率、

n_3 は前記レンズLCのd線に対する屈折率、

である。

【請求項8】

前記レンズ成分は、横軸を d 、及び縦軸を gF とする直交座標系において、

$$gF = gF \times 2 + gF$$

で表される直線を設定したときに、前記レンズLBの gF と 2 が以下の条件式(7)の範囲の下限値であるときの直線、及び上限値であるときの直線で定まる領域と、以下の条件式(8)で定まる領域の両方の領域に含まれることを特徴とする請求項1、及び請求項5から請求項7のいずれか1項に記載の電子撮像装置。

$$0.7000 < gF < 0.8000 \dots (7)$$

$$3 \quad 2 \quad 27 \quad \dots (8)$$

ここで、

$$gF = -0.00264、$$

$$gF \text{は前記レンズLBの部分分散比 } (ng_2 - nF_2) / (nF_2 - nC_2)、$$

である。

【請求項9】

前記レンズ成分は、横軸を d 、及び縦軸を hg とする直交座標系において、

$$hg = hg \times 2 + hg$$

で表される直線を設定したときに、前記レンズLBの hg と 2 が以下の条件式(9)の範囲の下限値であるときの直線、及び上限値であるときの直線で定まる領域と、以下の条件式(8)で定まる領域との両方の領域に含まれることを特徴とする請求項1、及び請求項5から請求項7のいずれか1項に記載の電子撮像装置。

$$0.6900 < hg < 0.8200 \dots (9)$$

$$3 \quad 2 \quad 27 \quad \dots (8)$$

ここで、

$$hg = -0.00388、$$

$$hg \text{は前記レンズLBの部分分散比 } (nh_2 - ng_2) / (nF_2 - nC_2)、$$

nh_2 は前記レンズLBのh線の屈折率、

である。

【請求項10】

前記レンズ成分において、前記レンズLAと前記レンズLBは互いに異符号の屈折力を有することを特徴とする請求項1、及び請求項5から請求項9のいずれか1項に記載の電子撮像装置。

【請求項11】

前記レンズ成分は、前記レンズLAと同符号の屈折力を有することを特徴とする請求項1、及び請求項5から請求項9のいずれか1項に記載の電子撮像装置。

【請求項12】

前記レンズ成分において、前記レンズLCと前記レンズLAは同符号の屈折力を有し、以下の条件式(10)を満足することを特徴とする請求項5又は請求項7に記載の電子撮像装置。

$$-2.0 < \log(3/1) < 0 \dots (10)$$

ここで、

$$1 \text{は前記レンズLAの屈折力、}$$

$$3 \text{は前記レンズLCの屈折力、}$$

である。

【請求項13】

前記レンズ群Bは前記レンズ成分のみからなることを特徴とする請求項1に記載の電子

10

20

30

40

50

撮像装置。

【請求項 14】

前記レンズ群 B の物体側から 2 番目の負レンズ成分 B n2 に前記レンズ成分を用いたことを特徴とする請求項 1 に記載の電子撮像装置。

【請求項 15】

前記レンズ群 B よりも物体側にレンズ群 A を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4、請求項 13、及び請求項 14 のいずれか 1 項に記載の電子撮像装置。

【請求項 16】

前記レンズ群 A は、物体側から光の進行方向に沿って順番に、負レンズと光路を折り曲げるための反射光学素子とを有することを特徴とする請求項 15 に記載の電子撮像装置。

【請求項 17】

前記結合光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有するレンズ群 A と、負の屈折力を有するレンズ群 B と、正の屈折力を有し広角端から望遠端に向かって変倍する際に物体側のみに移動するレンズ群 C と、さらに 1 つまたは 2 つのレンズ群とを有し、

前記レンズ群 B の物体側から 2 番目の負レンズ成分 B n2 に前記レンズ成分を用いたことを特徴とする請求項 1、及び請求項 5 から請求項 12 のいずれか 1 項に記載の電子撮像装置。

【請求項 18】

前記レンズ LA と前記レンズ LB によって接合面 II が形成され、

前記レンズ LB と前記レンズ LC によって接合面 III が形成され、

以下の条件式 (14) を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 17 のいずれか 1 項に記載の電子撮像装置。

$$-5.0 \times 10^{-4} < P < 5.0 \times 10^{-4} \quad \dots (14)$$

ここで、

P は、前記接合面 II の非球面と分散に関するパラメータであって、以下の式で表され、

$$P = z_2(h) \cdot \{ (1/r_1) - (1/r_2) \} + z_3(h) \cdot \{ (1/r_2) - (1/r_3) \} \quad \dots (13)$$

R_2 は前記接合面 II の近軸曲率半径、

R_3 は前記接合面 III の近軸曲率半径、

z_2 は前記接合面 II の形状であって、上記式 (11) に従う形状、

z_2 は前記接合面 II の非球面成分であって、上記式 (12) に従う成分、

z_3 は前記接合面 III の形状であって、上記式 (11) に従う形状、

z_3 は前記接合面 III の非球面成分であって、上記式 (12) に従う成分、

$h = m \cdot a$ であり、

m は前記レンズ成分の屈折力、

m は、

前記レンズ群 B の物体側にレンズ群 A を有する場合のみ $m=1$ 、

前記レンズ群 A に光路を折り曲げるためのプリズムを有する場合は $m=1.4$ 、

それ以外の場合は $m=2.5$ であり、

前記レンズ群 A は、望遠端での全系焦点距離よりも短い焦点距離のレンズ群であり、

a は以下の式 (15) に従う量、

$$a = (y_{10})^2 \cdot \log_{10} / f_w \dots (15)$$

y_{10} は前記結像光学系の結像位置近傍に配置された電子撮像素子の有効撮像面内において、中心から最も遠い点までの距離、

f_w は前記結像光学系の広角端における全系の焦点距離、

m はズーム比 (望遠端での全系焦点距離 / 広角端での全系焦点距離)、

また、各面の面頂を原点とするため、常に $z(0) = 0$ 、である。

【請求項 19】

前記レンズ LA と前記レンズ LB によって接合面 II が形成され、

10

20

30

40

50

前記レンズLBと前記レンズLCによって接合面IIIが形成され、

以下の条件式(16)を満足することを特徴とする請求項1から請求項18のいずれか1項に記載の電子撮像装置。

$$0.05 \leq |z_2(h) - z_3(h)| / t_2 \leq 0.95 \quad \dots (16)$$

ここで、

z_2 は前記接合面IIの形状であって、上記式(11)に従う形状、

z_3 は前記接合面IIIの形状又は前記レンズLBの空気接触面の形状であって、上記式(11)に従う形状、

t_2 は前記レンズLBの光軸上の厚み、

$h = m \cdot a$ であり、

m は、

前記レンズ群Bの物体側にレンズ群Aを有する場合のみ $m=1$ 、

前記レンズ群Aに光路を折り曲げるためのプリズムを有する場合は $m=1.4$ 、

それ以外の場合は $m=2.5$ であり、

前記レンズ群Aは、望遠端での全系焦点距離よりも短い焦点距離のレンズ群であり、

a は以下の式(15)に従う量、

$$a = (y_{10})^2 \cdot \log_{10} / fw \quad \dots (15)$$

y_{10} は前記結像光学系の結像位置近傍に配置された電子撮像素子の有効撮像面内において、中心から最も遠い点までの距離、

fw は前記結像光学系の広角端における全系の焦点距離、

はズーム比(望遠端での全系焦点距離/広角端での全系焦点距離)、

また、各面の面頂を原点とするため、常に $z(0) = 0$ 、である。

【請求項20】

さらに、前記結像光学系を通じて結像した像を前記電子撮像素子で撮像することによって得られた画像データを加工して像の形状を変化させた画像データとして出力する画像処理手段を有し、前記結像光学系が、無限遠物点合焦時に次の条件式(A)を満足することを特徴とする請求項1から請求項19のいずれか1項に記載の電子撮像装置。

$$0.7 < y_{07} / (fw \cdot \tan \theta_{07w}) < 0.97 \quad \dots (A)$$

ここで、

y_{07} は前記電子撮像素子の有効撮像面内(撮像可能な面内)で中心から最も遠い点までの距離(最大像高)を y_{10} としたとき $y_{07} = 0.7 \cdot y_{10}$ として表され、

θ_{07w} は広角端における前記撮像面上の中心から y_{07} の位置に結ぶ像点に対応する物点方向の光軸に対する角度、

fw は広角端における前記結像光学系の全系の焦点距離、である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に光学系に組み込むレンズ成分とそれを用いた結像光学系及び、この結像光学系を有するビデオカメラやデジタルカメラを始めとする電子撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ等の電子撮像装置の市場の成熟度にもない、機能仕様をより高いレベルでバランスさせることが強く望まれてきている。ここで機能仕様とは、例えば、小型・薄型・軽量・低コスト・高画質などである。機能仕様のうち、軽量については、光学系の設計において、比重の小さな有機光学材料を用いることが考えられ、一部の製品に用いられつつある。

【0003】

10

20

30

40

50

しかし、有機光学材料には、(i) 温度変化に対する特性の変化がガラスに比べて大きい、(i i) 屈折率が比べて低い、(i i i) ガラスと組み合わせた場合、ガラスとの膨張係数の差が大きい、といった設計制約上の問題を有しているため、積極的に導入されるところまで至っていない。

【 0 0 0 4 】

結像光学系に有機光学材料を用いたケースのうち、ほとんどのケースで、有機光学材料は最終レンズ群に導入されている。これは、最終レンズ群が近軸的にまた収差的に影響度の少ないレンズ群であることによる。なお、以下の特許文献に掲載されている実施例のように、有機光学材料の特性を考慮しつつ積極的に導入しているものもある。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開平 6 - 2 7 3 6 7 0 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 5 - 1 2 8 1 9 4 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 8 - 3 1 0 1 3 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 では、温度変化による収差変動を、一部のレンズ間距離を同時に変化させることで補正している。しかしながら、このような収差補正を実施するには、記録および演算および駆動手段が必要で、かつ温度センサーが必要となる。また、該レンズ間隔の変化に係する各レンズ成分は、互いの偏心感度が高いのが通常である。そのため、駆動制御機構が複雑かつ高精度でなくてはならない。また、像点移動の補正については、特に考慮されていない。

【 0 0 0 7 】

特許文献 2 では、レンズ群ごとに着目すると、パワーの強いレンズほど温度分散の高い材料が用いられている。そのため、レンズ群ごとに温度補償を行なうことが困難である。また、特許文献 3 では、温度変化に対して最も敏感である正の変倍群に有機光学材料が用いられている。そのため、温度変化に対する収差の変動が大きくなる。また、いずれの文献においても小型薄型化、高画素数化についてまでは考慮されていない。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、光学系の機能仕様が高くなっても、諸収差が良好に補正された光学系を実現するためのレンズ成分とそれを有する結像光学系、及び撮像装置を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

上記の目的を達成するため、本発明における電子撮像装置は、結像光学系と、前記結像光学系を通じて結像した像を撮像する電子撮像素子を有する電子撮像装置であって、

前記結像光学系は、物体側から順に、負の屈折力を有するレンズ群 B、正の屈折力を有するレンズ群 C、さらに 1 つまたは 2 つのレンズ群を有する結像光学系であって、

広角端から望遠端に変倍する際に、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、

前記レンズ群 C は、広角端から望遠端に向かって変倍する際に物体側のみに移動し、

前記レンズ群 B にレンズ成分を用いており、

前記レンズ成分は、レンズ LA とレンズ LB とレンズ LC を有する接合レンズであって、

前記レンズ成分において、レンズ LA とレンズ LB とレンズ LC がこの順で接合され、

前記レンズ LB は前記レンズ LA よりも屈折力の絶対値が小さく、

前記レンズ成分が以下の条件式 (1)、(3)、(2 0) を満足することを特徴としている。

$$0.01 \quad 1 / \quad 2 - 1 / \quad 1 \quad 0.06 \quad \dots (1)$$

$$0.5 \times \quad 2 / \quad 1 < T \quad 2 / T \quad 1 < 10 \times \quad 2 / \quad 1 \quad \dots (3)$$

10

20

30

40

50

$$-0.05 < (z_1(h) - z_4(h)) / (fw \cdot \tan_{10w}) < 0.08 \dots (20)$$

ここで、

1は前記レンズLAのアップ数 $(nd1 - 1) / (nF1 - nC1)$ 、

2は前記レンズLBのアップ数 $(nd2 - 1) / (nF2 - nC2)$ 、

$nd1$ 、 $nC1$ 、 $nF1$ 、 $ng1$ は各々前記レンズLAのd線、C線、F線、g線の屈折率、

$nd2$ 、 $nC2$ 、 $nF2$ 、 $ng2$ は各々前記レンズLBのd線、C線、F線、g線の屈折率、

T_1 は前記レンズLAの温度分散の逆数、

T_2 は前記レンズLBの温度分散の逆数、

であって、

温度分散の逆数 T_d は、以下の式で表され、

$$T_d = (nd20 - 1) / (nd00 - nd40)$$

$nd00$ はレンズ媒質の0におけるd線の屈折率、

$nd20$ はレンズ媒質の20におけるd線の屈折率、

$nd40$ はレンズ媒質の40におけるd線の屈折率、

z_1 は前記レンズLAの空気接触面Iの形状であって、近軸曲率半径Rを R_1 としたときの下記式(11)に従う形状、

z_1 は前記レンズLAの空気接触面Iの非球面成分であって、近軸曲率半径Rを R_1 としたときの下記式(12)に従う成分、

z_4 は前記レンズLCの空気接触面IVの形状であって、近軸曲率半径Rを R_4 としたときの下記式(11)に従う形状、

z_4 は前記レンズLCの空気接触面IVの非球面成分であって、近軸曲率半径Rを R_4 としたときの下記式(12)に従う成分、

$10w$ は広角端における最大画角、

fw は前記結像光学系の広角端における全系の焦点距離であり、

前記レンズ成分とは、単レンズ又は接合レンズを意味し、

$$z = h^2 / R \{ 1 + \{ 1 - (1 + k) h^2 / R^2 \}^{1/2} \} + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + \dots (11)$$

$$z = z - h^2 / R \{ 1 + \{ 1 - h^2 / R^2 \}^{1/2} \} \dots (12)$$

前記レンズLAと前記レンズLBによって接合面IIが形成され、

前記レンズLBと前記レンズLCによって接合面IIIが形成され、

光軸方向をz、光軸に垂直な方向をhとする座標軸とし、Rを球面成分の光軸上における曲率半径、kを円錐定数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 $A_{10} \dots$ を非球面係数として、

上記式(11)は非球面の形状を表し、

上記式(12)は偏倚量を表し、

$h = m \cdot a$ であり、

は前記レンズ成分の屈折力、

mは、

前記レンズ群Bの物体側にレンズ群Aを有する場合のみ $m=1$ 、

前記レンズ群Aに光路を折り曲げるためのプリズムを有する場合は $m=1.4$ 、

それ以外の場合は $m=2.5$ であり、

前記レンズ群Aは、望遠端での全系焦点距離よりも短い焦点距離のレンズ群であり、

aは以下の式(15)に従う量、

$$a = (y_{10})^2 \cdot \log_{10} / fw \dots (15)$$

y_{10} は前記結像光学系の結像位置近傍に配置された電子撮像素子の有効撮像面内において、中心から最も遠い点までの距離、

fw は前記結像光学系の広角端における全系の焦点距離、

はズーム比(望遠端での全系焦点距離/広角端での全系焦点距離)、

また、各面の面頂を原点とするため、常に $z(0) = 0$ 、

である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

また、本発明の電子撮像装置は、結像光学系を通じて結像した像を電子撮像素子で撮像することによって得られた画像データを加工して像の形状を変化させた画像データとして出力する画像処理手段を有し、結像光学系が、無限遠物点合焦時に次の条件式（A）を満足することが好ましい。

$$0.7 < y_{07} / (f_w \cdot \tan \theta_{07w}) < 0.97 \quad \dots (A)$$

ただし、

y_{07} は電子撮像素子の有効撮像面内（撮像可能な面内）で中心から最も遠い点までの距離（最大像高）を y_{10} としたとき $y_{07} = 0.7 \cdot y_{10}$ として表され、

θ_{07w} は広角端における撮像面上の中心から y_{07} の位置に結ぶ像点に対応する物点方向の光軸に対する角度、

f_w は広角端における結像光学系の全系の焦点距離、である。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、光学系の機能仕様が高くなっても、諸収差が良好に補正された光学系を実現するためのレンズ成分とそれを有する結像光学系、及び撮像装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】本発明の実施例 1 にかかるズームレンズの（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 2】実施例 1 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端での状態を示している。

【図 3】本発明の実施例 2 にかかるズームレンズの（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 4】実施例 2 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端での状態を示している。

【図 5】本発明の実施例 3 にかかるズームレンズの（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 6】実施例 3 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端での状態を示している。

【図 7】本発明の実施例 4 にかかるズームレンズの（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 8】実施例 4 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端での状態を示している。

【図 9】本発明の実施例 5 にかかるズームレンズの（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 10】実施例 5 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端での状態を示している。

【図 11】本発明の実施例 6 にかかるズームレンズの（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端における無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 12】実施例 6 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、（a）は広角端、（b）は中間、（c）は望遠端での状態を示している。

【図 13】本発明の実施例 7 にかかるズームレンズの（a）は広角端、（b）は中間、（

10

20

30

40

50

【図 3 3】本発明の実施例 17 にかかるズームレンズの (a) は広角端、(b) は中間、

50

(c) は望遠端における無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 3 4】実施例 1 7 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a) は広角端、(b) は中間、(c) は望遠端での状態を示している。

【図 3 5】本発明の実施例 1 8 にかかるズームレンズの (a) は広角端、(b) は中間、(c) は望遠端における無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 3 6】実施例 1 8 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a) は広角端、(b) は中間、(c) は望遠端での状態を示している。

【図 3 7】本発明によるズームレンズを組み込んだデジタルカメラ 4 0 の外観を示す前方斜視図である。 10

【図 3 8】デジタルカメラ 4 0 の後方斜視図である。

【図 3 9】デジタルカメラ 4 0 の光学構成を示す断面図である。

【図 4 0】本発明のズームレンズが対物光学系として内蔵された情報処理装置の一例であるパソコン 3 0 0 のカバーを開いた状態の前方斜視図である。

【図 4 1】パソコン 3 0 0 の撮影光学系 3 0 3 の断面図である。

【図 4 2】パソコン 3 0 0 の側面図である。

【図 4 3】本発明のズームレンズが撮影光学系として内蔵された情報処理装置の一例である携帯電話を示す図であり、(a) は携帯電話 4 0 0 の正面図、(b) は側面図、(c) は撮影光学系 4 0 5 の断面図である。 20

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 5】

実施例の説明に先立ち、本実施形態の結像光学系の作用効果について説明する。なお、近軸焦点距離が正の値のレンズを正レンズ、近軸焦点距離が負の値のレンズを負レンズとする。

【0 0 1 6】

本実施形態のレンズ成分は、レンズ LA とレンズ LB を有する接合レンズであって、レンズ LB はレンズ LA よりも屈折力の絶対値が小さく、以下の条件式 (1)、(3) を満足することを特徴とする。

$$0.01 \leq 1 / (2 - 1 / (1 - 0.06)) \leq 0.06 \quad \dots (1) \quad 30$$

$$0.5 \times 2 / (1 < T \leq 2 / T \leq 1 < 10 \times 2 / 1) \quad \dots (3)$$

ここで、

1 はレンズ LA のアッベ数 $(n_{d1} - 1) / (n_{F1} - n_{C1})$ 、

2 はレンズ LB のアッベ数 $(n_{d2} - 1) / (n_{F2} - n_{C2})$ 、

n_{d1} 、 n_{C1} 、 n_{F1} 、 n_{g1} は、各々レンズ LA の d 線、C 線、F 線、g 線の屈折率、

n_{d2} 、 n_{C2} 、 n_{F2} 、 n_{g2} は、各々レンズ LB の d 線、C 線、F 線、g 線の屈折率、

T_1 はレンズ LA の温度分散の逆数、

T_2 はレンズ LB の温度分散の逆数、

であって、

温度分散の逆数 T_d は、以下の式で表され、 40

$$T_d = (n_{d20} - 1) / (n_{d00} - n_{d40})$$

n_{d00} はレンズ媒質の 0 における d 線の屈折率、

n_{d20} はレンズ媒質の 20 における d 線の屈折率、

n_{d40} はレンズ媒質の 40 における d 線の屈折率、

である。

【0 0 1 7】

条件式 (1) は色収差補正に必要な条件であり、条件式 (1) の下限値を下回ると、レンズ成分を光学系に導入した際に色収差の補正不足が起こりやすい。一方、条件式 (1) の上限値を上回る場合、収差補正の面では問題は特にない。しかしながら、レンズの材料が自然界に存在しえない。 50

【 0 0 1 8 】

レンズLAとレンズLBは、特に色収差の補正を目的に接合されている。しかし、いずれかの材料が有機光学材料であると、温度による像点移動が無視できなくなる。従って、双方が色収差をキャンセルするように、温度変化による像点移動についてもキャンセルするとよい。そのためには、以下の関係式(3a)を満足することが理想である。

$$\frac{2}{f_1} = T \frac{2}{f_2} \quad \dots (3a)$$

【 0 0 1 9 】

しかし、像点移動のキャンセルは、色収差補正ほどには厳密である必要はない。そのため、関係式(3a)を満足しなくとも、条件式(3)を満足すれば、像点移動のキャンセルと色収差補正ができる。ただし、条件式(3)の上限値を上回るか、または下限値を下回ると、レンズ成分を光学系に導入した際に像点移動が大きくなりすぎる。この場合、フォーカス調整のために、レンズの移動スペースが多く必要となる。このように、条件式(3)を満足しない場合は、薄型化にとって好ましくない。

【 0 0 2 0 】

レンズLAとレンズLBに有機光学材料を用いる場合、非球面化が容易であることはよく知られている。本実施形態では、光学系全体を薄くするためにレンズLAとレンズLBを接合している。そして、その接合面を非球面化することによって生じる効果に着目し、収差補正に利用している。例えば、レンズLAとレンズLBの分散を異ならせ、分散の異なる接合面を非球面とすることで、一次の色収差に加えて、口径や画角に関する高次の色収差(色の球面収差、色コマ収差、倍率色収差)の補正も可能としている。

【 0 0 2 1 】

しかし一方では、屈折率差が大きすぎると他の収差への悪影響が出やすい。そこで、本実施形態のレンズ成分では、前記接合レンズの接合面は非球面であって、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$-0.05 < n_2 - n_1 < 0.3 \quad \dots (5)$$

ここで、

n_1 はレンズLAのd線に対する屈折率、

n_2 はレンズLBのd線に対する屈折率、

である。

【 0 0 2 2 】

条件式(5)の上限値を上回るか、または下限値を下回ると、球面収差やコマ収差の波長間較差および倍率色収差を補正することはできるが、基準波長の球面収差、コマ収差、歪曲収差が悪化しやすくなるので好ましくない。

【 0 0 2 3 】

ところで、有機光学材料の特性には、前述の屈折率の温度変化の他に、線膨張係数がある。両者は、いずれも光学系の光学特性に影響を及ぼす。レンズLAとレンズLBの分散の差を大きくするためには、どうしてもレンズLAとレンズLBの線膨張係数の差が大きくなってしまふ。その結果、光学系の光学性能に影響を与えてしまふ。一方では、分散の差が少ない有機材料同士だと互いに基本的性質が似てしまふので収差補正が難しくなる。そこで、レンズLBをレンズLAとレンズLCとで挟むとともに、レンズLCの材料にレンズLAと基本的性質が似ている材料を用いる。このようにすると、線膨張係数差の影響も小さくなる。

【 0 0 2 4 】

そこで、本実施形態のレンズ成分は、レンズLCを更に有し、接合レンズにおいてレンズLAとレンズLBとレンズLCがこの順で接合され、以下の条件式(2)、(4)を満足するとよい。

$$0.01 \leq \frac{1}{f_2} - \frac{1}{f_3} \leq 0.06 \quad \dots (2)$$

$$0.5 \times \frac{2}{f_3} < T \frac{2}{f_2} < 1.0 \times \frac{2}{f_3} \quad \dots (4)$$

ここで、

3はレンズLCのアップベ数($n_{d3} - 1$) / ($n_{F3} - n_{C3}$)、

n_{d3} 、 n_{C3} 、 n_{F3} 、 n_{g3} は、各々レンズLCのd線、C線、F線、g線の屈折率、
 13 はアッペ数 1とアッペ数 3の調和平均値、
 T_{13} はレンズLCの温度分散の逆数、
 T_{13} は T_1 と T_3 の調和平均値、

である。

【0025】

本実施形態のレンズ成分では、接合レンズが3つのレンズで構成されている。ここで、レンズLAとレンズLCを合成して1つのレンズと見なした場合、条件式(2)は条件式(1)に相当する。また、条件式(4)は条件式(3)に相当する。よって、条件式(2)と条件式(4)の技術的意義は、それぞれ条件式(1)と条件式(3)における技術的意義と同じである。

10

【0026】

なお、調和平均は x_1, \dots, x_n の "

1256619064537_0

の相加平均"の逆数である。例えば、 $T_{13} = 2 / [(1 / T_1) + (1 / T_3)]$ となる。

【0027】

また、本実施形態のレンズ成分は、接合レンズの接合面を非球面であって、以下の条件式(5)、(6)を満足するとより好ましい。

$$-0.05 < n_2 - n_1 < 0.3 \quad \dots (5)$$

20

$$-0.05 < n_2 - n_3 < 0.3 \quad \dots (6)$$

【0028】

条件式(5)、(6)ともに上限値を上回るか、または下限値を下回ると、色の球面収差、色コマ収差、倍率色収差を補正することはできるが、同時に基準波長の球面収差、コマ収差、歪曲収差が悪化しやすくなるので好ましくない。

【0029】

なお、条件式(1)~(6)に代えて、以下の条件式(1')、(2')、(3')、(4')、(5')、(6')を満足するのが好ましい。

$$0.015 \leq 1 / 2 - 1 / 1 \leq 0.05 \quad \dots (1')$$

$$0.015 \leq 1 / 2 - 1 / 13 \leq 0.05 \quad \dots (2')$$

30

$$0.7 \times 2 / 1 < T_2 / T_1 < 7 \times 2 / 1 \quad \dots (3')$$

$$0.7 \times 2 / 13 < T_2 / T_{13} < 7 \times 2 / 13 \quad \dots (4')$$

$$-0.02 < n_2 - n_1 < 0.25 \quad \dots (5')$$

$$-0.02 < n_2 - n_3 < 0.25 \quad \dots (6')$$

【0030】

また、条件式(1)~(6)に代えて、以下の条件式(1'')、(2'')、(3'')、(4'')、(5'')、(6'')を満足するとさらに好ましい。

$$0.02 \leq 1 / 2 - 1 / 1 \leq 0.04 \quad \dots (1'')$$

$$0.02 \leq 1 / 2 - 1 / 13 \leq 0.04 \quad \dots (2'')$$

$$2 / 1 < T_2 / T_1 < 4 \times 2 / 1 \quad \dots (3'')$$

$$2 / 13 < T_2 / T_{13} < 4 \times 2 / 13 \quad \dots (4'')$$

40

$$0.0 < n_2 - n_1 < 0.15 \quad \dots (5'')$$

$$0.0 < n_2 - n_3 < 0.15 \quad \dots (6'')$$

【0031】

なお、複数の条件式を同時に満足する場合、そのうちの1つ条件式を置き換えることができる。例えば、条件式(1)と条件式(3)を満足する場合、条件式(1)を条件式(1')に置き換えて、条件式(1')と条件式(3)を満足するようにしても良い。

【0032】

また、本実施形態のレンズ成分は、横軸を d 、及び縦軸を gF とする直交座標系において、

50

$$gF = gF \times 2 + gF$$

で表される直線を設定したときに、レンズLBの gF と 2 が以下の条件式(7)の範囲の下限值であるときの直線、及び上限値であるときの直線で定まる領域と、以下の条件式(8)で定まる領域の両方の領域に含まれることが好ましい。

$$0.7000 < gF < 0.8000 \quad \dots (7)$$

$$3 \quad 2 \quad 2 \quad 7 \quad \dots (8)$$

ここで、

$$gF = -0.00264、$$

$$gF \text{はレンズLBの部分分散比} (ng_2 - nF_2) / (nF_2 - nC_2)、$$

である。

10

【0033】

条件式(7)の下限值を下回る場合、二次スペクトルによる色収差、つまりF線とC線で色消しをした場合のg線の色収差補正が十分でなくなる。そのため、撮像で得た画像において、画像の鮮鋭さを確保することが難しくなる。一方、条件式(7)の上限値を上回る場合、二次スペクトルが補正過剰となり、撮像で得た画像において、画像の鮮鋭さを確保することが困難となる。

【0034】

また、条件式(8)の上限値を上回った場合、または、下限値を下回った場合いずれにおいても、F線とC線との色消し自体が困難で、ズーム時の色収差変動が大きくなる。そのため、撮像で得た画像において、画像の鮮鋭さを確保することが困難となる。特に、上

20

【0035】

なお、条件式(7)に代えて、次の条件式(7')を満足するのがより望ましい。

$$0.7100 < gF < 0.7800 \quad \dots (7')$$

【0036】

さらに、条件式(7)に代えて、次の条件式(7'')を満足すると最も良い。

$$0.7200 < gF < 0.7600 \quad \dots (7'')$$

【0037】

なお、条件式(8)に代えて、次の条件式(8')を満足するのがより望ましい。

$$10 \quad 2 \quad 2 \quad 5 \quad 5 \quad \dots (8')$$

30

【0038】

さらに、条件式(8)に代えて、次の条件式(8'')を満足すると最も良い。

$$15 \quad 2 \quad 2 \quad 4 \quad \dots (8'')$$

【0039】

また、本実施形態のレンズ成分は、横軸を d 、及び縦軸を hg とする直交座標系において、

$$hg = hg \times 2 + hg$$

で表される直線を設定したときに、レンズLBの hg と 2 が以下の条件式(9)の範囲の下限值であるときの直線、及び上限値であるときの直線で定まる領域と、以下の条件式(8)で定まる領域との両方の領域に含まれるとよい。

40

$$0.6900 < hg < 0.8200 \quad \dots (9)$$

$$3 \quad 2 \quad 2 \quad 7 \quad \dots (8)$$

ここで、

$$hg = -0.00388、$$

$$hg \text{は前記レンズLBの部分分散比} (nh_2 - ng_2) / (nF_2 - nC_2)、$$

$$nh_2 \text{は前記レンズLBのh線の屈折率、}$$

である。

【0040】

条件式(9)の下限值を下回る場合、二次スペクトルによる色収差、つまりF線とC線で色消しをした場合のh線の色収差補正が十分でなくなる。そのため、撮像で得た画像に

50

において、画像に紫の色フレア、色にじみが発生しやすい。一方、条件式(9)の上限値を上回る場合、この硝材を負(凹)レンズに用いたときの二次スペクトルによる色収差、つまりF線とC線で色消しをした場合のh線の色収差補正が十分でなくなる。そのため、撮像で得た画像において、画像に紫の色フレア、色にじみが発生しやすい。

【0041】

なお、条件式(9)に代えて、次の条件式(9')を満足するのがより望ましい。

$$0.7000 < hg < 0.8000 \quad \dots (9')$$

【0042】

さらに、条件式(9)に代えて、次の条件式(9'')を満足すると最も良い。

$$0.7100 < hg < 0.7800 \quad \dots (9'')$$

10

【0043】

また、本実施形態のレンズ成分は、レンズLAとレンズLBは互いに異符号の屈折力を有するようにしたほうが良い。このようにすると、色収差補正や温度補償を良好に行なうことができる。

【0044】

また、本実施形態のレンズ成分は、レンズ成分とレンズLAは同符号の屈折力であることが好ましい。このようにすると、色収差補正や温度補償を良好に行なうことができる。

【0045】

また、本実施形態のレンズ成分は、レンズLCとレンズLAは同符号の屈折力を有し、以下の条件式(10)を満足するほうが好ましい。

20

$$-2.0 < \log(3/1) < 0 \quad \dots (10)$$

ここで、

1はレンズLAの屈折力、

3はレンズLCの屈折力、

である。

【0046】

条件式(10)の上限を上回ると、3枚接合にすることによる膨張係数差の影響緩和の効果は失われるが、一方のレンズにパワーが集中することになる。この場合、枚数増加による収差補正上のメリットが生かせずに、レンズ成分全体の厚みが厚くなってしまう。

【0047】

30

なお、条件式(10)に代えて、次の条件式(10')を満足するのがより望ましい。

$$-1.5 < \log(3/1) < 0 \quad \dots (10')$$

【0048】

さらに、条件式(10)に代えて、次の条件式(10'')を満足すると最も良い。

$$-1.0 < \log(3/1) < 0 \quad \dots (10'')$$

【0049】

なお、本実施形態のレンズ成分は、全体として負の屈折力であるのが好ましい。このようにすると、結像光学系に適用しやすい。

【0050】

また、本実施形態の結像光学系は、物体側から順に、負の屈折力を有するレンズ群B、正の屈折力を有するレンズ群C、さらに1つまたは2つのレンズ群を有する結像光学系であって、レンズ群Cは、広角端から望遠端に向かって変倍する際に物体側のみに移動し、レンズ群Bに上記のレンズ成分を用いたことを特徴とする。

40

【0051】

より好ましくは、レンズ群Bを構成するレンズ成分のうち、負の屈折力を有するレンズ成分に上記のレンズ成分を用いると良い。

【0052】

また、本実施形態の結像光学系は、レンズ群Bは上記のレンズ成分のみからなることが好ましい。

【0053】

50

また、本実施形態の結像光学系は、レンズ群 B の物体側から 2 番目の負レンズ成分 B n2 に上記のレンズ成分を用いることが好ましい。

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態の結像光学系は、レンズ群 B よりも物体側にレンズ群 A を有する構成としても良い。

【 0 0 5 5 】

また、本実施形態の結像光学系は、レンズ群 A は、物体側から光の進行方向に沿って、負レンズと光路を折り曲げるための反射光学素子の順で有する構成としても良い。

【 0 0 5 6 】

また、本実施形態の結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有するレンズ群 A、負の屈折力を有するレンズ群 B、正の屈折力を有し広角端から望遠端に向かって変倍する際に物体側のみに移動するレンズ群 C、さらに 1 つまたは 2 つのレンズ群を有する結像光学系としてもよい。

10

【 0 0 5 7 】

そして、レンズ群 B の物体側から 2 番目の負レンズ成分 B n2 に上記のレンズ成分を用いると良い。

【 0 0 5 8 】

また、本実施形態の結像光学系は、レンズ群 B の物体側から 1 番目の負レンズ成分 B n1 を有し、以下の条件式 (1 7) を満足するとよい。

$$1.85 < n_{Bn1} < 2.35 \quad \dots (17)$$

20

ここで、

n_{Bn1} は負レンズ成分 B n1 の d 線の屈折率、である。

【 0 0 5 9 】

また、条件式 (1 7) に代えて、条件式 (1 7 ') を満足するのがより望ましい。

$$1.90 < n_{Bn1} < 2.30 \quad \dots (17')$$

【 0 0 6 0 】

さらに、条件式 (1 7) に代えて、条件式 (1 7 '') を満足すると最も良い。

$$2.00 < n_{Bn1} < 2.25 \quad \dots (17'')$$

【 0 0 6 1 】

30

また、本実施形態の結像光学系は、レンズ群 B の物体側から 1 番目の負レンズ成分 B n1 と、負レンズ成分 B n2 の像側に配された正レンズ成分 B p を有し、以下の条件式 (1 8) を満足するとよい。

$$-0.10 < n_{Bn1} - n_{Bp} < 0.40 \quad \dots (18)$$

ここで、

n_{Bn1} は負レンズ成分 B n1 の d 線の屈折率、
 n_{Bp} は正レンズ成分 B p の d 線の屈折率、である。

【 0 0 6 2 】

条件式 (1 8) の上限値を上回ると、結像光学系の変倍時におけるコマ収差の変動が大きくなりやすい。一方、条件式 (1 8) の下限値を下回ると、ペッツバル和が負の値をとりやすい。

40

【 0 0 6 3 】

また、条件式 (1 8) に代えて、条件式 (1 8 ') を満足するのがより望ましい。

$$0.00 < n_{Bn1} - n_{Bp} < 0.20 \quad \dots (18')$$

【 0 0 6 4 】

さらに、条件式 (1 8) に代えて、条件式 (1 8 '') を満足すると最も良い。

$$0.03 < n_{Bn1} - n_{Bp} < 0.08 \quad \dots (18'')$$

【 0 0 6 5 】

また、本実施形態の結像光学系は、レンズ群 B の物体側から 1 番目の負レンズ成分 B n1

50

と、負レンズ成分 B n2を有し、以下の条件式 (1 9) を満足すると良い。

$$0.05 < Bn2 / Bn1 < 0.80 \quad \dots (19)$$

ここで、

Bn1は前記負レンズ成分 B n1の屈折力、

Bn2は前記負レンズ成分 B n2の屈折力、

である。

【 0 0 6 6 】

条件式 (1 9) の下限値を下回ると、負レンズ成分 B n1に負担が掛かりすぎる。そのため、特に広角側でのコマ収差、非点収差、歪曲収差の補正には不利である。また、条件式 (1 9) の上限値を上回ると、全長短縮など小型薄型化に不利となる。

10

【 0 0 6 7 】

また、条件式 (1 9) に代えて、条件式 (1 9 ') を満足するのがより望ましい。

$$0.10 < Bn2 / Bn1 < 0.70 \quad \dots (19')$$

【 0 0 6 8 】

さらに、条件式 (1 9) に代えて、条件式 (1 9 ") を満足すると最も良い。

$$0.15 < Bn2 / Bn1 < 0.60 \quad \dots (19'')$$

【 0 0 6 9 】

また、本実施形態の結像光学系は、以下の条件式 (2 0) を満足するとよい。

$$-0.05 < (z_1(h) - z_4(h)) / (fw \cdot \tan \theta_{10w}) < 0.08 \quad \dots (20)$$

20

ここで、

z_1 はレンズ LAの空気接触面 I の形状であって、近軸曲率半径 R を R_1 としたときの上記式 (1 1) に従う形状、

z_1 はレンズ LAの空気接触面 I の非球面成分であって、近軸曲率半径 R を R_1 としたときの上記式 (1 2) に従う成分、

z_4 はレンズ LCの空気接触面 IV の形状であって、近軸曲率半径 R を R_4 としたときの上記式 (1 1) に従う形状、

z_4 はレンズ LCの空気接触面 IV の非球面成分であって、近軸曲率半径 R を R_4 としたときの上記式 (1 2) に従う成分、

θ_{10w} は広角端における最大画角、

fwは結像光学系の広角端における全系の焦点距離、

である。

【 0 0 7 0 】

なお、レンズ LCがない場合には、レンズ LCの空気接触面 IV の形状を示す z_4 、 R_4 の代わりにレンズ LBの空気接触面 III の形状を示す z_3 、 R_3 を用いる。

【 0 0 7 1 】

条件式 (2 0) の下限値を下回ると、特に広角側でのコマ収差、非点収差、歪曲収差の補正度合いが不足しやすい。一方、条件式 (2 0) の上限値を上回ると前記収差のいずれかが逆方向に却って悪化しやすい。

【 0 0 7 2 】

また、条件式 (2 0) に代えて、条件式 (2 0 ') を満足するのがより望ましい。

$$-0.03 < (z_1(h) - z_4(h)) / (fw \cdot \tan \theta_{10w}) < 0.06 \quad \dots (20')$$

40

【 0 0 7 3 】

さらに、条件式 (2 0) に代えて、条件式 (2 0 ") を満足すると最も良い。

$$-0.01 < (z_1(h) - z_4(h)) / (fw \cdot \tan \theta_{10w}) < 0.04 \quad \dots (20'')$$

【 0 0 7 4 】

また、本実施形態の電子撮像装置によれば、上述の結像光学系と、結像光学系を通じて結像した像を撮像する電子撮像素子を有することが好ましい。

50

【 0 0 7 5 】

また、本実施形態の電子撮像装置は、上述の電子撮像装置において、レンズLCを有し、レンズLAとレンズLBによって接合面IIが形成され、レンズLBとレンズLCによって接合面IIIが形成され、光軸方向をz、光軸に垂直な方向をhとする座標軸とし、Rを球面成分の光軸上における曲率半径、kを円錐定数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} ...を非球面係数として、

前記非球面の形状を下記の式(11)で表すと共に、

$$z = h^2 / R \{ 1 + \{ 1 - (1 + k) h^2 / R^2 \}^{1/2} \} \\ + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + \dots (11)$$

偏倚量を下記の式(12)で表した場合、

$$z = z - h^2 / R \{ 1 + \{ 1 - h^2 / R^2 \}^{1/2} \} \dots (12)$$

次式(13)にて定義されるPが以下の条件式(14)を満足することが好ましい。

$$-5.0 \times 10^{-4} < P < 5.0 \times 10^{-4} \dots (14)$$

ここで、

Pは、接合面IIの非球面と分散に関するパラメータであって、以下の式で表され、

$$P = z_2(h) \cdot \{ (1 / R_2) - (1 / R_3) \} \\ + z_3(h) \cdot \{ (1 / R_3) - (1 / R_4) \} \dots (13)$$

R_2 は接合面IIの近軸曲率半径

R_3 は接合面IIIの近軸曲率半径、

z_2 は接合面IIの形状であって、上記式(11)に従う形状、

z_2 は接合面IIの非球面成分であって、上記式(12)に従う成分、

z_3 は接合面IIIの形状であって、上記式(11)に従う形状、

z_3 は接合面IIIの非球面成分であって、上記式(12)に従う成分、

レンズLCがない場合は $1 / R_3 = 0$ とし、

$h = m \cdot a$ であり、

m は、

m は、

レンズ群Bの物体側にレンズ群Aを有する場合のみ $m=1$ 、

レンズ群Aに光路を折り曲げるためのプリズムを有する場合は $m=1.4$ 、

それ以外の場合は $m=2.5$ であり、

レンズ群Aは、望遠端での全系焦点距離よりも短い焦点距離のレンズ群であり、

a は以下の式(15)に従う量、

$$a = (y_{10})^2 \cdot \log_{10} \dots / f_w \dots (15)$$

y_{10} は結像光学系の結像位置近傍に配置された電子撮像素子の有効撮像面内において、中心から最も遠い点までの距離、

f_w は結像光学系の広角端における全系の焦点距離、

m はズーム比(望遠端での全系焦点距離/広角端での全系焦点距離)、

また、各面の面頂を原点とするため、常に $z(0) = 0$ 、

である。

【 0 0 7 6 】

条件式(14)の下限値を下回ると、特に広角側において、コマ収差を補正しながら高次の色収差、つまり色の球面収差、色コマ、倍率色収差の像高に関する高次成分(色の歪曲収差)を補正することが困難となる。一方、条件式(14)の上限値を上回ると、これらの高次の色収差の補正が過剰となるか、d線など基準となる波長に対する収差が悪化しやすい。

【 0 0 7 7 】

なお、条件式(14)に代えて、次の条件式(14')を満足すると、より好ましい。

$$-4.0 \times 10^{-4} < P < 3.0 \times 10^{-4} \dots (14')$$

ここで、 $h = m \cdot a$ である。

【 0 0 7 8 】

さらに、条件式(14)に代えて、次の条件式(14")を満足すると、より一層好ましい。

$$-3.0 \times 10^{-4} < P \cdot \quad < 1.5 \times 10^{-4} \quad \dots (14'')$$

ここで、 $h = m \cdot a$ である。

【0079】

また、本実施形態の電子撮像装置は、上述の電子撮像装置において、レンズLCを有し、レンズLAとレンズLBによって接合面IIが形成され、レンズLBとレンズLCによって接合面IIIが形成され、光軸方向をz、光軸に垂直な方向をhとする座標軸とし、Rを球面成分の光軸上における曲率半径、kを円錐定数、 $A_4, A_6, A_8, A_{10} \dots$ を非球面係数として、次の式(11)で表した場合、

$$z = h^2 / R \{ 1 + \{ 1 - (1 + k) h^2 / R^2 \}^{1/2} \} \\ + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + \dots (11)$$

以下の条件式(16)を満足することが好ましい。

$$0.05 \leq |z_2(h) - z_3(h)| / t_2 \leq 0.95 \quad \dots (16)$$

ここで、

z_2 は接合面IIの形状であって、上記式(11)に従う形状、

z_3 は接合面IIIの形状又はレンズLBの空気接触面の形状であって、上記式(11)に従う形状、

t_2 はレンズLBの光軸上の厚み、

$h = m \cdot a$ であり、

mは、

レンズ群Bの物体側にレンズ群Aを有する場合のみ $m=1$ 、

レンズ群Aに光路を折り曲げるためのプリズムを有する場合は $m=1.4$ 、

それ以外の場合は $m=2.5$ であり、

レンズ群Aは、望遠端での全系焦点距離よりも短い焦点距離のレンズ群であり、

aは以下の式(15)に従う量、

$$a = (y_{10})^2 \cdot \log_{10} \quad / fw \quad \dots (15)$$

y_{10} は結像光学系の結像位置近傍に配置された電子撮像素子の有効撮像面内において、中心から最も遠い点までの距離、

fwは結像光学系の広角端における全系の焦点距離、

はズーム比(望遠端での全系焦点距離/広角端での全系焦点距離)、

また、各面の面頂を原点とするため、常に $z(0) = 0$ 、である。

【0080】

条件式(16)の下限値を下回ると、色収差の補正が不十分になりやすい。条件式(16)の上限値を上回ると、正レンズを薄く加工することを考えた場合に周辺部の縁肉確保が困難になる。

【0081】

また、条件式(16)に代えて、条件式(16')を満足するのがより望ましい。

$$0.08 \leq |z_2(h) - z_3(h)| / t_2 \leq 0.80 \quad \dots (16')$$

ここで、 $h = m \cdot a$ である。

【0082】

さらに、条件式(16)に代えて、条件式(16")を満足すると最も良い。

$$0.10 \leq |z_2(h) - z_3(h)| / t_2 \leq 0.65 \quad \dots (16'')$$

ここで、 $h = m \cdot a$ である。

【0083】

また、本実施形態の電子撮像装置は、上述の結像光学系と、電子撮像素子と、結像光学系を通じて結像した像を電子撮像素子で撮像することによって得られた画像データを加工して像の形状を変化させた画像データとして出力する画像処理手段とを有し、結像光学系が、無限遠物点合焦時に次の条件式(A)を満足することを特徴とすることが望ましい。

$$0.7 < y_{07} / (f_w \cdot \tan \theta_{07w}) < 0.97 \quad \dots (A)$$

但し、 y_{07} は電子撮像素子の有効撮像面内（撮像可能な面内）で中心から最も遠い点までの距離（最大像高）を y_{10} としたとき $y_{07} = 0.7 \cdot y_{10}$ として表され、 θ_{07w} は広角端における撮像面上の中心から y_{07} の位置に結ぶ像点に対応する物点方向の光軸に対する角度、 f_w は広角端における結像光学系の全系の焦点距離である。

【0084】

上述した結像光学系は、色収差などを悪化させることなく光学系全長や沈胴厚を薄くすることが可能である。そのため、電子撮像装置にこのような結像光学系を用いると、高画質な画像を得られつつ薄型化された電子撮像装置を得ることができる。

【実施例】

10

【0085】

以下に、本発明にかかる結像光学系及び電子撮像装置の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、各実施例において、レンズ形状についての説明があるが、これは、少なくとも近軸での形状を指している。例えば、メニスカスレンズと称している場合、これは、少なくとも近軸での形状がメニスカス形状であることを意味する。よって、メニスカスレンズと称していても、非球面となっているレンズ面では、場合によって周縁部で両凹形状や、両凸形状になることもありうる。

【0086】

次に、本発明の実施例1にかかるズームレンズについて説明する。図1は本発明の実施例1にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

20

【0087】

図2は実施例1にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。また、FIYは像高を示している。なお、収差図における記号は、後述の実施例においても共通である。

【0088】

実施例1のズームレンズは、図1に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、を有している。

30

なお、以下全ての実施例において、レンズ断面図中、LPF又はFはローパスフィルター、CG又はCはカバーガラス、Iは電子撮像素子の撮像面を示している。

【0089】

第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3との接合レンズと、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

負メニスカスレンズL1はレンズLAに対応し、正メニスカスレンズL2はレンズLBに対応し、負メニスカスレンズL3はレンズLCに対応する。そして、レンズLAとレンズLCには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Cが用いられている。

40

【0090】

第2レンズ群G2は、物体側より順に、両凸正レンズL4と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

両凸正レンズL4と負メニスカスレンズL5との間に、開口絞りSが配置されている。

【0091】

第3レンズ群G3は、両凸正レンズL6で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0092】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は像側へ移動した後に物体側

50

へ移動する。第2レンズ群G2は、物体側へ移動する。第3レンズ群G3は、像側へ移動した後に物体側へ移動する。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2とともに移動する。

【0093】

非球面は、第1レンズ群G1の物体側の負メニスカスレンズL1の物体側の面と像側の負メニスカスレンズL3の像側の面と、第2レンズ群G2の両凸正レンズL4の両面と負メニスカスレンズL5の両面と、第3レンズ群G3の両凸正レンズL6の像側の面と、の7面に設けられている。

【0094】

次に、本発明の実施例2にかかるズームレンズについて説明する。図3は本発明の実施例2にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

10

【0095】

図4は実施例2にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。

【0096】

実施例2のズームレンズは、図3に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、を有している。

【0097】

20

第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3との接合レンズと、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

負メニスカスレンズL1はレンズLCに対応し、正メニスカスレンズL2はレンズLBに対応し、負メニスカスレンズL3はレンズLAに対応する。そして、レンズLAとレンズLCには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Cが用いられている。

【0098】

第2レンズ群G2は、物体側より順に、両凸正レンズL4と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

両凸正レンズL4と負メニスカスレンズL5との間に、開口絞りSが配置されている。

30

【0099】

第3レンズ群G3は、両凸正レンズL6で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0100】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は像側へ移動した後に物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、物体側へ移動する。第3レンズ群G3は、像側へ移動した後に物体側へ移動する。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2とともに移動する。

【0101】

非球面は、第1レンズ群G1の物体側の負メニスカスレンズL1の物体側の面と像側の負メニスカスレンズL3の像側の面と、第2レンズ群G2の両凸正レンズL4の両面と負メニスカスレンズL5の両面と、第3レンズ群G3の両凸正レンズL6の像側の面と、の7面に設けられている。

40

【0102】

次に、本発明の実施例3にかかるズームレンズについて説明する。図5は本発明の実施例3にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

【0103】

図6は実施例3にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。

50

【0104】

実施例3のズームレンズは、図5に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、を有している。

【0105】

第1レンズ群G1は、物体側より順に、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と両凹負レンズL3との接合レンズで構成されており、全体で負の屈折力を有している。

負メニスカスレンズL1はレンズLCに対応し、正メニスカスレンズL2はレンズLBに対応し、両凹負レンズL3はレンズLAに対応する。そして、レンズLAとレンズLCには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Bが用いられている。

10

【0106】

第2レンズ群G2は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL6と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

負メニスカスレンズL5と正メニスカスレンズL6との間に、開口絞りSが配置されている。

正メニスカスレンズL4はレンズLAに対応し、負メニスカスレンズL5はレンズLBに対応する。そして、レンズLAには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Bが用いられている。

20

【0107】

第3レンズ群G3は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL7で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0108】

第4レンズ群G4は、両凹負レンズL8で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

【0109】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は物体側へ移動する。第2レンズ群G2は物体側へ移動する。第3レンズ群G3は像側へ移動する。第4レンズ群G4は固定されている。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2とともに移動する。

30

【0110】

非球面は、第1レンズ群G1の負メニスカスレンズL1の両面と両凹負レンズL3の像側の面と、第2レンズ群G2の物体側の正メニスカスレンズL4の物体側の面と負メニスカスレンズL5の像側の面と像側の正メニスカスレンズL6の物体側の面と、第3レンズ群G3の正メニスカスレンズL7の像側の面と、第4レンズ群G4の両凹負レンズL8の物体側の面と、の8面に設けられている。

【0111】

次に、本発明の実施例4にかかるズームレンズについて説明する。図7は本発明の実施例4にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

40

【0112】

図8は実施例4にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。

【0113】

実施例4のズームレンズは、図7に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、を有している。

【0114】

第1レンズ群G1は、物体側より順に、両凹負レンズL1と物体側に凸面を向けた正メ

50

ニスカスレンズ L 2 と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 3 との接合レンズと、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

両凹負レンズ L 1 はレンズ LA に対応し、正メニスカスレンズ L 2 はレンズ LB に対応し、負メニスカスレンズ L 3 はレンズ LC に対応する。そして、レンズ LA とレンズ LC には硝材 A が用いられ、レンズ LB には硝材 D が用いられている。

【 0 1 1 5 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 との接合レンズと、両凸正レンズ L 6 と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

負メニスカスレンズ L 5 と両凸正レンズ L 6 との間に、開口絞り S が配置されている。

正メニスカスレンズ L 4 はレンズ LA に対応し、負メニスカスレンズ L 5 はレンズ LB に対応する。そして、レンズ LA には硝材 A が用いられ、レンズ LB には硝材 B が用いられている。

【 0 1 1 6 】

第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 7 で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【 0 1 1 7 】

第 4 レンズ群 G 4 は、両凹負レンズ L 8 で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

【 0 1 1 8 】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G 1 は物体側へ移動する。第 2 レンズ群 G 2 は物体側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は像側へ移動する。第 4 レンズ群 G 4 は固定されている。明るさ絞り S は、第 2 レンズ群 G 2 とともに移動する。

【 0 1 1 9 】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の両凹負レンズ L 1 の両面と負メニスカスレンズ L 3 の像側の面と、第 2 レンズ群 G 2 の正メニスカスレンズ L 4 の物体側の面と負メニスカスレンズ L 5 の像側の面と両凸正レンズ L 6 の物体側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の正メニスカスレンズ L 7 の像側の面と、第 4 レンズ群 G 4 の両凹負レンズ L 8 の物体側の面と、の 8 面に設けられている。

【 0 1 2 0 】

次に、本発明の実施例 5 にかかるズームレンズについて説明する。図 9 は本発明の実施例 5 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a) は広角端、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端での断面図である。

【 0 1 2 1 】

図 10 は実施例 5 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a) は広角端、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端での状態を示している。

【 0 1 2 2 】

実施例 5 のズームレンズは、図 9 に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、負の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、を有している。

【 0 1 2 3 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、両凹負レンズ L 1 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 との接合レンズと、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

両凹負レンズ L 1 はレンズ LA に対応し、正メニスカスレンズ L 2 はレンズ LB に対応する。そして、レンズ LA には硝材 A が用いられ、レンズ LB には硝材 B が用いられている。

【 0 1 2 4 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3

10

20

30

40

50

と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5との接合レンズで構成されており、全体で正の屈折力を有している。

正メニスカスレンズL3はレンズLAに対応し、負メニスカスレンズL4はレンズLBに対応し、正メニスカスレンズL5はレンズLCに対応する。そして、レンズLA、レンズLCには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Bが用いられている。

【0125】

第3レンズ群G3は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL6で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0126】

第4レンズ群G4は、両凹負レンズL7で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

10

【0127】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は像側へ移動した後に物体側へ移動する。第2レンズ群G2は物体側へ移動する。第3レンズ群G3は像側へ移動する。第4レンズ群G4は固定されている。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2とともに移動する。

【0128】

非球面は、第1レンズ群G1の接合レンズの3面と、第2レンズ群G2の物体側の正メニスカスレンズL3の物体側の面と像側の正メニスカスレンズL5の両面と、第3レンズ群G3の正メニスカスレンズL6の像側の面と、第4レンズ群G4の両凹負レンズL7の物体側の面と、の8面に設けられている。

20

【0129】

次に、本発明の実施例6にかかるズームレンズについて説明する。図11は本発明の実施例6にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

【0130】

図12は実施例6にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。

【0131】

30

実施例6のズームレンズは、図11に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、を有している。

【0132】

第1レンズ群G1は、物体側より順に、両凹負レンズL1と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2との接合レンズと、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

両凹負レンズL1はレンズLAに対応し、正メニスカスレンズL2はレンズLBに対応する。そして、レンズLAには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Dが用いられている。

40

【0133】

第2レンズ群G2は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5との接合レンズで構成されており、全体で正の屈折力を有している。

正メニスカスレンズL3はレンズLAに対応し、負メニスカスレンズL4はレンズLBに対応し、正メニスカスレンズL5はレンズLCに対応する。そして、レンズLA、レンズLCには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Dが用いられている。

【0134】

第3レンズ群G3は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL6で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

50

【 0 1 3 5 】

第 4 レンズ群 G 4 は、両凹負レンズ L 7 で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

【 0 1 3 6 】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G 1 は像側へ移動した後に物体側へ移動する。第 2 レンズ群 G 2 は物体側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は像側へ移動する。第 4 レンズ群 G 4 は固定されている。明るさ絞り S は、第 2 レンズ群 G 2 とともに移動する。

【 0 1 3 7 】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の接合レンズの 3 面と、第 2 レンズ群 G 2 の物体側の正メ
ニスカスレンズ L 3 の物体側の面と像側の正メニスカスレンズ L 5 の両面と、第 3 レンズ
群 G 3 の正メニスカスレンズ L 6 の像側の面と、第 4 レンズ群 G 4 の両凹負レンズ L 7 の
物体側の面と、の 8 面に設けられている。

10

【 0 1 3 8 】

次に、本発明の実施例 7 にかかるズームレンズについて説明する。図 1 3 は本発明の実
施例 7 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であ
り、(a) は広角端、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端での断面図である。

【 0 1 3 9 】

図 1 4 は実施例 7 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収
差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a) は広角端、(b) は中間焦点距離状態
、(c) は望遠端での状態を示している。

20

【 0 1 4 0 】

実施例 7 のズームレンズは、図 1 3 に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有す
る第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第
3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、を有している。

【 0 1 4 1 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、両凹負レンズ L 1 と物体側に凸面を向けた正メ
ニスカスレンズ L 2 と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 3 との接合レンズと、
で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

両凹負レンズ L 1 はレンズ LA に対応し、正メニスカスレンズ L 2 はレンズ LB に対応し
、負メニスカスレンズ L 3 はレンズ LC に対応する。そして、レンズ LA、レンズ LC には
硝材 A が用いられ、レンズ LB には硝材 D が用いられている。

30

【 0 1 4 2 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4
と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 との接合レンズと、両凸正レンズ L 6 と
、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

負メニスカスレンズ L 5 と両凸正レンズ L 6 との間に明るさ絞り S が配置されている。

【 0 1 4 3 】

第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 7 で構成されており、
全体で正の屈折力を有している。

40

【 0 1 4 4 】

第 4 レンズ群 G 4 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 8 で構成されており、
全体で正の屈折力を有している。

【 0 1 4 5 】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G 1 は像側へ移動した後に物体側
へ移動する。第 2 レンズ群 G 2 は物体側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は像側へ移動する
。第 4 レンズ群 G 4 は固定されている。明るさ絞り S は、第 2 レンズ群 G 2 とともに移動
する。

【 0 1 4 6 】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の両凹負レンズ L 1 の両面と負メニスカスレンズ L 3 の像

50

側の面と、第2レンズ群G2の正メニスカスレンズL4の物体側の面と負メニスカスレンズL5の像側の面と、第4レンズ群G4の正メニスカスレンズL8の物体側の面と、の6面に設けられている。

【0147】

次に、本発明の実施例8にかかるズームレンズについて説明する。図15は本発明の実施例8にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

【0148】

図16は実施例8にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。

10

【0149】

実施例8のズームレンズは、図15に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、を有している。

【0150】

第1レンズ群G1は、物体側より順に、両凹負レンズL1と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3との接合レンズで構成されており、全体で負の屈折力を有している。

両凹負レンズL1はレンズLAに対応し、正メニスカスレンズL2はレンズLBに対応し、正メニスカスレンズL3はレンズLCに対応する。そして、レンズLA、レンズLCには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Bが用いられている。

20

【0151】

第2レンズ群G2は、物体側より順に、両凸正レンズL4と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6との接合レンズと、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

両凸正レンズL4と正メニスカスレンズL5との間に、開口絞りSが配置されている。

【0152】

第3レンズ群G3は、両凹負レンズL7で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

30

【0153】

第4レンズ群G4は、両凸正レンズL8で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0154】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は像側へ移動した後に物体側へ移動する。第2レンズ群G2は物体側へ移動する。第3レンズ群G3は物体側へ移動する。第4レンズ群G4は像側へ移動する。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2とともに移動する。

【0155】

非球面は、第1レンズ群G1の両凹負レンズL1の両面と像側の正メニスカスレンズL3の像側の面と、第2レンズ群G2の両凸正レンズL4の両面と負メニスカスレンズL6の像側の面と、第4レンズ群G4の両凸正レンズL8の像側の面と、の7面に設けられている。

40

【0156】

次に、本発明の実施例9にかかるズームレンズについて説明する。図17は本発明の実施例9にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

【0157】

図18は実施例9にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態

50

、(c)は望遠端での状態を示している。

【0158】

実施例9のズームレンズは、図17に示すように、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5と、を有している。

【0159】

第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と両凸正レンズL2との接合レンズで構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0160】

第2レンズ群G2は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3と、両凹負レンズL4と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL7と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

両凹負レンズL4はレンズLAに対応し、正メニスカスレンズL5はレンズLBに対応し、負メニスカスレンズL6はレンズLCに対応する。そして、レンズLA、レンズLCには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Bが用いられている。

【0161】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、両凸正レンズL8と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL9と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL10との接合レンズと、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0162】

第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0163】

第5レンズ群G5は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0164】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は物体側へ移動する。第2レンズ群G2は像側へ移動した後に物体側へ移動する。第3レンズ群G3は物体側へ移動する。第4レンズ群G4は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第5レンズ群G5は固定されている。明るさ絞りSは、第3レンズ群G3とともに移動する。

【0165】

非球面は、第1レンズ群G1の両凸正レンズL2の像側の面と、第2レンズ群G2の両凹負レンズL4の両面と像側の負メニスカスレンズL6の像側の面と、第3レンズ群G3の両凸正レンズL8の両面と、第5レンズ群G5の正メニスカスレンズL12の物体側の面と、の7面に設けられている。

【0166】

次に、本発明の実施例10にかかるズームレンズについて説明する。図19は本発明の実施例10にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

【0167】

図20は実施例10にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。

【0168】

実施例10のズームレンズは、図19に示すように、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、を有して

10

20

30

40

50

いる。

【0169】

第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と両凸正レンズL2との接合レンズで構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0170】

第2レンズ群G2は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3と、両凹負レンズL4と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL6と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

両凹負レンズL4はレンズLAに対応し、正メニスカスレンズL5はレンズLBに対応する。そして、レンズLAには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Dが用いられている。

10

【0171】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、両凸正レンズL7と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL8と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9との接合レンズと、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0172】

第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL10で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0173】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は物体側へ移動する。第2レンズ群G2は像側へ移動した後に物体側へ移動する。第3レンズ群G3は物体側へ移動する。第4レンズ群G4は物体側へ移動した後に像側へ移動する。明るさ絞りSは、第3レンズ群G3とともに移動する。

20

【0174】

非球面は、第1レンズ群G1の両凸正レンズL2の像側の面と、第2レンズ群G2の接合レンズの3面と、第3レンズ群G3の両凸正レンズL7の両面と、第4レンズ群G4の正メニスカスレンズL10の物体側の面と、の7面に設けられている。

【0175】

次に、本発明の実施例11にかかるズームレンズについて説明する。図21は本発明の実施例11にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

30

【0176】

図22は実施例11にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。

【0177】

実施例11のズームレンズは、図21に示すように、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5と、を有している。

40

【0178】

第1レンズ群G1は、物体側より順に、両凹負レンズL1と、プリズムL2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と両凸正レンズL4との接合レンズと、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0179】

第2レンズ群G2は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、両凹負レンズL6と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL7と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL8との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL9と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

50

両凹負レンズ L 6 はレンズ L A に対応し、正メニスカスレンズ L 7 はレンズ L B に対応し、負メニスカスレンズ L 8 はレンズ L C に対応する。そして、レンズ L A、レンズ L C には硝材 A が用いられ、レンズ L B には硝材 B が用いられている。

【 0 1 8 0 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 1 0 と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 1 と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 2 との接合レンズと、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【 0 1 8 1 】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 3 で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

10

【 0 1 8 2 】

第 5 レンズ群 G 5 は、両凹負レンズ L 1 4 と両凸正レンズ L 1 5 との接合レンズで構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【 0 1 8 3 】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G 1 は物体側へ移動する。第 2 レンズ群 G 2 は像側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動する。第 4 レンズ群 G 4 は物体側へ移動する。第 5 レンズ群 G 5 は固定されている。明るさ絞り S は、固定されている。

【 0 1 8 4 】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の両凹負レンズ L 1 の両面と接合レンズの 3 面と、第 2 レンズ群 G 2 の両凹負レンズ L 6 の物体側の面と像側の負メニスカスレンズ L 8 の像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の両凸正レンズ L 1 0 の両面と、第 5 レンズ群 G 5 の両凸正レンズ L 1 5 の像側の面と、の 1 0 面に設けられている。

20

【 0 1 8 5 】

次に、本発明の実施例 1 2 にかかるズームレンズについて説明する。図 2 3 は本発明の実施例 1 2 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a) は広角端、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端での断面図である。

【 0 1 8 6 】

図 2 4 は実施例 1 2 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a) は広角端、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端での状態を示している。

30

【 0 1 8 7 】

実施例 1 2 のズームレンズは、図 2 3 に示すように、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、負の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 と、を有している。

【 0 1 8 8 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、両凹負レンズ L 1 と、プリズム L 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 と両凸正レンズ L 4 との接合レンズと、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

40

【 0 1 8 9 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 と、両凹負レンズ L 6 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 7 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 8 と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

両凹負レンズ L 6 はレンズ L A に対応し、正メニスカスレンズ L 7 は L B に対応する。そして、レンズ L A には硝材 A が用いられ、レンズ L B には硝材 D が用いられている。

【 0 1 9 0 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 9 と、像側に凸面を向けた正メ

50

ニスカスレンズL 1 0と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1 1との接合レンズと、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0191】

第4レンズ群G 4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1 2で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

【0192】

第5レンズ群G 5は、両凹負レンズL 1 3と両凸正レンズL 1 4との接合レンズで構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0193】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G 1は固定されている。第2レンズ群G 2は像側へ移動する。第3レンズ群G 3は物体側へ移動する。第4レンズ群G 4は物体側へ移動する。第5レンズ群G 5は像側へ移動した後に物体側へ移動する。明るさ絞りSは、第3レンズ群G 3とともに移動する。

【0194】

非球面は、第1レンズ群G 1の両凹負レンズL 1の両面と接合レンズの3面と、第2レンズ群G 2の接合レンズの3面と、第3レンズ群G 3の両凸正レンズL 9の両面と、第5レンズ群G 5の両凸正レンズL 1 4の像側の面と、の11面に設けられている。

【0195】

次に、本発明の実施例13にかかるズームレンズについて説明する。図25は本発明の実施例13にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

【0196】

図26は実施例13にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。

【0197】

実施例13のズームレンズは、図25に示すように、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G 1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G 2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G 3と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第4レンズ群G 4と、負の屈折力を有する第5レンズ群G 5と、を有している。

【0198】

第1レンズ群G 1は、物体側より順に、両凹負レンズL 1と、プリズムL 2と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 3と両凸正レンズL 4との接合レンズと、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0199】

第2レンズ群G 2は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 5と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 6と像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 7と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 8との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 9と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

負メニスカスレンズL 6はLAに対応し、正メニスカスレンズL 7はLBに対応し、負メニスカスレンズL 8はレンズLCに対応する。そして、レンズLA、レンズLCには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Dが用いられている。

【0200】

第3レンズ群G 3は、物体側より順に、両凸正レンズL 1 0で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0201】

第4レンズ群G 4は、両凹負レンズL 1 1と、両凸正レンズL 1 2と、両凸正レンズL 1 3と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0202】

10

20

30

40

50

第5レンズ群G5は、両凹負レンズL14と、両凹負レンズL15と両凸正レンズL16との接合レンズで構成されており、全体で負の屈折力を有している。

【0203】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は物体側へ移動する。第2レンズ群G2は像側へ移動する。第3レンズ群G3は物体側へ移動する。第4レンズ群G4は像側へ移動する。第5レンズ群G5は像側へ移動した後に物体側へ移動する。明るさ絞りSは、固定されている。

【0204】

非球面は、第1レンズ群G1の両凹負レンズL1の両面と接合レンズの3面と、第2レンズ群G2の物体側から2番目の負メニスカスレンズL6の物体側の面と最も像側の負メニスカスレンズL8の両面と、第3レンズ群G3の両凸正レンズL10の物体側の面と、第4レンズ群G4の最も像側の両凸正レンズL13の像側の面と、の10面に設けられている。

10

【0205】

次に、本発明の実施例14にかかるズームレンズについて説明する。図27は本発明の実施例14にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

【0206】

図28は実施例14にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。

20

【0207】

実施例14のズームレンズは、図27に示すように、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、負の屈折力を有する第5レンズ群G5と、第6レンズ群G6と、を有している。

【0208】

第1レンズ群G1は、物体側より順に、両凹負レンズL1と、プリズムL2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と両凸正レンズL4との接合レンズと、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

30

【0209】

第2レンズ群G2は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL6と両凹負レンズL7との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL8と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

正メニスカスレンズL6はレンズLBに対応し、両凹負レンズL7はレンズLAに対応する。そして、レンズLAには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Bが用いられている。

【0210】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL9で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

40

【0211】

第4レンズ群G4は、物体側より順に、両凸正レンズL10と、両凹負レンズL11と両凸正レンズL12との接合レンズと、両凸正レンズL13と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0212】

第5レンズ群G5は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

【0213】

第6レンズ群G6は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL15で構成されており

50

、全体で正の屈折力を有している。

【0214】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は物体側へ移動する。第2レンズ群G2は像側へ移動する。第3レンズ群G3は固定されている。第4レンズ群G4は物体側へ移動する。第5レンズ群G5は物体側へ移動する。第6レンズ群G6は固定されている。明るさ絞りSは固定されている。

【0215】

非球面は、第1レンズ群G1の両凹負レンズL1の両面と接合レンズの3面と、第2レンズ群G2の接合レンズの3面と、第4レンズ群G4の最も物体側の両凸正レンズL10の両面と最も像側の両凸正レンズL13の両面と、の12面に設けられている。

10

【0216】

次に、本発明の実施例15にかかるズームレンズについて説明する。図29は本発明の実施例15にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

【0217】

図30は実施例15にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。

【0218】

実施例15のズームレンズは、図29に示すように、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5と、を有している。

20

【0219】

第1レンズ群G1は、物体側より順に、両凹負レンズL1と、プリズムL2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と両凸正レンズL5との接合レンズと、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0220】

第2レンズ群G2は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6と、両凹負レンズL7と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL8と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9との接合レンズと、両凸正レンズL10と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

30

両凹負レンズL7はレンズLAに対応し、正メニスカスレンズL8はレンズLBに対応し、負メニスカスレンズL9はレンズLCに対応する。そして、レンズLA、レンズLCには硝材Aが用いられ、レンズLBには硝材Bが用いられている。

【0221】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

40

【0222】

第4レンズ群G4は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と両凸正レンズL14との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL15と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0223】

第5レンズ群G5は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL16で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0224】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は固定されている。第2レン

50

ズ群 G 2 は像側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動する。第 4 レンズ群 G 4 は物体側へ移動する。第 5 レンズ群 G 5 は像側へ移動する。明るさ絞り S は固定されている。

【 0 2 2 5 】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズ L 3 の両面と、第 2 レンズ群 G 2 の両凹負レンズ L 7 の物体側の面と像側の負メニスカスレンズ L 9 の像側の面と、第 4 レンズ群 G 4 の正メニスカスレンズ L 1 2 の物体側の面と両凸正レンズ L 1 4 の像側の面と、の 6 面に設けられている。

【 0 2 2 6 】

次に、本発明の実施例 1 6 にかかるズームレンズについて説明する。図 3 1 は本発明の実施例 1 3 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a) は広角端、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端での断面図である。

10

【 0 2 2 7 】

図 3 2 は実施例 1 6 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a) は広角端、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端での状態を示している。

【 0 2 2 8 】

実施例 1 6 のズームレンズは、図 3 1 に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、を有している。

20

【 0 2 2 9 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 と、プリズム L 2 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 3 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 との接合レンズと、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

負メニスカスレンズ L 3 はレンズ LC に対応し、正メニスカスレンズ L 4 はレンズ LB に対応し、負メニスカスレンズ L 5 はレンズ LA に対応する。そして、レンズ LA、レンズ LC には硝材 A が用いられ、レンズ LB には硝材 D が用いられている。

【 0 2 3 0 】

30

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 6 と、両凸正レンズ L 7 と両凹負レンズ L 8 との接合レンズと、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

両凸正レンズ L 6 と両凸正レンズ L 7 との間に開口絞り S が配置されている。

【 0 2 3 1 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側より順に、両凹負レンズ L 9 で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

【 0 2 3 2 】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 1 0 で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【 0 2 3 3 】

40

広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G 1 は固定されている。第 2 レンズ群 G 2 は物体側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第 4 レンズ群 G 4 は像側へ移動した後に物体側へ移動する。明るさ絞り S は第 2 レンズ群 G 2 とともに移動する。

【 0 2 3 4 】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の物体側から 2 番目の負メニスカスレンズ L 3 の両面と像側の負メニスカスレンズ L 5 の像側の面と、第 2 レンズ群 G 2 の両凸正レンズ L 6 の両面と、第 4 レンズ群 G 4 の両凸正レンズ L 1 0 の物体側の面、の 6 面に設けられている。

【 0 2 3 5 】

次に、本発明の実施例 1 7 にかかるズームレンズについて説明する。図 3 3 は本発明の

50

実施例 17 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

【0236】

図 34 は実施例 17 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。

【0237】

実施例 17 のズームレンズは、図 33 に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G4 と、を有している。

【0238】

第 1 レンズ群 G1 は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L1 と、プリズム L2 と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

【0239】

第 2 レンズ群 G2 は、物体側より順に、両凹負レンズ L3 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L4 の接合レンズで構成されており、全体で負の屈折力を有している。

両凹負レンズ L3 はレンズ LA に対応し、正メニスカスレンズ L4 はレンズ LB に対応する。そして、レンズ LA には硝材 A が用いられ、レンズ LB には硝材 B が用いられている。

【0240】

第 3 レンズ群 G3 は、物体側より順に、両凸正レンズ L5 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L6 と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

両凸正レンズ L5 と負メニスカスレンズ L6 との間に開口絞り S が配置されている。

【0241】

第 4 レンズ群 G4 は、物体側より順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L7 で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0242】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G1 は固定されている。第 2 レンズ群 G2 は像側へ移動した後に物体側へ移動する。第 3 レンズ群 G3 は物体側へ移動する。第 4 レンズ群 G4 は像側へ移動した後に物体側へ移動する。明るさ絞り S は第 3 レンズ群 G3 とともに移動する。

【0243】

非球面は、第 2 レンズ群 G2 の接合レンズの 3 面と、第 3 レンズ群 G3 の両凸正レンズ L5 の両面と負メニスカスレンズ L6 の両面と、第 4 レンズ群 G4 の正メニスカスレンズ L7 の像側の面と、の 8 面に設けられている。

【0244】

次に、本発明の実施例 18 にかかるズームレンズについて説明する。図 35 は本発明の実施例 18 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での断面図である。

【0245】

図 36 は実施例 18 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端での状態を示している。

【0246】

実施例 18 のズームレンズは、図 35 に示すように、物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G4 と、を有している。

【0247】

第 1 レンズ群 G1 は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L1

10

20

30

40

50

と、プリズム L 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。

【 0 2 4 8 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側より順に、両凹負レンズ L 4 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 5 との接合レンズで構成されており、全体で負の屈折力を有している。

両凹負レンズ L 4 はレンズ L A に対応し、正メニスカスレンズ L 5 はレンズ L B に対応する。そして、レンズ L A には硝材 A が用いられ、レンズ L B には硝材 B が用いられている。

【 0 2 4 9 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 6 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 7 と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

両凸正レンズ L 6 と負メニスカスレンズ L 7 との間に開口絞り S が配置されている。

【 0 2 5 0 】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 8 で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【 0 2 5 1 】

広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G 1 は固定されている。第 2 レンズ群 G 2 は像側へ移動した後に物体側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動する。第 4 レンズ群 G 4 は像側へ移動する。明るさ絞り S は第 3 レンズ群 G 3 とともに移動する。

【 0 2 5 2 】

非球面は、第 2 レンズ群 G 2 の接合レンズの 3 面と、第 3 レンズ群 G 3 の両凸正レンズ L 6 の両面と負メニスカスレンズ L 7 の両面と、第 4 レンズ群 G 4 の両凸正レンズ L 8 の像側の面と、の 8 面に設けられている。

【 0 2 5 3 】

次に、上記各実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを掲げる。なお、各実施例の数値データにおいて、 r_1 、 r_2 、... は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 d_2 、... は各レンズの肉厚または空気間隔、 nd_1 、 nd_2 、... は各レンズの d 線での屈折率、 d_1 、 d_2 、... は各レンズのアッペ数、Fno. は F ナンバー、f は全系焦点距離、D0 は物体から第 1 面までの距離をそれぞれ表している。また、* は非球面、STO (絞り) は絞りをそれぞれ示している。

【 0 2 5 4 】

また、非球面形状は、光軸方向を z、光軸に直交する方向を y にとり、円錐係数を K、非球面係数を A4、A6、A8、A10 としたとき、次の式 (I) で表される。

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K)(y/r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} \dots (I)$$

また、e は 10 のべき乗を表している。なお、これら諸元値の記号は後述の実施例の数値データにおいても共通である。

なお、以下すべての実施例における、ズーム比 ()、半画角、像高 (y10) は、後述する条件式値対応表に掲げている。

【 0 2 5 5 】

数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1*	75.5728	0.6580	1.53071	55.69	4.382
2	11.1442	0.3500	1.63494	23.22	3.885
3	17.0000	0.5626	1.53071	55.69	3.855
4*	7.3557	可変	1.		3.600

5*	4.1406	1.2000	1.85135	40.10	1.600
6*	-52.5261	0.1000	1.		1.424
7(絞リ)		0.2000	1.		1.400
8*	5.4685	1.2000	2.10223	16.77	1.434
9*	2.4859	可変	1.		1.200
10	7677.9947	2.1000	1.74320	49.34	2.722
11*	-7.2342	可変	1.		4.300
12		0.3000	1.54771	62.84	3.741
13		0.5000	1.		3.781
14		0.5000	1.51633	64.14	3.888
15		0.40032	1.		3.957

像面

10

非球面データ

第1面

K=-1.0000,A2=0.0000E+00,A4=-1.8269E-03,A6=6.1109E-05,A8=-9.3256E-07,
A10=0.0000E+00

第4面

K=-1.3490,A2=0.0000E+00,A4=-2.1941E-03,A6=9.9450E-05,A8=-2.0299E-06,
A10=0.0000E+00

20

第5面

K=-2.0914,A2=0.0000E+00,A4=5.5990E-03,A6=-9.2419E-05,A8=1.9178E-04,
A10=0.0000E+00

第6面

K=-1.0000,A2=0.0000E+00,A4=6.3593E-03,A6=-4.5597E-04,A8=3.7058E-04,
A10=0.0000E+00

30

第8面

K=0.,A2=0.0000E+00,A4=-2.3424E-03,A6=0.0000E+00,A8=0.0000E+00,A10=0.0000E+00

第9面

K=-0.9339,A2=0.0000E+00,A4=-1.5504E-03,A6=1.0578E-03,A8=-2.0001E-04,
A10=0.0000E+00

第11面

K=-5.2650,A2=0.0000E+00,A4=-7.0517E-04,A6=7.4408E-06,A8=0.0000E+00,
A10=0.0000E+00

40

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66
LPF	1.547710	1.545046	1.553762	1.558427	1.562262
L5	2.102230	2.084080	2.149790	2.193956	2.236910
L4	1.851350	1.845050	1.866280	1.878368	1.888684
L2	1.634940	1.627290	1.654640	1.672910	1.689880
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768
L6	1.743198	1.738653	1.753716	1.762046	1.769040

50

L1, L3 1.530710 1.527870 1.537400 1.542740 1.547160

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	6.30809	9.87135	17.68758
F ナンバー	3.0661	4.0008	5.7970
レンズ全長	21.8876	20.1506	22.2861
B F	0.40032	0.40051	0.40114
d4	8.78430	4.19463	0.30000
d9	2.87320	5.89577	11.90696
d11	2.15920	1.98910	2.00744

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-16.35291
2	5	8.16705
3	10	9.72590

20

第1面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
2.590	-0.02126	0.04439	-0.06564

第2面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
2.590	0.30510	0.30510	-0.00000

第3面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.590	0.19842	0.19842	0.00000

第4面

h	z4(h)	球面成分	z4(h)
2.590	0.37828	0.47099	-0.09271

30

【 0 2 5 6 】

数値実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1*	76.9010	0.5858	1.53071	55.69	4.399
2	20.3839	0.5138	1.63494	23.22	4.033
3	60.0006	0.6455	1.53071	55.69	3.963
4*	7.1520	可変	1.		3.600
5*	4.1460	1.2013	1.85135	40.10	1.600
6*	-50.4776	0.1014	1.		1.428
7(絞り)		0.2000	1.		1.400
8*	5.4649	1.2020	2.10223	16.77	1.433
9*	2.4934	可変	1.		1.200
10	5930.4474	2.1914	1.74320	49.34	2.575

40

50

11*	-7.2699	可変	1.		4.300
12		0.3000	1.54771	62.84	3.552
13		0.5000	1.		3.590
14		0.5000	1.51633	64.14	3.687
15		0.39923	1.		3.751
像面					

非球面データ

第1面

K=27.3613, A2=0.0000E+00, A4=-1.8855E-03, A6=6.3461E-05, A8=-9.5403E-07,
A10=0.0000E+00

10

第4面

K=-0.4683, A2=0.0000E+00, A4=-2.5749E-03, A6=1.0384E-04, A8=-2.0419E-06,
A10=0.0000E+00

第5面

K=-2.0914, A2=0.0000E+00, A4=5.5990E-03, A6=-9.2419E-05, A8=1.9178E-04,
A10=0.0000E+00

20

第6面

K=-1.0000, A2=0.0000E+00, A4=6.3593E-03, A6=-4.5597E-04, A8=3.7058E-04,
A10=0.0000E+00

第8面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-2.3424E-03, A6=0.0000E+00, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第9面

K=-0.9339, A2=0.0000E+00, A4=-1.5504E-03, A6=1.0578E-03, A8=-2.0001E-04,
A10=0.0000E+00

30

第11面

K=-5.2650, A2=0.0000E+00, A4=-7.0517E-04, A6=7.4408E-06, A8=0.0000E+00,
A10=0.0000E+00

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66
LPF	1.547710	1.545046	1.553762	1.558427	1.562262
L5	2.102230	2.084080	2.149790	2.193956	2.236910
L4	1.851350	1.845050	1.866280	1.878368	1.888684
L2	1.634940	1.627290	1.654640	1.672910	1.689880
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768
L6	1.743198	1.738653	1.753716	1.762046	1.769040
L1, L3	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547160

40

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	6.30789	9.87140	17.69203
Fナンバー	3.0783	4.0254	5.8110
レンズ全長	21.8567	20.6643	22.8618

50

B F	0.39923	0.40983	0.39987
d4	8.52548	4.39410	0.30000
d9	2.79523	6.09082	11.99939
d11	2.19549	1.82835	2.22126

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	
1	1	-15.83975	10
2	5	8.06697	
3	10	9.77153	

第4面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
2.591	0.38891	0.48564	-0.09672

第3面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)	
2.591	0.05595	0.05595	0.00000	20

第2面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.591	0.16528	0.16528	0.00000

第1面

h	z4(h)	球面成分	z4(h)
2.591	-0.02368	0.04364	-0.06732

【 0 2 5 7 】

数値実施例 3

単位	mm	30
----	----	----

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						
1*	-9.3125	0.8000	1.53071	55.69	5.376	
2*	-81.6191	0.8000	1.63387	23.38	4.865	
3	-13.3905	0.8000	1.53071	55.69	4.825	
4*	39.3694	可変	1.		3.900	
5*	2.5006	1.1000	1.53071	55.69	1.700	
6	4.5492	0.1500	1.63387	23.38	1.515	40
7*	2.5784	0.7000	1.		1.434	
8(絞り)		0.1000	1.		1.437	
9*	4.9712	1.0000	1.53071	55.69	1.475	
10	102.6530	可変	1.		1.500	
11	-8.5328	1.2000	1.53071	55.69	1.706	
12*	-4.3793	可変	1.		1.977	
13*	-6.6156	0.6000	1.53071	55.69	3.142	
14	2109.3853	0.3000	1.		3.436	
15		0.5000	1.51633	64.14	3.553	
16		0.33456	1.		3.677	50

像面

非球面データ

第1面

$K=0.$, $A2=0.0000E+00$, $A4=1.3740E-03$, $A6=-7.1504E-06$, $A8=2.6514E-08$, $A10=0.0000E+00$

第2面

$K=0.$, $A2=0.0000E+00$, $A4=2.9661E-04$, $A6=-2.4559E-05$, $A8=2.8487E-07$, $A10=0.0000E+00$

第4面

$K=0.$, $A2=0.0000E+00$, $A4=8.9788E-04$, $A6=1.9516E-05$, $A8=9.0737E-07$, $A10=0.0000E+00$

10

第5面

$K=-1.9133$, $A2=0.0000E+00$, $A4=1.3419E-02$, $A6=-1.0578E-03$, $A8=3.6990E-04$,
 $A10=0.0000E+00$

第7面

$K=0.$, $A2=0.0000E+00$, $A4=-7.9343E-04$, $A6=-2.5815E-03$, $A8=1.2054E-03$, $A10=0.0000E+00$

第9面

$K=-0.5997$, $A2=0.0000E+00$, $A4=-2.4657E-03$, $A6=-1.2729E-03$, $A8=4.2326E-04$,
 $A10=0.0000E+00$

20

第12面

$K=-0.9686$, $A2=0.0000E+00$, $A4=1.2715E-03$, $A6=0.0000E+00$, $A8=0.0000E+00$, $A10=0.0000E+00$

第13面

$K=0.$, $A2=0.0000E+00$, $A4=2.0349E-03$, $A6=0.0000E+00$, $A8=0.0000E+00$, $A10=0.0000E+00$

30

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.83	404.66
L2, L5	1.633870	1.626381	1.653490	1.671610	1.688826
L1, L3, L4, L6, L7, L8	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526214	1.529768

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.98001	10.16983	17.29834
Fナンバー	2.9633	4.2336	5.9700
レンズ全長	23.0439	23.1930	23.5014
B F	0.33456	0.33753	0.33386
d4	8.47397	4.20275	0.38726
d10	0.80166	7.59953	13.53954
d12	5.38367	3.00315	1.19075

40

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

50

1	1	-15.44232
2	5	9.06190
3	11	15.40859
4	13	-12.42546

第4面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
2.844	0.17581	0.10286	0.07295

第3面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
2.844	-0.30550	-0.30550	-0.00000

10

第2面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.844	-0.04194	-0.04956	0.00763

第1面

h	z4(h)	球面成分	z4(h)
2.844	-0.35868	-0.44490	0.08622

20

【 0 2 5 8 】

数値実施例 4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1*	-10.1661	0.8000	1.53071	55.69	5.768
2*	8.6390	0.7000	1.76290	15.80	4.497
3	18.2042	0.8000	1.53071	55.69	4.480
4*	9.6743	可変	1.		3.813
5*	3.2475	1.2000	1.53071	55.69	1.500
6	67.6695	0.1500	1.63387	23.38	1.396
7*	3.9299	1.1873	1.		1.363
8(絞り)		0.6000	1.		1.416
9*	10.0527	1.0000	1.74320	49.34	1.455
10	-14.2047	可変	1.		1.500
11	-8.5167	1.2000	1.53071	55.69	1.692
12*	-4.5545	可変	1.		1.957
13*	-7.2248	0.6000	1.53071	55.69	3.050
14	4842.0193	0.3000	1.		3.391
15		0.5000	1.51633	64.14	3.525
16		0.39127	1.		3.665

30

40

像面

非球面データ

第1面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=1.3490E-03, A6=-1.2086E-05, A8=6.4769E-08, A10=0.0000E+00

50

第 2 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=1.5919E-05, A6=-5.4715E-06, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 4 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=1.4657E-04, A6=7.1237E-05, A8=1.4782E-07, A10=0.0000E+00

第 5 面

K=-2.0128, A2=0.0000E+00, A4=2.0186E-03, A6=-5.4178E-05, A8=-3.6814E-05, A10=0.0000E+00

10

第 7 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-4.0422E-03, A6=1.5411E-04, A8=-1.0696E-04, A10=0.0000E+00

第 9 面

K=-0.5955, A2=0.0000E+00, A4=-8.0070E-04, A6=-4.3732E-05, A8=1.1379E-05, A10=0.0000E+00

第 1 2 面

K=-1.0857, A2=0.0000E+00, A4=7.8164E-04, A6=0.0000E+00, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

20

第 1 3 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=5.0292E-04, A6=0.0000E+00, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

〔 硝材屈折率テーブル 〕 ・ ・ ・ 本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.83	404.66
L5	1.633870	1.626381	1.653490	1.671610	1.688826
L2	1.762905	1.750038	1.798323	1.832460	1.866689
L1, L3, L4, L7, L8	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526214	1.529768
L6	1.743198	1.738653	1.753716	1.762047	1.769040

30

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.99999	8.66004	14.99997
F ナンバー	2.9000	4.0526	5.9379
レンズ全長	22.2501	22.8952	25.0715
B F	0.39127	0.39030	0.39137

d4	6.68883	2.86329	0.39997
d10	0.70196	7.02430	14.17110
d12	5.43069	3.57999	1.07174

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-10.43888
2	5	7.92769
3	11	16.69346
4	13	-13.59260

50

第1面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
3.518	-0.44284	-0.62804	0.18520

第2面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
3.518	0.74073	0.74866	-0.00793

第3面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
3.518	0.34312	0.34312	-0.00000

10

第4面

h	z4(h)	球面成分	z4(h)
3.518	0.82316	0.66225	0.16091

【 0 2 5 9 】

数値実施例 5

単位 m m

面データ

面番号 r d nd d ER 20

物面

1*	-25.0151	0.4000	1.53071	55.69	3.118
2*	3.9483	0.5000	1.63387	23.38	2.557
3*	5.6397	可変	1.		2.500
4(絞り)		-0.2000	1.		0.923
5*	1.9153	1.0000	1.53071	55.69	0.925
6	10.0969	0.1000	1.63387	23.38	0.815
7*	2.9847	0.5000	1.53071	55.69	0.796
8*	6.2567	可変	1.		0.760
9	-21.0886	1.1000	1.53071	55.69	1.028
10*	-2.5941	可変	1.		1.266
11*	-2.8381	0.4000	1.53071	55.69	1.602
12	1205.8829	可変	1.		1.862
13		0.4000	1.51633	64.14	1.963
14		0.31809	1.		2.089

30

像面

非球面データ

第1面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-2.8846E-03, A6=2.2647E-04, A8=2.3414E-06, A10=-3.9356E-07 40

第2面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-4.8072E-03, A6=3.0333E-04, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第3面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-6.5726E-03, A6=5.1667E-04, A8=5.6274E-06, A10=0.0000E+00

第5面

K=-1.6030, A2=0.0000E+00, A4=3.0923E-02, A6=1.6127E-03, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

50

第 7 面

K=-0.4060, A2=0.0000E+00, A4=-5.6100E-02, A6=1.5153E-01, A8=-1.1741E-01,
A10=0.0000E+00

第 8 面

K=0.4850, A2=0.0000E+00, A4=5.7320E-02, A6=-2.8906E-02, A8=3.1993E-02, A10=0.0000E+00

第 10 面

K=-4.1496, A2=0.0000E+00, A4=-1.6040E-02, A6=2.0570E-03, A8=-1.3561E-04,
A10=0.0000E+00

10

第 11 面

K=-1.4067

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.83	404.66
L2, L4	1.633870	1.626381	1.653490	1.671610	1.688826
L1, L3, L5, L6, L7	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526214	1.529768

20

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.20240	5.52859	9.60234
F ナンバー	2.8000	3.7887	5.5747
レンズ全長	12.9986	12.0120	13.0001
B F	0.31809	0.31802	0.31820
d3	5.75860	2.49827	0.66791
d8	0.70762	3.32057	6.80144
d10	1.81426	1.47518	0.81259
d12	0.20000	0.20000	0.20000

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-9.27753
2	4	5.07862
3	9	5.46088
4	11	-5.33452

40

第1面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
1.885	-0.09727	-0.07115	-0.02612

第2面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
1.885	0.43208	0.47919	-0.04711

第3面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
1.885	0.26552	0.32445	-0.05894

50

【 0 2 6 0 】

数値実施例 6

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						
1*	-9.9751	0.5000	1.53071	55.69	2.849	
2*	6.5289	0.2500	1.76290	15.80	2.347	
3*	8.2211	可変	1.		2.300	10
4(絞り)		-0.2158	1.		0.909	
5*	1.8751	1.0000	1.53071	55.69	0.910	
6	10.1366	0.1000	1.76290	15.80	0.800	
7*	4.8643	0.5000	1.53071	55.69	0.785	
8*	6.7020	可変	1.		0.750	
9	-17.4168	0.9000	1.53071	55.69	1.022	
10*	-2.4719	可変	1.		1.213	
11*	-2.4149	0.4000	1.53071	55.69	1.542	
12	1263.6385	可変	1.		1.833	
13		0.4000	1.51633	64.14	1.943	20
14		0.31705	1.		2.078	
像面						

非球面データ

第 1 面

K=3.9252, A2=0.0000E+00, A4=4.8716E-04, A6=2.6521E-04, A8=-7.1478E-06, A10=0.0000E+00

第 2 面

K=-0.2103, A2=0.0000E+00, A4=5.0020E-03, A6=-2.4714E-03, A8=3.4076E-04, A10=0.0000E+00

30

第 3 面

K=-0.0579, A2=0.0000E+00, A4=-1.0930E-03, A6=-2.9466E-04, A8=1.1953E-04, A10=0.0000E+00

第 5 面

K=-1.8881, A2=0.0000E+00, A4=3.7799E-02, A6=1.8373E-03, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 7 面

K=-0.3998, A2=0.0000E+00, A4=-6.0162E-03, A6=2.8044E-02, A8=-2.4492E-02, A10=0.0000E+00

40

第 8 面

K=2.1715, A2=0.0000E+00, A4=4.9777E-02, A6=-7.5507E-04, A8=1.1901E-02, A10=0.0000E+00

第 10 面

K=-4.7623, A2=0.0000E+00, A4=-2.2119E-02, A6=3.2295E-03, A8=-2.3192E-04, A10=0.0000E+00

第 11 面

50

K=-1.4721

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.83	404.66
L2,L4	1.762905	1.750038	1.798323	1.832460	1.866689
L1,L3,L5,L6,L7	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526214	1.529768

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.20257	5.53312	9.59604
Fナンバー	2.8000	3.7911	5.5507
レンズ全長	11.9999	11.0552	11.9764
B F	0.31705	0.32127	0.31970
d3	5.19993	2.09160	0.31355
d8	0.70568	3.19740	6.50579
d10	1.74309	1.41071	0.80321
d12	0.20000	0.20000	0.20000

10

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-8.95605
2	4	4.82523
3	9	5.31715
4	11	-4.54117

第1面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
1.883	-0.16948	-0.17934	0.00986

30

第2面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
1.883	0.28273	0.27743	0.00529

第3面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
1.883	0.21039	0.21855	-0.00816

【0 2 6 1】

数値実施例7

単位 mm

40

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1*	-18.9513	0.8000	1.53071	55.69	5.199
2*	9.9720	0.7000	1.76290	15.80	4.446
3	20.3506	0.8000	1.53071	55.69	4.385
4*	9.2279	可変	1.		3.999
5*	2.4445	1.2000	1.74320	49.34	1.700

50

6	3.4222	0.1500	1.76290	15.80	1.399
7*	1.8664	0.6000	1.		1.300
8(絞リ)		0.2000	1.		1.315
9	6.3242	1.0000	2.00330	28.27	1.372
10	-141.9999	可変	1.		1.400
11	-8.2165	1.2000	1.74320	49.34	1.521
12	-5.8953	可変	1.		1.802
13*	-8.4360	0.6000	1.53071	55.69	3.020
14	-6.6299	0.3000	1.		3.253
15		0.5000	1.51633	64.14	3.586
16		0.47867	1.		3.679

10

像面

非球面データ

第1面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-3.2514E-05, A6=3.6095E-06, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第2面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-4.3475E-04, A6=1.5498E-05, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

20

第4面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.1455E-03, A6=4.2262E-05, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第5面

K=-2.6186, A2=0.0000E+00, A4=1.5819E-02, A6=-1.5794E-03, A8=9.3004E-05, A10=0.0000E+00

第7面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.4635E-02, A6=-1.2864E-03, A8=-1.5850E-03, A10=0.0000E+00

30

第13面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-5.9435E-03, A6=3.3217E-04, A8=-9.3556E-06, A10=0.0000E+00

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.83	404.66
L2, L5	1.762905	1.750038	1.798323	1.832460	1.866689
L1, L3, L8	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526214	1.529768
L6	2.003300	1.993011	2.028497	2.049716	2.068441
L4, L7	1.743198	1.738653	1.753716	1.762047	1.769040

40

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.98015	10.17008	17.29991
Fナンバー	3.0714	4.0188	5.9700
レンズ全長	23.0009	21.3108	23.8096
B F	0.47867	0.47827	0.46577

d4	7.95358	2.65507	0.39720
d10	0.50682	4.63038	13.39461

50

d12 6.01180 5.49708 1.50202

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	-13.34966
2	5	8.13762
3	11	23.00727
4	13	52.32499

第1面

10

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
2.844	-0.21483	-0.21461	-0.00022

第2面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
2.844	0.39391	0.41415	-0.02024

第3面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.844	0.19970	0.19970	0.00000

第4面

h	z4(h)	球面成分	z4(h)
2.844	0.39661	0.44919	-0.05258

20

【 0 2 6 2 】

数値実施例 8

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1*	-10.4558	0.7000	1.53071	55.69	4.607
2*	11.2219	0.4000	1.63387	23.38	3.959
3	23.9770	0.6000	1.53071	55.69	3.924
4*	33.0045	可変	1.		3.700
5*	6.2860	1.7000	1.85135	40.10	1.997
6*	-36.2083	0.3000	1.		1.766
7(絞り)		0.2000	1.		1.552
8	5.3791	0.8000	1.77250	49.60	1.465
9	19.3338	0.1000	1.63387	23.38	1.359
10*	2.9288	可変	1.		1.300
11	-32.2264	0.7000	1.53071	55.69	1.664
12	18.6991	可変	1.		1.908
13	17.6682	2.8000	1.74320	49.34	2.271
14*	-12.9541	可変	1.		2.790
15		0.5000	1.51633	64.14	3.625
16		0.50083	1.		3.690

像面

30

40

非球面データ

第 1 面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=9.6773E-04, A6=-8.1145E-07, A8=-7.0577E-08, A10=0.0000E+00

50

第 2 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-4.3088E-04, A6=0.0000E+00, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 4 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=6.9286E-04, A6=1.9123E-05, A8=8.5575E-08, A10=0.0000E+00

第 5 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-3.2380E-03, A6=-3.2052E-04, A8=-5.8883E-06, A10=0.0000E+00

10

第 6 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-5.5496E-03, A6=-1.2888E-05, A8=3.0670E-06, A10=0.0000E+00

第 10 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=5.9801E-03, A6=-6.1655E-04, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 14 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-5.4142E-04, A6=1.0651E-05, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

20

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66
L1, L3, L7	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
L4	1.851350	1.845050	1.866280	1.878368	1.888684
L2, L6	1.633870	1.626381	1.653490	1.671610	1.688826
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768
L5	1.772499	1.767798	1.783374	1.791971	1.799174
L8	1.743198	1.738653	1.753716	1.762046	1.769040

各種データ

30

	広角	中間	望遠
焦点距離	6.41661	10.74094	18.47266
F ナンバー	2.9791	4.1204	5.9700
レンズ全長	23.2396	22.3953	23.1987
B F	0.50083	0.51071	0.66660
d4	8.28392	3.70662	0.30000
d10	1.20000	3.76658	6.63530
d12	0.60000	2.99906	5.53816
d14	3.85489	2.61230	1.25861

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-15.94850
2	5	8.12670
3	11	-22.19088
4	13	10.46466

第1面

h z1(h) 球面成分 z1(h)

50

2.624	-0.28926	-0.33474	0.04549
第2面			
h	z2(h)	球面成分	z2(h)
2.624	0.29077	0.31121	-0.02044
第3面			
h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.624	0.14407	0.14407	0.00000
第4面			
h	z4(h)	球面成分	z4(h)
2.624	0.14383	0.10451	0.03931

10

【 0 2 6 3 】

数値実施例 9

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1	16.0356	0.8000	1.94595	17.98	8.147
2	12.6897	3.2000	1.62263	58.16	7.433
3*	-250.1962	可変	1.		6.900
4	136.5974	0.7500	1.88300	40.76	5.359
5	5.0272	2.4000	1.		3.817
6*	-48.0566	0.6000	1.53071	55.69	3.671
7*	4.5057	0.6000	1.63387	23.38	3.425
8	10.0000	0.6000	1.53071	55.69	3.411
9*	8.9701	0.1000	1.		3.329
10	8.1257	1.3931	1.80810	22.76	3.318
11	15.9797	可変	1.		3.100
12(絞り)		-0.3000	1.		2.377
13*	4.6836	1.6000	1.58313	59.38	2.454
14*	-12.8138	0.1000	1.		2.403
15	4.6438	1.2500	1.69680	55.53	2.243
16	10.2789	0.3000	2.00069	25.46	1.990
17	3.0745	可変	1.		1.800
18	12.5595	1.4000	1.69680	55.53	3.388
19	33.4445	可変	1.		3.436
20*	-506.3573	1.5000	1.53071	55.69	3.672
21	-17.2681	0.5000	1.		3.770
22		0.5000	1.51633	64.14	3.786
23		0.5565	1.		3.791

20

30

40

像面

非球面データ

第3面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=1.1969E-05, A6=2.0606E-07, A8=-5.2198E-09, A10=3.9225E-11

第6面

K=143.8251, A2=0.0000E+00, A4=2.0897E-04, A6=8.2434E-06, A8=-1.8399E-06, A10=1.0612E-07

50

第 7 面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-3.4226E-03, A6=0.0000E+00, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 9 面

K=-17.2097, A2=0.0000E+00, A4=2.1402E-03, A6=-1.6869E-04, A8=8.8842E-06,
A10=-2.1293E-07

第 13 面

K=-0.0886, A2=0.0000E+00, A4=-1.0826E-03, A6=2.5310E-05, A8=-9.8053E-06,
A10=6.5783E-07

10

第 14 面

K=-15.2991, A2=0.0000E+00, A4=-2.1691E-04, A6=5.9357E-05, A8=-1.2317E-05,
A10=1.0601E-06

第 20 面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.2881E-03, A6=1.4919E-04, A8=-5.8995E-06, A10=9.3440E-08

20

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66
L4, L6, L12	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
L1	1.945950	1.931230	1.983830	2.018247	2.051060
L2	1.622630	1.619350	1.630050	1.635825	1.640604
L5	1.633870	1.626381	1.653490	1.671610	1.688826
L8	1.583126	1.580139	1.589960	1.595296	1.599721
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768
L3	1.882997	1.876560	1.898221	1.910495	1.920919
L9, L11	1.696797	1.692974	1.705522	1.712339	1.718005
L7	1.808095	1.798009	1.833513	1.855902	1.876580
L10	2.000690	1.989410	2.028720	2.052828	2.074600

30

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.02526	14.48273	47.89662
Fナンバー	2.9056	3.9846	5.9500
レンズ全長	36.5800	41.3049	52.9479
B F	0.05651	0.05502	0.05522

40

d3	0.24780	6.73631	12.97844
d11	11.11782	4.32090	0.70000
d17	5.56475	6.02679	18.97111
d19	1.80000	6.37278	2.45000

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	27.47987
2	4	-5.39843
3	12	8.45576

50

4 18 28.09075
5 20 33.65079

第6面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
2.857	-0.08593	-0.08502	-0.00091

第7面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
2.857	0.79377	1.02194	-0.22816

第8面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.857	0.41693	0.41693	-0.00000

第9面

h	z4(h)	球面成分	z4(h)
2.857	0.42919	0.46728	-0.03809

【 0 2 6 4 】

数値実施例 1 0

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1	15.7795	0.8000	1.94595	17.98	7.875
2	12.8835	3.2000	1.62263	58.16	7.225
3*	-585.5536	可変	1.		7.000
4	45.4526	0.7000	2.00330	28.27	4.996
5	5.1171	2.2000	1.		3.693
6*	-21.0369	0.7000	1.53071	55.69	3.625
7*	6.4036	0.7000	1.76290	15.80	3.461
8*	14.2269	0.1000	1.		3.429
9	10.4388	1.1000	1.94595	17.98	3.388
10	17.2045	可変	1.		3.200
11(絞り)		-0.3000	1.		2.247
12*	4.7690	1.6000	1.58313	59.38	2.314
13*	-13.4620	0.1000	1.		2.300
14	4.5093	1.2500	1.69680	55.53	2.274
15	12.8902	0.3000	2.00069	25.46	2.076
16	3.1309	可変	1.		1.895
17*	9.8739	1.8284	1.53071	55.69	3.410
18	5201.2141	可変	1.		3.476
19		0.3000	1.51633	64.14	3.710
20		0.5000	1.		3.726
21		0.5000	1.51633	64.14	3.768
22		0.5000	1.		3.796
23		0.05089	1.		3.837

像面

非球面データ

第3面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=1.3697E-05, A6=1.2645E-07, A8=-3.5001E-09, A10=2.7456E-11

第 6 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-1.7319E-04, A6=-5.0357E-05, A8=1.5493E-06, A10=-4.0112E-08

第 7 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-1.4346E-03, A6=-1.0891E-04, A8=7.1179E-06, A10=0.0000E+00

第 8 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-6.3685E-04, A6=-2.6576E-05, A8=5.5023E-07, A10=7.3715E-08

10

第 1 2 面

K=-0.0880, A2=0.0000E+00, A4=-8.4687E-04, A6=1.0696E-05, A8=-9.7260E-06, A10=1.6721E-06

第 1 3 面

K=-15.2988, A2=0.0000E+00, A4=1.7020E-05, A6=2.8245E-05, A8=-8.9484E-06, A10=2.0472E-06

第 1 7 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-1.4669E-04, A6=1.6635E-05, A8=-3.7257E-07, A10=3.3527E-09

20

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66
L5	1.762905	1.750038	1.798323	1.832460	1.866689
L4, L10	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
L1, L6	1.945950	1.931230	1.983830	2.018247	2.051060
L2	1.622630	1.619350	1.630050	1.635825	1.640604
L7	1.583126	1.580139	1.589960	1.595296	1.599721
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768
L3	2.003300	1.993011	2.028497	2.049714	2.068441
L8	1.696797	1.692974	1.705522	1.712339	1.718005
L9	2.000690	1.989410	2.028720	2.052828	2.074600

30

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.10035	14.61391	47.87790
F ナンバー	2.9728	3.9051	5.9700
レンズ全長	34.6995	38.9869	52.4773
B F	0.05089	0.04920	0.04533

40

d3	0.24780	6.93566	13.13911
d10	10.66256	3.74260	0.70000
d16	4.85984	5.00342	19.01440
d18	2.80000	7.17758	3.50000

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	27.44708

50

2	4	-5.44920
3	11	8.53294
4	17	18.63810

第6面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
2.797	-0.21681	-0.18674	-0.03007

第7面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
2.797	0.52978	0.64304	-0.11326

10

第8面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.797	0.23015	0.27761	-0.04747

【 0 2 6 5 】

数値実施例 1 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1*	-22.1944	1.0000	2.00170	20.60	7.283
2*	30.1506	1.0000	1.		6.734
3		9.0000	1.90366	31.32	6.708
4		0.2000	1.		6.099
5*	10.4563	0.1000	1.63387	23.38	5.879
6*	11.1149	3.5000	1.74320	49.34	5.821
7*	-21.3225	可変	1.		6.000
8	19.9641	0.5000	2.00330	28.27	4.071
9	4.6989	1.9000	1.		3.337
10*	-80.1654	0.6000	1.53071	55.69	3.312
11	16.0000	0.3000	1.63387	23.38	3.343
12	35.0000	0.6000	1.53071	55.69	3.345
13*	11.7896	0.1500	1.		3.358
14	11.5579	1.3000	1.94595	17.98	3.386
15	737.4996	可変	1.		3.300
16(絞り)		可変	1.		2.023
17*	9.9802	1.8000	1.80610	40.92	3.000
18*	-10.6253	0.1500	1.		3.017
19	-25.7168	1.6000	1.74320	49.34	2.946
20	-8.2482	0.5000	1.94595	17.98	2.880
21	-42.6823	可変	1.		2.873
22	10.5251	0.6000	1.77250	49.60	2.529
23	4.2364	可変	1.		2.374
24	-194.2147	0.5000	1.94595	17.98	2.720
25	7.9651	3.7000	1.58313	59.38	2.874
26*	-6.0732	1.8074	1.		3.485
27		0.8000	1.51633	64.14	3.756
28		0.40047	1.		3.806

像面

50

非球面データ

第 1 面

K=2.9046, A2=0.0000E+00, A4=1.4575E-04, A6=0.0000E+00, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 2 面

K=-38.3411, A2=0.0000E+00, A4=1.1502E-04, A6=0.0000E+00, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 5 面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-2.5377E-04, A6=3.5149E-07, A8=-1.2262E-08, A10=0.0000E+00

10

第 6 面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.8457E-05, A6=3.5714E-07, A8=-5.1032E-09, A10=0.0000E+00

第 7 面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=8.8331E-05, A6=-7.3589E-07, A8=3.0586E-09, A10=0.0000E+00

第 10 面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.5509E-03, A6=1.6407E-06, A8=4.3556E-07, A10=0.0000E+00

20

第 13 面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.8159E-03, A6=2.7135E-05, A8=1.0838E-07, A10=0.0000E+00

第 17 面

K=0.2982, A2=0.0000E+00, A4=-1.8734E-04, A6=-3.3149E-06, A8=2.2941E-08, A10=0.0000E+00

第 18 面

K=0.7444, A2=0.0000E+00, A4=5.0359E-04, A6=-4.4195E-06, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

30

第 26 面

K=-0.3586, A2=0.0000E+00, A4=5.8452E-04, A6=-3.6543E-05, A8=2.1430E-07, A10=0.0000E+00

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66
L6, L8	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
L9, L12, L13	1.945950	1.931230	1.983830	2.018254	2.051060
L1	2.001700	1.988000	2.036520	2.067256	2.095660
L3, L7	1.633870	1.626381	1.653490	1.671610	1.688826
L15	1.583126	1.580139	1.589960	1.595296	1.599721
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768
L10	1.806098	1.800248	1.819945	1.831173	1.840781
L13	1.772499	1.767798	1.783374	1.791971	1.799174
L5	2.003300	1.993011	2.028497	2.049714	2.068441
L4, L11	1.743198	1.738653	1.753716	1.762046	1.769040
L2	1.903660	1.895260	1.924120	1.941280	1.956430

40

各種データ

50

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.27242	11.11812	24.97800
F ナンバー	3.5861	4.5706	5.2000
レンズ全長	54.0267	54.0931	54.0272
B F	0.40047	0.07609	0.40152

d7	0.46928	4.79531	9.38901
d15	10.24041	5.96274	1.32366
d16	5.41844	3.42952	1.38141
d21	3.89279	3.05047	0.71721
d23	1.99793	5.17156	9.20697

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	13.13794
2	8	-9.07875
3	17	8.18901
4	22	-9.57649
5	24	17.54883

20

第10面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
2.645	-0.11801	-0.04366	-0.07435

第11面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
2.645	0.22021	0.22021	0.00000

第12面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.645	0.10012	0.10012	0.00000

第13面

h	z4(h)	球面成分	z4(h)
2.645	0.22125	0.30063	-0.07937

30

【 0 2 6 6 】

数値実施例 1 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1*	-21.4006	1.0000	2.00170	20.60	7.195
2*	28.6212	1.0000	1.		6.555
3		9.0000	1.90366	31.32	6.548
4		0.2000	1.		6.082
5*	10.7728	0.1000	1.63387	23.38	5.921
6*	13.2141	3.5000	1.74320	49.34	5.901
7*	-19.2598	可変	1.		6.200
8	50.8795	0.5000	2.00330	28.27	4.243
9	5.8104	1.9000	1.		3.594
10*	-371.6962	0.6000	1.53071	55.69	3.556

40

50

11*	10.2078	0.6000	1.76300	15.80	3.607
12*	16.0684	0.1500	1.		3.605
13	13.1529	1.3000	1.94595	17.98	3.616
14	44.9015	可変	1.		3.500
15(絞リ)		-0.3000	1.		2.170
16*	8.8165	2.6000	1.80610	40.92	2.173
17*	-10.3548	0.1500	1.		2.007
18	-26.2808	1.6000	1.74320	49.34	1.943
19	-8.6692	0.5000	1.94595	17.98	1.831
20	-215.4425	可変	1.		1.800
21	9.9165	0.6000	1.77250	49.60	1.980
22	4.0437	可変	1.		1.925
23	-128.1582	0.5000	1.94595	17.98	2.632
24	11.9548	3.0000	1.58313	59.38	2.793
25*	-5.3287	2.1799	1.		3.294
26		0.8000	1.51633	64.14	3.708
27		0.40332	1.		3.776

像面

非球面データ

第1面

K=2.8560, A2=0.0000E+00, A4=1.8714E-04, A6=0.0000E+00, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第2面

K=-38.3865, A2=0.0000E+00, A4=2.0376E-04, A6=0.0000E+00, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第5面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-3.1212E-04, A6=1.1835E-06, A8=-1.7089E-09, A10=0.0000E+00

第6面

K=0.0148, A2=0.0000E+00, A4=1.2707E-04, A6=-4.9915E-08, A8=-8.3250E-08, A10=0.0000E+00

第7面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=3.7661E-05, A6=9.8786E-08, A8=-1.8127E-09, A10=0.0000E+00

第10面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.2807E-03, A6=-1.7246E-05, A8=3.7853E-07, A10=0.0000E+00

第11面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-3.3865E-04, A6=0.0000E+00, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第12面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.1217E-03, A6=7.2681E-07, A8=5.7064E-07, A10=0.0000E+00

第16面

K=0.2986, A2=0.0000E+00, A4=-1.9700E-04, A6=1.1517E-05, A8=-1.4583E-06, A10=0.0000E+00

10

20

30

40

50

第 1 7 面

K=0.7439, A2=0.0000E+00, A4=6.6763E-04, A6=-3.9796E-06, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 2 5 面

K=-0.3518, A2=0.0000E+00, A4=1.2408E-03, A6=-5.1476E-05, A8=1.0582E-06,
A10=0.0000E+00

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66	10
L6	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272	
L8, L11, L13	1.945950	1.931230	1.983830	2.018254	2.051060	
L1	2.001700	1.988000	2.036520	2.067256	2.095660	
L3	1.633870	1.626381	1.653490	1.671610	1.688826	
L14	1.583126	1.580139	1.589960	1.595296	1.599721	
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768	
L9	1.806098	1.800248	1.819945	1.831173	1.840781	
L12	1.772499	1.767798	1.783374	1.791971	1.799174	
L5	2.003300	1.993011	2.028497	2.049714	2.068441	
L4, L10	1.743198	1.738653	1.753716	1.762046	1.769040	20
L2	1.903660	1.895260	1.924120	1.941280	1.956430	
L7	1.762995	1.750038	1.798323	1.832460	1.866893	

各種データ

	広角	中間	望遠	30
焦点距離	5.16807	11.09828	24.97964	
F ナンバー	3.8491	4.8811	4.9000	
レンズ全長	52.9340	53.0333	52.9330	
B F	0.40332	0.22738	0.40298	
d7	0.50976	4.26794	9.52443	
d14	14.50965	7.81403	1.00035	
d20	3.55819	3.08303	0.76752	
d22	2.47317	6.16095	9.75780	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	40
1	1	13.18663	
2	8	-8.44147	
3	15	8.24208	
4	21	-9.25078	
5	23	12.54903	

第10面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
2.733	-0.08757	-0.01005	-0.07752

第11面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
2.733	0.35390	0.37280	-0.01891

第12面

50

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.733	0.17367	0.23421	-0.06054

【 0 2 6 7 】

数値実施例 1 3

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						10
1*	-21.5367	1.0000	2.00170	20.60	5.700	
2*	33.0691	0.8000	1.		5.192	
3		9.0000	1.90366	31.32	5.169	
4		0.2000	1.		4.798	
5*	12.4749	0.1500	1.63387	23.38	4.718	
6*	12.2905	3.6000	1.74320	49.34	4.681	
7*	-16.0856	可変	1.		5.700	
8	12.7047	0.5000	1.88300	40.76	3.350	
9	4.3608	1.7000	1.		2.841	
10*	-8.0909	0.6000	1.53071	55.69	2.819	20
11	-77.7299	0.4000	1.76300	15.80	2.866	
12*	-21.7681	0.6000	1.53071	55.69	2.878	
13*	-116.0235	0.1500	1.		2.903	
14	10.0530	1.0000	1.84666	23.78	2.906	
15	18.0309	可変	1.		2.800	
16*	6.7436	1.6000	1.58313	59.38	2.317	
17	-19.6603	0.7000	1.		2.158	
18(絞リ)		可変	1.		1.904	
19	-671.5816	0.5000	1.92286	20.88	1.800	
20	6.5978	0.4000	1.		1.831	30
21	94.5840	1.2000	1.58313	59.38	1.893	
22	-12.4231	0.1500	1.		2.120	
23	6.2671	1.5000	1.58313	59.38	2.321	
24*	-13.3108	可変	1.		2.324	
25	-8.3540	0.6000	1.88300	40.76	2.097	
26	8.4163	0.8000	1.		2.186	
27	-56.8055	0.6000	1.77250	49.60	2.389	
28	15.0000	2.2000	1.51742	52.43	2.613	
29	-6.7729	可変	1.		3.037	
30		0.8000	1.51633	64.14	3.608	40
31		0.39778	1.		3.743	
像面						

第 1 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-5.3519E-04, A6=4.5369E-05, A8=-1.1271E-06, A10=1.0066E-08

第 2 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-5.1729E-04, A6=4.3348E-05, A8=-8.7937E-07, A10=5.9247E-09

第 5 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-2.4764E-04, A6=-1.0102E-06, A8=8.9665E-08, A10=-1.3013E-09

第 6 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-9.5583E-05, A6=0.0000E+00, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 7 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=9.9246E-06, A6=-1.0102E-06, A8=5.9480E-08, A10=-8.4368E-10

第 1 0 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=6.0691E-04, A6=-1.6979E-04, A8=1.7728E-05, A10=-1.2188E-06

10

第 1 2 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=1.7628E-04, A6=1.4362E-05, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 1 3 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=2.5566E-05, A6=-5.5581E-05, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 1 6 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=-6.1310E-04, A6=-4.4660E-07, A8=-7.2922E-07, A10=0.0000E+00

20

第 2 4 面

K=0. , A2=0.0000E+00, A4=3.9746E-04, A6=1.2542E-05, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

〔 硝材屈折率テーブル 〕 ・ ・ ・ 本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66
L11	1.922860	1.910380	1.954570	1.982810	2.009190
L6, L8	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
L1	2.001700	1.988000	2.036520	2.067256	2.095660
L3	1.633870	1.626381	1.653490	1.671610	1.688826
L10, L12, L13	1.583126	1.580139	1.589960	1.595296	1.599721
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768
L5, L14	1.882997	1.876560	1.898221	1.910495	1.920919
L15	1.772499	1.767798	1.783374	1.791971	1.799174
L4	1.743198	1.738653	1.753716	1.762046	1.769040
L16	1.517417	1.514444	1.524313	1.529804	1.534439
L9	1.846660	1.836488	1.872096	1.894186	1.914294
L2	1.903660	1.895260	1.924120	1.941280	1.956430
L7	1.762995	1.750038	1.798323	1.832460	1.866893

30

40

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	6.67868	11.38471	24.52645
F ナンバー	4.6193	4.5976	4.9000
レンズ全長	48.5197	48.5202	48.5196
B F	0.39778	0.39678	0.39845
d7	0.40000	4.63465	8.89213
d15	9.09180	4.85627	0.60000
d18	3.61041	3.82028	4.38290

50

d24	2.79065	3.01259	1.10489
d29	1.47909	1.04961	2.39125

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	12.99831
2	8	-7.17024
3	16	8.80754
4	19	12.70555
5	25	-7.91255

10

第10面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
1.746	-0.18862	-0.19066	0.00204

第11面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
1.746	-0.01961	-0.01961	-0.00000

第12面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
1.746	-0.06810	-0.07014	0.00205

20

第13面

h	z4(h)	球面成分	z4(h)
1.746	-0.01448	-0.01314	-0.00134

【 0 2 6 8 】

数値実施例 1 4

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1*	-32.6759	1.0000	2.00170	20.60	7.248
2*	24.9684	1.3000	1.		6.629
3		9.0000	1.90366	31.32	6.597
4		0.2000	1.		6.194
5*	10.5258	0.1500	1.63387	23.38	6.048
6*	12.8372	3.6000	1.74320	49.34	6.037
7*	-20.4256	可変	1.		6.000
8	34.0187	0.5000	2.00330	28.27	4.296
9	5.7477	2.0000	1.		3.622
10*	-7.8588	0.6000	1.63387	23.38	3.590
11*	-6.7151	0.6000	1.53071	55.69	3.584
12*	61.1702	0.1500	1.		3.475
13	11.0345	1.4000	1.94595	17.98	3.503
14	179.5833	可変	1.		3.400
15	9.9349	1.1000	1.58313	59.38	2.074
16	7415.6576	0.7000	1.		1.936
17(絞り)		可変	1.		1.759
18*	22.2382	1.0000	1.51633	64.14	2.500
19*	-19.3600	0.5000	1.		2.491

30

40

50

20	-6.7898	0.5000	1.92286	20.88	2.500
21	82.7698	1.5000	1.58313	59.38	2.726
22	-9.7359	0.1500	1.		3.000
23*	176.4917	2.2000	1.74320	49.34	3.173
24*	-5.4230	可変	1.		3.445
25	311.2715	0.6000	1.77250	49.60	2.764
26	4.9849	可変	1.		2.654
27	-18.0443	1.7465	1.58313	59.38	3.140
28	-6.7852	0.4000	1.		3.484
29		0.5000	1.51633	64.14	3.731
30		0.39995	1.		3.790

像面

第 1 面

k=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.7862E-05, A6=3.8648E-07, A8=1.3961E-08, A10=-1.4014E-10

第 2 面

k=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.2432E-04, A6=3.3187E-06, A8=-1.4891E-08, A10=2.5961E-10

第 5 面

k=0., A2=0.0000E+00, A4=-2.9357E-04, A6=-1.0229E-08, A8=-8.8546E-10, A10=-9.3778E-11

第 6 面

k=0., A2=0.0000E+00, A4=-7.0547E-05, A6=0.0000E+00, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 7 面

k=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.6118E-06, A6=-2.1018E-07, A8=6.2962E-09, A10=-8.1553E-11

第 1 0 面

k=0., A2=0.0000E+00, A4=3.2985E-03, A6=-8.8576E-05, A8=1.3222E-06, A10=-9.3772E-09

第 1 1 面

k=0., A2=0.0000E+00, A4=2.7710E-03, A6=-1.0844E-04, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 1 2 面

k=0., A2=0.0000E+00, A4=2.7007E-03, A6=-6.0056E-05, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 1 8 面

k=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.5988E-04, A6=2.2309E-05, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 1 9 面

k=0., A2=0.0000E+00, A4=2.9358E-04, A6=1.3023E-04, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 2 3 面

k=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.1892E-03, A6=-5.8280E-06, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

第 2 4 面

k=0., A2=0.0000E+00, A4=4.0721E-04, A6=-1.3210E-05, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

10

20

30

40

50

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66
L11	1.922860	1.910380	1.954570	1.982810	2.009190
L7	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
L8	1.945950	1.931230	1.983830	2.018254	2.051060
L1	2.001700	1.988000	2.036520	2.067256	2.095660
L3,L6	1.633870	1.626381	1.653490	1.671610	1.688826
L9,L12,L15	1.583126	1.580139	1.589960	1.595296	1.599721
L10	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768
L14	1.772499	1.767798	1.783374	1.791971	1.799174
L5	2.003300	1.993011	2.028497	2.049714	2.068441
L4,L13	1.743198	1.738653	1.753716	1.762046	1.769040
L2	1.903660	1.895260	1.924120	1.941280	1.956430

10

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.10614	11.31124	24.95003
F ナンバー	3.6480	4.2307	4.9000
レンズ全長	51.7866	51.7867	51.7866
B F	0.39995	0.39995	0.39994
d7	0.46186	5.35535	9.00888
d14	8.89928	4.00592	0.35227
d17	4.72521	3.36808	1.09372
d24	3.70491	2.84410	0.98495
d26	2.19892	4.41676	8.55038

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	12.52546
2	8	-8.42119
3	15	17.05924
4	18	7.58154
5	25	-6.56354
6	27	17.64024

30

第12面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
2.785	0.19797	0.06345	0.13452

40

第11面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
2.785	-0.48879	-0.60494	0.11615

第10面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.785	-0.34847	-0.51018	0.16171

【 0 2 6 9 】

数値実施例 1 5

単位 mm

50

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						
1	-22.7309	0.9000	2.14352	17.77	7.227	
2	621.5701	0.3000	1.		7.040	
3		9.0000	1.90366	31.32	6.994	
4		0.2000	1.		6.160	
5*	20.9932	0.7000	1.62263	58.16	5.990	
6*	20.9932	0.1000	1.63387	23.38	5.869	10
7	20.7303	2.8000	2.04300	39.00	5.820	
8	-30.2924	可変	1.		6.000	
9	16.5838	0.5000	1.88300	40.76	4.263	
10	4.7460	2.2000	1.		3.476	
11*	-48.0230	0.6000	1.53071	55.69	3.410	
12	11.4647	0.5000	1.63387	23.38	3.373	
13	35.8884	0.6000	1.53071	55.69	3.366	
14*	7.6215	0.5000	1.		3.327	
15	18.2837	1.1000	1.84666	23.78	3.342	
16	-80.2498	可変	1.		3.300	20
17	10.3908	1.1000	1.58313	59.38	2.503	
18	55.6108	0.7000	1.		2.394	
19(絞り)		可変	1.		2.278	
20*	6.1157	2.3000	1.51633	64.14	2.500	
21	32.5083	0.5000	1.92286	20.88	2.483	
22	14.8826	2.0000	1.51633	64.14	2.471	
23*	-8.2511	2.0000	1.		2.500	
24	8.9582	0.6000	1.92286	20.88	2.190	
25	3.3887	可変	1.		2.010	
26	-21.9007	2.0000	1.51633	64.14	2.661	30
27	-6.5555	可変	1.		3.072	
28		0.8000	1.51633	64.14	3.684	
29		0.38479	1.		3.779	
像面						

第5面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-8.7200E-05, A6=-2.1549E-07, A8=5.5177E-09, A10=-8.4879E-11

第6面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=-1.9070E-04, A6=1.3212E-06, A8=1.2990E-08, A10=0.0000E+00

40

第11面

K=11.1716, A2=0.0000E+00, A4=-2.4606E-03, A6=1.4463E-04, A8=-5.0545E-06, A10=6.4239E-08

第14面

K=-6.9788, A2=0.0000E+00, A4=-1.4100E-03, A6=1.1270E-04, A8=-5.7367E-06, A10=1.0219E-07

第20面

50

K=1.2365, A2=0.0000E+00, A4=-1.5144E-03, A6=-4.4742E-05, A8=3.0444E-07,
A10=-3.7998E-07

第 2 3 面

K=0., A2=0.0000E+00, A4=1.0634E-03, A6=-5.0730E-05, A8=2.1658E-06, A10=-2.9025E-07

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66	
L5	2.042998	2.035064	2.061804	2.076930	2.089691	
L13, L15	1.922860	1.910380	1.954570	1.982810	2.009190	10
L7, L9	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272	
L1	2.143520	2.125601	2.189954	2.232324	2.273184	
L3	1.622630	1.619350	1.630050	1.635825	1.640600	
L4, L8	1.633870	1.626381	1.653490	1.671610	1.688826	
L11	1.583126	1.580139	1.589960	1.595296	1.599721	
L12, L14, L16	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768	
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768	
L6	1.882997	1.876560	1.898221	1.910495	1.920919	
L10	1.846660	1.836488	1.872096	1.894186	1.914294	
L2	1.903660	1.895260	1.924120	1.941280	1.956430	20

各種データ

	広角	中間	望遠	
焦点距離	5.11674	10.93691	24.94675	
F ナンバー	3.4193	4.5117	4.9000	
レンズ全長	53.0343	53.0396	53.0342	
B F	0.38479	0.38583	0.38455	
d8	0.37543	4.83991	10.13208	
d16	10.14450	5.68758	0.38771	30
d19	5.04206	2.03832	0.95887	
d25	2.48587	6.88748	8.19261	
d27	2.60168	1.20048	0.97840	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	
1	1	17.62162	
2	9	-6.81789	
3	17	21.71914	40
4	20	21.30535	
5	26	17.35006	

第11面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
2.776	-0.17700	-0.08027	-0.09673

第12面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
2.776	0.34104	0.34104	0.00000

第13面

50

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.776	0.10749	0.10749	-0.00000
第14面			
h	z4(h)	球面成分	z4(h)
2.776	0.38255	0.52334	-0.14080

【 0 2 7 0 】

数値実施例 1 6

単位 m m

10

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1	41.8026	0.8000	1.77250	49.60	5.933
2	9.2873	1.8000	1.		5.124
3		7.0000	1.90366	31.31	5.057
4		0.3000	1.		4.130
5*	27.6354	0.7000	1.53071	55.69	4.027
6*	24.5525	0.3500	1.76290	15.80	3.882
7	178.1062	0.6000	1.53071	55.69	3.864
8*	13.8043	可変	1.		3.700
9*	7.3070	1.8000	1.80610	40.92	2.600
10*	-22.2795	0.1000	1.		2.262
11(絞り)		0.2000	1.		2.160
12	6.8649	1.2000	1.74100	52.64	2.041
13	-73.9430	0.4000	1.84666	23.78	1.857
14	4.1446	可変	1.		1.700
15	-311.5513	0.6000	1.58313	59.38	2.667
16	12.1293	可変	1.		2.807
17*	11.3795	2.0000	1.80610	40.92	3.852
18	-29.3636	2.9706	1.		3.904
19		0.5000	1.51633	64.14	3.837
20		0.38967	1.		3.830
像面					

20

30

非球面データ

第 5 面

K=-1.0000,A2=0.0000E+00,A4=-9.4957E-04,A6=5.9841E-06,A8=4.4992E-07,
A10=0.0000E+00

40

第 6 面

K=0.,A2=0.0000E+00,A4=-1.2452E-04,A6=0.0000E+00,A8=0.0000E+00,A10=0.0000E+00

第 8 面

K=-1.2598,A2=0.0000E+00,A4=-1.1437E-03,A6=1.8648E-05,A8=4.9540E-07,
A10=0.0000E+00

第 9 面

K=-1.8866,A2=0.0000E+00,A4=2.3465E-04,A6=3.5155E-06,A8=1.0995E-07,A10=0.0000E+00

50

第 1 0 面

K=-1.0000,A2=0.0000E+00,A4=1.7570E-04,A6=-2.5719E-06,A8=3.2121E-07,
A10=0.0000E+00

第 1 7 面

K=0.,A2=0.0000E+00,A4=-9.1445E-05,A6=-1.4656E-07,A8=0.0000E+00,A10=0.0000E+00

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66	10
L4	1.762905	1.750038	1.798323	1.832460	1.866689	
L3,L5	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272	
L9	1.583126	1.580139	1.589960	1.595296	1.599721	
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768	
L6,L10	1.806098	1.800248	1.819945	1.831173	1.840781	
L1	1.772499	1.767798	1.783374	1.791971	1.799174	
L7	1.740999	1.736727	1.750805	1.758500	1.764914	
L8	1.846660	1.836488	1.872096	1.894186	1.914294	
L2	1.903660	1.895260	1.924120	1.941278	1.956430	20

各種データ

	広角	中間	望遠	
焦点距離	6.21961	10.73920	18.59456	
F ナンバー	3.1160	4.3832	5.9000	
レンズ全長	39.8656	39.8638	39.8693	
B F	0.38967	0.39236	0.38762	
d8	11.44370	5.81199	0.30000	
d14	4.52788	5.67324	15.58729	
d16	2.18372	6.66560	2.27378	30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-12.46552
2	9	9.69313
3	15	-20.00735
4	17	10.40187

第8面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)	
2.790	0.22249	0.28484	-0.06235	40
第7面				
h	z2(h)	球面成分	z2(h)	
2.790	0.02185	0.02185	-0.00000	
第6面				
h	z3(h)	球面成分	z3(h)	
2.790	0.15147	0.15901	-0.00754	
第5面				
h	z4(h)	球面成分	z4(h)	50

2.790 0.08777 0.14118 -0.05341

【 0 2 7 1 】

数値実施例 1 7

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						
1	26.3916	0.8000	1.58313	59.38	7.804	10
2	14.2860	2.2000	1.		7.016	
3		7.0000	1.90366	31.31	6.828	
4		可変	1.		5.065	
5*	-26.9917	0.7000	1.53071	55.69	4.706(L1)	
6*	14.0407	0.6000	1.63387	23.38	4.255(L2)	
7*	23.2719	可変	1.		4.200	
8*	6.3016	1.2000	1.85135	40.10	2.033	
9*	-19.4608	0.1000	1.		1.852	
10(絞り)		0.2000	1.		1.749	
11*	5.5217	1.2000	2.10223	16.77	1.762	20
12*	2.9744	可変	1.		1.595	
13	-19.2403	2.1000	1.74320	49.34	2.403	
14*	-7.4765	可変	1.		2.820	
15		0.5000	1.51633	64.14	3.692	
16		0.39539	1.		3.744	
像面						

非球面データ

第 5 面

K=-1.0000,A2=0.0000E+00,A4=-7.6649E-04,A6=3.7390E-05,A8=-5.3476E-07,
A10=0.0000E+00 30

第 6 面

K=1.3251,A2=0.0000E+00,A4=4.7769E-04,A6=-4.0941E-05,A8=-9.1099E-07,
A10=1.1856E-07

第 7 面

K=-1.2797,A2=0.0000E+00,A4=-6.0926E-04,A6=3.0893E-05,A8=-6.1130E-08,
A10=0.0000E+00

40

第 8 面

K=-1.8057,A2=0.0000E+00,A4=9.4518E-04,A6=-2.3991E-05,A8=-2.5329E-06,
A10=0.0000E+00

第 9 面

K=-1.0000,A2=0.0000E+00,A4=7.2283E-04,A6=-7.5368E-05,A8=2.5676E-06,
A10=0.0000E+00

第 1 1 面

K=-0.3348,A2=0.0000E+00,A4=-3.2566E-03,A6=-1.7964E-05,A8=1.2113E-05, 50

A10=0.0000E+00

第 1 2 面

K=-0.8830, A2=0.0000E+00, A4=-3.4462E-03, A6=1.1323E-04, A8=2.2955E-05,
A10=0.0000E+00

第 1 4 面

K=-1.0476, A2=0.0000E+00, A4=2.7239E-04, A6=-3.6171E-06, A8=0.0000E+00,
A10=0.0000E+00

10

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66
L3	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
L6	2.102230	2.084080	2.149790	2.193956	2.236910
L5	1.851350	1.845050	1.866280	1.878368	1.888684
L4	1.633870	1.626381	1.653490	1.671610	1.688826
L1	1.583126	1.580139	1.589960	1.595296	1.599721
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768
L7	1.743198	1.738653	1.753716	1.762046	1.769040
L2	1.903660	1.895260	1.924120	1.941278	1.956430

20

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	6.20135	10.73772	18.59931
F ナンバー	3.1152	4.2339	5.9000
レンズ全長	37.7648	37.7638	37.7583
B F	0.39539	0.39323	0.38983

d4	1.19259	4.34702	1.00000
d7	11.57783	3.84998	0.30000
d12	3.00632	7.60862	14.44613
d14	4.99264	4.96494	5.02229

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-54.74267
2	5	-25.09179
3	8	9.86806
4	13	15.28982

40

第5面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
2.806	-0.17718	-0.14625	-0.03093

第6面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
2.806	0.29693	0.28324	0.01369

第7面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.806	0.14607	0.16979	-0.02372

50

【 0 2 7 2 】

数値実施例 1 8

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						
1	55.1968	0.8000	1.80100	34.97	7.691	
2	13.1051	2.2000	1.		6.793	
3		7.0000	1.90366	31.31	6.708	10
4		0.1500	1.		5.712	
5	18.2265	2.0000	1.57200	33.80	5.440	
6	515.9359	可変	1.		5.092	
7*	-24.3306	0.7000	1.53071	55.69	4.746	
8*	12.1202	0.6000	1.63387	23.38	4.261	
9*	22.3712	可変	1.		4.200	
10*	4.9623	1.2000	1.78590	44.20	2.274	
11*	-91.4478	0.1000	1.		2.118	
12(絞リ)		0.2000	1.		2.031	
13*	5.3649	1.2000	2.10223	16.77	2.018	20
14*	2.9524	可変	1.		1.718	
15	412.8154	2.1000	1.74320	49.34	2.044	
16*	-16.1981	可変	1.		2.404	
17		0.5000	1.51633	64.14	3.694	
18		0.39108	1.		3.762	
像面						

非球面データ

第 7 面

K=-1.0000,A2=0.0000E+00,A4=-3.1727E-04,A6=1.8871E-05,A8=-1.0746E-07,
A10=0.0000E+00

30

第 8 面

K=1.3434,A2=0.0000E+00,A4=-9.2204E-04,A6=3.2320E-05,A8=2.5207E-06,
A10=-8.7542E-08

第 9 面

K=-1.2776,A2=0.0000E+00,A4=-5.1430E-04,A6=3.7208E-05,A8=-6.3364E-08,
A10=0.0000E+00

40

第 1 0 面

K=-1.8025,A2=0.0000E+00,A4=3.9235E-04,A6=-1.1264E-04,A8=-6.7804E-06,
A10=0.0000E+00

第 1 1 面

K=-1.0000,A2=0.0000E+00,A4=-1.4207E-03,A6=-1.0773E-05,A8=-2.4151E-06,
A10=0.0000E+00

第 1 3 面

K=-0.3324,A2=0.0000E+00,A4=-3.2536E-04,A6=4.6645E-05,A8=1.4331E-05,

50

A10=0.0000E+00

第 1 4 面

K=-0.8736, A2=0.0000E+00, A4=4.1630E-03, A6=1.4286E-04, A8=3.5255E-05, A10=0.0000E+00

第 1 6 面

K=-0.9768, A2=0.0000E+00, A4=-2.4685E-04, A6=8.1195E-07, A8=0.0000E+00, A10=0.0000E+00

〔硝材屈折率テーブル〕・・・本実施例にて使用した媒質の波長別屈折率一覧

10

GLA	587.56	656.27	486.13	435.84	404.66
L3	1.571998	1.567089	1.584010	1.594103	1.602966
L4	1.530710	1.527870	1.537400	1.542740	1.547272
L6	2.102230	2.084080	2.149790	2.193956	2.236910
L5	1.633870	1.626381	1.653490	1.671610	1.688826
CG	1.516330	1.513855	1.521905	1.526213	1.529768
L	1.785896	1.780584	1.798364	1.808375	1.816868
L8	1.743198	1.738653	1.753716	1.762046	1.769040
L1	1.800999	1.794275	1.817182	1.830612	1.842361
L2	1.903660	1.895260	1.924120	1.941278	1.956430

20

各種データ

	広角	中間	望遠
焦点距離	6.21180	10.72860	18.59750
F ナンバー	2.8769	4.0588	5.9000
レンズ全長	38.5193	38.5170	38.5195
B F	0.39108	0.38954	0.39144

d6	1.18137	2.58778	1.00000
d9	10.73328	4.43577	0.30000
d14	1.48380	8.38483	16.08260
d16	5.97977	3.96908	1.99542

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-129.65847
2	7	-23.82629
3	10	10.33788
4	15	21.01608

40

第7面

h	z1(h)	球面成分	z1(h)
2.797	-0.17153	-0.16128	-0.01025

第8面

h	z2(h)	球面成分	z2(h)
2.797	0.29936	0.32710	-0.02774

第9面

h	z3(h)	球面成分	z3(h)
2.797	0.16074	0.17551	-0.01477

50

【 0 2 7 3 】

次に、各実施例におけるパラメータ及び条件式の値を掲げる。

各温度におけるd線の屈折率（A～Dは硝材）

	20	60%の屈折率	20度のアッペ数	0	40	温度分散T	逆数
A	1.53071		55.69	1.53286	1.52856	0.81024e-2	123.42
B	1.63387		23.38	1.63728	1.63047	1.07435e-2	93.08
C	1.63494		23.22	1.63837	1.63151	1.08042e-2	92.56
D	1.76290		15.80	1.76607	1.75973	0.83104e-2	120.33

10

20 における各媒質の基線スペクトルに対する屈折率

	C線	d線	e線	F線	g線	h線
A	1.52787	1.53071	1.53296	1.53740	1.54274	1.54727
B	1.62638	1.63387	1.64022	1.65349	1.67161	1.68883
C	1.62729	1.63494	1.64139	1.65464	1.67291	1.68988
D	1.75004	1.76290	1.77413	1.79832	1.83246	1.86669

0 における各媒質の基線スペクトルに対する屈折率

	C線	d線	e線	F線	g線	h線
A	1.53000	1.53286	1.53512	1.53958	1.54495	1.54951
B	1.62973	1.63728	1.64368	1.65698	1.67532	1.69283
C	1.63080	1.63837	1.64502	1.65837	1.67694	1.69379
D	1.75301	1.76607	1.77749	1.80211	1.83731	1.87291

20

40 における各媒質の基線スペクトルに対する屈折率

	C線	d線	e線	F線	g線	h線
A	1.52573	1.52856	1.53081	1.53522	1.54052	1.54500
B	1.62304	1.63047	1.63676	1.65001	1.66792	1.68487
C	1.62377	1.63151	1.63775	1.65091	1.66888	1.68547
D	1.74707	1.75973	1.77078	1.79455	1.82877	1.86279

30

【 0 2 7 4 】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
1 f _w (広角端)	6.308	6.308	5.980	5.000	3.202	3.203
2 f _s (中間)	9.871	9.871	10.170	8.660	5.529	5.533
3 f _t (望遠端)	17.688	17.692	17.298	15.000	9.602	9.596
4 半画角(広角端) ・ ・ ・ DT込み	33.9	34.1	34.8	41.1	38.6	38.6
5 半画角(中間) ・ ・ ・ DT込み	20.7	20.9	20.5	23.8	21.7	21.8
6 半画角(望遠端) ・ ・ ・ DT込み	12.0	12.0	12.4	14.1	12.9	12.9
7 (=f _t / f _w)	2.804	2.805	2.893	3.000	2.999	2.996
8 y ₁₀	3.82	3.82	3.84	3.84	2.25	2.25
9 1 / 2 - 1 / 1	***	***	***	***	0.02482	0.04533
10 1 / 2 - 1 / 13	0.02511	0.02511	0.02482	0.04533	***	***
11 1 / 13	55.69	55.69	55.69	55.69	***	***
12 2 / 1	***	***	***	***	0.41982	0.28371
13 2 / 13	0.41695	0.41695	0.41982	0.28371	***	***
14 T 2 / T 1	***	***	***	***	0.75417	0.97496

40

50

15	T_2 / T_{13}	0.74996	0.74996	0.75417	0.97496	***	***	
16	$n_2 - n_1$	0.10423	0.10423	0.10316	0.23219	0.10316	0.23219	
17	$n_2 - n_3$	0.10423	0.10423	0.10316	0.23219	***	***	
18	gF	0.6680	0.6680	0.6684	0.7070	0.6684	0.7070	
19	hg	0.6205	0.6205	0.6351	0.7089	0.6351	0.7089	
20	gF	0.7293	0.7293	0.7301	0.7487	0.7301	0.7487	
21	hg	0.7106	0.7106	0.7258	0.7702	0.7258	0.7702	
22	$\log(3/1)$	-0.00431	-0.53255	-0.02597	-0.66563	***	***	
23	m	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
24	$a = (y_{10})^2 \cdot \log_{10} f_w$							10
		1.0359	1.0362	1.1376	1.4071	0.7541	0.7532	
25	$h = m \cdot a$	2.5898	2.5905	2.8440	3.5178	1.8853	1.8830	
26	$z_2(h)$	0.30510	0.05595	-0.30550	0.74073	0.43208	0.28273	
27	$z_3(h)$	0.19842	0.16528	-0.04194	0.34312	0.26552	0.21039	
28	$ z_2(h) - z_3(h) $	0.10668	0.10933	0.26356	0.39761	0.16656	0.07234	
29	$z_2(h)$	-0.00000	0.00000	-0.00000	-0.00793	-0.04711	0.00529	
30	$z_3(h)$	-0.00000	0.00000	0.00763	-0.00000	-0.05894	-0.00816	
31	$z_2(h) \cdot \{(1/1) - (1/2)\}$	-0.00000	-0.00000	-0.00000	0.35947e-3	1.16927e-3	-0.23940e-3	
32	$z_3(h) \cdot \{(1/2) - (1/3)\}$	-0.00000	-0.00000	0.18938e-3	-0.00000	-2.52096e-3	-0.51646e-3	20
33	P	0.00000	0.00000	0.18938e-3	0.35947e-3	-1.35169e-3	-0.75586e-3	
34		-0.061151	-0.063132	-0.064757	-0.095796	-0.10779	-0.11166	
35	P ·	0.00000	0.00000	-0.1226e-4	-0.3444e-4	1.455e-4	0.8440e-4	
36	t_2	0.35	0.514	0.8	0.7	0.5	0.25	
37	$ z_2(h) - z_3(h) / t_2$	0.30480	0.21270	0.32945	0.56891	0.33312	0.28936	30
38	n Bn1	***	***	***	***	***	***	
39	n Bn1 - n Bp	***	***	***	***	***	***	
40	Bn2 / Bn1	***	***	***	***	***	***	
41	$z_1(h)$	-0.06564	-0.09672	0.07295	0.18520	-0.02612	0.00986	
42	$z_4(h)$	-0.09271	-0.06732	0.08622	0.16091	***	***	40
43	$\{z_1(h) - z_4(h)\} / (f_w \cdot \tan 10^\circ)$	6.3862e-3	-6.8839e-3	-3.1928e-3	5.5688e-3	***	***	
44	$\{z_1(h) - z_3(h)\} / (f_w \cdot \tan 10^\circ)$	***	***	***	***	0.012840	7.0475e-3	

【 0 2 7 5 】

	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	
1	f_w (広角端)	5.980	6.417	5.025	5.100	5.272	5.168
2	f_s (中間)	10.170	10.741	14.485	14.614	11.118	11.098

3	f t (望遠端)	17.300	18.473	47.857	47.878	24.978	24.980	
4	半画角 (広角端) ・ ・ ・ DT込み							
		36.2	34.8	41.3	40.8	39.7	40.2	
5	半画角 (中間) ・ ・ ・ DT込み							
		20.4	21.3	14.8	14.6	18.7	18.8	
6	半画角 (望遠端) ・ ・ ・ DT込み							
		12.3	12.6	4.6	4.6	8.8	8.7	
7	(= f t / f w)	2.893	2.879	9.524	9.384	4.738	4.834	
8	y 10	3.84	3.82	3.83	3.83	3.84	3.84	
9	1 / 2 - 1 / 1	***	***	***	0.04533	***	0.04533	10
10	1 / 2 - 1 / 13	0.04533	0.02482	0.02482	***	0.02482	***	
11	1 / 13	55.69	55.69	55.69	55.69	55.69	55.69	
12	2 / 1	***	***	***	0.28371	***	0.28371	
13	2 / 13	0.28371	0.41982	0.41982	***	0.41982	***	
14	T 2 / T 1	***	***	***	0.97496	***	0.97496	
15	T 2 / T 13	0.97496	0.75417	0.75417	***	0.75417	***	
16	n 2 - n 1	0.23219	0.10316	0.10316	0.23219	0.10316	0.23219	
17	n 2 - n 3	0.23219	0.10316	0.10316	***	0.10316	***	
18	gF	0.7070	0.6684	0.6684	0.7070	0.6684	0.7070	
19	hg	0.7089	0.6351	0.6351	0.7089	0.6351	0.7089	20
20	gF	0.7487	0.7301	0.7301	0.7487	0.7301	0.7487	
21	hg	0.7702	0.7258	0.7258	0.7702	0.7258	0.7702	
22	l o g (3 / 1)	-0.42809	x	-1.40288	***	-0.12968	***	
23	m	2.5	2.5	1.0	1.0	1.4	1.4	
24	a = (y 10) ² ・ log10 / f w							
		1.1376	1.0498	2.8574	2.7968	1.8896	1.9525	
25	h = m ・ a	2.8440	2.6245	2.8574	2.7968	2.6454	2.7335	
26	z 2 (h)	0.39391	0.29077	0.79377	0.52978	0.22021	0.35390	
27	z 3 (h)	0.19970	0.14407	0.41693	0.23015	0.10012	0.17367	
28	z2(h)-z3(h)	0.19421	0.14670	0.37684	0.29963	0.12009	0.18023	30
29	z 2 (h)	-0.02024	-0.02044	-0.22816	-0.11326	0.00000	-0.01891	
30	z 3 (h)	0.00000	0.00000	-0.00000	-0.04747	0.00000	-0.06054	
31	z 2 (h) ・ { (1 / 1) - (1 / 2) }							
		0.91748e-3	0.50732e-3	5.66293e-3	5.13408e-3	-0.00000	0.85719e-3	
32	z 3 (h) ・ { (1 / 2) - (1 / 3) }							
		-0.00000	-0.00000	-0.00000	-3.00443e-3	-0.00000	-3.83165e-3	
33	P							
		0.91748e-3	0.50732e-3	5.66293e-3	2.12965e-3	0.00000	-2.97446e-3	
34								
		-0.074908	-0.062702	-0.057487	-0.042548	-0.048299	-0.025825	40
35	P ・							
		-0.6873e-4	-0.3181e-4	-0.3255e-4	-0.9061e-4	0.00000	0.7682e-4	
36	t 2							
		0.7	0.4	0.6	0.7	0.3	0.6	
37	z2(h)-z3(h) / t 2							
		0.27744	0.36675	0.62807	0.42804	0.40030	0.28945	
38	n Bn1							
		***	***	1.88300	2.0033	2.0033	2.0033	
39	n Bn1 - n Bp							
		***	***	0.07490	0.05735	0.05735	0.05735	50

40	Bn2 / Bn1	***	***	0.34084	0.24638	0.30075	0.16963	
41	z 1 (h)	-0.00022	0.04549	-0.00091	-0.03007	-0.07435	-0.07752	
42	z 4 (h)	-0.05258	0.03931	-0.03809	***	-0.07937	***	
43	{ z1(h) - z 4(h) } / (fw · tan 10w)	0.011963	1.3857e-3	8.4221e-3	***	1.1469e-3	***	
44	{ z1(h) - z 3(h) } / (fw · tan 10w)	***	***	***	3.9526e-3	***	-3.8880e-3	10

【 0 2 7 6 】

	実施例13	実施例14	実施例15	実施例16	実施例17	実施例18	
1	fw (広角端)	6.679	5.106	5.117	6.220	6.201	6.212
2	fs (中間)	11.385	11.311	10.937	10.739	10.738	10.729
3	ft (望遠端)	24.526	24.950	24.947	18.595	18.599	18.598
4	半画角 (広角端) ・ ・ ・ DT込み	33.1	40.6	40.5	35.0	35.0	35.0
5	半画角 (中間) ・ ・ ・ DT込み	18.6	18.5	19.4	19.6	19.1	20.4
6	半画角 (望遠端) ・ ・ ・ DT込み	8.5	8.9	8.6	11.3	11.0	12.0
7	(= ft / fw)	3.672	4.886	4.875	2.990	2.999	2.994
8	y 10	3.84	3.84	3.84	3.82	3.82	3.82
9	1 / 2 - 1 / 1	***	0.02482	***	***	0.02482	0.02482
10	1 / 2 - 1 / 13	0.04533	***	0.02482	0.04533	***	***
11	1 / 13	55.69	55.69	55.69	55.69	55.69	55.69
12	2 / 1	***	0.41982	***	***	0.41982	0.41982
13	2 / 13	0.28371	***	0.41982	0.28371	***	***
14	T 2 / T 1	***	0.75417	***	***	0.75417	0.75417
15	T 2 / T 13	0.97496	***	0.75417	0.97496	***	***
16	n2 - n1	0.23219	0.10316	0.10316	0.23219	0.10316	0.10316
17	n2 - n3	0.23219	***	0.10316	0.23219	***	***
18	gF	0.7070	0.6684	0.6684	0.7070	0.6684	0.6684
19	hg	0.7089	0.6351	0.6351	0.7089	0.6351	0.6351
20	gF	0.7487	0.7301	0.7301	0.7487	0.7301	0.7301
21	hg	0.7702	0.7258	0.7258	0.7702	0.7258	0.7258
22	log (3 / 1)	-0.47123	***	-0.02407	-1.20658	***	***
23	m	1.4	1.4	1.4	2.5	2.5	2.5
24	a = (y 10) ² ・ log10 / fw	1.2472	1.9896	1.9825	1.1159	1.1224	1.1187
25	h = m ・ a	1.7461	2.7854	2.7755	2.7898	2.8060	2.7968
26	z 2 (h)	-0.01961	-0.48879	0.34104	0.02185	0.29693	0.29936
27	z 3 (h)	-0.06810	-0.34847	0.10749	0.15147	0.14607	0.16074
28	z2(h)-z3(h)	0.04849	0.14032	0.23355	0.12962	0.15086	0.13862
29	z 2 (h)	-0.00000	0.11615	0.00000	-0.00000	0.01369	-0.02774
30	z 3 (h)	0.00205	0.16171	-0.00000	-0.00754	-0.02372	-0.01477
31	z 2 (h) ・ { (1 / 1) - (1 / 2) }	-0.00000	-2.88284e-3	-0.00000	-0.00000	-0.33979e-3	0.68851e-3
32	z 3 (h) ・ { (1 / 2) - (1 / 3) }						

	0.09293e-3	6.91660e-3	-0.00000	-0.34179e-3	-1.01454e-3	-0.63175e-3	
33 P							
	0.09293e-3	4.03376e-3	0.00000	-0.34179e-3	-1.35433e-3	0.05676e-3	
34							
	-0.052681	-0.073994	-0.075015	-0.010185	-0.039854	-0.041970	
35 P・							
	-0.0490e-4	-2.9847e-4	0.00000	0.03481e-4	0.5396e-4	-0.0238e-4	
36 t ²							
	0.4	0.6	0.5	0.35	0.6	0.6	
37 z ₂ (h)-z ₃ (h) / t ²							10
	0.12123	0.23387	0.46710	0.37034	0.25143	0.23103	
38 n _{Bn1}							
	1.88300	2.0033	1.88300	***	***	***	
39 n _{Bn1} - n _{Bp}							
	0.03634	0.05735	0.03634	***	***	***	
40 Bn ₂ / Bn ₁							
	0.40789	0.51460	0.57604	***	***	***	
41 z ₁ (h)							
	0.00204	0.13452	-0.09673	0.06235	-0.03093	-0.01025	
42 z ₄ (h)							20
	-0.00134	***	-0.14080	-0.05341	***	***	
43 { z ₁ (h) - z ₄ (h) } / (fw・tan 10w)							
	0.77630e-3	***	0.010084	0.026579	***	***	
44 { z ₁ (h) - z ₃ (h) } / (fw・tan 10w)							
	***	-6.2129e-3	***	***	-1.66053e-3	1.03915e-3	

【 0 2 7 7 】

さて、以上のような本発明のズームレンズは、物体の像をCCDやCMOSなどの電子撮像素子で撮影する撮影装置、とりわけデジタルカメラやビデオカメラ、情報処理装置の例であるパソコン、電話、携帯端末、特に持ち運びに便利な携帯電話等に用いることができる。以下に、その実施形態を例示する。

【 0 2 7 8 】

図37～図39に本発明によるズームレンズをデジタルカメラの撮影光学系41に組み込んだ構成の概念図を示す。図37はデジタルカメラ40の外観を示す前方斜視図、図38は同後方斜視図、図39はデジタルカメラ40の光学構成を示す断面図である。

【 0 2 7 9 】

デジタルカメラ40は、この例の場合、撮影用光路42を有する撮影光学系41、ファインダー用光路44を有するファインダー光学系43、シャッター45、フラッシュ46、液晶表示モニター47等を含む。そして、撮影者が、カメラ40の上部に配置されたシャッター45を押圧すると、それに連動して撮影光学系41、例えば実施例1のズームレンズ48を通して撮影が行われる。

【 0 2 8 0 】

撮影光学系41によって形成された物体像は、CCD49の撮像面上に形成される。このCCD49で受光された物体像は、画像処理手段51を介し、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター47に表示される。また、この画像処理手段51にはメモリ等が配置され、撮影された電子画像を記録することもできる。なお、このメモリは画像処理手段51と別体に設けてもよいし、フレキシブルディスクやメモリーカード、MO等により電子的に記録書込を行うように構成してもよい。

【 0 2 8 1 】

さらに、ファインダー用光路44上には、ファインダー用対物光学系53が配置されて

いる。このファインダー用対物光学系 5 3 は、カバーレンズ 5 4、第 1 プリズム 1 0、開口絞り 2、第 2 プリズム 2 0、フォーカス用レンズ 6 6 からなる。このファインダー用対物光学系 5 3 によって、結像面 6 7 上に物体像が形成される。この物体像は、像正立部材であるポロプリズム 5 5 の視野枠 5 7 上に形成される。このポロプリズム 5 5 の後方には、正立正像にされた像を観察者眼球 E に導く接眼光学系 5 9 が配置されている。

【 0 2 8 2 】

このように構成されたデジタルカメラ 4 0 によれば、撮影光学系 4 1 の構成枚数を少なくした小型化・薄型化のズームレンズを有する電子撮像装置が実現できる。なお、本発明は、上述した沈胴式のデジタルカメラに限られず、屈曲光学系を採用する折り曲げ式のデジタルカメラにも適用できる。

10

【 0 2 8 3 】

次に、本発明のズームレンズが対物光学系として内蔵された情報処理装置の一例であるパソコンを図 4 0 ~ 図 4 2 に示す。図 4 0 はパソコン 3 0 0 のカバーを開いた状態の前方斜視図、図 4 1 はパソコン 3 0 0 の撮影光学系 3 0 3 の断面図、図 4 2 は図 4 0 の側面図である。図 4 0 ~ 図 4 2 に示されるように、パソコン 3 0 0 は、キーボード 3 0 1 と、情報処理手段や記録手段と、モニター 3 0 2 と、撮影光学系 3 0 3 とを有している。

【 0 2 8 4 】

ここで、キーボード 3 0 1 は、外部から操作者が情報を入力するためのものである。情報処理手段や記録手段は、図示を省略している。モニター 3 0 2 は、情報を操作者に表示するためのものである。撮影光学系 3 0 3 は、操作者自身や周辺の像を撮影するためのものである。モニター 3 0 2 は、液晶表示素子や C R T ディスプレイ等であってよい。液晶表示素子としては、図示しないバックライトにより背面から照明する透過型液晶表示素子や、前面からの光を反射して表示する反射型液晶表示素子がある。また、図中、撮影光学系 3 0 3 は、モニター 3 0 2 の右上に内蔵されているが、その場所に限らず、モニター 3 0 2 の周囲や、キーボード 3 0 1 の周囲のどこであってよい。

20

【 0 2 8 5 】

この撮影光学系 3 0 3 は、撮影光路 3 0 4 上に、例えば実施例 1 のズームレンズからなる対物光学系 1 0 0 と、像を受光する電子撮像素子チップ 1 6 2 とを有している。これらはパソコン 3 0 0 に内蔵されている。

【 0 2 8 6 】

鏡枠の先端には、対物光学系 1 0 0 を保護するためのカバーガラス 1 0 2 が配置されている。

30

電子撮像素子チップ 1 6 2 で受光された物体像は、端子 1 6 6 を介して、パソコン 3 0 0 の処理手段に入力される。そして、最終的に、物体像は電子画像としてモニター 3 0 2 に表示される、図 4 0 には、その一例として、操作者が撮影した画像 3 0 5 が示されている。また、この画像 3 0 5 は、処理手段を介し、遠隔地から通信相手のパソコンに表示されることも可能である。遠隔地への画像伝達は、インターネットや電話を利用する。

【 0 2 8 7 】

次に、本発明のズームレンズが撮影光学系として内蔵された情報処理装置の一例である電話、特に持ち運びに便利な携帯電話を図 4 3 に示す。図 4 3 (a) は携帯電話 4 0 0 の正面図、図 4 3 (b) は側面図、図 4 3 (c) は撮影光学系 4 0 5 の断面図である。図 4 3 (a) ~ (c) に示されるように、携帯電話 4 0 0 は、マイク部 4 0 1 と、スピーカ部 4 0 2 と、入力ダイアル 4 0 3 と、モニター 4 0 4 と、撮影光学系 4 0 5 と、アンテナ 4 0 6 と、処理手段とを有している。

40

【 0 2 8 8 】

ここで、マイク部 4 0 1 は、操作者の声を情報として入力するためのものである。スピーカ部 4 0 2 は、通話相手の声を出力するためのものである。入力ダイアル 4 0 3 は、操作者が情報を入力するためのものである。モニター 4 0 4 は、操作者自身や通話相手等の撮映像や、電話番号等の情報を表示するためのものである。アンテナ 4 0 6 は、通信電波の送信と受信を行うためのものである。処理手段 (不図示) は、画像情報や通信情報、入

50

力信号等の処理を行うためのものである。

【 0 2 8 9 】

ここで、モニター 4 0 4 は液晶表示素子である。また、図中、各構成の配置位置、特にこれらに限られない。この撮影光学系 4 0 5 は、撮影光路 4 0 7 上に配された対物光学系 1 0 0 と、物体像を受光する電子撮像素子チップ 1 6 2 とを有している。対物光学系 1 0 0 としては、例えば実施例 1 のズームレンズが用いられる。これらは、携帯電話 4 0 0 に内蔵されている。

【 0 2 9 0 】

鏡枠の先端には、対物光学系 1 0 0 を保護するためのカバーガラス 1 0 2 が配置されている。

10

電子撮像素子チップ 1 6 2 で受光された物体像は、端子 1 6 6 を介して、図示していない画像処理手段に入力される。そして、最終的に物体像は、電子画像としてモニター 4 0 4 に、又は、通信相手のモニターに、又は、両方に表示される。また、処理手段には信号処理機能が含まれている。通信相手に画像を送信する場合、この機能により、電子撮像素子チップ 1 6 2 で受光された物体像の情報を、送信可能な信号へと変換する。

【 0 2 9 1 】

なお、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変形例をとることができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 2 9 2 】

以上のように、本発明に係るレンズ成分、結合光学系、及び電子撮像装置は、小型薄型軽量化や低コスト化などの仕様の実現と、高画素数化にも耐えうるだけの光学性能の確保に有用である。

20

【符号の説明】

【 0 2 9 3 】

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 5	第 5 レンズ群
G 6	第 6 レンズ群
L 1 ~ L 1 6	各レンズ
L P F	ローパスフィルタ
C G	カバーガラス
I	撮像面
E	観察者の眼球
4 0	デジタルカメラ
4 1	撮影光学系
4 2	撮影用光路
4 3	ファインダー光学系
4 4	ファインダー用光路
4 5	シャッター
4 6	フラッシュ
4 7	液晶表示モニター
4 8	ズームレンズ
4 9	C C D
5 0	撮像面
5 1	処理手段
5 3	ファインダー用対物光学系
5 5	ポロプリズム
5 7	視野枠

30

40

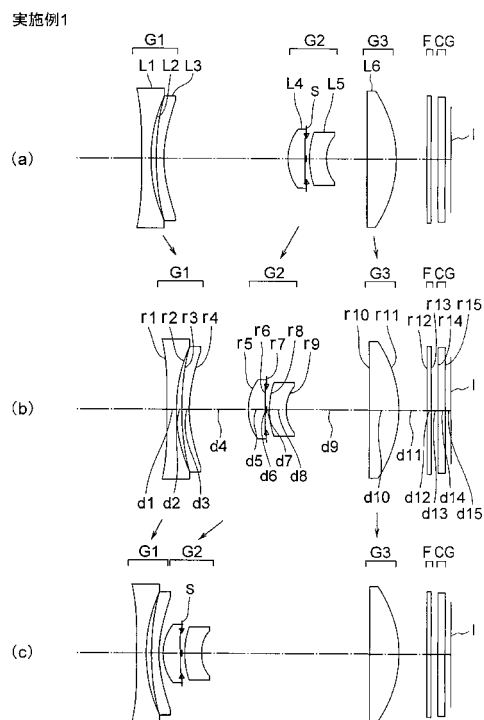
50

5 9	接眼光学系
6 6	フォーカス用レンズ
6 7	結像面
1 0 0	対物光学系
1 0 2	カバーガラス
1 6 2	電子撮像素子チップ
1 6 6	端子
3 0 0	パソコン
3 0 1	キーボード
3 0 2	モニター
3 0 3	撮影光学系
3 0 4	撮影光路
3 0 5	画像
4 0 0	携帯電話
4 0 1	マイク部
4 0 2	スピーカ部
4 0 3	入力ダイヤル
4 0 4	モニター
4 0 5	撮影光学系
4 0 6	アンテナ
4 0 7	撮影光路

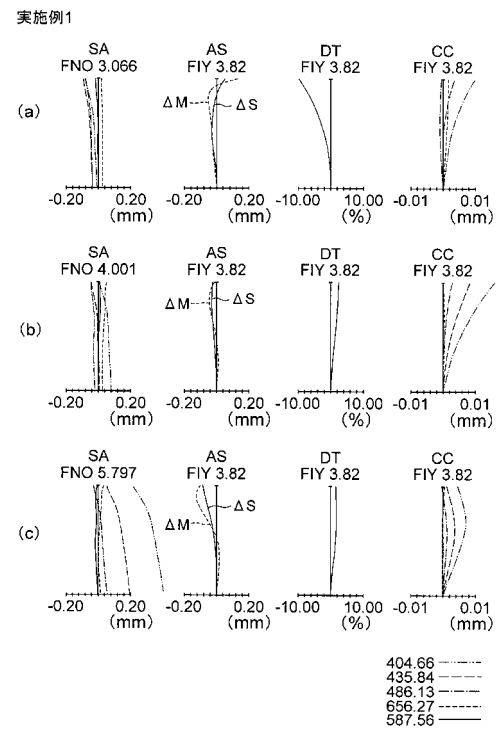
10

20

【図 1】

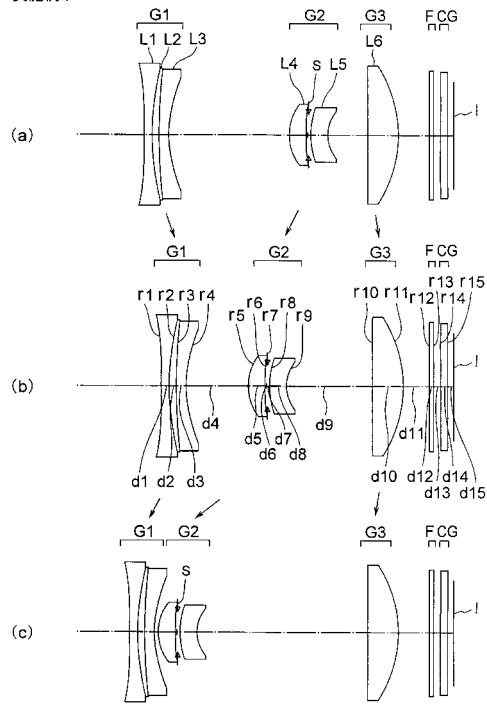


【図 2】



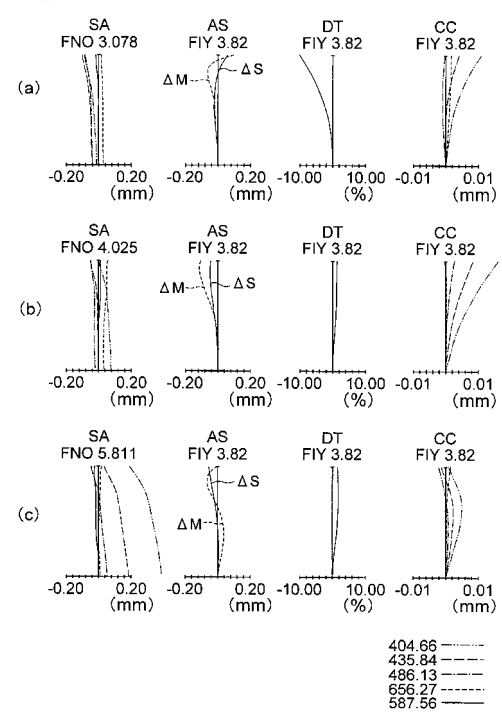
【図 3】

実施例2



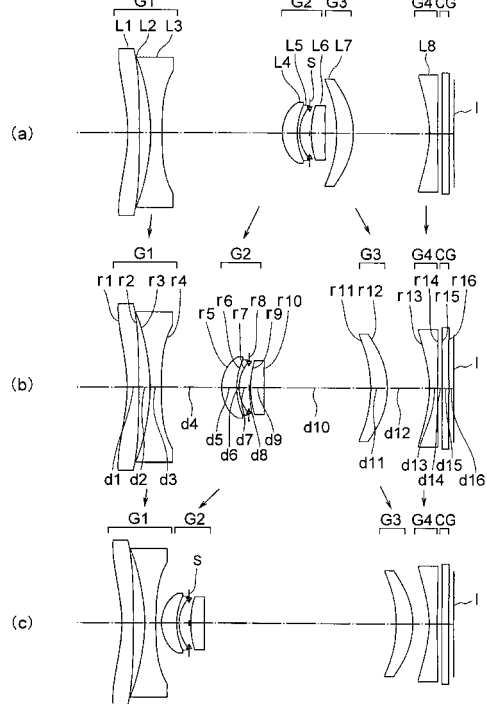
【図 4】

実施例2



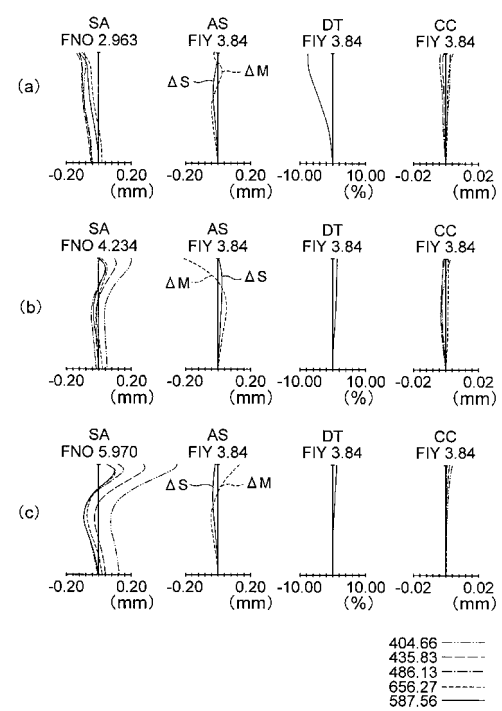
【図 5】

実施例3

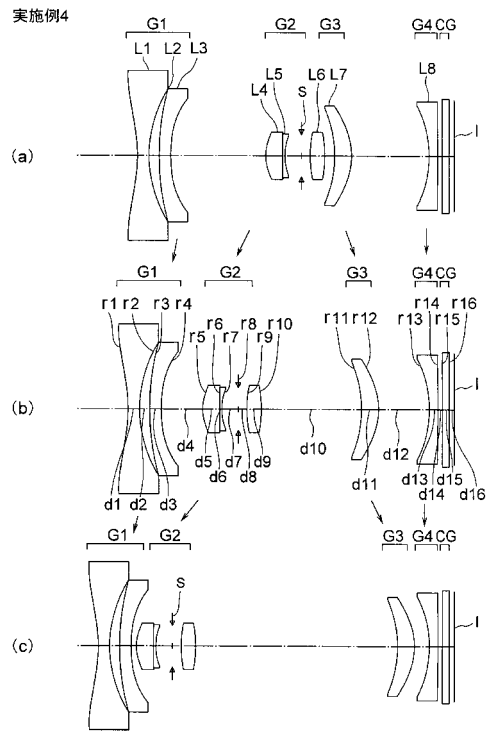


【図 6】

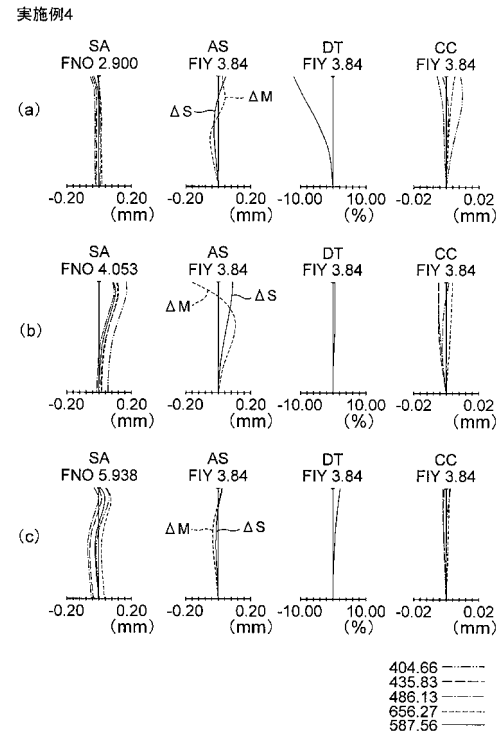
実施例3



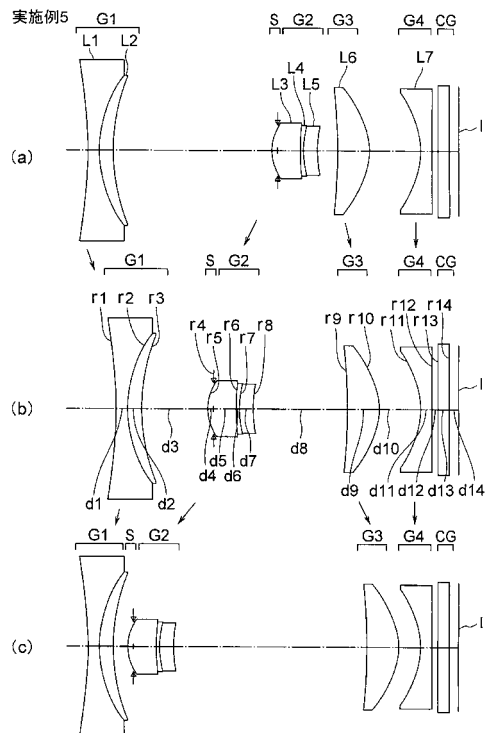
【図 7】



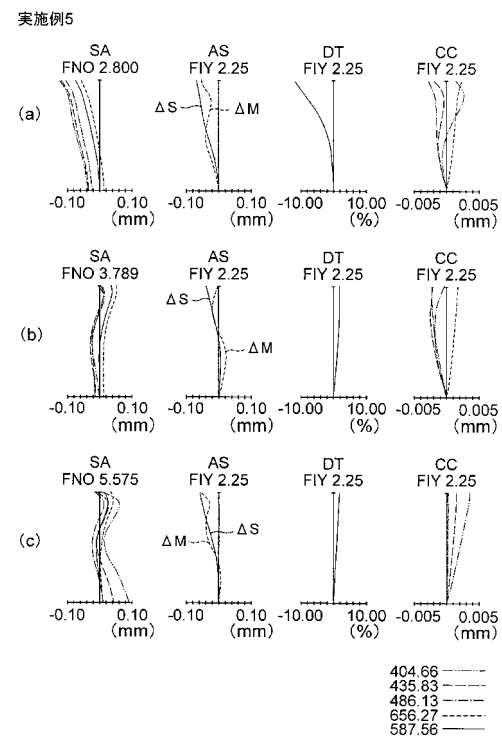
【図 8】



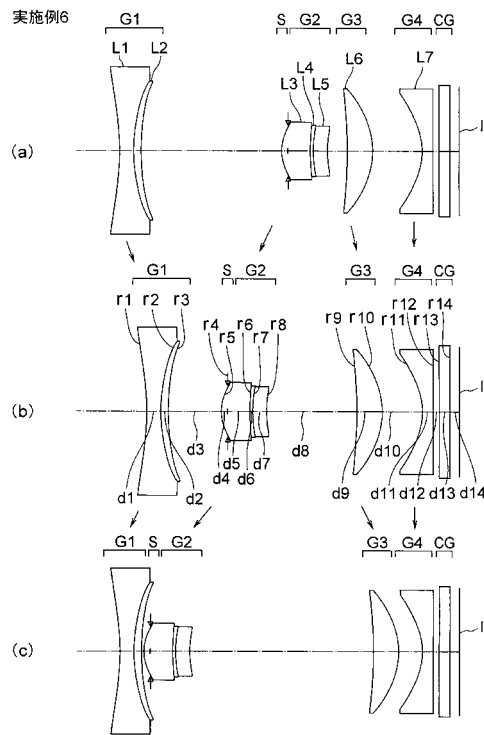
【図 9】



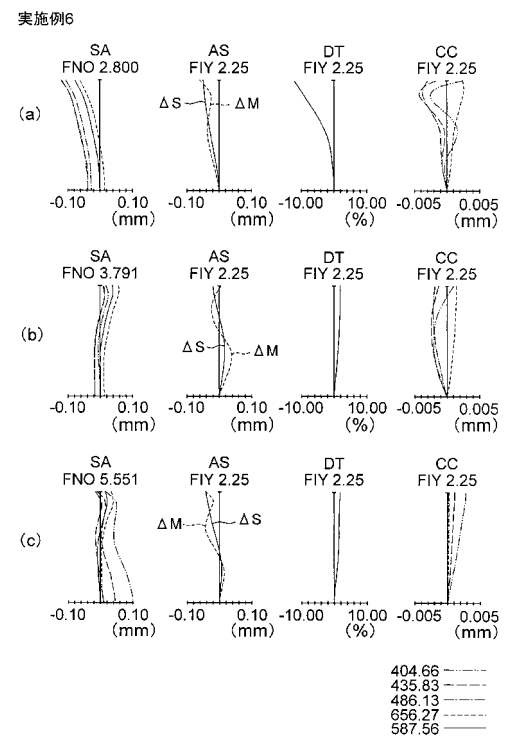
【図 10】



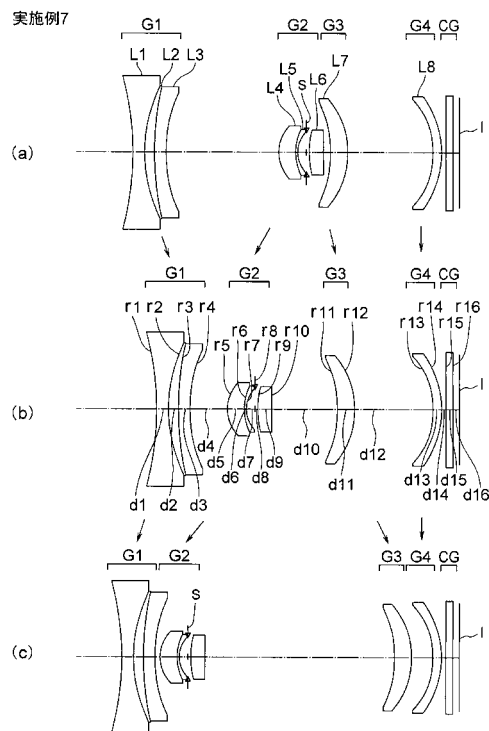
【図 1 1】



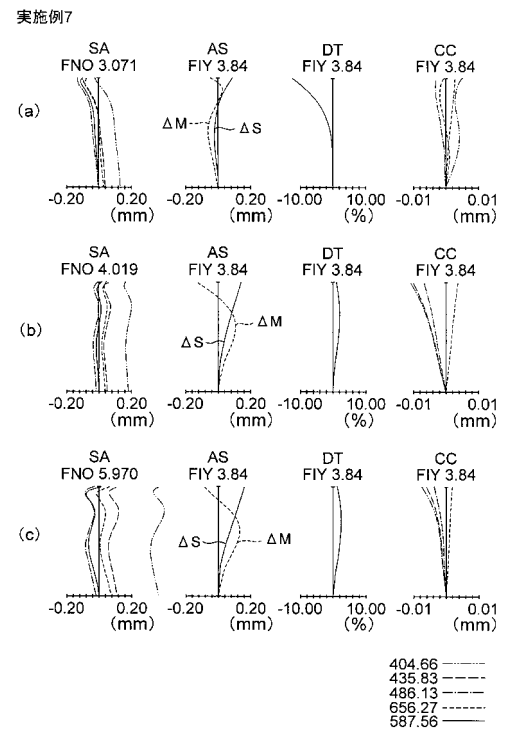
【図 1 2】



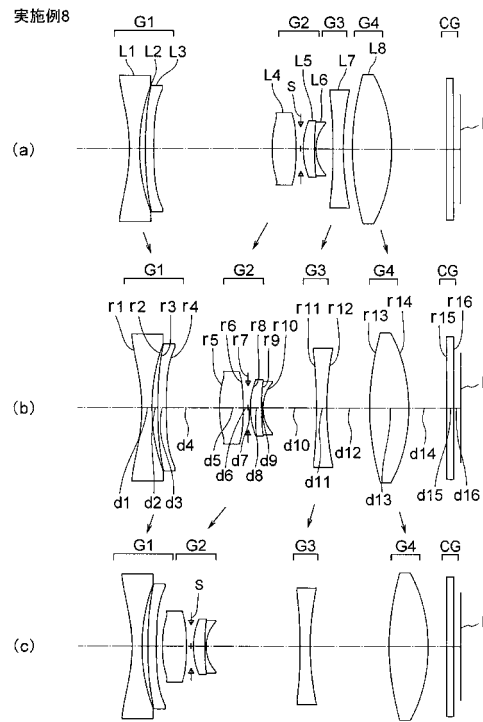
【図 1 3】



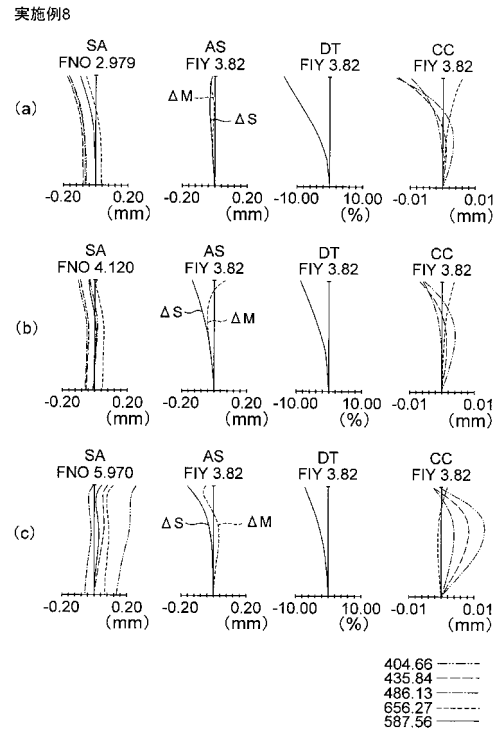
【図 1 4】



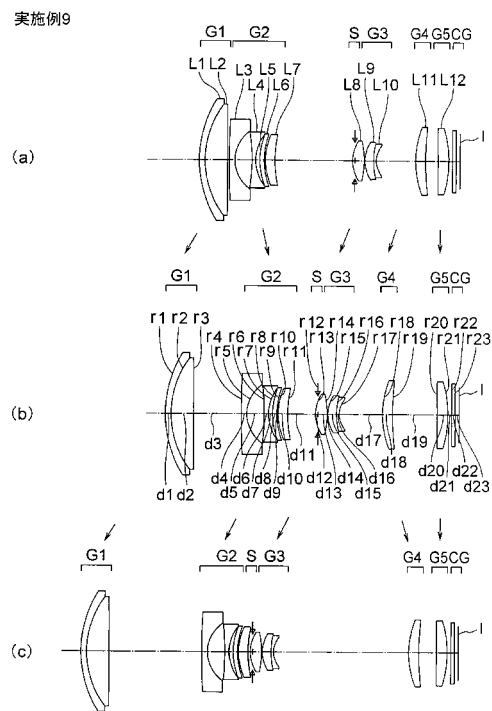
【図 15】



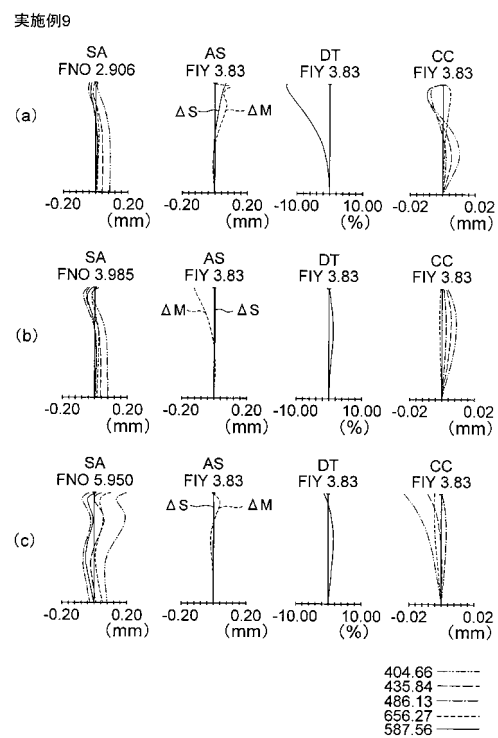
【図 16】



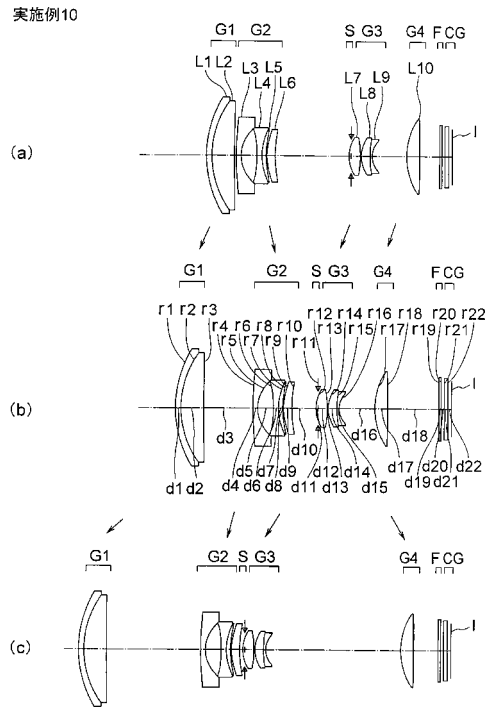
【図 17】



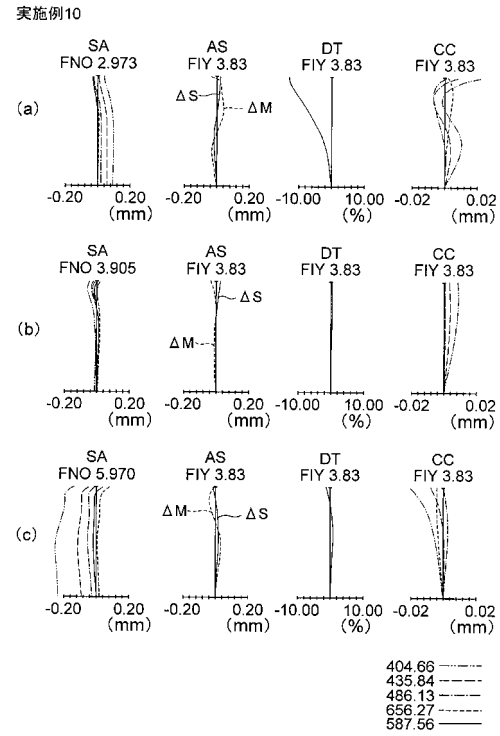
【図 18】



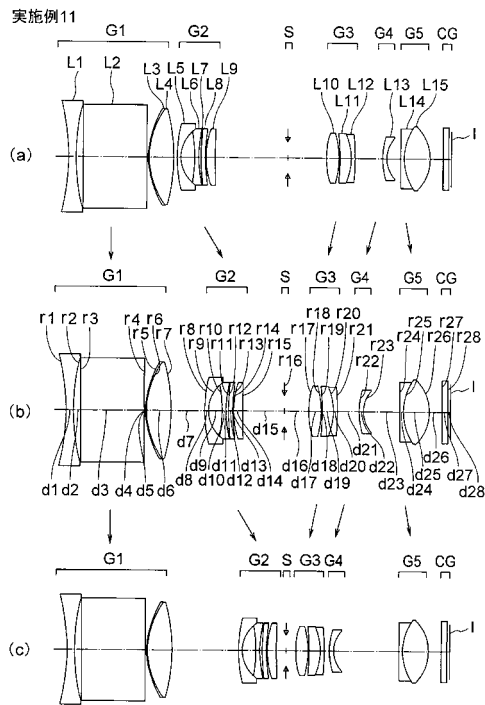
【図 19】



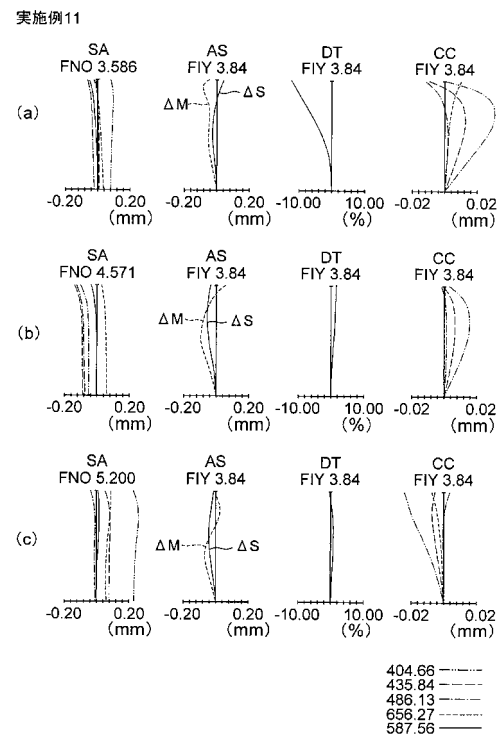
【図 20】



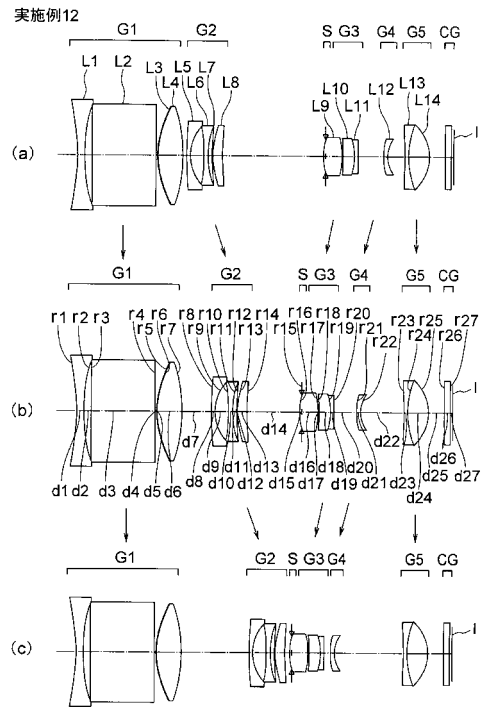
【図 21】



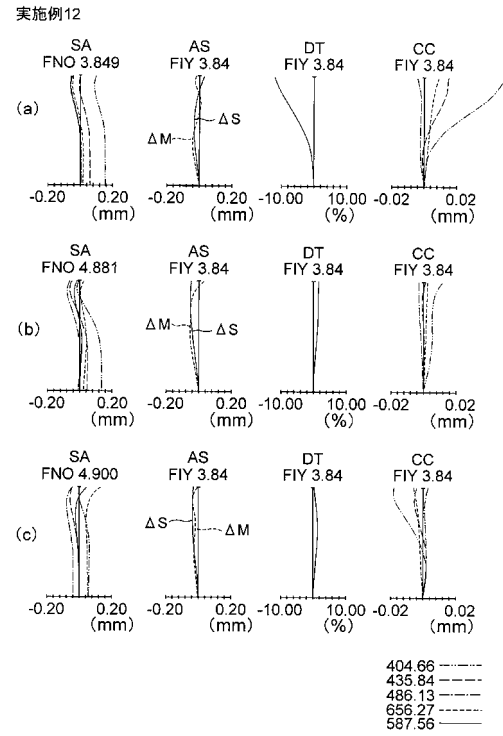
【図 22】



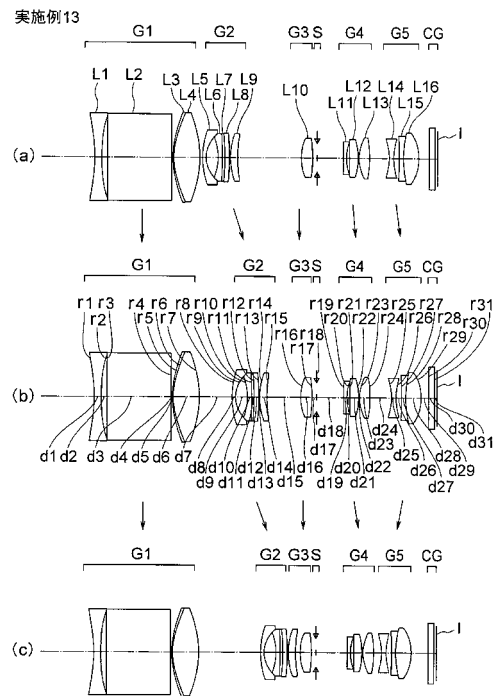
【図 23】



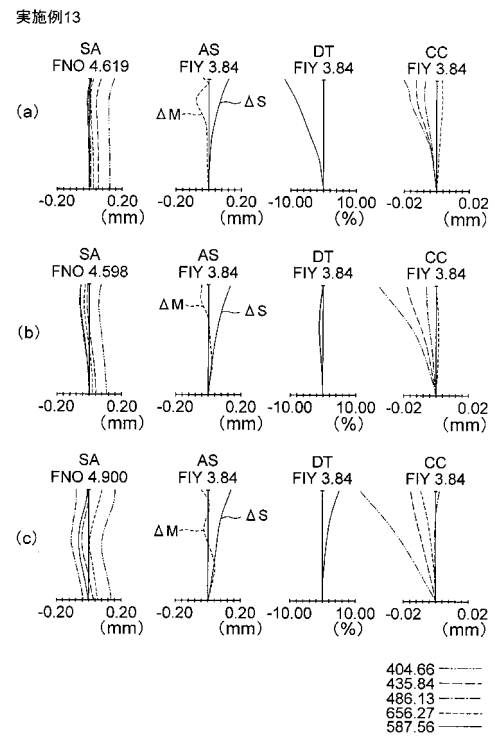
【図 24】



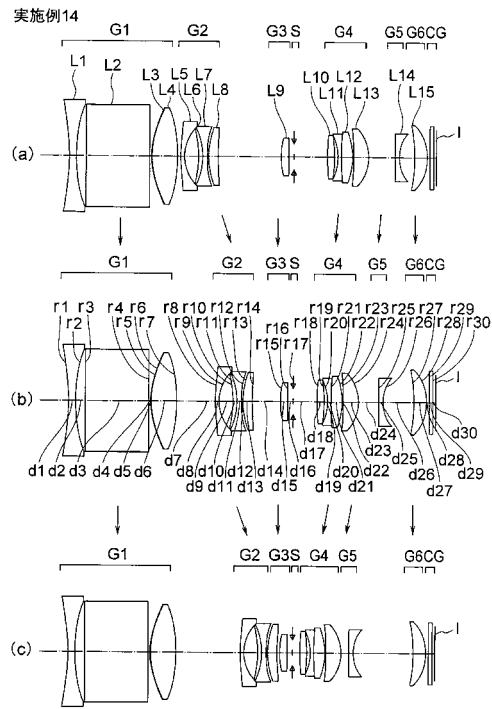
【図 25】



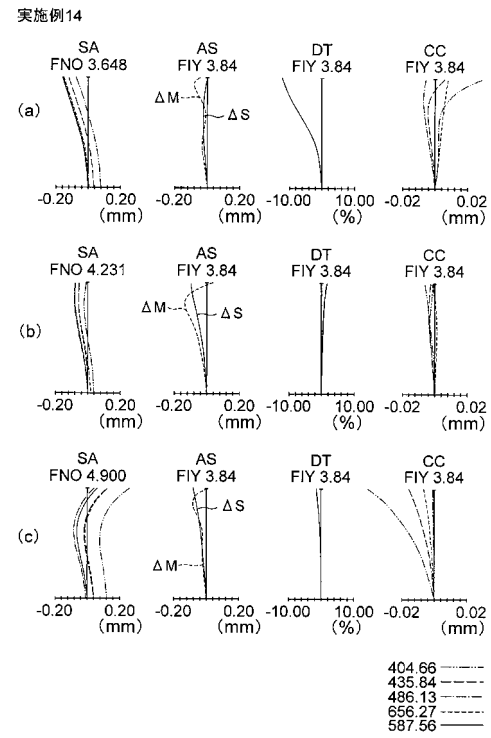
【図 26】



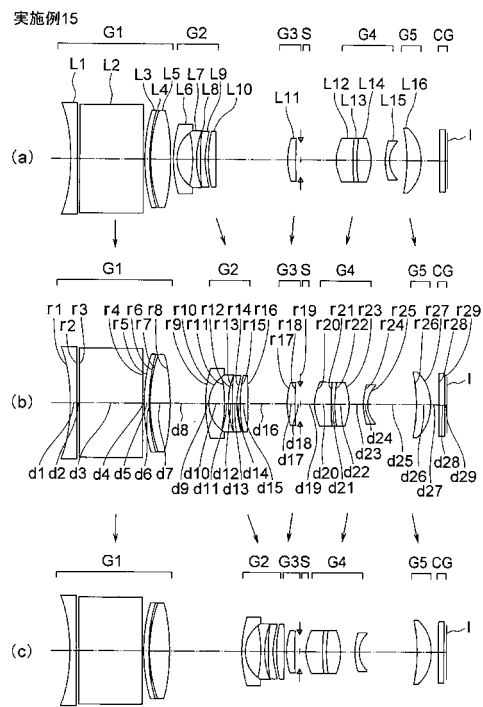
【図 27】



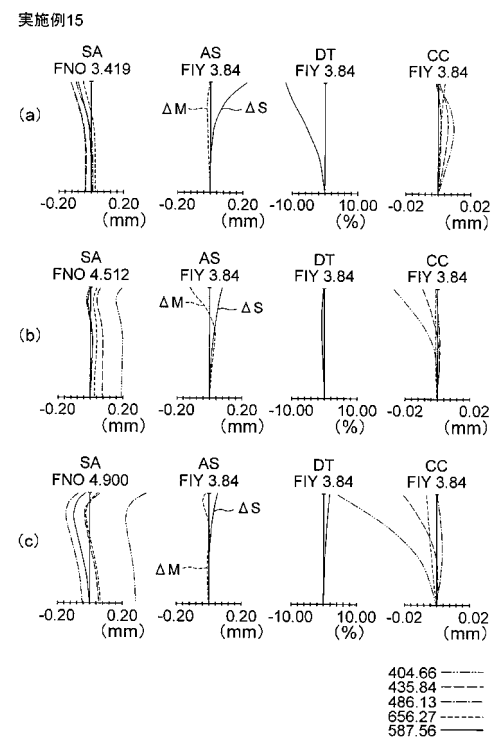
【図 28】



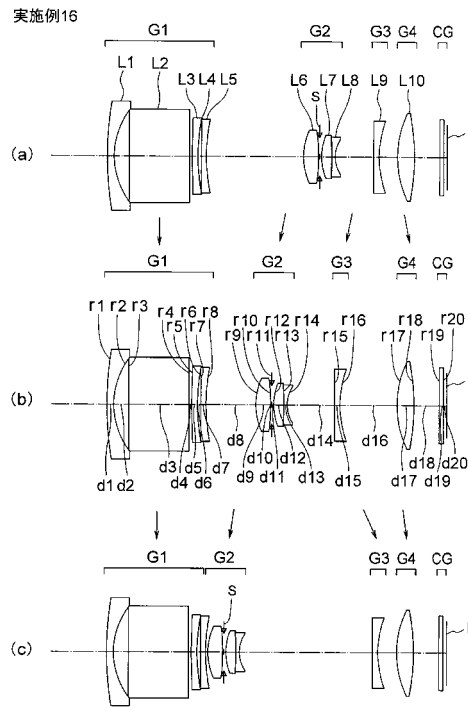
【図 29】



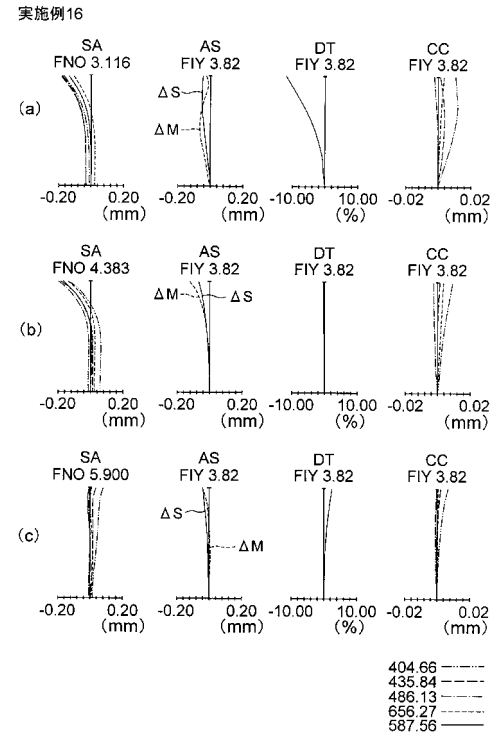
【図 30】



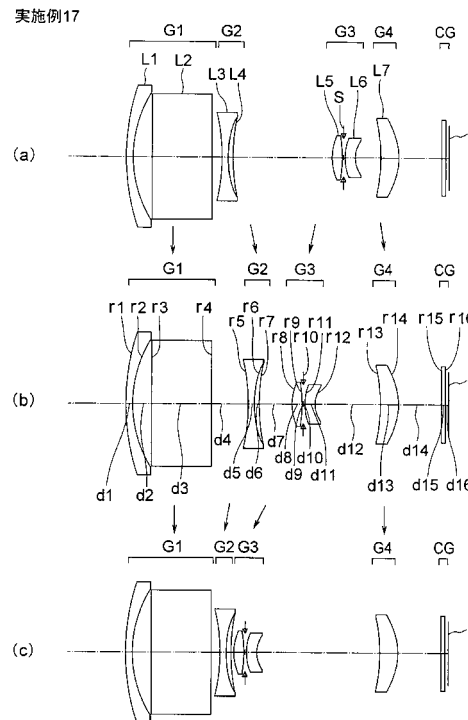
【図 3 1】



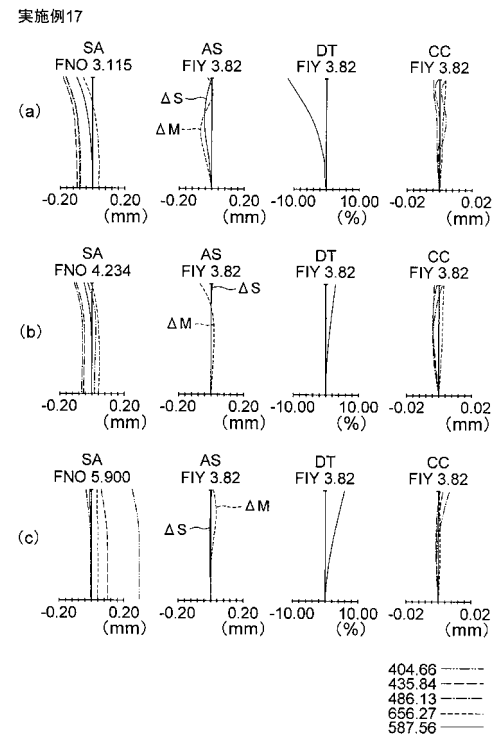
【図 3 2】



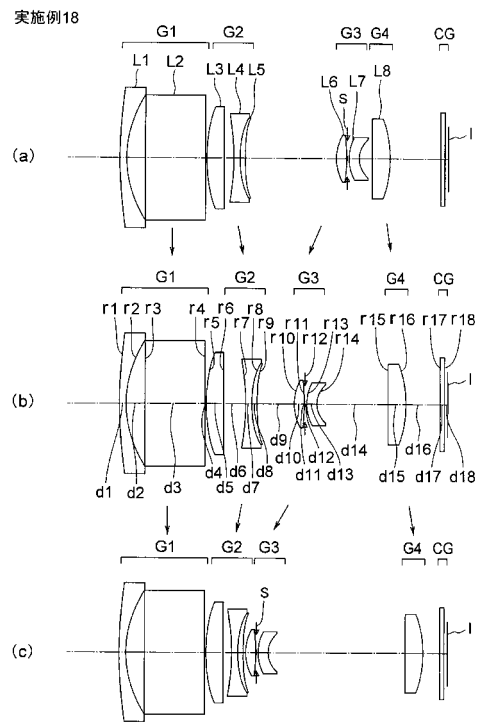
【図 3 3】



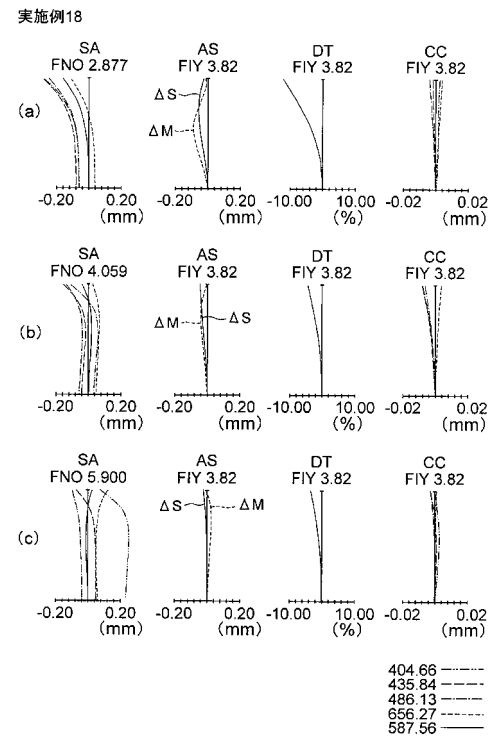
【図 3 4】



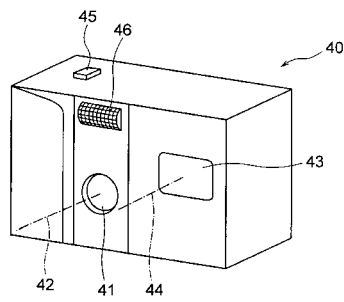
【図 35】



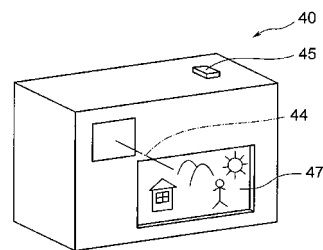
【図 36】



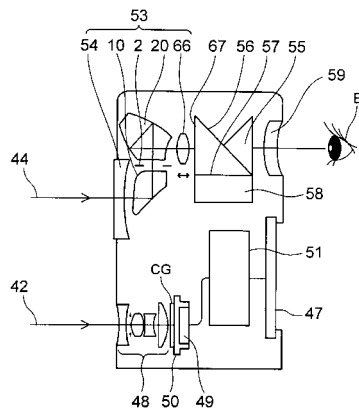
【図 37】



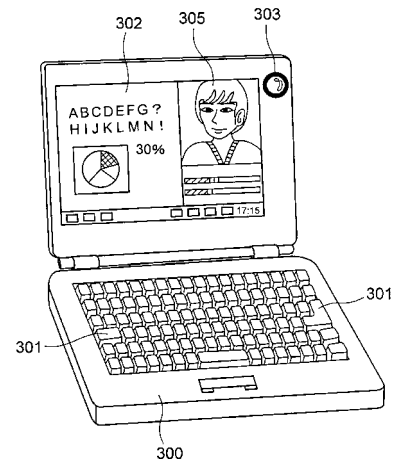
【図 38】



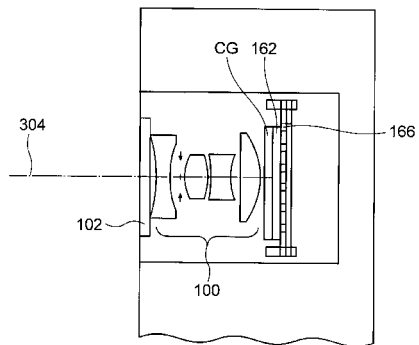
【図 39】



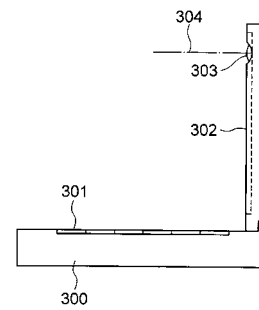
【図 40】



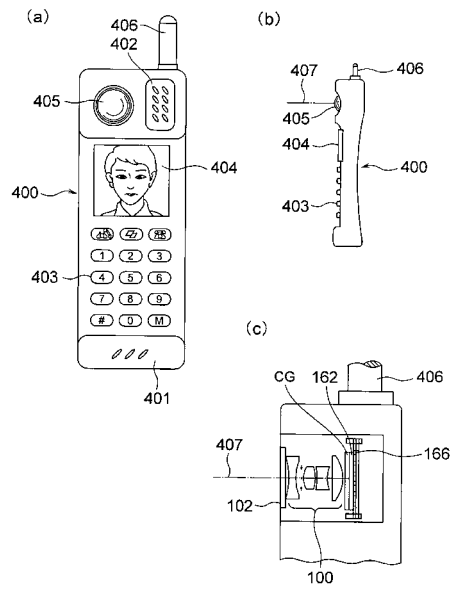
【図 41】



【図 42】



【図 43】



フロントページの続き

(72)発明者 今 豊紀

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内

審査官 小倉 宏之

(56)参考文献 特開2005-156830(JP,A)

特開2007-271697(JP,A)

特開2007-010695(JP,A)

特開2008-046319(JP,A)

特開2006-276808(JP,A)

特開2000-019395(JP,A)

特開2009-236973(JP,A)

特開2009-169051(JP,A)

特開2004-102211(JP,A)

特開2008-158062(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04