

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-8063

(P2011-8063A)

(43) 公開日 平成23年1月13日(2011.1.13)

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

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 94 頁)

(21) 出願番号	特願2009-152045 (P2009-152045)	(71) 出願人	504371974 オリンパスイメージング株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(22) 出願日	平成21年6月26日 (2009. 6. 26)	(74) 代理人	100123962 弁理士 斎藤 圭介
		(74) 代理人	100120204 弁理士 平山 巖
		(72) 発明者	中川 照隆 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4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4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】 結像光学系及びそれを有する電子撮像装置

(57) 【要約】

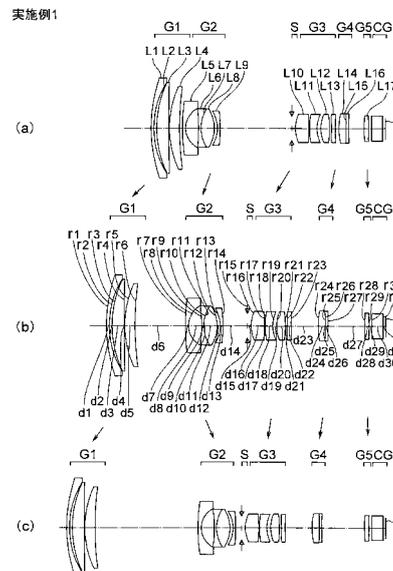
【課題】色収差を良好に補正し、全ズーム範囲にわたって良好な結像性能を有した広角端が広画角で高ズーム比の結像光学系及びそれを有する電子撮像装置を提供する。

【解決手段】結像光学系と撮像素子を有する電子撮像装置において、結像光学系は、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群を有し、ズームング時に前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が変化し、第1レンズ群内に接合光学素子Dを設け、接合光学素子Dは物体側に位置する光学素子Bと像側に位置する光学素子Cとの間に、正の屈折力を有する屈折光学素子Aが位置するように構成され、以下の条件式(4-1)、条件式(4-2)及び条件式(4-3)を満足する。

$$d_A < 30 \quad \dots (4-1)$$

$$0.54 < gF_A < 0.9 \quad \dots (4-2)$$

$$0.387 < (TngIw(0.7)/Tbasw(0.7)) / (TngI(0)/Tbas(0)) < 0.525 \quad \dots (4-3)$$



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

結像光学系と撮像素子を有する電子撮像装置において、

前記結像光学系は、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群を有し、ズームング時に前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が変化し、

前記第 1 レンズ群内に接合光学素子 D を設け、

前記接合光学素子 D は物体側に位置する光学素子 B と像側に位置する光学素子 C との間に、正の屈折力を有する屈折光学素子 A が位置するように構成され、

以下の条件式 (4 - 1) 条件式 (4 - 2) 及び条件式 (4 - 3) を満足することを特徴とする電子撮像装置。 10

$$d_A < 30 \quad \dots (4 - 1)$$

$$0.54 < gF_A < 0.9 \quad \dots (4 - 2)$$

$$0.387 < (Tnglw(0.7)/Tbasw(0.7))/(Tngl(0)/Tbas(0)) < 0.525 \quad \dots (4 - 3)$$

ここで、

d_A は、前記屈折光学素子 A のアッペ数 $(nd_A - 1)/(nF_A - nC_A)$ 、

gF_A は、前記屈折光学素子 A の部分分散比 $(ng_A - nF_A)/(nF_A - nC_A)$ 、

nd_A 、 nC_A 、 nF_A 、 ng_A は、それぞれ、前記屈折光学素子 A の d 線、C 線、F 線、g 線に対する屈折率、

$Tngl(0)$ は前記屈折光学素子 A の軸上の中肉厚、 20

$Tnglw(0.7)$ は、広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し 70% の光線高の光線が前記屈折光学素子 A 内を通過する長さ、

$Tbas(0)$ は前記光学素子 B の軸上の中肉厚、

$Tbasw(0.7)$ は、広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し 70% の光線高の光線が前記光学素子 B 内を通過する長さ、

である。

【請求項 2】

以下の条件式 (2) 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。

$$|fG1/fG2| > 6.4 \quad \dots (2)$$

ここで、 30

$fG1$ は、前記第 1 レンズ群の焦点距離、

$fG2$ は、前記第 2 レンズ群の焦点距離、

である。

【請求項 3】

物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群を有し、ズームング時に前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が変化する結像光学系において、

前記第 1 レンズ群内に正の屈折力を有する屈折光学素子 A が位置し、

以下の条件式 (4 - 1)、条件式 (4 - 2) 及び条件式 (2) を満足することを特徴とする結像光学系。 40

$$d_A < 30 \quad \dots (4 - 1)$$

$$0.54 < gF_A < 0.9 \quad \dots (4 - 2)$$

$$|fG1/fG2| > 6.4 \quad \dots (2)$$

ここで、

nd_A 、 nC_A 、 nF_A 、 ng_A は、各々前記屈折光学素子 A の d 線、C 線、F 線、g 線に対する屈折率、

d_A は、前記屈折光学素子 A のアッペ数 $(nd_A - 1)/(nF_A - nC_A)$ 、

gF_A は、前記屈折光学素子 A の部分分散比 $(ng_A - nF_A)/(nF_A - nC_A)$ 、

$fG1$ は、前記第 1 レンズ群の焦点距離、

$fG2$ は、前記第 2 レンズ群の焦点距離、 50

である。

【請求項 4】

以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項 3 に記載の結像光学系。

$$0.4 < h g_A < 1.2 \quad \dots (5)$$

ここで、

$h g_A$ は、前記屈折光学素子 A の h 線の部分分散比 $(n h_A - n g_A) / (n F_A - n C_A)$ 、 $n h_A$ 、 $n C_A$ 、 $n F_A$ 、 $n g_A$ は、それぞれ、前記屈折光学素子 A の h 線、C 線、F 線、g 線に対する屈折率、である。

【請求項 5】

10

前記結像光学系は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群と、負の屈折力の第 2 レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力の第 3 レンズ群と、正の屈折力の第 4 レンズ群と、正の屈折力の第 5 レンズ群を有し、

広角端に比して望遠端で、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔が大きく、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔が小さく、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間隔が大きくなるように、隣接するレンズ群の間隔を変化させてズームングを行うことを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の結像光学系。

【請求項 6】

20

物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群と、負の屈折力の第 2 レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力の第 3 レンズ群と、正の屈折力の第 4 レンズ群と正の屈折力の第 5 レンズ群を有し、

広角端に比して望遠端で、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔が大きく、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔が小さく、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間隔が大きくなるように、隣接するレンズ群の間隔を変化させてズームングを行い、前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群の間隔が以下の条件式 (20) を満足することを特徴とする請求項 3 から請求項 5 いずれか 1 項に記載の結像光学系。

$$0 < TG_{45} / WG_{45} < 5 \quad \dots (20)$$

ここで、

WG_{45} は広角端での第 4 レンズ群と第 5 レンズ群の間隔、

TG_{45} は望遠端での第 4 レンズ群と第 5 レンズ群の間隔、

30

である。

【請求項 7】

光学素子 B を備え、以下の条件式 (6) を満足することを特徴とする請求項 3 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の結像光学系。

$$|f_B / f_A| > 0.15 \quad \dots (6)$$

ここで、

f_A は、前記屈折光学素子 A の焦点距離、

f_B は、前記光学素子 B の焦点距離、

である。

【請求項 8】

40

光学素子 B を備え、以下の条件式 (7) を満足することを特徴とする請求項 3 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の結像光学系。

$$0 < g F_B - g F_{BA} < 0.25 \quad \dots (7)$$

ここで、

$n d_B$ 、 $n C_B$ 、 $n F_B$ 、 $n g_B$ は、各々前記光学素子 B の d 線、C 線、F 線、g 線に対する屈折率、

d_B は、前記光学素子 B のアッペ数 $(n d_B - 1) / (n F_B - n C_B)$ 、

$g F_B$ は、前記光学素子 B の部分分散比 $(n g_B - n F_B) / (n F_B - n C_B)$ 、

$g F_{BA}$ は、前記屈折光学素子 A と前記光学素子 B を 1 枚の光学素子と見なしたときの実効部分分散比であって、下記の式で表され、

50

$$gF_{BA} = f_{BA} \times \left(gF_A \times \frac{1}{d_A} + gF_B \times \frac{1}{d_B} \right),$$

f_{BA} は、前記光学素子Bと前記屈折光学素子Aとの合成焦点距離であって、下記の式で表され、

$$1/f_{BA} = 1/f_A + 1/f_B,$$

f_{BA} は、前記屈折光学素子Aと前記光学素子Bを1枚の光学素子と見なしたときのアップ数であって、下記の式で表され、

$$f_{BA} = 1 / (f_A \times \left(\frac{1}{d_A} + \frac{1}{d_B} \right)),$$

f_A は、前記屈折光学素子Aの屈折力 ($f_A = 1/d_A$)、

f_B は、前記光学素子Bの屈折力 ($f_B = 1/d_B$)、

f_{BA} は、前記光学素子Bと前記屈折光学素子Aとの合成屈折力 ($f_{BA} = 1/f_{BA}$)、

である。

10

【請求項 9】

以下の条件式(8)を満足することを特徴とする請求項3から請求項8のいずれか1項に記載の結像光学系。

$$1.0 < f_A / f_{G1} < 8.0 \quad \dots (8)$$

ここで、

f_A は、前記屈折光学素子Aの焦点距離、

f_{G1} は、前記第1レンズ群の焦点距離、

である。

【請求項 10】

以下の条件式(9)を満足することを特徴とする請求項3から請求項9のいずれか1項に記載の結像光学系。

$$-25 < (Ra+Rb) / (Ra-Rb) < -2 \quad \dots (9)$$

ここで、

Ra は、前記屈折光学素子Aの物体側の曲率半径、

Rb は、前記屈折光学素子Aの像面側の曲率半径、

である。

20

【請求項 11】

結像光学系と撮像素子を有する電子撮像装置において、

前記結像光学系は、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群を有し、ズームング時に前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が変化し、

30

前記第1レンズ群内に正の屈折力を有する屈折光学素子Aが位置し、

以下の条件式(3-2)を満足することを特徴とする電子撮像装置。

$$0 < (Zb(3.3a) - Za(3.3a)) / (Zb(2.5a) - Za(2.5a)) < 0.895 \quad \dots (3-2)$$

ここで、

f_w は、前記結像光学系の広角端での焦点距離、

f_t は、前記結像光学系の望遠端での焦点距離、

IH は、前記結像光学系の前記撮像素子上での最大像高、

$Za(h)$ は、前記屈折光学素子Aの光軸上での物体側面頂と、物体側の高さ h での位置との光軸方向の距離、

40

$Zb(h)$ は、前記屈折光学素子Aの光軸上での物体側面頂と、像面側の高さ h での位置との光軸方向の距離、

a は、次式(3-1)で定義する値、

$$a = \{ (IH)^2 \times \log_{10}(f_t/f_w) \} / f_w \quad \dots (3-1)$$

である。

【請求項 12】

結像光学系と撮像素子を有する電子撮像装置において、

前記結像光学系は請求項3から請求項10のいずれか1項に記載の結像光学系であって、以下の条件式(3-2)を満足することを特徴とする電子撮像装置。

50

$$0 < (Zb(3.3a) - Za(3.3a)) / (Zb(2.5a) - Za(2.5a)) < 0.895 \quad \dots (3 - 2)$$

ここで、

fwは、前記結像光学系の広角端での焦点距離、

ftは、前記結像光学系の望遠端での焦点距離、

IHは、前記結像光学系の前記撮像素子上での最大像高、

Za(h)は、前記屈折光学素子Aの光軸上での物体側面頂と、物体側の高さhでの位置との光軸方向の距離、

Zb(h)は、前記屈折光学素子Aの光軸上での物体側面頂と、像面側の高さhでの位置との光軸方向の距離、

aは、次式(3-1)で定義する値、

$$a = \{ (IH)^2 \times \log_{10}(ft/fw) \} / fw \quad \dots (3 - 1)$$

である。

【請求項13】

前記結像光学系は、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群を有し、ズームング時に前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が変化し、

前記第1レンズ群内に正の屈折力を有する屈折光学素子Aが位置し、

以下の条件式(4-1)、条件式(4-2)及び条件式(2)を満足することを特徴とする請求項11または12に記載の電子撮像装置。

$$d_A < 30 \quad \dots (4 - 1)$$

$$0.54 < gF_A < 0.9 \quad \dots (4 - 2)$$

$$|G1/G2| > 6.4 \quad \dots (2)$$

ここで、

nd_A、nC_A、nF_A、ng_Aは、各々前記屈折光学素子Aのd線、C線、F線、g線に対する屈折率、

d_Aは、前記屈折光学素子Aのアッベ数(nd_A-1)/(nF_A-nC_A)、

gF_Aは、前記屈折光学素子Aの部分分散比(ng_A-nF_A)/(nF_A-nC_A)、

fG1は、前記第1レンズ群の焦点距離、

fG2は、前記第2レンズ群の焦点距離、

である。

【請求項14】

以下の条件式(3-2)を満足することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の電子撮像装置。

$$0 < (Zb(3.3a) - Za(3.3a)) / (Zb(2.5a) - Za(2.5a)) < 0.895 \quad \dots (3 - 2)$$

ここで、

fwは、前記結像光学系の広角端での焦点距離、

ftは、前記結像光学系の望遠端での焦点距離、

IHは、前記結像光学系の前記撮像素子上での最大像高、

Za(h)は、前記屈折光学素子Aの光軸上での物体側面頂と、物体側の高さhでの位置との光軸方向の距離、

Zb(h)は、前記屈折光学素子Aの光軸上での物体側面頂と、像面側の高さhでの位置との光軸方向の距離、

aは、次式(3-1)で定義する値、

$$a = \{ (IH)^2 \times \log_{10}(ft/fw) \} / fw \quad \dots (3 - 1)$$

である。

【請求項15】

以下の条件式(10-1a)、(10-1b)、(10-1c)、(10-2a)、(10-2b)のいずれかを満足することを特徴とする請求項1、2、11から請求項14のいずれか1項に記載の電子撮像装置。

$$0.3 < Tngl(0) / Tbas(0) < 3 \quad \dots (10 - 1a)$$

10

20

30

40

50

$$0.2 < Tnglt(0.7) / Tbast(0.7) < 2.0 \quad \dots (10 - 1b)$$

$$0.1 < Tnglt(0.9) / Tbast(0.9) < 1.4 \quad \dots (10 - 1c)$$

$$0.2 < (Tnglt(0.7) / Tbast(0.7)) / (Tngl(0) / Tbas(0)) < 0.85 \quad \dots (10 - 2a)$$

$$0.10 < (Tnglt(0.9) / Tbast(0.9)) / (Tngl(0) / Tbas(0)) < 0.75 \quad \dots (10 - 2b)$$

ここで、

Tngl(0)は前記屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

Tnglt(0.7)は望遠端における前記撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tnglt(0.9)は望遠端における前記撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tbas(0)は前記光学素子Bの軸上の中肉厚、

Tbast(0.7)は望遠端における前記撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が前記光学素子B内を通過する長さ、

Tbast(0.9)は望遠端における前記撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が前記光学素子B内を通過する長さ、

である。

【請求項16】

以下の条件式(11a)又は条件式(11b)を満足することを特徴とする請求項1、2、11から請求項15のいずれか1項に記載の電子撮像装置。

$$0.5 < (Tnglw(0.7) / (Tngl(0))) < 0.95 \quad \dots (11a)$$

$$0.3 < (Tnglw(0.9) / (Tngl(0))) < 0.85 \quad \dots (11b)$$

ここで、

Tngl(0)は前記屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

Tnglw(0.7)は広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tnglw(0.9)は広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

である。

【請求項17】

以下の条件式(12a)又は条件式(12b)を満足することを特徴とする請求項1、2、11から請求項16のいずれか1項に記載の電子撮像装置。

$$0.5 < (Tnglt(0.7) / (Tngl(0))) < 0.95 \quad \dots (12a)$$

$$0.3 < (Tnglt(0.9) / (Tngl(0))) < 0.9 \quad \dots (12b)$$

ここで、

Tngl(0)は前記屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

Tnglt(0.7)は望遠端における前記撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tnglt(0.9)は望遠端における前記撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

である。

【請求項18】

以下の条件式(13 1a)、(13 1b)、(13 1c)、(13 2)のいずれかを満足することを特徴とする請求項1、2、11から請求項17のいずれか1項に記載の電子撮像装置。

$$0.3 < Tngl(0) / Tbas(0) < 2.5 \quad \dots (13 1a)$$

$$0.15 < Tnglw(0.7) / Tbasw(0.7) < 1.4 \quad \dots (13 1b)$$

$$0 < Tnglw(0.9) / Tbasw(0.9) < 0.7 \quad \dots (13 1c)$$

$$0 < (Tnglw(0.9) / Tbasw(0.9)) / (Tngl(0) / Tbas(0)) < 0.5 \quad \dots (13 2)$$

ここで、

Tngl(0)は前記屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

10

20

30

40

50

Tnglw(0.7)は広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tnglw(0.9)は広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tbas(0)は前記光学素子Bの軸上の中肉厚、

Tbasw(0.7)は広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が前記光学素子B内を通過する長さ、

Tbasw(0.9)は広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が前記光学素子B内を通過する長さ、
である。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、CCDやCMOSなどの固体撮像素子等と組み合わせて用いられる結像光学系およびそれを有する電子撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、銀塩フィルムに代わり、CCDやCMOSのような固体撮像素子を用いて被写体を撮影するようにしたデジタルカメラ等の撮像装置が普及してきている。デジタルカメラでは、CCDやCMOSのような固体撮像素子を用いて被写体を撮影するようになってい

20

【0003】

さらに、このような撮像レンズには、球面収差やコマ収差等の単色での結像性能(球面収差やコマ収差等)に関係する収差が良好に補正されていることが望まれる。それに加えて、白色光源において像の解像力や色にじみに関係する色収差の補正が十分行われていることが望まれている。

【0004】

一方、レンズ全長(光学全長)については短縮化を望まれている。ところが、レンズ全長を短縮し、光学系全体の小型化を図るほど、諸収差、特に色収差が多く発生し、結像性能が低下する傾向にある。

30

【0005】

特に高ズーム比で望遠端の焦点距離が長いズームレンズには、色収差の補正として1次の色消しに加えて2次スペクトルの低減が求められている。このような色収差の発生を低減する方法として、異常部分分散比を有する光学材料を用いる方法が知られている(特許文献1から特許文献3)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-163964号公報

40

【特許文献2】特開2006-349947号公報

【特許文献3】特開2007-298555号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

撮像装置に用いるズームレンズには、所定のズーム比を有し、広角端が広画角で、さらに明るく高性能であることが望まれている。ズームレンズの高性能化を行うためには、全ズーム範囲にわたって色収差を良好に補正する必要がある。

【0008】

従来、異常部分分散比を有する光学材料を用いる光学系では、広角端で広画角を有し低

50

ズーム比のもの、広角端で標準的な画角を有し高ズーム比のものは達成されていた。しかしながら、広角端で広画角かつ高ズーム比を有するものは達成されていない。

【0009】

また、従来の光学系では、1次の色消し、2次スペクトルの低減は行われている。しかしながら、広角端で広画角かつ高ズーム比を有する光学系では、さらなる2次スペクトルの低減が求められるが、実現されていない。

【0010】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、適切な分散特性を有する光学素子を光学系（結像光学系、ズームレンズ）の適切な位置に適切な形状で配置することで、色収差を良好に補正し、全ズーム範囲にわたって2次スペクトルが低減され、良好な結像性能を有した広角端が広画角で高ズーム比の結像光学系及びそれを用いた撮像装置（電子撮像装置）の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の第1の態様の電子撮像装置は、結像光学系と撮像素子を有する電子撮像装置において、前記結像光学系は、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群を有し、ズーム時に前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が変化し、前記第1レンズ群内に接合光学素子Dを設け、前記接合光学素子Dは物体側に位置する光学素子Bと像側に位置する光学素子Cとの間に、正の屈折力を有する屈折光学素子Aが位置するように構成され、以下の条件式（4-1）条件式（4-2）及び条件式（4-3）を満足することを特徴とする。

$$d_A < 30 \quad \dots (4-1)$$

$$0.54 < gF_A < 0.9 \quad \dots (4-2)$$

$$0.387 < (Tnglw(0.7)/Tbasw(0.7))/(Tngl(0)/Tbas(0)) < 0.525 \quad \dots (4-3)$$

ここで、

d_A は、前記屈折光学素子Aのアッペ数 $(nd_A - 1)/(nF_A - nC_A)$ 、

gF_A は、前記屈折光学素子Aの部分分散比 $(ng_A - nF_A)/(nF_A - nC_A)$ 、

nd_A 、 nC_A 、 nF_A 、 ng_A は、それぞれ、前記屈折光学素子Aのd線、C線、F線、g線に対する屈折率、

$Tngl(0)$ は前記屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

$Tnglw(0.7)$ は、広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

$Tbas(0)$ は前記光学素子Bの軸上の中肉厚、

$Tbasw(0.7)$ は、広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が前記光学素子B内を通過する長さ、

である。

【0012】

また、本発明の好ましい態様の電子撮像装置は、以下の条件式（2）を満足することが好ましい。

$$|fG1/fG2| > 6.4 \quad \dots (2)$$

ここで、

$fG1$ は、前記第1レンズ群の焦点距離、

$fG2$ は、前記第2レンズ群の焦点距離、

である。

【0013】

また、本発明の結像光学系は、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群を有し、ズーム時に前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が変化する結像光学系において、前記第1レンズ群内に正の屈折力を有する屈折光学素子Aが位置し、以下の条件式（

4 - 1)、条件式 (4 - 2) 及び条件式 (2) を満足することを特徴とする。

$$d_A < 30 \quad \dots (4 - 1)$$

$$0.54 < g F_A < 0.9 \quad \dots (4 - 2)$$

$$| f G 1 / f G 2 | > 6.4 \quad \dots (2)$$

ここで、

$n d_A$ 、 $n C_A$ 、 $n F_A$ 、 $n g_A$ は、各々前記屈折光学素子Aの d 線、C 線、F 線、g 線に対する屈折率、

d_A は、前記屈折光学素子Aのアッベ数 $(n d_A - 1) / (n F_A - n C_A)$ 、

$g F_A$ は、前記屈折光学素子Aの部分分散比 $(n g_A - n F_A) / (n F_A - n C_A)$ 、

$f G 1$ は、前記第 1 レンズ群の焦点距離、

$f G 2$ は、前記第 2 レンズ群の焦点距離、

である。

【 0 0 1 4 】

また、上記の結像光学系は、以下の条件式 (5) を満足することが好ましい。

$$0.4 < h g_A < 1.2 \quad \dots (5)$$

ここで、

$h g_A$ は、前記屈折光学素子Aの h 線の部分分散比 $(n h_A - n g_A) / (n F_A - n C_A)$ 、

$n h_A$ 、 $n C_A$ 、 $n F_A$ 、 $n g_A$ は、それぞれ、前記屈折光学素子Aの h 線、C 線、F 線、g 線に対する屈折率、

である。

【 0 0 1 5 】

また、上記の結像光学系は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群と、負の屈折力の第 2 レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力の第 3 レンズ群と、正の屈折力の第 4 レンズ群と、正の屈折力の第 5 レンズ群を有し、広角端に比して望遠端で、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔が大きく、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔が小さく、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間隔が大きくなるように、隣接するレンズ群の間隔を変化させてズームングを行うこと好ましい。

【 0 0 1 6 】

また、上記の結像光学系の前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群の間隔は以下の条件式 (2 0) を満足することが好ましい。

$$0 < T G_{45} / W G_{45} < 5 \quad \dots (2 0)$$

ここで、

$W G_{45}$ は広角端での第 4 レンズ群と第 5 レンズ群の間隔、

$T G_{45}$ は望遠端での第 4 レンズ群と第 5 レンズ群の間隔、

である。

【 0 0 1 7 】

また、上記の結像光学系は、光学素子Bを備え、以下の条件式 (6) を満足することを特徴とする。

$$| f_B / f_A | > 0.15 \quad \dots (6)$$

ここで、

f_A は、前記屈折光学素子Aの焦点距離、

f_B は、前記光学素子Bの焦点距離、

である。

【 0 0 1 8 】

また、上記の結像光学系は、光学素子Bを備え、以下の条件式 (7) を満足することが好ましい。

$$0 < g F_B - g F_{BA} < 0.25 \quad \dots (7)$$

ここで、

$n d_B$ 、 $n C_B$ 、 $n F_B$ 、 $n g_B$ は、各々前記光学素子Bの d 線、C 線、F 線、g 線に対する屈折率、

10

20

30

40

50

d_B は、前記光学素子Bのアップベ数 $(nd_B - 1)/(nF_B - nC_B)$ 、

g_{F_B} は、前記光学素子Bの部分分散比 $(ng_B - nF_B)/(nF_B - nC_B)$ 、

$g_{F_{BA}}$ は、前記屈折光学素子Aと前記光学素子Bを1枚の光学素子と見なしたときの実効部分分散比であって、下記の式で表され、

$$g_{F_{BA}} = f_{BA} \times \left(g_{F_A} \times \frac{1}{d_A} + g_{F_B} \times \frac{1}{d_B} \right),$$

f_{BA} は、前記光学素子Bと前記屈折光学素子Aとの合成焦点距離であって、下記の式で表され、

$$1/f_{BA} = 1/f_A + 1/f_B,$$

ν_{BA} は、前記屈折光学素子Aと前記光学素子Bを1枚の光学素子と見なしたときのアップベ数であって、下記の式で表され、

$$\nu_{BA} = 1 / (f_{BA} \times (\nu_A / d_A + \nu_B / d_B)),$$

ν_A は、前記屈折光学素子Aの屈折力 $(\nu_A = 1/f_A)$ 、

ν_B は、前記光学素子Bの屈折力 $(\nu_B = 1/f_B)$ 、

ν_{BA} は、前記光学素子Bと前記屈折光学素子Aとの合成屈折力 $(\nu_{BA} = 1/f_{BA})$ 、

である。

【0019】

また、上記の結像光学系は、以下の条件式(8)を満足することを特徴とする。

$$1.0 < f_A / f_{G1} < 8.0 \quad \dots (8)$$

ここで、

f_A は、前記屈折光学素子Aの焦点距離、

f_{G1} は、前記第1レンズ群の焦点距離、

である。

【0020】

また、上記の結像光学系は、以下の条件式(9)を満足することを特徴とする。

$$-25 < (Ra + Rb) / (Ra - Rb) < -2 \quad \dots (9)$$

ここで、

Ra は、前記屈折光学素子Aの物体側の曲率半径、

Rb は、前記屈折光学素子Aの像面側の曲率半径、

である。

【0021】

また、本発明の第2の態様の電子撮像装置は、結像光学系と撮像素子を有する電子撮像装置において、前記結像光学系は、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群を有し、ズーム時に前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が変化し、前記第1レンズ群内に正の屈折力を有する屈折光学素子Aが位置し、以下の条件式(3-2)を満足することを特徴とする。

$$0 < (Zb(3.3a) - Za(3.3a)) / (Zb(2.5a) - Za(2.5a)) < 0.895 \quad \dots (3-2)$$

ここで、

fw は、前記結像光学系の広角端での焦点距離、

ft は、前記結像光学系の望遠端での焦点距離、

IH は、前記結像光学系の前記撮像素子上での最大像高、

$Za(h)$ は、前記屈折光学素子Aの光軸上での物体側面頂と、物体側の高さ h での位置との光軸方向の距離、

$Zb(h)$ は、前記屈折光学素子Aの光軸上での物体側面頂と、像面側の高さ h での位置との光軸方向の距離、

a は、次式(3-1)で定義する値、

$$a = \{ (IH)^2 \times \log_{10}(ft/fw) \} / fw \quad \dots (3-1)$$

である。

【0022】

また、本発明の第3の態様の電子撮像装置は、結像光学系と撮像素子を有する電子撮像

10

20

30

40

50

装置において、前記結像光学系は上記のいずれか 1 項に記載の結像光学系であって、以下の条件式 (3 - 2) を満足することを特徴とする。

$$0 < (Zb(3.3a) - Za(3.3a)) / (Zb(2.5a) - Za(2.5a)) < 0.895 \quad \dots (3 - 2)$$

ここで、

fw は、前記結像光学系の広角端での焦点距離、

ft は、前記結像光学系の望遠端での焦点距離、

IH は、前記結像光学系の前記撮像素子上での最大像高、

Za(h) は、前記屈折光学素子 A の光軸上での物体側面頂と、物体側の高さ h での位置との光軸方向の距離、

Zb(h) は、前記屈折光学素子 A の光軸上での物体側面頂と、像面側の高さ h での位置との光軸方向の距離、

a は、次式 (3 - 1) で定義する値、

$$a = \{ (IH)^2 \times \log_{10}(ft/fw) \} / fw \quad \dots (3 - 1)$$

である。

【 0 0 2 3 】

また、上記の電子撮像装置は、前記結像光学系が、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群を有し、ズーミング時に前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が変化し、前記第 1 レンズ群内に正の屈折力を有する屈折光学素子 A が位置し、以下の条件式 (4 - 1)、条件式 (4 - 2) 及び条件式 (2) を満足することが好ましい。

$$d_A < 30 \quad \dots (4 - 1)$$

$$0.54 < g F_A < 0.9 \quad \dots (4 - 2)$$

$$| fG1 / fG2 | > 6.4 \quad \dots (2)$$

ここで、

$n d_A$ 、 $n C_A$ 、 $n F_A$ 、 $n g_A$ は、各々前記屈折光学素子 A の d 線、C 線、F 線、g 線に対する屈折率、

d_A は、前記屈折光学素子 A のアッベ数 $(n d_A - 1) / (n F_A - n C_A)$ 、

$g F_A$ は、前記屈折光学素子 A の部分分散比 $(n g_A - n F_A) / (n F_A - n C_A)$ 、

fG1 は、前記第 1 レンズ群の焦点距離、

fG2 は、前記第 2 レンズ群の焦点距離、

である。

【 0 0 2 4 】

また、上記の電子撮像装置は、以下の条件式 (1 0 - 1 a)、(1 0 - 1 b)、(1 0 - 1 c)、(1 0 - 2 a)、(1 0 - 2 b) のいずれかを満足することが好ましい。

$$0.3 < Tngl(0) / Tbas(0) < 3 \quad \dots (1 0 - 1 a)$$

$$0.2 < Tnglt(0.7) / Tbast(0.7) < 2.0 \quad \dots (1 0 - 1 b)$$

$$0.1 < Tnglt(0.9) / Tbast(0.9) < 1.4 \quad \dots (1 0 - 1 c)$$

$$0.2 < (Tnglt(0.7) / Tbast(0.7)) / (Tngl(0) / Tbas(0)) < 0.85 \quad \dots (1 0 - 2 a)$$

$$0.10 < (Tnglt(0.9) / Tbast(0.9)) / (Tngl(0) / Tbas(0)) < 0.75 \quad \dots (1 0 - 2 b)$$

ここで、

Tngl(0) は前記屈折光学素子 A の軸上の中肉厚、

Tnglt(0.7) は望遠端における前記撮像素子上での最大光線高に対し 70% の光線高の光線が前記屈折光学素子 A 内を通過する長さ、

Tnglt(0.9) は望遠端における前記撮像素子上での最大光線高に対し 90% の光線高の光線が前記屈折光学素子 A 内を通過する長さ、

Tbas(0) は前記光学素子 B の軸上の中肉厚、

Tbast(0.7) は望遠端における前記撮像素子上での最大光線高に対し 70% の光線高の光線が前記光学素子 B 内を通過する長さ、

Tbast(0.9) は望遠端における前記撮像素子上での最大光線高に対し 90% の光線高の光線が前記光学素子 B 内を通過する長さ、

10

20

30

40

50

である。

【 0 0 2 5 】

また、上記の態様の電子撮像装置は、以下の条件式 (1 1 a) 又は条件式 (1 1 b) を満足することが好ましい。

$$0.5 < (\text{Tnglw}(0.7) / (\text{Tngl}(0))) < 0.95 \quad \dots (1 1 a)$$

$$0.3 < (\text{Tnglw}(0.9) / (\text{Tngl}(0))) < 0.85 \quad \dots (1 1 b)$$

ここで、

Tngl(0) は前記屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

Tnglw(0.7) は広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tnglw(0.9) は広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

である。

【 0 0 2 6 】

また、上記の電子撮像装置は、以下の条件式 (1 2 a) 又は条件式 (1 2 b) を満足することが好ましい。

$$0.5 < (\text{Tnglt}(0.7) / (\text{Tngl}(0))) < 0.95 \quad \dots (1 2 a)$$

$$0.3 < (\text{Tnglt}(0.9) / (\text{Tngl}(0))) < 0.9 \quad \dots (1 2 b)$$

ここで、

Tngl(0) は前記屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

Tnglt(0.7) は望遠端における前記撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tnglt(0.9) は望遠端における前記撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

である。

【 0 0 2 7 】

また、上記の電子撮像装置は、以下の条件式 (1 3 1 a)、(1 3 1 b)、(1 3 1 c)、(1 3 2) のいずれかを満足することを特徴とする。

$$0.3 < \text{Tngl}(0) / \text{Tbas}(0) < 2.5 \quad \dots (1 3 1 a)$$

$$0.15 < \text{Tnglw}(0.7) / \text{Tbasw}(0.7) < 1.4 \quad \dots (1 3 1 b)$$

$$0 < \text{Tnglw}(0.9) / \text{Tbasw}(0.9) < 0.7 \quad \dots (1 3 1 c)$$

$$0 < (\text{Tnglw}(0.9) / \text{Tbasw}(0.9)) / (\text{Tngl}(0) / \text{Tbas}(0)) < 0.5 \quad \dots (1 3 2)$$

ここで、

Tngl(0) は前記屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

Tnglw(0.7) は広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tnglw(0.9) は広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が前記屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tbas(0) は前記光学素子Bの軸上の中肉厚、

Tbasw(0.7) は広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が前記光学素子B内を通過する長さ、

Tbasw(0.9) は広角端における前記撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が前記光学素子B内を通過する長さ、

である。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 8 】

本発明にかかる結像光学系及び電子撮像装置は、全ズーム範囲にわたって2次スペクトルが低減され、広角端が広画角で高ズーム比の結像光学系及びそれを用いた撮像装置(電子撮像装置)色収差を良好に補正するとともに、全ズーム範囲にわたって良好な結像性能を有し、広角端の広画角を維持しつつ高ズーム比を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の実施例1にかかる結像光学系の(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にかかる結像光学系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にかかる結像光学系の(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にかかる結像光学系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。

10

【図5】本発明の実施例3にかかる結像光学系の(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にかかる結像光学系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にかかる結像光学系の(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にかかる結像光学系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。

20

【図9】本発明の実施例5にかかる結像光学系の(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にかかる結像光学系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にかかる結像光学系の(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にかかる結像光学系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。

30

【図13】本発明の実施例7にかかる結像光学系の(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14】実施例7にかかる結像光学系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15】本発明の実施例8にかかる結像光学系の(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16】実施例8にかかる結像光学系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。

40

【図17】本発明の実施例9にかかる結像光学系の(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18】実施例9にかかる結像光学系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19】本発明の実施例10にかかる結像光学系の(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20】実施例10にかかる結像光学系の無限遠物点合焦時における球面収差、非点収

50

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21】本発明の実施例11にかかる結像光学系の(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22】実施例11にかかる結像光学系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23】本発明の実施例12にかかる結像光学系の(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24】実施例12にかかる結像光学系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25】本発明の実施例13にかかる結像光学系の(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26】実施例13にかかる結像光学系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27】本発明の実施例14にかかる結像光学系の(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28】実施例14にかかる結像光学系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29】本発明の実施例15にかかる結像光学系の(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30】実施例15にかかる結像光学系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31】本発明の実施例16にかかる結像光学系の(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32】実施例16にかかる結像光学系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33】本発明による結像光学系を組み込んだデジタルカメラ40の外観を示す前方斜視図である。

【図34】デジタルカメラ40の後方斜視図である。

【図35】デジタルカメラ40の光学構成を示す断面図である。

【図36】本発明の結像光学系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300のカバーを開いた状態の前方斜視図である。

【図37】パソコン300の撮影光学系303の断面図である。

【図38】パソコン300の側面図である。

【図39】本発明の結像光学系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400の正面図、(b)は側面図、(c)は撮影光学系405の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

実施例の説明に先立ち、本実施形態の撮像装置について説明する。なお、便宜上、最初に結像光学系の作用効果について説明し、続いて電子撮像装置について説明する。

<実効部分分散比についての説明>

まず、1つの光学素子におけるアッペ数と部分分散比は次の通りである。

$$d = (nd-1)/(nF-nC)$$

10

20

30

40

50

$$gF = (ng - nF) / (nF - nC)$$

$$hg = (nh - ng) / (nF - nC)$$

ここで、

n_d 、 n_C 、 n_F 、 n_g 、 n_h は、各々光学素子の波長587.6nm (d線)、波長656.3nm (C線)、波長486.1nm (F線)、波長435.8nm (g線)、波長404.7nm (h線)に対する屈折率、

d は光学素子のアッベ数、

gF はg線とF線に関する光学素子の部分分散比、

hg はh線とg線に関する光学素子の部分分散比、

である。

10

【0031】

次に、2つの光学素子を接合した接合光学素子について説明する。この接合光学素子(2枚接合)を1枚の光学素子と見なしたときの実効部分分散比 gF_{21} は以下の式から求めることができる。

$$gF_{21} = f_{21} \times \left(gF_1 \times \frac{1}{d_1} + gF_2 \times \frac{1}{d_2} \right) \quad \dots (A)$$

ここで、

f_{21} は2つの光学素子の合成焦点距離、

$\frac{1}{f_{21}}$ は2つの光学素子を1つの光学素子と見なした場合のアッベ数、

gF_1 は一方の光学素子の部分分散比、

$\frac{1}{d_1}$ は一方の光学素子のパワー、

d_1 は一方の光学素子のアッベ数、

gF_2 は他方の光学素子の部分分散比、

$\frac{1}{d_2}$ は他方の光学素子のパワー、

d_2 は他方の光学素子のアッベ数、

である。なお、

20

f_{21} 、 $\frac{1}{f_{21}}$ 、 $\frac{1}{d_1}$ 及び $\frac{1}{d_2}$ は、それぞれは以下の式で表される。

$$\frac{1}{f_{21}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{f_{21}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \times \left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \right),$$

$$\frac{1}{d_1} = \frac{1}{f_1}$$

$$\frac{1}{d_2} = \frac{1}{f_2}$$

30

ここで、

f_1 は一方の光学素子の焦点距離、

f_2 は他方の光学素子の焦点距離、

である。

なお、以下の説明において、部分分散比は、特に限定がない限り、g線とF線に関する部分分散比のことである。

【0032】

第1実施形態の結像光学系は、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群を有し、ズームング時に第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が変化する結像光学系において、第1レンズ群内に正の屈折力を有する屈折光学素子Aが位置し、以下の条件式(4-1)、条件式(4-2)及び条件式(2)を満足することを特徴とする。

40

$$d_A < 30 \quad \dots (4-1)$$

$$0.54 < gF_A < 0.9 \quad \dots (4-2)$$

$$|f_{G1} / f_{G2}| > 6.4 \quad \dots (2)$$

ここで、

n_d 、 n_C 、 n_F 、 n_g は、各々屈折光学素子Aのd線、C線、F線、g線に対する屈折率、

d_A は、屈折光学素子Aのアッベ数 $(nd_A - 1) / (nF_A - nC_A)$ 、

gF_A は、屈折光学素子Aの部分分散比 $(ng_A - nF_A) / (nF_A - nC_A)$ 、

50

f G1は、第1レンズ群の焦点距離、
f G2は、第2レンズ群の焦点距離、
である。

【0033】

第1レンズ群が正の屈折力を有する結像光学系にて高倍率を達成するためには、第2レンズ群の負の屈折力を強くする必要がある。一方で、第2レンズ群の負の屈折力を強くすると、第1レンズ群で発生した収差が第2レンズ群以降で拡大される。そのため、光学系全体の光学性能が悪化する。特に望遠端では、色収差が悪化する。つまり、光学性能を高く維持もしくは向上しつつズーム比を向上させるためには、第1レンズ群で色収差補正を行うことが重要となる。

10

【0034】

そこで、本実施形態の結像光学系では、正の屈折力を有する屈折光学素子Aを第1レンズ群内に配置し、条件式(4-1)、(4-2)を満たすようにしている。このようにすることで、第1レンズ群で発生する色収差、特に2次スペクトルを低減することが可能となる。さらに条件式(2)を満たすことで、色収差が補正された高性能かつ高ズーム比を有するズームレンズを達成することができる。

【0035】

条件式(4-1)の上限を上回ると、第1レンズ群にて1次の色消しが困難となる。その結果、広角端及び望遠端の解像力が低下し、性能が悪化する。このため、高ズーム比のズームレンズを達成できなくなる。条件式(4-2)の上限を上回ると、第1レンズ群にて2次スペクトルの補正が過剰となる。このため、望遠端で軸上色収差及び倍率色収差が悪化する。その結果、2次スペクトルによる色にじみが発生し、性能が悪化するので、高ズーム比のズームレンズを達成できなくなる。

20

【0036】

他方、条件式(4-1)、(4-2)の下限を下回ると、屈折光学素子Aの屈折力が強くなる。そのため、望遠端で球面収差、広角端で倍率色収差が悪化する。その結果、解像力の低下及び色にじみが発生し、性能が悪化するので、高ズーム比の結像光学系を達成できなくなる。

【0037】

条件式(2)の下限を下回ると、第1レンズ群と第2レンズ群の屈折力の比が小さくなる。ここで、第1レンズ群と第2レンズ群は、変倍作用を有するレンズ群である。このため、変倍比が小さくなる。したがって、高ズーム比を有する結像光学系を達成することが困難となる。さらに、第1レンズ群と第2レンズ群の屈折力の比が小さくなる場合、負の屈折力に関して、第2レンズ群の結像光学系全体に対する寄与が小さくなる。このため、ペッツパル和が結像光学系全体で正となる。したがって、像面湾曲が発生し性能が低下するため望ましくない。

30

【0038】

また、上記実施形態の結像光学系では、第1レンズ群内に接合光学素子Dを設け、接合光学素子Dは、物体側に位置する光学素子Bと像側に位置する光学素子Cとの間に屈折光学素子Aが位置するように構成されていることが好ましい。

40

【0039】

また、上記実施形態の結像光学系は、以下の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$0.4 < h g_A < 1.2 \quad \dots (5)$$

ここで、

$h g_A$ は、屈折光学素子Aのh線の部分分散比 $(n h_A - n g_A) / (n F_A - n C_A)$ 、
 $n C_A$ 、 $n F_A$ 、 $n g_A$ は、それぞれ、屈折光学素子AのC線、F線、g線に対する屈折率、
 $n h_A$ は屈折光学素子Aのh線に対する屈折率、

である。

【0040】

結像性能の向上には色収差の補正が必要となる。アッペ数は1次の色消し、部分分散比

50

は2次スペクトルに関係する。特に、部分分散比は結像性能のうちの色にじみの発生に関係する。ここで、色にじみとは、輝度差の激しい明暗部の境界に被写体でない色が発生する現象である。

【0041】

1次の色消し及び色にじみの改善について、最適なアッペ数及び部分分散比を有する光学材料は存在する。このような光学材料を屈折光学素子に用いることで、結像性能を向上させることは可能である。しかし、部分分散比のみを考慮した屈折光学素子を用いるだけでは、色にじみに関して十分な補正はできない。アッペ数及び部分分散比と併せてh線(404nm)の補正も考慮した屈折光学素子でなければ、色にじみを十分に補正できない。

【0042】

そこで、上記実施形態の結像光学系では、条件式(5)を満たすことが望ましい。条件式(5)を満たすことで、色にじみのさらなる低減を行うことができる。その結果、結像光学系において結像性能の向上を達成することができる。

【0043】

条件式(5)の上限を上回ると、過剰にh線を補正してしまう。この場合、逆に色にじみが目立つ状態となるため望ましくない。一方、条件式(5)の下限を下回ると、h線の補正が不足になる。この場合、色にじみが目立つ状態となるため望ましくない。

【0044】

また、上記実施形態の結像光学系は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群と、正の屈折力の第5レンズ群を有し、広角端に比して望遠端で、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が大きく、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が小さく、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が大きくなるように、隣接するレンズ群の間隔を変化させてズームを行うことが好ましい。

【0045】

また、上記実施形態の結像光学系の前記第4レンズ群と前記第5レンズ群の間隔は以下の条件式(20)を満足することが望ましい。

$$0 < TG_{45}/WG_{45} < 5 \quad \dots (20)$$

ここで、

WG_{45} は広角端での第4レンズ群と第5レンズ群の間隔、

TG_{45} は望遠端での第4レンズ群と第5レンズ群の間隔、

である。

【0046】

条件式(20)の上限を上回ると、変倍に伴う像面変動を補正することが困難になり、結像性能が低下するため望ましくない。一方、条件式(20)の下限は、条件式(20)の分母と分子は共に正の値であることから、下限を下回ることはない。

【0047】

このように、上記実施形態の結像光学系では、光学系を5群で構成し、ズームの際に各レンズ群が移動を行うようにしている。このようにすることで、各ズーム状態間での明るさの変動を抑えることが可能となる。さらに、第1レンズ群で色収差を主に補正し、第2レンズ群で高ズーム比にすることで、第3レンズ群以降は単色収差の補正を主に行うことが可能となる。

【0048】

また、上記実施形態の結像光学系は、光学素子Bを備え、以下の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$|f_B/f_A| > 0.15 \quad \dots (6)$$

ここで、

f_A は、屈折光学素子Aの焦点距離、

f_B は、光学素子Bの焦点距離、

である。

10

20

30

40

50

【0049】

光学素子Bを備える場合、本実施形態の結像光学系では、屈折光学素子Aは光学素子Bと接合され、これにより接合光学素子ABを構成している。さらに、この接合光学素子ABに光学素子Cが接合され、これにより接合光学素子Dを構成している。ここで、接合光学素子ABの実効部分分散比を、光学素子Bの部分分散比より低下させるには、条件式(6)を満たすことが望ましい。条件式(6)を満足することで、接合光学素子ABの実効部分分散比を、光学素子Bの部分分散比より低下させることができる。そして、接合光学素子Dを使用することで、光学素子Bを単独で使用するときに比べて、より一層2次スペクトルを補正することができる。このため、色収差が改善されるので、それに伴い光学系の光学性能の向上が達成される。

10

【0050】

条件式(6)の下限を下回ると、屈折光学素子Aの正の屈折力が減少する。この場合、光学素子Bの部分分散比に対する2枚接合光学素子ABの実効部分分散比の低下量が小さくなる。そして、これに伴い、接合光学素子Dの実効部分分散比の低下量が小さくなる。その結果、光学素子Bの部分分散比と接合光学素子Dの実効部分分散比との差が少なくなる。この場合、2枚接合光学素子ABを使って3枚接合素子Dを構成しても、3枚接合素子Dによる2次スペクトルの補正効果が小さくなるため、望ましくない。

【0051】

また、上記実施形態の結像光学系は、光学素子Bを備え、以下の条件式(7)を満足することが好ましい。

20

$$0 < gF_B - gF_{BA} < 0.25 \quad \dots (7)$$

ここで、

n_{dB} 、 n_{CB} 、 n_{FB} 、 n_{gB} は、各々光学素子Bのd線、C線、F線、g線に対する屈折率

d_B は、光学素子Bのアッペ数 $(nd_B - 1)/(n_{FB} - n_{CB})$ 、

gF_B は、光学素子Bの部分分散比 $(ng_B - n_{FB}) / (n_{FB} - n_{CB})$ 、

gF_{BA} は、屈折光学素子Aと光学素子Bを1枚の光学素子と見なしたときの実効部分分散比であって、下記の式で表され、

$$gF_{BA} = f_{BA} \times \left(\frac{gF_A \times d_A}{d_A + d_B} + \frac{gF_B \times d_B}{d_B} \right),$$

f_{BA} は、光学素子Bと屈折光学素子Aとの合成焦点距離であって、下記の式で表され、

30

$$1/f_{BA} = 1/f_A + 1/f_B,$$

d_{BA} は、屈折光学素子Aと光学素子Bを1枚の光学素子と見なしたときのアッペ数であって、下記の式で表され、

$$d_{BA} = 1 / \left(\frac{1}{d_A} \times \left(\frac{n_A}{d_A} + \frac{n_B}{d_B} \right) \right),$$

n_A は、屈折光学素子Aの屈折力 $(n_A = 1/f_A)$ 、

n_B は、光学素子Bの屈折力 $(n_B = 1/f_B)$ 、

n_{BA} は、光学素子Bと屈折光学素子Aとの合成屈折力 $(n_{BA} = 1/f_{BA})$ 、

である。

【0052】

光学素子Bを備える場合、光学素子Bを単独で使用するよりも、2枚接合光学素子ABとして利用するほうが好ましい。このようにすることで、より一層2次スペクトルが補正される。この結果、色にじみの改善に伴う性能の向上が達成される。

40

【0053】

条件式(7)の上限を上回ると、2次スペクトルの過剰補正に伴う色にじみが発生するため望ましくない。一方、条件式(7)の下限を下回ると、光学素子B単体の部分分散比 (gF_B) よりも2枚接合光学素子ABの実効部分分散比 (gF_{BA}) の方が大きくなる。つまり、屈折光学素子Aにより2次スペクトルを発生させていることになる。そのため、結果として接合前より色にじみが増大してしまうので望ましくない。

【0054】

また、上記実施形態の結像光学系は、以下の条件式(8)を満足することが好ましい。

50

$$1.0 < f_A / f_{G1} < 8.0 \quad \dots (8)$$

ここで、

f_A は、屈折光学素子Aの焦点距離、

f_{G1} は、第1レンズ群の焦点距離、

である。

【0055】

結像光学系において高性能を維持もしくは向上させるためには、第1レンズ群で色収差補正を十分に行うことが重要となる。特に第1レンズ群で2次スペクトルの補正を行い、色にじみを改善するためには条件式(8)を満たすことが望ましい。

【0056】

条件式(8)の上限を上回ると、屈折光学素子Aでの屈折力が弱くなる。この場合、接合光学素子D(あるいは2枚接合光学素子AB)の実効部分分散比を、光学素子B単体の部分分散比よりも低下させることが困難になる。その結果、2次スペクトルの補正不足に伴う色にじみが生じるため望ましくない。

【0057】

一方、条件式(8)の下限を下回ると、屈折光学素子Aでの屈折力が強くなる。この場合、接合光学素子D(あるいは2枚接合光学素子AB)の実効部分分散比を光学素子B単体の部分分散比よりも低下させることができる。しかしながら、これは、2次スペクトルを過剰補正することになる。つまり、屈折光学素子Aによって2次スペクトルを発生させていることになる。このため、結果として色にじみが増大するので望ましくない。

【0058】

また、上記実施形態の結像光学系は、以下の条件式(9)を満足することが好ましい。

$$-25 < (R_a + R_b) / (R_a - R_b) < -2 \quad \dots (9)$$

ここで、

R_a は、屈折光学素子Aの物体側の曲率半径、

R_b は、屈折光学素子Aの像面側の曲率半径、

である。

【0059】

条件式(9)の上限を上回ると、望遠端において球面収差が負の方向に大きくなる。また、条件式(9)の下限を下回ると、球面収差が正の方向に大きくなる。いずれの場合も結像性能が低下するため望ましくない。

【0060】

また、本発明の第1実施形態の電子撮像装置は、結像光学系と撮像素子を有する電子撮像装置において、結像光学系は、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群を有し、ズーム時に第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が変化し、第1レンズ群内に接合光学素子Dを設け、接合光学素子Dは物体側に位置する光学素子Bと像側に位置する光学素子Cとの間に、正の屈折力を有する屈折光学素子Aが位置するように構成され、以下の条件式(4-1)、条件式(4-2)及び条件式(4-3)を満足することを特徴とする。

$$d_A < 30 \quad \dots (4-1)$$

$$0.54 < g_{F_A} < 0.9 \quad \dots (4-2)$$

$$0.387 < (Tngl(0.7) / Tbas(0.7)) / (Tngl(0) / Tbas(0)) < 0.525 \quad \dots (4-3)$$

ここで、

d_A は、屈折光学素子Aのアップベ数 $(n_{d_A} - 1) / (n_{F_A} - n_{C_A})$ 、

g_{F_A} は、屈折光学素子Aの部分分散比 $(n_{g_A} - n_{F_A}) / (n_{F_A} - n_{C_A})$ 、

n_{d_A} 、 n_{C_A} 、 n_{F_A} 、 n_{g_A} は、それぞれ、屈折光学素子Aのd線、C線、F線、g線に対する屈折率、

$Tngl(0)$ は屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

$Tnglw(0.7)$ は、広角端における撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が屈折光学素子A内を通過する長さ、

10

20

30

40

50

Tbas(0)は光学素子Bの軸上の中肉厚、

Tbasw(0.7)広角端における撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が光学素子B内を通過する長さ、
である。

【0061】

第1レンズ群が正の屈折力を有するズームレンズでは、第1レンズ群で発生した収差、特に望遠端では色収差が第2レンズ群以降で拡大されるため性能が悪化する。つまり、高性能を維持もしくは向上させるためには第1レンズ群で色収差補正を行うことが重要となる。

【0062】

条件式(4-1)と条件式(4-2)を満足し、さらに物体側像側を空気面とした時に正の屈折力を有する屈折光学素子Aを第1レンズ群内に配置する。このことにより、第1レンズ群で発生する色収差を低減することが可能となる。

【0063】

条件式(4-1)および条件式(4-2)については、本実施形態の結像光学系の説明で述べたとおりである。

【0064】

条件式(4-3)を満足すると、広角端において、軸上色収差と倍率色収差を良好に補正することができる。さらに、軸上色収差と倍率色収差をバランスよく補正することができる。

【0065】

条件式(4-3)の上限を上回ると、軸上色収差に対して倍率色収差の補正の方が大きくなる。この場合、倍率色収差の補正量が適正な時に軸上色収差の補正量が不足し軸上の性能が悪化するため望ましくない。

【0066】

条件式(4-3)の下限を下回ると、軸上色収差に対して倍率色収差の補正が小さくなる。この場合、軸上色収差の補正量が適正なときに倍率色収差の補正量が不足し軸外の性能が悪化するため望ましくない。

【0067】

なお、条件式(4-3)の下限は、(4-3)の条件式の分母分子共に正の値であることから、負になることはない。

【0068】

また、本実施形態の電子撮像装置では、結像光学系が接合光学素子Dを有する。接合光学素子Dは3つの光学素子で構成されている。ここで、屈折光学素子Aが、光学素子Bと光学素子Cとの間に位置して接合光学素子Dを構成している。このように構成することで、光学素子Bと光学素子Cによって屈折光学素子Aの面形状が決まる。この場合、環境変化による屈折光学素子Aの面形状の変化が生じなくなる。このため、接合光学素子Dでは安定的に色収差補正を達成することができる。

【0069】

また、第1の実施形態の電子撮像装置は、以下の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$|fG1/fG2| > 6.4 \quad \dots (2)$$

ここで、

fG1は、第1レンズ群の焦点距離、

fG2は、第2レンズ群の焦点距離、

である。

【0070】

条件式(2)については、本実施形態の結像光学系の説明で述べたとおりである。

【0071】

また、本発明の第2の実施形態の電子撮像装置は、結像光学系と撮像素子を有する電子

10

20

30

40

50

撮像装置において、結像光学系は、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群を有し、ズーム時に第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が変化し、第1レンズ群内に正の屈折力を有する屈折光学素子Aが位置し、以下の条件式(3-2)を満足することを特徴とする。

$$0 < (Zb(3.3a) - Za(3.3a)) / (Zb(2.5a) - Za(2.5a)) < 0.895 \quad \dots (3-2)$$

ここで、

fwは、結像光学系の広角端での焦点距離、

ftは、結像光学系の望遠端での焦点距離、

IHは、結像光学系の撮像素子上での最大像高、

Za(h)は、屈折光学素子Aの光軸上での物体側面頂と、物体側の高さhでの位置との光軸方向の距離、

Zb(h)は、屈折光学素子Aの光軸上での物体側面頂と、像面側の高さhでの位置との光軸方向の距離、

aは、次式(3-1)で定義する値、

$$a = \{ (IH)^2 \times \log_{10}(ft/fw) \} / fw \quad \dots (3-1)$$

である。

【0072】

本実施形態の電子撮像装置では、正の屈折力を有する屈折光学素子Aが第1レンズ群内に位置している。この屈折光学素子A内を透過する光線は、画角やズーム状態によって素子内を通過する距離や通過位置が異なる。このため、屈折光学素子Aの形状が一定であっても、画角やズーム状態で屈折光学素子Aでの収差補正効果が異なる。そのため、全ズーム範囲にわたって良好な収差の状態にするためには、屈折光学素子Aの形状が画角、ズーム比及び像高を考慮したものであることが必要となる。

【0073】

絞りからの距離Lにおいて最大像高へ入射する主光線の光線高をaとすると、aは以下のように表される。

$$a = L \times IH / fw$$

ここで、

$$\tan(\text{画角}) = IH / fw、$$

$$L = IH \times \log_{10}(ft/fw)$$

とすることができる。

したがって、mを比例係数とすると、aは条件式(3-1)で表される。

【0074】

光線高と画角、ズーム比及び像高とは、条件式(3-1)の関係を有する。そこで、本実施形態の結像光学系は、条件式(3-2)を満たすことが望ましい。

【0075】

ここで、正の屈折力を有する第1レンズ群で求められることは、広角端での倍率色収差及び望遠端での軸上色収差と球面収差とを良好な収差の状態にすることである。これにより、結像光学系において良好な結像性能を実現することができる。

【0076】

条件式(3-2)の上限を上回ると、屈折光学素子Aの軸上での中肉厚と周辺での中肉厚との比(中肉厚比)の変化が少ない。このため、広角端での倍率色収差の補正が過剰になる。さらに、望遠端での軸上色収差と球面収差の補正が不足する。その結果、良好な結像性能を実現することが困難となるため望ましくない。一方、条件式(3-2)の下限を下回ると、条件式(3-2)の分子部分が負となる。これは、屈折光学素子Aが光学素子としての物理的な形状を実現できないことを意味する。

【0077】

また、第3実施形態の電子撮像装置は、結像光学系と撮像素子を有する電子撮像装置において、結像光学系が上記の何れかの結像光学系であって、以下の条件式(3-2)を満

10

20

30

40

50

たすことを特徴とする。

$$0 < (Zb(3.3a) - Za(3.3a)) / (Zb(2.5a) - Za(2.5a)) < 0.895 \quad \dots (3 - 2)$$

ここで、

f w は結像光学系の広角端での焦点距離、

f t は結像光学系の望遠端での焦点距離、

IHは撮像素子上での最大像高、

Za(h)は、屈折光学素子Aの光軸上での物体側面頂と、物体側の高さhでの位置との光軸方向の距離、

Zb(h)は、屈折光学素子Aの光軸上での物体側面頂と、像面側の高さhでの位置との光軸方向の距離、

aは、次式(3 - 1)で定義する値、

$$a = [(IH)^2 \times \log_{10}(ft/fw)] / fw \quad \dots (3 - 1)$$

である。

【0078】

条件式(3 - 3)については既に説明したとおりである。

【0079】

また、第2及び第3の態様の撮像装置は、以下の条件式(4 - 1)、条件式(4 - 2)及び条件式(2)を満足することが好ましい。

$$d_A < 30 \quad \dots (4 - 1)$$

$$0.54 < gF_A < 0.9 \quad \dots (4 - 2)$$

$$|G1/G2| > 6.4 \quad \dots (2)$$

ここで、

n d_A、n C_A、n F_A、n g_Aは、各々屈折光学素子Aのd線、C線、F線、g線に対する屈折率、

d_Aは、屈折光学素子Aのアッベ数(n d_A - 1) / (n F_A - n C_A)、

gF_Aは、屈折光学素子Aの部分分散比(n g_A - n F_A) / (n F_A - n C_A)、

f G1は、第1レンズ群の焦点距離、

f G2は、第2レンズ群の焦点距離、

である。

【0080】

条件式(4 - 1)、条件式(4 - 2)および条件式(2)については、既に述べたとおりである。

【0081】

また、上記の電子撮像装置は、以下の条件式(10 - 1 a)、条件式(10 - 1 b)、条件式(10 - 1 c)、条件式(10 - 2 a)、条件式(10 - 2 b)のいずれかを満足することが好ましい。

$$0.3 < Tngl(0) / Tbas(0) < 3 \quad \dots (10 - 1 a)$$

$$0.2 < Tnglt(0.7) / Tbast(0.7) < 2.0 \quad \dots (10 - 1 b)$$

$$0.1 < Tnglt(0.9) / Tbast(0.9) < 1.4 \quad \dots (10 - 1 c)$$

$$0.2 < (Tnglt(0.7) / Tbast(0.7)) / (Tngl(0) / Tbas(0)) < 0.85 \quad \dots (10 - 2 a)$$

$$0.10 < (Tnglt(0.9) / Tbast(0.9)) / (Tngl(0) / Tbas(0)) < 0.75 \quad \dots (10 - 2 b)$$

ここで、

Tngl(0)は屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

Tnglt(0.7)は望遠端における撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tnglt(0.9)は望遠端における撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tbas(0)は光学素子Bの軸上の中肉厚、

Tbast(0.7)は望遠端における撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が光学素子B内を通過する長さ、

10

20

30

40

50

$T_{\text{bast}}(0.9)$ は望遠端における撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が光学素子B内を通過する長さ、である。

【0082】

条件式(10-1a)、条件式(10-1b)、条件式(10-1c)、条件式(10-2a)、条件式(10-2b)のいずれかを満たすと、望遠端において軸上色収差と倍率色収差を良好に補正することができる。さらに、軸上色収差と倍率色収差をバランスよく補正することができる。

【0083】

条件式(10-1a)、条件式(10-1b)、条件式(10-1c)の上限を上回ると、望遠端の軸上においては軸上色収差が過剰に補正され、軸外においては倍率色収差が過剰に補正されてしまう。その結果、光学系全体の結像性能が悪化するため望ましくない。

10

【0084】

条件式(10-1a)、条件式(10-1b)、条件式(10-1c)の下限を下回ると、望遠端の軸上においては軸上色収差の補正不足が生じ、軸外では倍率色収差の補正不足が生じる。さらに、最軸外で縁肉が取れず製造が困難となるため望ましくない。

【0085】

条件式(10-2a)、条件式(10-2b)の上限を上回ると、軸上色収差に対して倍率色収差の補正が大きくなる。この場合、倍率色収差の補正量が適正な時に、軸上色収差の補正量が不足してしまう。その結果、軸上の性能が悪化するため望ましくない。

20

【0086】

条件式(10-2a)、条件式(10-2b)の下限を下回ると、軸上色収差に対して倍率色収差の補正が小さくなる。この場合、軸上色収差の補正量が適正なときに、倍率色収差の補正量が不足してしまう。その結果、軸外の性能が悪化するため望ましくない。なお、条件式(10-2a)、条件式(10-2b)の下限は、分母分子共に正の値であることから、負になることはない。

【0087】

また、上記の撮像装置は、以下の条件式(11a)又は条件式(11b)を満足することが好ましい。

30

$$0.5 < (T_{\text{nglw}}(0.7) / (T_{\text{ngl}}(0))) < 0.95 \quad \dots (11a)$$

$$0.3 < (T_{\text{nglw}}(0.9) / (T_{\text{ngl}}(0))) < 0.85 \quad \dots (11b)$$

ここで、

$T_{\text{ngl}}(0)$ は屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

$T_{\text{nglw}}(0.7)$ は広角端における撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が屈折光学素子A内を通過する長さ、

$T_{\text{nglw}}(0.9)$ は広角端における撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が屈折光学素子A内を通過する長さ、である。

【0088】

40

条件式(11a)、条件式(11b)を満たすと、広角端において軸上色収差と倍率色収差を良好に補正することができる。さらに、軸上色収差と倍率色収差をバランス良く補正することができる。

【0089】

条件式(11a)、条件式(11b)の上限を上回ると、屈折光学素子Aにおいて、軸上と軸外との中肉厚の差が無くなる。この場合、軸上色収差に対して倍率色収差の補正が過剰となる。その結果、光学系全体の結像性能が悪化するため望ましくない。一方、条件式(11a)、条件式(11b)の下限を下回ると、軸上色収差に対して倍率色収差の補正が不足する。この場合も、光学系全体の結像性能が悪化するため望ましくない。

【0090】

50

また、上記の撮像装置は、以下の条件式 (1 2 a) 又は条件式 (1 2 b) を満足することが好ましい。

$$0.5 < (Tnglt(0.7) / (Tngl(0))) < 0.95 \quad \dots (1 2 a)$$

$$0.3 < (Tnglt(0.9) / (Tngl(0))) < 0.9 \quad \dots (1 2 b)$$

ここで、

Tngl(0) は屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

Tnglt(0.7) は望遠端における撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tnglt(0.9) は望遠端における撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が屈折光学素子A内を通過する長さ、

である。

【 0 0 9 1 】

条件式 (1 2 a)、条件式 (1 2 b) を満たすと、望遠端において、軸上色収差と倍率色収差を良好に補正することができる。さらに、軸上色収差と倍率色収差をバランス良く補正することができる。

【 0 0 9 2 】

条件式 (1 2 a)、条件式 (1 2 b) の上限を上回ると、屈折光学素子Aにおいて、軸上と軸外との中肉厚の差が無くなる。この場合、軸上色収差に対して倍率色収差の補正が不足するため望ましくない。一方、条件式 (1 2 a)、条件式 (1 2 b) の下限を下回ると、軸上色収差に対して倍率色収差の補正が過剰となる。その結果、光学系全体の結像性能が悪化するため望ましくない。

【 0 0 9 3 】

また、上記の電子撮像装置は、以下の条件式 (1 3 - 1 a)、条件式 (1 3 - 1 b)、条件式 (1 3 - 1 c)、条件式 (1 3 - 2) のいずれかを満足することが好ましい。

$$0.3 < Tngl(0) / Tbas(0) < 2.5 \quad \dots (1 3 - 1 a)$$

$$0.15 < Tnglw(0.7) / Tbasw(0.7) < 1.4 \quad \dots (1 3 - 1 b)$$

$$0 < Tnglw(0.9) / Tbasw(0.9) < 0.7 \quad \dots (1 3 - 1 c)$$

$$0 < (Tnglw(0.9) / Tbasw(0.9)) / (Tngl(0) / Tbas(0)) < 0.5 \quad \dots (1 3 - 2)$$

ここで、

Tngl(0) は屈折光学素子Aの軸上の中肉厚、

Tnglw(0.7) は広角端における撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tnglw(0.9) は広角端における撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が屈折光学素子A内を通過する長さ、

Tbas(0) は光学素子Bの軸上の中肉厚、

Tbasw(0.7) は広角端における撮像素子上での最大光線高に対し70%の光線高の光線が光学素子B内を通過する長さ、

Tbasw(0.9) は広角端における撮像素子上での最大光線高に対し90%の光線高の光線が光学素子B内を通過する長さ、

である。

【 0 0 9 4 】

条件式 (1 3 - 1 a)、条件式 (1 3 - 1 b)、条件式 (1 3 - 1 c)、条件式 (1 3 - 2) を満たすと、広角端において、軸上色収差と倍率色収差を良好に補正することができる。さらに、軸上色収差と倍率色収差をバランス良く補正することができる。

【 0 0 9 5 】

条件式 (1 3 - 1 a)、条件式 (1 3 - 1 b)、条件式 (1 3 - 1 c) の上限を上回ると、広角端の軸上においては軸上色収差が過剰に補正され、軸外においては倍率色収差が過剰に補正される。その結果、光学系全体の結像性能が悪化するため望ましくない。

【 0 0 9 6 】

一方、条件式 (1 3 - 1 a)、条件式 (1 3 - 1 b)、条件式 (1 3 - 1 c) の下限を

下回ると、広角端の軸上においては軸上色収差の補正不足が生じ、軸外では倍率色収差の補正不足が生じてしまう。さらに最軸外で縁肉が取れず製造が困難となるため望ましくない。

【0097】

条件式(13-2)の上限を上回ると、軸上色収差に対して倍率色収差の補正の方が大きくなる。このため、倍率色収差の補正量が適正な時に軸上色収差の補正量が不足し軸上の性能が悪化するため望ましくない。

条件式(13-2)の下限は、条件式(13-2)の条件式の分母、分子共に正の値であることから、下限を下回ることはない。

【実施例】

【0098】

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。

【0099】

各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラそして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。

以下の実施例において、広角端と望遠端は変倍用レンズ群が機構上光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

各実施例はいずれも、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、そして像側レンズ群を有するズームレンズである。

本発明において、像側レンズ群を構成するレンズ群の数は任意であり、最低限1つのレンズ群を有していれば良い。すなわち、本発明に係るズームレンズは、3以上のレンズ群を有していればよい。

【0100】

第1実施例から第9実施例までは、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群G1、負の屈折力の第2レンズ群G2、開口絞りS、正の屈折力の第3レンズ群G3、正の屈折力の第4レンズ群G4、正の屈折力の第5レンズ群G5から構成されている。第1レンズ群G1は負レンズ(光学素子B)、前述した正の屈折力を有する屈折光学素子A、正の屈折力を有する正レンズ(光学素子C)、そして1枚の正レンズを有している。前記屈折光学素子A及び第1レンズ群G1の構成により、望遠端で色収差補正を効果的に行っている。

【0101】

第2レンズ群G2は負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズから構成されている。第2レンズ群G2の構成により、高ズーム比を達成している。

【0102】

広角端に比して望遠端で、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔が大きく、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔が小さく、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔が大きくなるように、隣接するレンズ群の間隔を変化させてズームを行う。

【0103】

また、第4レンズ群G4は、変倍に伴う像面変動を補正しており、その際、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は条件式(20)を満足する。

【0104】

次に、本発明の実施例1にかかる結像光学系について説明する。図1は本発明の実施例1にかかる結像光学系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。

【0105】

図2は実施例1にかかる結像光学系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は収差図に表示している像高を示している。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。

10

20

30

40

50

【0106】

実施例1の結像光学系は、図1に示すように、物体側より順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5と、を有している。なお、以下全ての実施例において、レンズ断面図中、LPFはローパスフィルター、CG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。

【0107】

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（光学素子B）と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2（屈折光学素子A）と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3（光学素子C）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L4と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。ここで、第1レンズ群G1の接合レンズの屈折光学素子Aの部分分散比（ g_{F_A} ）は0.668である。また、屈折光学素子Aのアッペ数（ d_A ）は23.38である。

10

【0108】

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と両凸正レンズL8との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。なお、以下の全ての実施例においてL7は接合層である。

【0109】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、両凸正レンズL10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸正レンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

20

【0110】

第4レンズ群G4は、物体側より順に、両凸正レンズL14と両凹負レンズL16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。なお、以下の全ての実施例においてL15は接合層である。

【0111】

第5レンズ群G5は、物体側より順に、両凸正レンズL17で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0112】

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は物体側へ移動する。第5レンズ群は固定している。明るさ絞りSは、第3レンズ群G3とともに移動する。

30

【0113】

非球面は、第2レンズ群G2の像側の負メニスカスレンズL9の像側の面と、第3レンズ群G3の物体側の両凸正レンズL10の物体側の面と像側の負メニスカスレンズL13の両面と、第5レンズ群G5の両凸正レンズL17の両面と、の6面に設けられている。

【0114】

次に、本発明の実施例2にかかる結像光学系について説明する。図3は本発明の実施例2にかかる結像光学系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

【0115】

図4は実施例2にかかる結像光学系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。

【0116】

実施例2の結像光学系は、図3に示すように、物体側より順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5と、を有している。

50

【0117】

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（光学素子B）と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2（屈折光学素子A）と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3（光学素子C）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L4と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。ここで、第1レンズ群G1の接合レンズの屈折光学素子Aの部分分散比（ g_{FA} ）は0.668である。また、屈折光学素子Aのアッペ数（ d_A ）は23.38である。

【0118】

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と両凸正レンズL8との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。なお、L7は接合面である。

10

【0119】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、両凸正レンズL10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸正レンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0120】

第4レンズ群G4は、物体側より順に、両凸正レンズL14と両凹負レンズL16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。なお、L15は接合面である。

20

【0121】

第5レンズ群G5は、物体側より順に、両凸正レンズL17で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0122】

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は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第5レンズ群は固定している。明るさ絞りSは、第3レンズ群G3とともに移動する。

【0123】

非球面は、第2レンズ群G2の像側の負メニスカスレンズL9の像側の面と、第3レンズ群G3の物体側の両凸正レンズL10の物体側の面と像側の負メニスカスレンズL13の両面と、第5レンズ群G5の両凸正レンズL17の両面と、の6面に設けられている。

30

【0124】

次に、本発明の実施例3にかかる結像光学系について説明する。図5は本発明の実施例3にかかる結像光学系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。

【0125】

図6は実施例3にかかる結像光学系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。

40

【0126】

実施例3の結像光学系は、図5に示すように、物体側より順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5と、を有している。

【0127】

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（光学素子B）と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2（屈折光学素子A）と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3（光学素子C）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L4と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。ここで、第1レンズ群G1の接合レンズの屈折光学素子Aの部分分散比（ g_{FA} ）は0

50

．668である。また、屈折光学素子Aのアッベ数 (d_A) は23.38である。

【0128】

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と両凸正レンズL8との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。なお、L7は接合面である。

【0129】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、両凸正レンズL10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸正レンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

10

【0130】

第4レンズ群G4は、物体側より順に、両凸正レンズL14と両凹負レンズL16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。なお、L15は接合面である。

【0131】

第5レンズ群G5は、物体側より順に、両凸正レンズL17で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0132】

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は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第5レンズ群は固定している。明るさ絞りSは、第3レンズ群G3とともに移動する。

20

【0133】

非球面は、第2レンズ群G2の像側の負メニスカスレンズL9の像側の面と、第3レンズ群G3の物体側の両凸正レンズL10の物体側の面と像側の負メニスカスレンズL13の両面と、第5レンズ群G5の両凸正レンズL17の両面と、の6面に設けられている。

【0134】

次に、本発明の実施例4にかかる結像光学系について説明する。図7は本発明の実施例4にかかる結像光学系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

【0135】

図8は実施例4にかかる結像光学系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。

【0136】

実施例4の結像光学系は、図7に示すように、物体側より順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5と、を有している。

【0137】

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(光学素子B)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2(屈折光学素子A)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3(光学素子C)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L4と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。ここで、第1レンズ群G1の接合レンズの屈折光学素子Aの部分分散比 (g_{FA}) は0.668である。また、屈折光学素子Aのアッベ数 (d_A) は23.38である。

40

【0138】

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と両凸正レンズL8との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。なお、L7は接合面である。

50

【0139】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、両凸正レンズL10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸正レンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0140】

第4レンズ群G4は、物体側より順に、両凸正レンズL14と両凹負レンズL16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。なお、L15は接合面である。

【0141】

第5レンズ群G5は、物体側より順に、両凸正レンズL17で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

10

【0142】

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は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第5レンズ群は固定している。明るさ絞りSは、第3レンズ群G3とともに移動する。

【0143】

非球面は、第2レンズ群G2の像側の負メニスカスレンズL9の像側の面と、第3レンズ群G3の物体側の両凸正レンズL10の物体側の面と像側の負メニスカスレンズL13の両面と、第5レンズ群G5の両凸正レンズL17の両面と、の6面に設けられている。

20

【0144】

次に、本発明の実施例5にかかる結像光学系について説明する。図9は本発明の実施例5にかかる結像光学系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。

【0145】

図10は実施例5にかかる結像光学系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。

【0146】

実施例5の結像光学系は、図9に示すように、物体側より順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5と、を有している。

30

【0147】

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(光学素子B)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2(屈折光学素子A)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3(光学素子C)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L4と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。ここで、第1レンズ群G1の接合レンズの屈折光学素子Aの部分分散比(g_{F_A})は0.718である。また、屈折光学素子Aのアッペ数(d_A)は17.00である。

【0148】

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と両凸正レンズL8との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。なお、L7は接合面である。

40

【0149】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、両凸正レンズL10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸正レンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0150】

第4レンズ群G4は、物体側より順に、両凸正レンズL14と両凹負レンズL16との

50

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。なお、L 1 5 は接合面である。

【 0 1 5 1 】

第 5 レンズ群 G 5 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 1 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 5 2 】

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 は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第 5 レンズ群は固定している。明るさ絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 とともに移動する。

10

【 0 1 5 3 】

非球面は、第 2 レンズ群 G 2 の像側の負メニスカスレンズ L 9 の像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の物体側の両凸正レンズ L 1 0 の物体側の面と像側の負メニスカスレンズ L 1 3 の両面と、第 5 レンズ群 G 5 の両凸正レンズ L 1 7 の両面と、の 6 面に設けられている。

【 0 1 5 4 】

次に、本発明の実施例 6 にかかる結像光学系について説明する。図 1 1 は本発明の実施例 6 にかかる結像光学系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 5 5 】

図 1 2 は実施例 6 にかかる結像光学系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 5 6 】

実施例 6 の結像光学系は、図 1 1 に示すように、物体側より順に、第 1 レンズ群 G 1 と、第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、第 3 レンズ群 G 3 と、第 4 レンズ群 G 4 と、第 5 レンズ群 G 5 と、を有している。

【 0 1 5 7 】

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 (光学素子 B) と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 (屈折光学素子 A) と両凸正レンズ L 3 (光学素子 C) 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 4 と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。ここで、第 1 レンズ群 G 1 の接合レンズの屈折光学素子 A の部分分散比 (g_{F_A}) は 0 . 7 3 8 である。また、屈折光学素子 A のアッペ数 (d_A) は 1 5 . 0 0 である。

30

【 0 1 5 8 】

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 と両凸正レンズ L 8 との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ 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。なお、L 7 は接合面である。

【 0 1 5 9 】

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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 と、両凸正レンズ L 1 2 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ 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。

40

【 0 1 6 0 】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 1 4 と両凹負レンズ L 1 6 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。なお、L 1 5 は接合面である。

【 0 1 6 1 】

第 5 レンズ群 G 5 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 1 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 6 2 】

50

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は物体側へ移動した後、移動量は僅かとなりほぼ固定の状態となる。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。

【0163】

非球面は、第2レンズ群G2の像側の負メニスカスレンズL9の像側の面と、第3レンズ群G3の物体側の両凸正レンズL10の物体側の面と像側の負メニスカスレンズL13の両面と、第5レンズ群G5の両凸正レンズL17の両面と、の6面に設けられている。

【0164】

次に、本発明の実施例7にかかる結像光学系について説明する。図13は本発明の実施例7にかかる結像光学系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

【0165】

図14は実施例7にかかる結像光学系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。

【0166】

実施例7の結像光学系は、図13に示すように、物体側より順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5と、を有している。

20

【0167】

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(光学素子B)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2(屈折光学素子A)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3(光学素子C)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L4と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。ここで、第1レンズ群G1の接合レンズの屈折光学素子Aの部分分散比(g_{FA})は0.761である。また、屈折光学素子Aのアッペ数(d_A)は17.01である。

【0168】

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と両凸正レンズL8との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。なお、L7は接合面である。

30

【0169】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、両凸正レンズL10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸正レンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0170】

第4レンズ群G4は、物体側より順に、両凸正レンズL14と両凹負レンズL16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。なお、L15は接合面である。

40

【0171】

第5レンズ群G5は、物体側より順に、両凸正レンズL17で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0172】

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は物体側へ移動した後、移動量は僅かとなりほぼ固定の状態となる。第5レンズ群は固定している。明るさ絞りSは、第3レンズ群G3とともに移動する。

【0173】

非球面は、第2レンズ群G2の像側の負メニスカスレンズL9の像側の面と、第3レン

50

ズ群 G 3 の物体側の両凸正レンズ L 1 0 の物体側の面と像側の負メニスカスレンズ L 1 3 の両面と、第 5 レンズ群 G 5 の両凸正レンズ L 1 7 の両面と、の 6 面に設けられている。

【 0 1 7 4 】

次に、本発明の実施例 8 にかかる結像光学系について説明する。図 1 5 は本発明の実施例 8 にかかる結像光学系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 7 5 】

図 1 6 は実施例 8 にかかる結像光学系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 7 6 】

実施例 8 の結像光学系は、図 1 5 に示すように、物体側より順に、第 1 レンズ群 G 1 と、第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、第 3 レンズ群 G 3 と、第 4 レンズ群 G 4 と、第 5 レンズ群 G 5 と、を有している。

【 0 1 7 7 】

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 (光学素子 B) と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 (屈折光学素子 A) と両凸正レンズ L 3 (光学素子 C) 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 4 と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。ここで、第 1 レンズ群 G 1 の接合レンズの屈折光学素子 A の部分分散比 (g_{FA}) は 0.761 である。また、屈折光学素子 A のアッペ数 (d_A) は 17.01 である。

【 0 1 7 8 】

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 と両凸正レンズ L 8 との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ 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。なお、L 7 は接合面である。

【 0 1 7 9 】

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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 と、両凸正レンズ L 1 2 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ 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。

【 0 1 8 0 】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 1 4 と両凹負レンズ L 1 6 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。なお、L 1 5 は接合面である。

【 0 1 8 1 】

第 5 レンズ群 G 5 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 1 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 8 2 】

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 は物体側へ移動後、像側へ移動する。第 5 レンズ群 G 5 は固定されている。明るさ絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 とともに移動する。

【 0 1 8 3 】

非球面は、第 2 レンズ群 G 2 の像側の負メニスカスレンズ L 9 の像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の物体側の両凸正レンズ L 1 0 の物体側の面と像側の負メニスカスレンズ L 1 3 の両面と、第 5 レンズ群 G 5 の両凸正レンズ L 1 7 の両面と、の 6 面に設けられている。

【 0 1 8 4 】

次に、本発明の実施例 9 にかかる結像光学系について説明する。図 1 7 は本発明の実施例 9 にかかる結像光学系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

20

30

40

50

【0185】

図18は実施例9にかかる結像光学系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。

【0186】

実施例9の結像光学系は、図17に示すように、物体側より順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5と、を有している。

【0187】

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(光学素子B)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2(屈折光学素子A)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3(光学素子C)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L4と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。ここで、第1レンズ群G1の接合レンズの屈折光学素子Aの部分分散比(g_{F_A})は0.817である。また、屈折光学素子Aのアッベ数(d_A)は23.36である。

10

【0188】

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と両凸正レンズL8との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。なお、L7は接合面である。

20

【0189】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、両凸正レンズL10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸正レンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0190】

第4レンズ群G4は、物体側より順に、両凸正レンズL14と両凹負レンズL16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。なお、L15は接合面である。

【0191】

第5レンズ群G5は、物体側より順に、両凸正レンズL17で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

30

【0192】

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は物体側へ移動する。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。

【0193】

非球面は、第2レンズ群G2の像側の負メニスカスレンズL9の像側の面と、第3レンズ群G3の物体側の両凸正レンズL10の物体側の面と像側の負メニスカスレンズL13の両面と、第5レンズ群G5の両凸正レンズL17の両面と、の6面に設けられている。

40

【0194】

第10実施例から第16実施例までは、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群G1、負の屈折力の第2レンズ群G2、開口絞りS、正の屈折力の第3レンズ群G3、正の屈折力の第4レンズ群G4、正の屈折力の第5レンズ群G5から構成されている。第1レンズ群G1は1枚の正レンズと、負レンズ(光学素子B)、前述した正の屈折力を有する屈折光学素子A、正の屈折力を有する正レンズ(光学素子C)とを有している。前記屈折光学素子A及び第1レンズ群G1の構成により、望遠端で色収差補正を効果的に行っている。

【0195】

第2レンズ群G2は負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズから構成されている。第2レンズ群G2の構成により、高ズーム比を達成している。

50

【0196】

広角端に比して望遠端で、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔が大きく、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔が小さく、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔が大きくなるように、隣接するレンズ群の間隔を変化させてズームを行う。

【0197】

また、第4レンズ群G4は、変倍に伴う像面変動を補正しており、その際、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は条件式(20)を満足する。

【0198】

次に、本発明の実施例10にかかる結像光学系について説明する。図19は本発明の実施例10にかかる結像光学系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

【0199】

図20は実施例10にかかる結像光学系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。

【0200】

実施例10の結像光学系は、図19に示すように、物体側より順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5と、を有している。

【0201】

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正メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL2(光学素子B)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3(屈折光学素子A)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4(光学素子C)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。ここで、第1レンズ群G1の接合レンズの屈折光学素子Aの部分分散比(g_{FA})は0.668である。また、屈折光学素子Aのアッベ数(d_A)は23.38である。

20

【0202】

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と両凸正レンズL8との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。なお、L7は接合面である。

30

【0203】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、両凸正レンズL10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸正レンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0204】

第4レンズ群G4は、物体側より順に、両凸正レンズL14と両凹負レンズL16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。なお、L15は接合面である。

【0205】

第5レンズ群G5は、物体側より順に、両凸正レンズL17で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

40

【0206】

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レンズ群は固定している。明るさ絞りSは、第3レンズ群G3とともに移動する。

【0207】

非球面は、第2レンズ群G2の像側の負メニスカスレンズL9の像側の面と、第3レンズ群G3の物体側の両凸正レンズL10の物体側の面と像側の負メニスカスレンズL13

50

の両面と、第5レンズ群G5の両凸正レンズL17の両面と、の6面に設けられている。

【0208】

次に、本発明の実施例11にかかる結像光学系について説明する。図21は本発明の実施例11にかかる結像光学系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。

【0209】

図22は実施例11にかかる結像光学系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。

【0210】

実施例11の結像光学系は、図21に示すように、物体側より順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5と、を有している。

【0211】

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正メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL2(光学素子B)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3(屈折光学素子A)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4(光学素子C)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。ここで、第1レンズ群G1の接合レンズの屈折光学素子Aの部分分散比(g_{F_A})は0.668である。また、屈折光学素子Aのアッペ数(d_A)は23.38である。

【0212】

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と両凸正レンズL8との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、で構成されており、全体で負の屈折力を有している。なお、L7は接合面である。

【0213】

第3レンズ群G3は、物体側より順に、両凸正レンズL10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸正レンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0214】

第4レンズ群G4は、物体側より順に、両凸正レンズL14と両凹負レンズL16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。なお、L15は接合面である。

【0215】

第5レンズ群G5は、物体側より順に、両凸正レンズL17で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0216】

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レンズ群は固定している。明るさ絞りSは、第3レンズ群G3とともに移動する。

【0217】

非球面は、第2レンズ群G2の像側の負メニスカスレンズL9の像側の面と、第3レンズ群G3の物体側の両凸正レンズL10の物体側の面と像側の負メニスカスレンズL13の両面と、第5レンズ群G5の両凸正レンズL17の両面と、の6面に設けられている。

【0218】

次に、本発明の実施例12にかかる結像光学系について説明する。図23は本発明の実施例12にかかる結像光学系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。

【0219】

10

20

30

40

50

図 2 4 は実施例 1 2 にかかる結像光学系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 0 】

実施例 1 2 の結像光学系は、図 2 3 に示すように、物体側より順に、第 1 レンズ群 G 1 と、第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、第 3 レンズ群 G 3 と、第 4 レンズ群 G 4 と、第 5 レンズ群 G 5 と、を有している。

【 0 2 2 1 】

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正メニスカスレンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 (光学素子 B) と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 (屈折光学素子 A) と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 (光学素子 C) 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。ここで、第 1 レンズ群 G 1 の接合レンズの屈折光学素子 A の部分分散比 (g_{FA}) は 0 . 6 9 0 である。また、屈折光学素子 A のアッペ数 (d_A) は 2 0 . 0 0 である。

10

【 0 2 2 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負メニスカスレンズ L 5 と、両凹負レンズ L 6 と両凸正レンズ L 8 との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ 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。なお、L 7 は接合面である。

【 0 2 2 3 】

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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 と、両凸正レンズ L 1 2 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ 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。

20

【 0 2 2 4 】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 1 4 と両凹負レンズ L 1 6 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。なお、L 1 5 は接合面である。

【 0 2 2 5 】

第 5 レンズ群 G 5 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 1 7 で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

30

【 0 2 2 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 は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第 5 レンズ群は固定している。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 2 7 】

非球面は、第 2 レンズ群 G 2 の像側の負メニスカスレンズ L 9 の像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の物体側の両凸正レンズ L 1 0 の物体側の面と像側の負メニスカスレンズ L 1 3 の両面と、第 5 レンズ群 G 5 の両凸正レンズ L 1 7 の両面と、の 6 面に設けられている。

【 0 2 2 8 】

次に、本発明の実施例 1 3 にかかる結像光学系について説明する。図 2 5 は本発明の実施例 1 3 にかかる結像光学系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

【 0 2 2 9 】

図 2 6 は実施例 1 3 にかかる結像光学系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 3 0 】

実施例 1 3 の結像光学系は、図 2 5 に示すように、物体側より順に、第 1 レンズ群 G 1 と、第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、第 3 レンズ群 G 3 と、第 4 レンズ群 G 4 と、第

50

5 レンズ群 G 5 と、を有している。

【0231】

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正メニスカスレンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 (光学素子B)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 (屈折光学素子A)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 (光学素子C)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。ここで、第1レンズ群 G 1 の接合レンズの屈折光学素子Aの部分分散比 (g_{F_A}) は 0.738 である。また、屈折光学素子Aのアッペ数 (d_A) は 15.00 である。

【0232】

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 と両凸正レンズ L 8 との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ 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。なお、L 7 は接合面である。

10

【0233】

第3レンズ群 G 3 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 10 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 11 と、両凸正レンズ L 12 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 13 と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0234】

第4レンズ群 G 4 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 14 と両凹負レンズ L 16 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。なお、L 15 は接合面である。

20

【0235】

第5レンズ群 G 5 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 17 で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0236】

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 は像側へ移動した後、移動量は僅かとなりほぼ固定の状態となる。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 は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第5レンズ群 G 5 は固定されている。明るさ絞り S は、第3レンズ群 G 3 とともに移動する。

30

【0237】

非球面は、第2レンズ群 G 2 の像側の負メニスカスレンズ L 9 の像側の面と、第3レンズ群 G 3 の物体側の両凸正レンズ L 10 の物体側の面と像側の負メニスカスレンズ L 13 の両面と、第5レンズ群 G 5 の両凸正レンズ L 17 の両面と、の6面に設けられている。

【0238】

次に、本発明の実施例 14 にかかる結像光学系について説明する。図 27 は本発明の実施例 14 にかかる結像光学系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。

【0239】

図 28 は実施例 14 にかかる結像光学系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。

40

【0240】

実施例 14 の結像光学系は、図 27 に示すように、物体側より順に、第1レンズ群 G 1 と、第2レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、第3レンズ群 G 3 と、第4レンズ群 G 4 と、第5レンズ群 G 5 と、を有している。

【0241】

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正メニスカスレンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 (光学素子B)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 (屈折光学素子A)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレン

50

ズ L 4 (光学素子 C) 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。ここで、第 1 レンズ群 G 1 の接合レンズの屈折光学素子 A の部分分散比 (g_{F_A}) は 0.761 である。また、屈折光学素子 A のアッペ数 (d_A) は 17.01 である。

【0242】

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 と両凸正レンズ L 8 との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ 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。なお、L 7 は接合面である。

【0243】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 10 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 11 と、両凸正レンズ L 12 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 13 と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

10

【0244】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 14 と両凹負レンズ L 16 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。なお、L 15 は接合面である。

【0245】

第 5 レンズ群 G 5 は、物体側より順に、両凸正レンズ L 17 で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0246】

20

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 は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第 5 レンズ群は固定している。明るさ絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 とともに移動する。

【0247】

非球面は、第 2 レンズ群 G 2 の像側の負メニスカスレンズ L 9 の像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の物体側の両凸正レンズ L 10 の物体側の面と像側の負メニスカスレンズ L 13 の両面と、第 5 レンズ群 G 5 の両凸正レンズ L 17 の両面と、の 6 面に設けられている。

【0248】

次に、本発明の実施例 15 にかかる結像光学系について説明する。図 29 は本発明の実施例 15 にかかる結像光学系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

【0249】

図 30 は実施例 15 にかかる結像光学系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。

【0250】

実施例 15 の結像光学系は、図 29 に示すように、物体側より順に、第 1 レンズ群 G 1 と、第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、第 3 レンズ群 G 3 と、第 4 レンズ群 G 4 と、第 5 レンズ群 G 5 と、を有している。

40

【0251】

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正メニスカスレンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 (光学素子 B) と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 (屈折光学素子 A) と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 (光学素子 C) 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。ここで、第 1 レンズ群 G 1 の接合レンズの屈折光学素子 A の部分分散比 (g_{F_A}) は 0.817 である。また、屈折光学素子 A のアッペ数 (d_A) は 16.99 である。

【0252】

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 と両凸正レンズ L 8 との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニ

50

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。なお、L 7は接合面である。

【0253】

第3レンズ群G 3は、物体側より順に、両凸正レンズL 10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 11と、両凸正レンズL 12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 13と、で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0254】

第4レンズ群G 4は、物体側より順に、両凸正レンズL 14と両凹負レンズL 16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。なお、L 15は接合面である。

【0255】

第5レンズ群G 5は、物体側より順に、両凸正レンズL 17で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0256】

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は像側へ移動した後、移動量は僅かとなりほぼ固定の状態となる。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は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第5レンズ群G 5は固定されている。明るさ絞りSは、第3レンズ群G 3とともに移動する。

【0257】

非球面は、第2レンズ群G 2の像側の負メニスカスレンズL 9の像側の面と、第3レンズ群G 3の物体側の両凸正レンズL 10の物体側の面と像側の負メニスカスレンズL 13の両面と、第5レンズ群G 5の両凸正レンズL 17の両面と、の6面に設けられている。

【0258】

次に、本発明の実施例16にかかる結像光学系について説明する。図31は本発明の実施例16にかかる結像光学系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。

【0259】

図32は実施例16にかかる結像光学系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。

【0260】

実施例16の結像光学系は、図31に示すように、物体側より順に、第1レンズ群G 1と、第2レンズ群G 2と、開口絞りSと、第3レンズ群G 3と、第4レンズ群G 4と、第5レンズ群G 5と、を有している。

【0261】

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正メニスカスレンズL 1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2(光学素子B)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 3(屈折光学素子A)と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4(光学素子C)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。ここで、第1レンズ群G 1の接合レンズの屈折光学素子Aの部分分散比(g_{FA})は0.817である。また、屈折光学素子Aのアッペ数(d_A)は23.36である。

【0262】

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と両凸正レンズL 8との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ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。なお、L 7は接合面である。

【0263】

第3レンズ群G 3は、物体側より順に、両凸正レンズL 10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 11と、両凸正レンズL 12と、物体側に凸面を向けた負メニスカ

10

20

30

40

50

スレンズ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。

【0 2 6 4】

第4レンズ群G 4は、物体側より順に、両凸正レンズL 1 4と両凹負レンズL 1 6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。なお、L 1 5は接合面である。

【0 2 6 5】

第5レンズ群G 5は、物体側より順に、両凸正レンズL 1 7で構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【0 2 6 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は物体側へ移動する。第2レンズ群G 2は像側へ移動した後、移動量はわずかとなりほぼ固定の状態となる。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は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第5レンズ群G 5は固定されている。明るさ絞りSは、第3レンズ群G 3とともに移動する。

10

【0 2 6 7】

非球面は、第2レンズ群G 2の像側の負メニスカスレンズL 9の像側の面と、第3レンズ群G 3の物体側の両凸正レンズL 1 0の物体側の面と像側の負メニスカスレンズL 1 3の両面と、第5レンズ群G 5の両凸正レンズL 1 7の両面と、の6面に設けられている。

【0 2 6 8】

次に、上記各実施例の結像光学系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、n d 1、n d 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、F n o .はFナンバー、fは全系焦点距離、D 0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、aspは非球面、STOは絞りをそれぞれ示している。

20

【0 2 6 9】

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A 4、A 6、A 8、A 1 0としたとき、次の式(I)で表される。

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K)(y / r)^2\}^{1/2}] + A 4 y^4 + A 6 y^6 + A 8 y^8 + A 1 0 y^{10} \dots (I)$$

30

また、Eは1 0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。

【0 2 7 0】

なお、以下の数値実施例において、射出瞳位置Aはレンズ最終面からの射出瞳位置、射出瞳位置Bは像面からの射出瞳位置を示している。

【0 2 7 1】

数値実施例1

単位 mm

面データ

40

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1	57.000	1.00	1.80810	22.76	17.50
2	31.922	1.00	1.63387	23.38	16.05
3	39.229	4.40	1.49700	81.54	16.00
4	1466.041	0.10			15.50
5	36.008	3.76	1.65160	58.55	14.42
6	121.871	可変			14.00
7	73.573	1.10	1.88300	40.76	9.19
8	7.653	4.79			6.47

50

9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.37	
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.35	
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.36	
12	-12.684	1.15			6.40	
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.63	
14*	-175.425	可変			5.66	
15(絞リ)		1.30			3.94	
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.60	
17	-78.051	0.10			4.61	
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.59	10
19	10.632	1.42			4.29	
20	14.230	3.12	1.49700	81.54	4.56	
21	-36.985	0.64			4.60	
22*	69.435	1.36	1.53071	55.69	4.58	
23*	34.607	可変			4.58	
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.85	
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.72	
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.72	
27	76.031	可変			4.67	
28*	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.16	20
29*	-67.939	1.09			4.07	
30		4.00	1.51680	64.20	4.01	
31		1.05			3.85	
像面						

非球面データ

第14面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-9.19823e-05,A6=-8.80923e-07,A8=4.39702e-08,A10=-1.24247e-09

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,
A12=3.59187e-11

第22面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

第23面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-1.09771e-04,A6=5.91402e-06,A8=-5.09130e-07,A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

第28面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=8.15873e-04,A6=4.82675e-06,A8=-2.20386e-06,A10=4.10510e-08

第29面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.26016e-03,A6=1.60282e-05,A8=-3.90922e-06,A10=7.56282e-08

各種データ

ズーム比 17.94

30

40

50

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.68	19.73	83.85
F N O .	2.66	4.04	4.20
画角 2	78.04	20.13	4.80
像高	3.6	3.6	3.6
レンズ全長	83.15	99.31	113.64
BF	4.78	4.68	4.78

d6	1.00	18.10	36.91
d14	25.86	8.76	2.30
d23	1.28	9.91	9.55
d27	5.68	13.31	15.55

入射瞳位置	19.02	62.76	288.40
射出瞳位置A	-31.23	-88.71	-95.31
射出瞳位置B	-36.01	-93.39	-100.10
前側主点位置	23.09	78.33	302.00
後側主点位置	-3.62	-18.78	-82.80

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離
L1	1	-91.42
L2	2	256.77
L3	3	81.02
L4	5	77.10
L5	7	-9.75
L6	9	-11.00
L7	10	8.81E+04
L8	11	8.73
L9	13	-15.96
L10	16	16.37
L11	18	-21.82
L12	20	21.10
L13	22	-131.79
L14	24	33.38
L15	25	8.13E+06
L16	26	-57.61
L17	28	87.85

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	56.6886	10.2644	1.9306	-4.5773
2	7	-6.8387	13.5160	1.8939	-7.0311
3	15	17.3424	15.6380	1.5104	-9.6395
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624
群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率	
1	1	0.0000	0.0000	0.0000	
2	7	-0.1614	-0.2705	-1.0566	
3	15	-0.6938	-2.0059	-2.2929	

10

20

30

40

50

4 24 0.7821 0.6803 0.6483
 5 28 0.9418 0.9429 0.9418

【 0 2 7 2 】

数值实施例2

单位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						
1	62.000	1.00	1.79925	24.62	17.10	10
2	32.285	0.97	1.63387	23.38	15.66	
3	37.493	4.42	1.49700	81.54	15.51	
4	5089.283	0.10			15.50	
5	35.495	3.22	1.65160	58.55	14.25	
6	139.627	可変			14.00	
7	72.020	1.10	1.88300	40.76	9.21	
8	7.692	4.79			6.51	
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.41	
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.42	
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.42	20
12	-12.684	1.15			6.47	
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.73	
14*	-100.567	可変			5.78	
15(絞り)		1.30			3.94	
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.59	
17	-78.051	0.10			4.59	
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.57	
19	10.504	1.42			4.26	
20	13.924	3.12	1.49700	81.54	4.53	
21	-36.985	0.64			4.57	30
22*	73.125	1.36	1.53071	55.69	4.54	
23*	35.555	可変			4.55	
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.84	
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.71	
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.71	
27	76.031	可変			4.66	
28*	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.17	
29*	-67.939	1.09			4.09	
30		4.00	1.51680	64.20	4.02	
31		1.05			3.86	40
像面						

非球面データ

第14面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-9.19823e-05,A6=-8.80923e-07,A8=4.39702e-08,A10=-1.24247e-09

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,
 A12=3.59187e-11

第 2 2 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

第 2 3 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-1.09771e-04,A6=5.91402e-06,A8=-5.09130e-07,A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

第 2 8 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=8.15873e-04,A6=4.82675e-06,A8=-2.20386e-06,A10=4.10510e-08

第 2 9 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.26016e-03,A6=1.60282e-05,A8=-3.90922e-06,A10=7.56282e-08

各種データ

ズーム比	17.94		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.67	19.66	83.74
F N O .	2.63	4.04	4.18
画角 2	78.21	20.19	4.79
像高	3.6	3.6	3.6
レンズ全長	82.81	97.59	113.67
BF	4.78	4.67	4.78
d6	1.00	17.41	37.50
d14	26.37	8.20	2.30
d23	1.29	10.69	15.74
d27	5.38	12.61	9.35
入射瞳位置	18.42	57.36	285.45
射出瞳位置A	-30.74	-91.92	-127.85
射出瞳位置B	-35.52	-96.60	-132.63
前側主点位置	22.48	73.02	316.32
後側主点位置	-3.62	-18.71	-82.69

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離
L1	1	-85.56
L2	2	341.89
L3	3	75.98
L4	5	72.16
L5	7	-9.83
L6	9	-11.00
L7	10	8.81E+04
L8	11	8.73
L9	13	-16.87
L10	16	16.37
L11	18	-21.39
L12	20	20.78

10

20

30

40

50

L13	22	-132.06
L14	24	33.38
L15	25	8.13E+06
L16	26	-57.61
L17	28	87.85

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	56.6370	9.7109	2.3763	-3.8229
2	7	-7.2149	13.5160	1.7381	-7.3581
3	15	17.3869	15.6380	1.5315	-9.6365
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624
群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率	
1	1	0.0000	0.0000	0.0000	
2	7	-0.1683	-0.2728	-1.1349	
3	15	-0.6611	-1.9566	-1.8888	
4	24	0.7863	0.6898	0.7324	
5	28	0.9418	0.9430	0.9418	

10

【 0 2 7 3 】

20

数値実施例3

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1	63.000	1.80	1.84666	23.78	17.50
2	32.204	1.20	1.63387	23.38	15.68
3	40.265	4.14	1.49700	81.54	15.55
4	27463.875	0.10			15.50
5	37.567	3.28	1.65160	58.55	14.24
6	200.415	可変			14.00
7	74.158	1.10	1.88300	40.76	9.19
8	7.718	4.79			6.50
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.40
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.39
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.39
12	-12.684	1.15			6.43
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.67
14*	-109.547	可変			5.70
15(絞リ)		1.30			3.71
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.30
17	-78.051	0.10			4.32
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.31
19	10.557	1.42			4.04
20	14.095	3.12	1.49700	81.54	4.31
21	-36.985	0.64			4.37
22*	55.696	1.36	1.53071	55.69	4.34
23*	41.000	可変			4.33
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.57

30

40

50

25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.43
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.43
27	76.031	可変			4.37
28*	10184.593	1.63	1.53071	55.69	4.00
29*	-6651.678	1.09			3.90
30		4.00	1.51680	64.20	3.88
31		0.97			3.82

像面

非球面データ

10

第14面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-9.19823e-05,A6=-8.80923e-07,A8=6.14733e-08,A10=-1.47363e-09

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,
A12=3.59187e-11

第22面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

20

第23面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-1.09771e-04,A6=5.91402e-06,A8=-5.09130e-07,A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

第28面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=8.15873e-04,A6=4.82675e-06,A8=-2.20386e-06,A10=4.10510e-08

第29面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.26016e-03,A6=1.60282e-05,A8=-3.90922e-06,A10=7.56282e-08

30

各種データ

ズーム比

17.67

広角

中間

望遠

焦点距離

4.69

18.54

82.94

FNO.

2.80

4.35

4.48

画角2

77.51

21.36

4.83

像高

3.6

3.6

3.6

レンズ全長

82.66

96.73

113.93

40

BF

4.70

4.68

4.77

d6

1.00

15.92

37.92

d14

25.89

8.47

2.30

d23

1.33

16.32

18.37

d27

4.95

6.53

5.77

入射瞳位置

18.85

52.10

283.92

射出瞳位置A

-23.33

-52.47

-56.89

射出瞳位置B

-28.02

-57.15

-61.66

50

前側主点位置	22.76	64.62	255.30
後側主点位置	-3.72	-17.58	-81.89

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離	
L1	1	-79.96	
L2	2	239.90	
L3	3	81.13	
L4	5	70.39	
L5	7	-9.83	10
L6	9	-11.00	
L7	10	8.81E+04	
L8	11	8.73	
L9	13	-16.69	
L10	16	16.37	
L11	18	-21.56	
L12	20	20.96	
L13	22	-302.49	
L14	24	33.38	
L15	25	8.13E+06	20
L16	26	-57.61	
L17	28	7582.04	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	57.5126	10.5191	2.6843	-3.9664	
2	7	-7.1497	13.5160	1.7695	-7.2924	
3	15	16.7976	15.6380	2.1778	-9.3324	
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304	
5	28	7582.0431	6.7160	0.6430	-4.1461	30
群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率		
1	1	0.0000	0.0000	0.0000		
2	7	-0.1639	-0.2491	-1.0654		
3	15	-0.6249	-1.6678	-1.7247		
4	24	0.7975	0.7764	0.7854		
5	28	0.9993	0.9993	0.9993		

【 0 2 7 4 】

数値実施例4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						
1	62.850	1.80	1.84666	23.78	17.50	
2	32.458	0.96	1.63387	23.38	15.81	
3	39.959	4.46	1.49700	81.54	15.76	
4	64797.253	0.10			15.50	
5	36.389	3.26	1.65160	58.55	14.24	
6	168.319	可変			14.00	
7	79.899	1.10	1.88300	40.76	9.21	50

8	8.096	4.79			6.60
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.42
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.32
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.32
12	-12.684	1.15			6.32
13	-11.367	0.80	1.77250	49.60	5.34
14*	-74.335	可変			5.30
15(絞リ)		1.30			3.71
16*	10.473	4.93	1.58913	61.14	4.30
17	-77.941	0.10			4.30
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.29
19	10.091	1.42			4.00
20	13.652	3.12	1.49700	81.54	4.28
21	-36.985	0.64			4.34
22*	42.769	1.36	1.53071	55.69	4.32
23*	30.853	可変			4.27
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.50
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.37
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.37
27	76.031	可変			4.32
28*	49643.204	1.63	1.53071	55.69	3.97
29*	-13944.453	1.09			3.88
30		4.00	1.51680	64.20	3.86
31		0.98			3.81

像面

非球面データ

第14面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-9.19823e-05,A6=9.42847e-07,A8=-3.71864e-08,A10=9.09734e-11

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.52073e-06,A8=1.18883e-07,A10=-6.93748e-09,A12=1.46452e-10

第22面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-3.13848e-04,A6=8.15347e-06,A8=-8.59408e-08,A10=-1.12593e-08,A12=5.16580e-10

第23面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.06308e-04,A6=8.95087e-06,A8=-7.33310e-08,A10=-1.52174e-08,A12=7.32559e-10

第28面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=8.15873e-04,A6=4.82675e-06,A8=-3.85528e-06,A10=1.27474e-07

第29面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.26016e-03,A6=1.60282e-05,A8=-5.99523e-06,A10=1.80459e-07

各種データ

10

20

30

40

50

ズーム比	17.43		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.78	19.52	83.30
F N O .	2.79	3.95	4.02
画角 2	76.54	20.31	4.82
像高	3.6	3.6	3.6
レンズ全長	84.07	96.08	108.53
BF	4.70	4.69	4.77

d6	1.00	19.57	38.43
d14	27.80	9.25	2.30
d23	0.83	8.81	13.76
d27	4.87	8.89	4.41

10

入射瞳位置	19.51	67.92	312.80
射出瞳位置A	-22.11	-38.51	-43.63
射出瞳位置B	-26.81	-43.20	-48.39
前側主点位置	23.43	78.62	252.71
後側主点位置	-3.80	-18.56	-82.26

20

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離
L1	1	-81.49
L2	2	259.86
L3	3	80.45
L4	5	70.56
L5	7	-10.28
L6	9	-11.00
L7	10	8.81E+04
L8	11	8.73
L9	13	-17.47
L10	16	16.00
L11	18	-20.03
L12	20	20.48
L13	22	-217.26
L14	24	33.38
L15	25	8.13E+06
L16	26	-57.61
L17	28	2.05E+04

30

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	57.3912	10.5821	2.6900	-4.0128
2	7	-7.7120	13.5160	1.6628	-7.5497
3	15	16.9982	15.6380	1.7886	-9.5387
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304
5	28	2.05E+04	6.7160	0.8298	-3.9592

群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率
1	1	0.0000	0.0000	0.0000

50

2	7	-0.1793	-0.3156	-1.3830
3	15	-0.5815	-1.4483	-1.3058
4	24	0.7985	0.7442	0.8039
5	28	0.9998	0.9998	0.9998

【 0 2 7 5 】

数值实施例5

单位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						
1	69.500	1.25	1.80810	22.76	17.50	
2	30.782	1.24	1.70000	17.00	15.72	
3	39.414	4.22	1.49700	81.54	15.65	
4	54830.052	0.10			15.50	
5	36.565	3.57	1.63246	63.76	15.21	
6	160.922	可変			15.00	
7	53.792	1.10	1.88300	40.76	9.09	
8	7.556	4.79			6.45	
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.36	20
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.37	
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.37	
12	-12.684	1.15			6.42	
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.71	
14*	-163.375	可変			5.76	
15(絞り)		1.30			3.94	
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.60	
17	-78.051	0.10			4.61	
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.59	
19	10.632	1.42			4.28	30
20	14.230	3.12	1.49700	81.54	4.55	
21	-36.985	0.64			4.60	
22*	65.138	1.36	1.53071	55.69	4.57	
23*	34.607	可変			4.57	
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.84	
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.71	
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.71	
27	76.031	可変			4.66	
28*	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.16	
29*	-67.939	1.09			4.07	40
30		4.00	1.51680	64.20	4.01	
31		1.06			3.84	
像面						

非球面データ

第14面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-9.19823e-05,A6=-8.80923e-07,A8=4.39702e-08,A10=-1.24247e-09

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,
A12=3.59187e-11

第 2 2 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

第 2 3 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-1.09771e-04,A6=5.91402e-06,A8=-5.09130e-07,A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

10

第 2 8 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=8.15873e-04,A6=4.82675e-06,A8=-2.20386e-06,A10=4.10510e-08

第 2 9 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.26016e-03,A6=1.60282e-05,A8=-3.90922e-06,A10=7.56282e-08

各種データ

ズーム比	19.35		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.73	19.71	91.55
F N O .	2.65	3.86	3.92
画角 2	76.67	20.09	4.39
像高	3.6	3.6	3.6
レンズ全長	82.59	101.51	116.35
BF	4.78	4.67	4.64
d6	1.00	21.88	42.48
d14	25.16	9.09	2.30
d23	1.29	8.78	10.30
d27	5.70	12.42	11.96
入射瞳位置	18.68	72.96	365.56
射出瞳位置A	-31.42	-78.06	-86.62
射出瞳位置B	-36.20	-82.73	-91.26
前側主点位置	22.79	87.98	365.26
後側主点位置	-3.68	-18.76	-90.64

20

30

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離
L1	1	-69.38
L2	2	189.59
L3	3	79.36
L4	5	73.99
L5	7	-10.07
L6	9	-11.00
L7	10	8.81E+04
L8	11	8.73
L9	13	-16.05
L10	16	16.37

40

50

L11	18	-21.82
L12	20	21.10
L13	22	-141.31
L14	24	33.38
L15	25	8.13E+06
L16	26	-57.61
L17	28	87.85

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	61.3953	10.3740	2.4935	-4.0821	10
2	7	-7.0582	13.5160	1.9369	-7.0177	
3	15	17.2656	15.6380	1.5888	-9.6007	
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304	
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624	

群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率	
1	1	0.0000	0.0000	0.0000	
2	7	-0.1492	-0.2670	-1.2089	
3	15	-0.7016	-1.8410	-1.8702	20
4	24	0.7818	0.6924	0.6991	
5	28	0.9417	0.9430	0.9434	

【 0 2 7 6 】

数値実施例6

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						
1	62.800	2.48	1.92286	18.90	18.30	30
2	30.887	1.51	1.73000	15.00	17.25	
3	39.169	5.31	1.51823	58.90	17.14	
4	-627.430	0.10			15.50	
5	32.048	3.93	1.64000	60.08	15.19	
6	122.361	可変			15.00	
7	86.349	1.10	1.88300	40.76	8.93	
8	7.578	4.79			6.23	
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	5.96	
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	5.86	
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	5.86	40
12	-12.684	1.15			5.90	
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.29	
14*	-223.647	可変			5.32	
15(絞り)		1.30			3.94	
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.60	
17	-78.051	0.10			4.61	
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.59	
19	10.632	1.42			4.28	
20	14.230	3.12	1.49700	81.54	4.55	
21	-36.985	0.64			4.60	50

22*	75.399	1.36	1.53071	55.69	4.57
23*	34.607	可変			4.58
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.80
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.68
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.68
27	76.031	可変			4.64
28*	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.14
29*	-67.939	1.09			4.06
30		4.00	1.51680	64.20	4.00
31		0.97			3.84

10

像面

非球面データ

第14面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-9.19823e-05,A6=-8.80923e-07,A8=4.39702e-08,A10=-1.24247e-09

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,
A12=3.59187e-11

第22面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

第23面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-1.09771e-04,A6=5.91402e-06,A8=-5.09130e-07,A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

第28面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=8.15873e-04,A6=4.82675e-06,A8=-2.20386e-06,A10=4.10510e-08

第29面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.26016e-03,A6=1.60282e-05,A8=-3.90922e-06,A10=7.56282e-08

各種データ

ズーム比	19.87		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.68	19.29	92.93
FNO.	2.69	3.82	3.97
画角2	77.36	20.54	4.33
像高	3.6	3.6	3.6
レンズ全長	86.66	101.23	112.35
BF	4.70	4.69	4.70
d6	1.00	18.85	35.56
d14	26.09	9.99	2.30
d23	1.29	6.60	8.83
d27	5.95	13.47	13.35

30

40

50

入射瞳位置	21.18	73.90	337.46
射出瞳位置A	-31.58	-68.65	-80.95
射出瞳位置B	-36.28	-73.34	-85.64
前側主点位置	25.25	88.12	329.55
後側主点位置	-3.71	-18.32	-91.96

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離	
L1	1	-68.41	
L2	2	185.77	10
L3	3	71.34	
L4	5	66.71	
L5	7	-9.47	
L6	9	-11.00	
L7	10	8.81E+04	
L8	11	8.73	
L9	13	-15.72	
L10	16	16.37	
L11	18	-21.82	
L12	20	21.10	20
L13	22	-121.94	
L14	24	33.38	
L15	25	8.13E+06	
L16	26	-57.61	
L17	28	87.85	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	53.8598	13.3306	3.2158	-5.0784	
2	7	-6.5877	13.5160	1.8976	-6.9725	30
3	15	17.4353	15.6380	1.4155	-9.6864	
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304	
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624	

群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率	
1	1	0.0000	0.0000	0.0000	
2	7	-0.1676	-0.3071	-1.3903	
3	15	-0.7048	-1.8250	-1.9374	
4	24	0.7797	0.6779	0.6795	
5	28	0.9427	0.9427	0.9427	40

【 0 2 7 7 】

数値実施例7

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						
1	65.000	1.24	1.90680	21.15	17.50	
2	30.035	1.51	1.70010	17.01	15.79	
3	40.312	4.21	1.49700	81.54	15.69	50

4	906535.175	0.10			15.50	
5	34.058	3.95	1.64000	60.08	15.23	
6	177.217	可変			15.00	
7	56.111	1.10	1.88300	40.76	9.02	
8	7.464	4.79			6.37	
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.28	
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.28	
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.28	
12	-12.684	1.15			6.33	
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.64	10
14*	-167.135	可変			5.69	
15(絞リ)		1.30			3.94	
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.60	
17	-78.051	0.10			4.60	
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.58	
19	10.632	1.42			4.27	
20	14.230	3.12	1.49700	81.54	4.54	
21	-36.985	0.64			4.59	
22*	75.391	1.36	1.53071	55.69	4.56	
23*	34.607	可変			4.56	20
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.82	
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.70	
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.70	
27	76.031	可変			4.65	
28*	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.14	
29*	-67.939	1.09			4.05	
30		4.00	1.51680	64.20	3.99	
31		1.03			3.84	

像面

30

非球面データ

第14面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-9.19823e-05,A6=-8.80923e-07,A8=4.39702e-08,A10=-1.24247e-09

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,
A12=3.59187e-11

第22面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

第23面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-1.09771e-04,A6=5.91402e-06,A8=-5.09130e-07,A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

第28面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=8.15873e-04,A6=4.82675e-06,A8=-2.20386e-06,A10=4.10510e-08

第29面

50

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=1.26016e-03, A6=1.60282e-05, A8=-3.90922e-06, A10=7.56282e-08

各種データ

ズーム比	19.38				
	広角	中間	望遠		
焦点距離	4.77	19.30	92.38		
FNO.	2.70	3.84	4.00		
画角2	76.06	20.50	4.35		
像高	3.6	3.6	3.6		10
レンズ全長	83.78	100.95	114.80		
BF	4.76	4.70	4.76		
d6	1.00	20.75	39.70		
d14	25.44	9.73	2.30		
d23	1.33	7.55	10.06		
d27	5.95	12.92	12.68		
入射瞳位置	19.14	72.54	346.58		
射出瞳位置A	-31.66	-71.85	-86.80		20
射出瞳位置B	-36.42	-76.55	-91.56		
前側主点位置	23.29	86.98	345.75		
後側主点位置	-3.74	-18.32	-91.35		

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離			
L1	1	-62.63			
L2	2	158.66			
L3	3	81.11			
L4	5	65.17			30
L5	7	-9.86			
L6	9	-11.00			
L7	10	8.81E+04			
L8	11	8.73			
L9	13	-16.02			
L10	16	16.37			
L11	18	-21.82			
L12	20	21.10			
L13	22	-121.95			
L14	24	33.38			40
L15	25	8.13E+06			
L16	26	-57.61			
L17	28	87.85			

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	58.1432	11.0180	2.7809	-4.1469	
2	7	-6.9234	13.5160	1.9148	-7.0295	
3	15	17.4352	15.6380	1.4156	-9.6863	
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304	50

5 28 87.8520 6.7160 0.7294 -4.0624

群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率
1	1	0.0000	0.0000	0.0000
2	7	-0.1568	-0.2837	-1.2677
3	15	-0.7128	-1.8119	-1.9351
4	24	0.7789	0.6852	0.6876
5	28	0.9420	0.9426	0.9420

【 0 2 7 8 】

数值実施例8

10

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1	58.500	2.40	1.92286	20.88	18.00
2	31.247	1.49	1.70010	17.01	17.33
3	39.455	5.22	1.49700	81.54	17.22
4	-963.692	0.10			15.50
5	32.658	3.81	1.63246	63.76	15.19
6	123.526	可変			15.00
7	80.785	1.10	1.88300	40.76	9.11
8	7.591	4.79			6.33
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.11
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	5.97
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	5.97
12	-12.684	1.15			5.93
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.29
14*	-235.968	可変			5.32
15(絞り)		1.30			3.94
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.60
17	-78.051	0.10			4.60
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.58
19	10.632	1.42			4.28
20	14.230	3.12	1.49700	81.54	4.55
21	-36.985	0.64			4.59
22*	75.823	1.36	1.53071	55.69	4.56
23*	34.607	可変			4.57
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.82
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.70
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.70
27	76.031	可変			4.65
28*	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.14
29*	-67.939	1.09			4.06
30		4.00	1.51680	64.20	4.00
31		1.01			3.84

20

30

40

像面

非球面データ

第14面

50

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-9.19823e-05,A6=-8.80923e-07,A8=4.39702e-08,A10=-1.24247e-09

第 1 6 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,
A12=3.59187e-11

第 2 2 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

第 2 3 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-1.09771e-04,A6=5.91402e-06,A8=-5.09130e-07,A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

第 2 8 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=8.15873e-04,A6=4.82675e-06,A8=-2.20386e-06,A10=4.10510e-08

第 2 9 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.26016e-03,A6=1.60282e-05,A8=-3.90922e-06,A10=7.56282e-08

各種データ

ズーム比	19.83		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.68	19.29	92.91
F N O .	2.69	3.81	4.06
画角 2	77.24	20.54	4.33
像高	3.6	3.6	3.6
レンズ全長	86.39	101.63	113.69
BF	4.74	4.72	4.73

d6	1.00	19.45	36.13
d14	26.13	10.19	2.30
d23	1.31	6.96	9.11
d27	5.90	13.00	14.11

入射瞳位置	21.11	75.92	333.28
射出瞳位置A	-31.52	-68.98	-85.70
射出瞳位置B	-36.26	-73.70	-90.43
前側主点位置	25.19	90.16	330.73
後側主点位置	-3.67	-18.30	-91.91

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離
L1	1	-75.89
L2	2	199.64
L3	3	76.40
L4	5	69.07
L5	7	-9.56
L6	9	-11.00

10

20

30

40

50

L7	10	8.81E+04
L8	11	8.73
L9	13	-15.67
L10	16	16.37
L11	18	-21.82
L12	20	21.10
L13	22	-121.35
L14	24	33.38
L15	25	8.13E+06
L16	26	-57.61
L17	28	87.85

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	54.9139	13.0201	3.0049	-5.1808
2	7	-6.6219	13.5160	1.9195	-6.9448
3	15	17.4414	15.6380	1.4093	-9.6895
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624

20

群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率
1	1	0.0000	0.0000	0.0000
2	7	-0.1648	-0.3045	-1.3073
3	15	-0.7046	-1.7905	-2.0539
4	24	0.7799	0.6838	0.6687
5	28	0.9423	0.9424	0.9423

【 0 2 7 9 】

数値実施例9

単位 mm

30

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1	59.000	1.79	1.80810	22.76	18.20
2	31.331	1.28	1.63336	23.36	16.26
3	39.158	4.66	1.49700	81.54	16.14
4	101891.855	0.10			15.50
5	34.060	3.31	1.64000	60.08	14.35
6	114.503	可変			14.00
7	63.862	1.10	1.88300	40.76	9.33
8	7.573	4.79			6.51
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.42
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.42
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.43
12	-12.684	1.15			6.47
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.70
14*	-239.828	可変			5.74
15(絞り)		1.30			3.94
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.59
17	-78.051	0.10			4.60

40

50

18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.57
19	10.632	1.42			4.27
20	14.230	3.12	1.49700	81.54	4.53
21	-36.985	0.64			4.58
22 [*]	80.887	1.36	1.53071	55.69	4.55
23 [*]	34.607	可変			4.55
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.80
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.68
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.68
27	76.031	可変			4.63
28 [*]	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.13
29 [*]	-67.939	1.09			4.05
30		4.00	1.51680	64.20	3.99
31		0.97			3.84

像面

非球面データ

第 1 4 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-9.19823e-05,A6=-8.80923e-07,A8=4.39702e-08,A10=-1.24247e-09

第 1 6 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,
A12=3.59187e-11

第 2 2 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

第 2 3 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-1.09771e-04,A6=5.91402e-06,A8=-5.09130e-07,A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

第 2 8 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=8.15873e-04,A6=4.82675e-06,A8=-2.20386e-06,A10=4.10510e-08

第 2 9 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.26016e-03,A6=1.60282e-05,A8=-3.90922e-06,A10=7.56282e-08

各種データ

ズーム比

19.87

広角

中間

望遠

焦点距離

4.68

19.29

92.90

F N O .

2.70

3.82

4.00

画角 2

77.39

20.56

4.33

像高

3.6

3.6

3.6

レンズ全長

84.77

101.03

112.41

BF

4.70

4.69

4.70

d6

1.00

20.41

37.78

10

20

30

40

50

d14	26.39	10.44	2.30
d23	1.27	7.49	7.58
d27	5.98	12.56	14.63

入射瞳位置	19.71	75.82	340.35
射出瞳位置A	-31.43	-70.07	-77.54
射出瞳位置B	-36.13	-74.76	-82.24
前側主点位置	23.78	90.13	328.31
後側主点位置	-3.70	-18.33	-91.92

10

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離
L1	1	-85.13
L2	2	232.73
L3	3	78.82
L4	5	74.56
L5	7	-9.82
L6	9	-11.00
L7	10	8.81E+04
L8	11	8.73
L9	13	-15.66
L10	16	16.37
L11	18	-21.82
L12	20	21.10
L13	22	-115.14
L14	24	33.38
L15	25	8.13E+06
L16	26	-57.61
L17	28	87.85

20

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	56.2753	11.1418	2.4952	-4.5895
2	7	-6.7699	13.5160	1.9676	-6.9046
3	15	17.5094	15.6380	1.3398	-9.7238
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624

群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率
1	1	0.0000	0.0000	0.0000
2	7	-0.1614	-0.3004	-1.3104
3	15	-0.7007	-1.7540	-2.0181
4	24	0.7794	0.6902	0.6621
5	28	0.9427	0.9427	0.9427

40

【 0 2 8 0 】
 数值実施例10
 単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
-----	---	---	----	---	----

50

物面

1	60.982	5.35	1.64850	53.02	24.00	
2	495.744	0.19			23.38	
3	31.172	1.28	1.92286	18.90	17.70	
4	22.227	1.77	1.63387	23.38	16.35	
5	26.877	5.23	1.49700	81.54	16.31	
6	101.913	可変			16.00	
7	303.814	1.10	1.88300	40.76	9.68	
8	8.312	4.79			6.82	
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.71	10
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.69	
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.69	
12	-12.684	1.15			6.72	
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.72	
14*	-230.432	可変			5.72	
15(絞リ)		1.30			3.39	
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	3.96	
17	-78.051	0.10			4.06	
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.07	
19	10.295	1.42			3.87	20
20	12.826	3.12	1.49700	81.54	4.21	
21	-36.985	0.64			4.29	
22*	39.207	1.36	1.53071	55.69	4.29	
23*	33.196	可変			4.28	
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.60	
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.47	
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.47	
27	76.031	可変			4.41	
28*	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.17	
29*	-67.939	1.09			4.09	30
30		4.00	1.51680	64.20	4.02	
31		1.05			3.85	

像面

非球面データ

第 1 4 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-7.99095e-05,A6=-9.37486e-07,A8=4.32991e-08,A10=-1.00218e-09

第 1 6 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,
A12=3.59187e-11

第 2 2 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

第 2 3 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-1.09771e-04,A6=5.91402e-06,A8=-5.09130e-07,A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

40

50

第 2 8 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=8.15873e-04,A6=4.82675e-06,A8=-2.20386e-06,A10=4.10510e-08

第 2 9 面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.26016e-03,A6=1.60282e-05,A8=-3.90922e-06,A10=7.56282e-08

各種データ

ズーム比	17.36			
	広角	中間	望遠	10
焦点距離	4.86	20.12	84.44	
F N O .	2.83	4.26	5.31	
画角 2	75.01	19.69	4.72	
像高	3.6	3.6	3.6	
レンズ全長	84.06	98.77	118.56	
BF	4.78	4.67	4.67	
d6	1.00	16.79	33.06	
d14	24.28	7.94	2.30	
d23	1.62	13.90	29.38	20
d27	4.26	7.36	1.04	
入射瞳位置	24.63	73.25	271.77	
射出瞳位置A	-31.43	-104.20	3257.46	
射出瞳位置B	-36.21	-108.87	3252.79	
前側主点位置	28.84	89.66	358.40	
後側主点位置	-3.81	-19.17	-83.49	

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離		30
L1	1	106.71		
L2	3	-90.15		
L3	4	176.57		
L4	5	71.79		
L5	7	-9.69		
L6	9	-11.00		
L7	10	8.81E+04		
L8	11	8.73		
L9	13	-15.69		
L10	16	16.37		40
L11	18	-20.69		
L12	20	19.57		
L13	22	-442.74		
L14	24	33.38		
L15	25	8.13E+06		
L16	26	-57.61		
L17	28	87.85		

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置	50
---	----	------	-------	--------	--------	----

1	1	58.8815	13.8227	-1.3148	-9.6007
2	7	-6.7026	13.5160	1.8901	-6.9662
3	15	16.3471	15.6380	2.4850	-9.1335
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624

群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率
1	1	0.0000	0.0000	0.0000
2	7	-0.1689	-0.2804	-0.8784
3	15	-0.6482	-1.6981	-2.0449
4	24	0.8014	0.7610	0.8466
5	28	0.9418	0.9430	0.9430

10

【 0 2 8 1 】

数值実施例11

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1	59.963	4.20	1.49700	81.54	18.60
2	2486.142	0.10			17.76
3	41.700	0.99	1.84666	23.78	15.50
4	25.367	0.72	1.63387	23.38	14.76
5	28.640	4.19	1.67790	55.34	14.74
6	111.334	可変			14.50
7	110.422	1.10	1.88300	40.76	9.11
8	8.083	4.79			6.49
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.24
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.10
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.11
12	-12.684	1.15			6.07
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.08
14*	-125.405	可変			5.00
15(絞り)		1.30			3.48
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.07
17	-78.051	0.10			4.16
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.16
19	10.469	1.42			3.94
20	13.611	3.12	1.49700	81.54	4.25
21	-36.985	0.64			4.33
22*	63.868	1.36	1.53071	55.69	4.33
23*	48.855	可変			4.34
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.65
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.51
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.51
27	76.031	可変			4.46
28*	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.21
29*	-67.939	1.09			4.18
30		4.00	1.51680	64.20	4.09
31		1.05			3.86

30

40

50

像面

非球面データ

第14面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.14579e-05,A6=-1.15665e-06,A8=6.76342e-08,A10=-1.49231e-09

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,
A12=3.59187e-11

第22面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

第23面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-1.09771e-04,A6=5.91402e-06,A8=-5.09130e-07,A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

第28面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=6.47771e-04,A6=-1.69732e-05,A8=-9.26628e-07,A10=1.17663e-08

第29面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.08506e-03,A6=-2.70703e-05,A8=-1.53201e-06,A10=3.10909e-08

各種データ

ズーム比	17.81		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.69	19.67	83.55
F N O .	2.80	4.36	5.11
画角2	78.31	20.25	4.80
像高	3.6	3.6	3.6
レンズ全長	80.70	98.74	120.58
BF	4.78	4.68	4.76

d6	1.00	18.72	39.47
d14	24.31	7.57	2.30
d23	1.61	16.43	28.30
d27	4.52	6.85	1.26

入射瞳位置	19.50	63.53	285.65
射出瞳位置A	-31.80	-132.93	-3328.09
射出瞳位置B	-36.58	-137.61	-3332.85
前側主点位置	23.59	80.39	367.10
後側主点位置	-3.64	-18.72	-82.51

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離
L1	1	123.56
L2	3	-78.69

10

20

30

40

50

L3	4	322.68
L4	5	55.74
L5	7	-9.93
L6	9	-11.00
L7	10	8.81E+04
L8	11	8.73
L9	13	-16.44
L10	16	16.37
L11	18	-21.27
L12	20	20.44
L13	22	-404.32
L14	24	33.38
L15	25	8.13E+06
L16	26	-57.61
L17	28	87.85

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	63.1420	10.1987	-0.1462	-6.3764
2	7	-7.1131	13.5160	1.8043	-7.2056
3	15	16.6070	15.6380	2.4030	-9.2287
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624

20

群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率
1	1	0.0000	0.0000	0.0000
2	7	-0.1518	-0.2442	-0.8487
3	15	-0.6511	-1.7625	-1.9650
4	24	0.7980	0.7677	0.8423
5	28	0.9418	0.9429	0.9420

30

【 0 2 8 2 】

数値実施例12

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1	60.578	3.83	1.49700	81.54	18.70
2	1959.863	0.10			18.64
3	44.600	1.01	1.82114	24.06	15.50
4	24.534	0.78	1.67000	20.00	14.71
5	27.767	4.49	1.69350	53.21	14.69
6	126.235	可変			14.45
7	139.991	1.10	1.88300	40.76	9.75
8	8.467	4.79			6.96
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.87
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.85
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.86
12	-12.684	1.15			6.88
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.80

40

50

14*	-133.624	可変			5.79
15(絞リ)		1.30			3.48
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.03
17	-78.051	0.10			4.09
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.08
19	10.494	1.42			3.85
20	13.584	3.12	1.49700	81.54	4.13
21	-36.985	0.64			4.19
22*	90.159	1.36	1.53071	55.69	4.18
23*	47.692	可変			4.19
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.65
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.52
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.52
27	76.031	可変			4.47
28*	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.20
29*	-67.939	1.09			4.22
30		4.00	1.51680	64.20	4.11
31		0.97			3.87

像面

10

20

非球面データ

第14面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-7.27292e-05,A6=-1.76848e-06,A8=1.00411e-07,A10=-1.83590e-09

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,
A12=3.59187e-11

第22面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

第23面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-1.09771e-04,A6=5.91402e-06,A8=-5.09130e-07,A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

第28面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=7.47669e-04,A6=-3.76060e-05,A8=-7.34892e-07,A10=1.04035e-08

第29面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.22156e-03,A6=-4.89870e-05,A8=-1.82037e-06,A10=5.14864e-08

30

40

各種データ

ズーム比

19.90

広角

中間

望遠

焦点距離

4.68

19.85

93.09

FNO.

2.85

4.45

5.18

画角2

78.27

20.06

4.31

像高

3.6

3.6

3.6

50

レンズ全長	82.56	99.88	120.82
BF	4.70	4.74	4.73
d6	1.00	18.90	40.08
d14	26.12	8.56	2.30
d23	1.59	16.58	27.97
d27	4.66	6.60	1.25
入射瞳位置	19.80	65.20	312.38
射出瞳位置A	-31.19	-128.84	-1443.88
射出瞳位置B	-35.88	-133.58	-1448.62
前側主点位置	23.87	82.10	399.49
後側主点位置	-3.71	-18.83	-92.08

10

レンズ単体データ

レンズ 始面 焦点距離

L1	1	125.69
L2	3	-67.96
L3	4	286.94
L4	5	50.39
L5	7	-10.25
L6	9	-11.00
L7	10	8.81E+04
L8	11	8.73
L9	13	-16.33
L10	16	16.37
L11	18	-21.35
L12	20	20.41
L13	22	-192.93
L14	24	33.38
L15	25	8.13E+06
L16	26	-57.61
L17	28	87.85

20

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	62.9060	10.2044	-0.1488	-6.3375
2	7	-7.2621	13.5160	1.8474	-7.1449
3	15	16.9381	15.6380	2.0302	-9.4078
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624

40

群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率
1	1	0.0000	0.0000	0.0000
2	7	-0.1563	-0.2543	-0.9836
3	15	-0.6330	-1.7097	-1.8942
4	24	0.7973	0.7702	0.8429
5	28	0.9427	0.9422	0.9423

【 0 2 8 3 】

数値実施例13

50

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						
1	62.273	3.78	1.49700	81.54	18.70	
2	2204.309	0.10			18.81	
3	43.400	1.00	1.90680	21.15	15.50	
4	24.822	0.83	1.73000	15.00	14.72	
5	28.504	4.49	1.69100	54.82	14.71	10
6	158.244	可変			14.48	
7	179.385	1.10	1.88300	40.76	9.76	
8	8.634	4.79			7.01	
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.91	
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.89	
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.89	
12	-12.684	1.15			6.91	
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.76	
14*	-124.597	可変			5.74	
15(絞り)		1.30			3.48	20
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.03	
17	-78.051	0.10			4.08	
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.08	
19	10.545	1.42			3.85	
20	13.646	3.12	1.49700	81.54	4.12	
21	-36.985	0.64			4.18	
22*	84.725	1.36	1.53071	55.69	4.17	
23*	42.613	可変			4.17	
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.61	
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.48	30
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.48	
27	76.031	可変			4.43	
28*	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.18	
29*	-67.939	1.09			4.26	
30		4.00	1.51680	64.20	4.13	
31		0.97			3.88	

像面

非球面データ

第14面

40

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-6.87584e-05,A6=-1.78351e-06,A8=9.24419e-08,A10=-1.58208e-09

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,
A12=3.59187e-11

第22面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

50

第 2 3 面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=-1.09771e-04, A6=5.91402e-06, A8=-5.09130e-07, A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

第 2 8 面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=6.11134e-04, A6=-4.92865e-05, A8=-5.05949e-07, A10=2.19323e-09

第 2 9 面

K=0.000, A2=0.0000E+00, A4=1.09149e-03, A6=-6.84436e-05, A8=-1.26590e-06,
A10=4.63882e-08

10

各種データ

ズーム比	19.80		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.70	21.07	92.95
F N O .	2.87	4.50	5.22
画角 2	77.84	18.91	4.31
像高	3.6	3.6	3.6
レンズ全長	82.94	100.13	120.10
BF	4.69	4.70	4.70

20

d6	1.00	19.36	39.43
d14	26.54	8.04	2.30
d23	1.58	14.90	27.96
d27	4.65	8.67	1.22

入射瞳位置	19.80	67.28	303.89
射出瞳位置A	-30.80	-116.62	-1286.31
射出瞳位置B	-35.49	-121.32	-1291.01
前側主点位置	23.87	84.69	390.16
後側主点位置	-3.73	-20.10	-91.98

30

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離
L1	1	128.87
L2	3	-65.62
L3	4	240.41
L4	5	49.61
L5	7	-10.30
L6	9	-11.00
L7	10	8.81E+04
L8	11	8.73
L9	13	-16.45
L10	16	16.37
L11	18	-21.52
L12	20	20.48
L13	22	-163.38
L14	24	33.38
L15	25	8.13E+06
L16	26	-57.61

40

50

L17 28 87.85

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	62.0750	10.1939	0.0124	-6.1538
2	7	-7.3388	13.5160	1.8236	-7.1887
3	15	17.0107	15.6380	1.8824	-9.4664
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624

10

群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率
1	1	0.0000	0.0000	0.0000
2	7	-0.1604	-0.2678	-1.0014
3	15	-0.6274	-1.8095	-1.8801
4	24	0.7975	0.7430	0.8438
5	28	0.9427	0.9427	0.9427

【 0 2 8 4 】

数値実施例14

単位 mm

20

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1	59.200	3.83	1.49700	81.54	18.70
2	2576.346	0.10			18.48
3	38.400	0.96	1.90680	21.15	15.50
4	23.902	0.77	1.70010	17.01	14.69
5	27.142	4.40	1.69400	56.30	14.68
6	112.392	可変			14.44
7	124.140	1.10	1.88300	40.76	9.63
8	8.143	4.79			6.79
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.71
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.70
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.70
12	-12.684	1.15			6.74
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.81
14*	-141.904	可変			5.83
15(絞リ)		1.30			3.48
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.03
17	-78.051	0.10			4.09
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.09
19	10.545	1.42			3.85
20	13.731	3.12	1.49700	81.54	4.14
21	-36.985	0.64			4.20
22*	81.603	1.36	1.53071	55.69	4.19
23*	44.028	可変			4.19
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.62
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.50
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.50
27	76.031	可変			4.45

30

40

50

28*	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.18
29*	-67.939	1.09			4.22
30		4.00	1.51680	64.20	4.11
31		1.00			3.87
像面					

非球面データ

第14面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.03282e-05,A6=-9.82748e-07,A8=4.48510e-08,A10=-9.57444e-10

10

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-8.77784e-05,A6=-1.01116e-06,A8=5.64180e-08,A10=-2.23368e-09,A12=3.59187e-11

第22面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-2.17277e-04,A6=5.36299e-06,A8=-5.28517e-07,A10=1.10330e-08,A12=-1.37250e-10

第23面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=-1.09771e-04,A6=5.91402e-06,A8=-5.09130e-07,A10=8.38419e-09,A12=-4.36735e-11

20

第28面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.07507e-03,A6=-8.98397e-05,A8=3.30252e-06,A10=-1.03838e-07

第29面

K=0.000

A2=0.0000E+00,A4=1.64800e-03,A6=-1.03700e-04,A8=1.95605e-06,A10=-5.18968e-08

各種データ

30

ズーム比	19.40		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.75	21.05	92.07
FNO.	2.88	4.49	5.39
画角2	76.84	18.92	4.35
像高	3.6	3.6	3.6
レンズ全長	82.20	98.86	118.20
BF	4.72	4.70	4.70

d6	1.00	18.05	35.85
d14	25.71	8.05	2.30
d23	1.57	14.67	29.76
d27	4.85	9.04	1.25

40

入射瞳位置	19.80	66.10	277.19
射出瞳位置A	-31.32	-116.75	3184.27
射出瞳位置B	-36.05	-121.45	3179.56
前側主点位置	23.92	83.50	371.92
後側主点位置	-3.75	-20.07	-91.09

50

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離
L1	1	121.85
L2	3	-72.08
L3	4	260.52
L4	5	50.49
L5	7	-9.91
L6	9	-11.00
L7	10	8.81E+04
L8	11	8.73
L9	13	-16.24
L10	16	16.37
L11	18	-21.52
L12	20	20.57
L13	22	-182.46
L14	24	33.38
L15	25	8.13E+06
L16	26	-57.61
L17	28	87.85

10

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	57.9678	10.0525	-0.1804	-6.2322
2	7	-7.0320	13.5160	1.8345	-7.1369
3	15	16.9660	15.6380	1.9601	-9.4347
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624

群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率
1	1	0.0000	0.0000	0.0000
2	7	-0.1680	-0.2833	-1.0020
3	15	-0.6511	-1.8427	-1.9939
4	24	0.7943	0.7378	0.8434
5	28	0.9424	0.9427	0.9426

30

【 0 2 8 5 】

数値実施例15

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER
物面					
1	60.430	4.03	1.49700	81.54	18.70
2	3560.059	0.10			19.11
3	37.900	1.14	1.94595	17.98	15.50
4	24.736	0.73	1.69952	16.99	14.71
5	27.816	4.15	1.72000	43.69	14.69
6	93.987	可変			14.43
7	96.799	1.10	1.88300	40.76	9.61
8	8.027	4.79			6.69
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.54

40

50

10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.47	
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.47	
12	-12.684	1.15			6.48	
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.45	
14 [*]	-173.275	可変			5.40	
15(絞り)		1.30			3.48	
16 [*]	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.04	
17	-78.051	0.10			4.10	
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.10	
19	10.392	1.42			3.87	10
20	13.283	3.12	1.49700	81.54	4.16	
21	-36.985	0.64			4.23	
22 [*]	77.099	1.36	1.53071	55.69	4.22	
23 [*]	46.336	可変			4.22	
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.67	
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.54	
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.54	
27	76.031	可変			4.49	
28 [*]	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.23	
29 [*]	-67.939	1.09			4.23	20
30		4.00	1.51680	64.20	4.12	
31		1.03			3.88	
像面						

非球面データ

第14面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=-8.03513e-05, A6=-1.67633e-06, A8=9.30749e-08, A10=-1.83760e-09

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=-8.77784e-05, A6=-1.01116e-06, A8=5.64180e-08, A10=-2.23368e-09, A12=3.59187e-11

第22面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=-2.17277e-04, A6=5.36299e-06, A8=-5.28517e-07, A10=1.10330e-08, A12=-1.37250e-10

第23面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=-1.09771e-04, A6=5.91402e-06, A8=-5.09130e-07, A10=8.38419e-09, A12=-4.36735e-11

第28面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=6.78553e-04, A6=-1.66161e-05, A8=-1.54939e-06, A10=2.20507e-08

第29面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=1.05976e-03, A6=-1.53037e-05, A8=-3.28541e-06, A10=7.26883e-08

各種データ

ズーム比

19.92

広角

中間

望遠

50

焦点距離	4.67	20.84	93.13
F N O .	2.85	4.40	5.15
画角 2	77.78	19.19	4.33
像高	3.6	3.6	3.6
レンズ全長	81.99	100.29	118.08
BF	4.76	4.75	4.75

d6	1.00	19.61	37.43
d14	25.51	8.65	2.30
d23	1.67	16.59	27.97
d27	4.63	6.26	1.20

10

入射瞳位置	19.80	72.63	304.09
射出瞳位置A	-31.58	-128.41	-1571.95
射出瞳位置B	-36.34	-133.16	-1576.70
前側主点位置	23.87	90.21	391.72
後側主点位置	-3.64	-19.82	-92.11

レンズ単体データ

レンズ 始面 焦点距離

20

L1	1	123.64
L2	3	-78.59
L3	4	291.02
L4	5	53.47
L5	7	-9.97
L6	9	-11.00
L7	10	8.81E+04
L8	11	8.73
L9	13	-15.98
L10	16	16.37
L11	18	-21.01
L12	20	20.08
L13	22	-222.23
L14	24	33.38
L15	25	8.13E+06
L16	26	-57.61
L17	28	87.85

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	59.5217	10.1420	-0.4561	-6.4724
2	7	-6.9701	13.5160	1.9002	-7.0261
3	15	16.8268	15.6380	2.1560	-9.3421
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624

40

群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率
1	1	0.0000	0.0000	0.0000
2	7	-0.1614	-0.2837	-1.0326
3	15	-0.6482	-1.6910	-1.9072

50

4 24 0.7967 0.7748 0.8434
 5 28 0.9420 0.9421 0.9421

【 0 2 8 6 】

数值实施例16

单位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	ER	
物面						10
1	59.751	3.90	1.49700	81.54	18.70	
2	2203.377	0.10			18.75	
3	41.900	1.11	1.90680	21.15	15.50	
4	25.678	0.80	1.63336	23.36	14.74	
5	29.121	4.20	1.72000	46.02	14.71	
6	119.744	可変			14.47	
7	129.746	1.10	1.88300	40.76	9.78	
8	8.421	4.79			6.95	
9	-46.254	0.80	1.88300	40.76	6.86	
10	12.396	0.01	1.51400	42.83	6.84	20
11	12.396	4.87	1.78472	25.68	6.84	
12	-12.684	1.15			6.86	
13	-11.499	0.80	1.77250	49.60	5.75	
14*	-149.795	可変			5.72	
15(絞り)		1.30			3.48	
16*	10.743	4.93	1.58913	61.14	4.03	
17	-78.051	0.10			4.08	
18	28.041	2.77	1.84666	23.78	4.08	
19	10.386	1.42			3.85	
20	13.158	3.12	1.49700	81.54	4.14	30
21	-36.985	0.64			4.20	
22*	87.274	1.36	1.53071	55.69	4.18	
23*	44.424	可変			4.18	
24	19.130	2.68	1.49700	81.54	4.63	
25	-119.090	0.01	1.51400	42.83	4.49	
26	-119.090	0.82	1.80400	46.57	4.49	
27	76.031	可変			4.44	
28*	147.374	1.63	1.53071	55.69	4.19	
29*	-67.939	1.09			4.25	
30		4.00	1.51680	64.20	4.12	40
31		0.97			3.88	
像面						

非球面データ

第14面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=-7.22699e-05, A6=-1.91912e-06, A8=1.03329e-07, A10=-1.85098e-09

第16面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=-8.77784e-05, A6=-1.01116e-06, A8=5.64180e-08, A10=-2.23368e-09,

A12=3.59187e-11

第 2 2 面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=-2.17277e-04, A6=5.36299e-06, A8=-5.28517e-07, A10=1.10330e-08,
A12=-1.37250e-10

第 2 3 面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=-1.09771e-04, A6=5.91402e-06, A8=-5.09130e-07, A10=8.38419e-09,
A12=-4.36735e-11

第 2 8 面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=3.76463e-04, A6=-9.67102e-06, A8=-2.04606e-06, A10=2.89575e-08

第 2 9 面

K=0.000

A2=0.0000E+00, A4=7.08578e-04, A6=-8.97430e-06, A8=-3.63292e-06, A10=8.09720e-08

各種データ

ズーム比	19.87		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.69	20.78	93.18
F N O .	2.86	4.46	5.20
画角 2	77.60	19.19	4.31
像高	3.6	3.6	3.6
レンズ全長	82.58	99.94	119.10
BF	4.70	4.69	4.70

d6	1.00	19.14	38.41
d14	26.21	8.39	2.30
d23	1.59	15.72	28.02
d27	4.68	7.59	1.26

入射瞳位置	19.80	68.12	301.49
射出瞳位置A	-31.13	-122.17	-1463.63
射出瞳位置B	-35.83	-126.86	-1468.33
前側主点位置	23.88	85.50	388.75
後側主点位置	-3.72	-19.81	-92.20

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離
L1	1	123.50
L2	3	-75.60
L3	4	314.63
L4	5	52.42
L5	7	-10.24
L6	9	-11.00
L7	10	8.81E+04
L8	11	8.73
L9	13	-16.16
L10	16	16.37
L11	18	-20.99

10

20

30

40

50

L12	20	19.94
L13	22	-172.39
L14	24	33.38
L15	25	8.13E+06
L16	26	-57.61
L17	28	87.85

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	60.7680	10.1128	-0.1334	-6.2114	10
2	7	-7.1956	13.5160	1.8818	-7.0797	
3	15	16.9487	15.6380	1.9918	-9.4149	
4	24	73.7783	3.5080	-2.0985	-4.2304	
5	28	87.8520	6.7160	0.7294	-4.0624	
群	始面	広角倍率	中間倍率	望遠倍率		
1	1	0.0000	0.0000	0.0000		
2	7	-0.1618	-0.2732	-1.0183		
3	15	-0.6350	-1.7527	-1.8946		
4	24	0.7969	0.7575	0.8432		
5	28	0.9427	0.9427	0.9426		20

【 0 2 8 7 】

次に、各実施例における条件式の値を掲げる。

$$|f_{G1}/f_{G2}| > 6.4 \quad \dots (2)$$

$$0 < (Z_b(3.3a) - Z_a(3.3a)) / (Z_b(2.5a) - Z_a(2.5a)) < 0.895 \quad \dots (3 - 2)$$

$$0.387 < (T_{ngl}(0.7) / T_{bas}(0.7)) / (T_{ngl}(0) / T_{bas}(0)) < 0.525 \quad \dots (4 - 3)$$

$$0.4 < h_{g_A} < 1.2 \quad \dots (5)$$

$$|f_B/f_A| > 0.15 \quad \dots (6)$$

	(2)	(3-2)	(4-3)	(5)	(6)	
実施例 1	8.29	0.7574	0.393	0.647	0.3560	30
実施例 2	7.85	0.8271	0.438	0.647	0.2503	
実施例 3	8.04	0.7984	0.521	0.647	0.3333	
実施例 4	7.44	0.7708	0.480	0.647	0.3136	
実施例 5	8.70	0.7511	0.413	0.695	0.3659	
実施例 6	8.18	0.7240	0.507	0.726	0.3683	
実施例 7	8.40	0.7629	0.407	0.812	0.3948	
実施例 8	8.29	0.8095	0.524	0.812	0.3801	
実施例 9	8.31	0.7799	0.495	0.900	0.3658	
実施例 1 0	8.78	0.8273	0.511	0.647	0.5105	40
実施例 1 1	8.88	0.7060	0.485	0.647	0.2439	
実施例 1 2	8.66	0.6693	0.434	0.654	0.2368	
実施例 1 3	8.46	0.6663	0.441	0.726	0.2730	
実施例 1 4	8.24	0.6621	0.454	0.812	0.2767	
実施例 1 5	8.54	0.6675	0.512	0.900	0.2701	
実施例 1 6	8.45	0.7065	0.503	0.900	0.2403	

$$0 < g_{F_B} - g_{F_{BA}} < 0.25 \quad \dots (7)$$

$$1.0 < f_A / f_{G1} < 8.0 \quad \dots (8)$$

$$-25 < (R_a + R_b) / (R_a - R_b) < -2 \quad \dots (9)$$

	(7)	(8)	(9)
实施例 1	0.0198	4.53	-9.74
实施例 2	0.0182	6.04	-13.40
实施例 3	0.0244	4.17	-8.99
实施例 4	0.0223	4.53	-9.65
实施例 5	0.0834	3.09	-8.13
实施例 6	0.0762	3.45	-8.46
实施例 7	0.1259	2.73	-6.85
实施例 8	0.1069	3.64	-8.61
实施例 9	0.1033	4.14	-9.01
实施例 1 0	0.0130	3.00	-10.56
实施例 1 1	0.0157	5.11	-16.50
实施例 1 2	0.0264	4.56	-16.18
实施例 1 3	0.0600	3.87	-14.48
实施例 1 4	0.0684	4.49	-15.75
实施例 1 5	0.0651	4.89	-17.06
实施例 1 6	0.0519	5.18	-15.92

10

$0.3 < \text{Tngl}(0) / \text{Tbas}(0) < 3 \quad \dots (10-1a)$

20

$0.2 < \text{Tnglt}(0.7) / \text{Tbast}(0.7) < 2.0 \quad \dots (10-1b)$

$0.1 < \text{Tnglt}(0.9) / \text{Tbast}(0.9) < 1.4 \quad \dots (10-1c)$

$0.2 < (\text{Tnglt}(0.7) / \text{Tbast}(0.7)) / (\text{Tngl}(0) / \text{Tbas}(0)) < 0.85 \quad \dots (10-2a)$

$0.10 < (\text{Tnglt}(0.9) / \text{Tbast}(0.9)) / (\text{Tngl}(0) / \text{Tbas}(0)) < 0.75 \quad \dots (10-2b)$

	(10-1a)	(10-1b)	(10-1c)	(10-2a)	(10-2b)
实施例 1	1.00	0.52	0.35	0.520	0.346
实施例 2	0.97	0.53	0.37	0.545	0.385
实施例 3	0.67	0.42	0.30	0.622	0.454
实施例 4	0.53	0.29	0.18	0.540	0.346
实施例 5	0.99	0.41	0.23	0.411	0.230
实施例 6	0.61	0.39	0.29	0.645	0.480
实施例 7	1.22	0.56	0.35	0.461	0.285
实施例 8	0.62	0.41	0.31	0.663	0.502
实施例 9	0.71	0.42	0.30	0.588	0.413
实施例 1 0	1.38	0.94	0.74	0.682	0.537
实施例 1 1	0.72	0.37	0.24	0.513	0.337
实施例 1 2	0.77	0.38	0.25	0.497	0.325
实施例 1 3	0.83	0.43	0.29	0.520	0.346
实施例 1 4	0.80	0.46	0.33	0.578	0.412
实施例 1 5	0.64	0.38	0.26	0.585	0.412
实施例 1 6	0.72	0.42	0.30	0.582	0.414

30

40

$0.5 < (\text{Tnglw}(0.7) / (\text{Tngl}(0))) < 0.95 \quad \dots (11a)$

$0.3 < (\text{Tnglw}(0.9) / (\text{Tngl}(0))) < 0.85 \quad \dots (11b)$

$0.5 < (\text{Tnglt}(0.7) / (\text{Tngl}(0))) < 0.95 \quad \dots (12a)$

$0.3 < (\text{Tnglt}(0.9) / (\text{Tngl}(0))) < 0.9 \quad \dots (12b)$

	(11a)	(11b)	(12a)	(12b)
实施例 1	0.675	0.420	0.775	0.626

50

実施例 2	0.759	0.568	0.829	0.717
実施例 3	0.804	0.675	0.804	0.675
実施例 4	0.680	0.428	0.727	0.544
実施例 5	0.705	0.476	0.700	0.499
実施例 6	0.705	0.469	0.808	0.681
実施例 7	0.700	0.467	0.744	0.573
実施例 8	0.712	0.483	0.810	0.815
実施例 9	0.714	0.487	0.783	0.639
実施例 1 0	0.739	0.561	0.851	0.755
実施例 1 1	0.753	0.570	0.765	0.610
実施例 1 2	0.736	0.541	0.776	0.627
実施例 1 3	0.730	0.530	0.783	0.638
実施例 1 4	0.727	0.527	0.811	0.686
実施例 1 5	0.741	0.547	0.789	0.649
実施例 1 6	0.758	0.576	0.806	0.678

10

- 0.3 < Tngl(0) / Tbas(0) < 2.5 ... (1 3 1 a)
- 0.15 < Tnglw(0.7) / Tbasw(0.7) < 1.4 ... (1 3 1 b)
- 0 < Tnglw(0.9) / Tbasw(0.9) < 0.7 ... (1 3 1 c)
- 0 < (Tnglw(0.9) / Tbasw(0.9)) / (Tngl(0) / Tbas(0)) < 0.5 ... (1 3 2)
- 0 < TG₄₅ / WG₄₅ < 5 ... (20)

20

	(13-1a)	(13-1b)	(13-1c)	(13-2)	(20)
実施例 1	1.00	0.39	0.18	0.185	2.736
実施例 2	0.97	0.43	0.24	0.246	1.738
実施例 3	0.67	0.35	0.20	0.301	1.165
実施例 4	0.53	0.26	0.13	0.246	0.905
実施例 5	0.99	0.41	0.21	0.212	2.098
実施例 6	0.61	0.31	0.17	0.277	2.242
実施例 7	1.22	0.49	0.25	0.205	2.132
実施例 8	0.62	0.33	0.18	0.296	2.392
実施例 9	0.71	0.35	0.19	0.273	2.448
実施例 1 0	1.38	0.70	0.44	0.320	0.244
実施例 1 1	0.72	0.35	0.21	0.290	0.280
実施例 1 2	0.77	0.33	0.19	0.245	0.268
実施例 1 3	0.83	0.36	0.20	0.247	0.263
実施例 1 4	0.80	0.36	0.21	0.262	0.258
実施例 1 5	0.64	0.33	0.20	0.307	0.259
実施例 1 6	0.72	0.36	0.22	0.305	0.270

30

【 0 2 8 8 】

40

さて、以上のような本発明の結像光学系は、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 8 9 】

図 3 3 ~ 図 3 5 に本発明による結像光学系をデジタルカメラの撮影光学系 4 1 に組み込んだ構成の概念図を示す。図 3 3 はデジタルカメラ 4 0 の外観を示す前方斜視図、図 3 4 は同後方斜視図、図 3 5 はデジタルカメラ 4 0 の光学構成を示す断面図である。

【 0 2 9 0 】

デジタルカメラ 4 0 は、この例の場合、撮影用光路 4 2 を有する撮影光学系 4 1、ファ

50

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 の結像光学系 48 を通して撮影が行われる。

【0291】

撮影光学系 41 によって形成された物体像は、CCD 49 の撮像面上に形成される。この CCD 49 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。

10

【0292】

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 53 は、カバーレンズ 54、第 1 プリズム 10、開口絞り 2、第 2 プリズム 20、フォーカス用レンズ 66 からなる。このファインダー用対物光学系 53 によって、結像面 67 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 55 の視野枠 57 上に形成される。このポロプリズム 55 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 59 が配置されている。

【0293】

このように構成されたデジタルカメラ 40 によれば、撮影光学系 41 の構成枚数を少なくした小型化・薄型化の結像光学系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。

20

【0294】

次に、本発明の結像光学系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 36 ~ 図 38 に示す。図 36 はパソコン 300 のカバーを開いた状態の前方斜視図、図 37 はパソコン 300 の撮影光学系 303 の断面図、図 38 は図 36 の側面図である。図 36 ~ 図 38 に示されるように、パソコン 300 は、キーボード 301 と、情報処理手段や記録手段と、モニター 302 と、撮影光学系 303 とを有している。

【0295】

ここで、キーボード 301 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 302 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 303 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 302 は、液晶表示素子や CRT 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 303 は、モニター 302 の右上に内蔵されているが、その場所に限らず、モニター 302 の周囲や、キーボード 301 の周囲のどこであってよい。

30

【0296】

この撮影光学系 303 は、撮影光路 304 上に、例えば実施例 1 の結像光学系からなる対物光学系 100 と、像を受光する電子撮像素子チップ 162 とを有している。これらはパソコン 300 に内蔵されている。

40

【0297】

鏡枠の先端には、対物光学系 100 を保護するためのカバーガラス 102 が配置されている。

電子撮像素子チップ 162 で受光された物体像は、端子 166 を介して、パソコン 300 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 302 に表示される、図 36 には、その一例として、操作者が撮影した画像 305 が示されている。また、この画像 305 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。

50

【0298】

次に、本発明の結像光学系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39に示す。図39(a)は携帯電話400の正面図、図39(b)は側面図、図39(c)は撮影光学系405の断面図である。図39(a)~(c)に示されるように、携帯電話400は、マイク部401と、スピーカ部402と、入力ダイヤル403と、モニター404と、撮影光学系405と、アンテナ406と、処理手段とを有している。

【0299】

ここで、マイク部401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402は、通話相手の声を出力するためのものである。入力ダイヤル403は、操作者が情報を入力するためのものである。モニター404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406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、入力信号等の処理を行つたためのものである。

【0300】

ここで、モニター404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405は、撮影光路407上に配された対物光学系100と、物体像を受光する電子撮像素子チップ162とを有している。対物光学系100としては、例えば実施例1の結像光学系が用いられる。これらは、携帯電話400に内蔵されている。

【0301】

鏡枠の先端には、対物光学系100を保護するためのカバーガラス102が配置されている。

電子撮像素子チップ162で受光された物体像は、端子166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404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162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。

【0302】

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】

【0303】

本発明は、色収差が良好に補正され、良好な結像性能を有し、広画角、高ズーム比の結像光学系及びそれを用いた電子撮像装置に有用である。

【符号の説明】

【0304】

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
L 1 ~ L 6、L 8 ~ L 14、L 16 ~ L 17	各レンズ
L 7、L 15	接合層
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

10

20

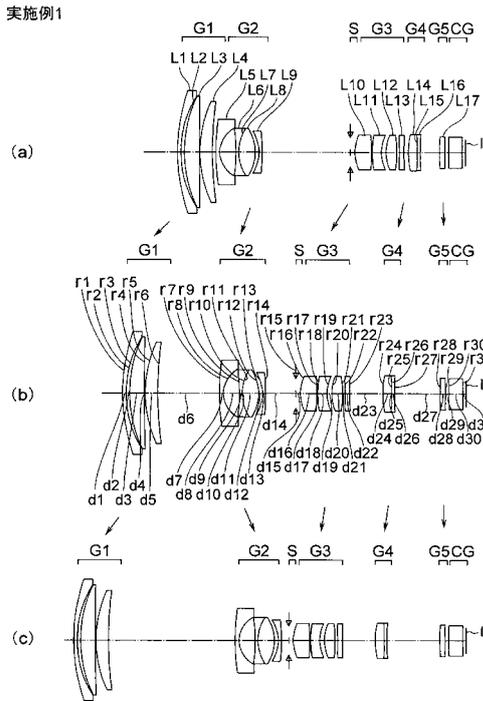
30

40

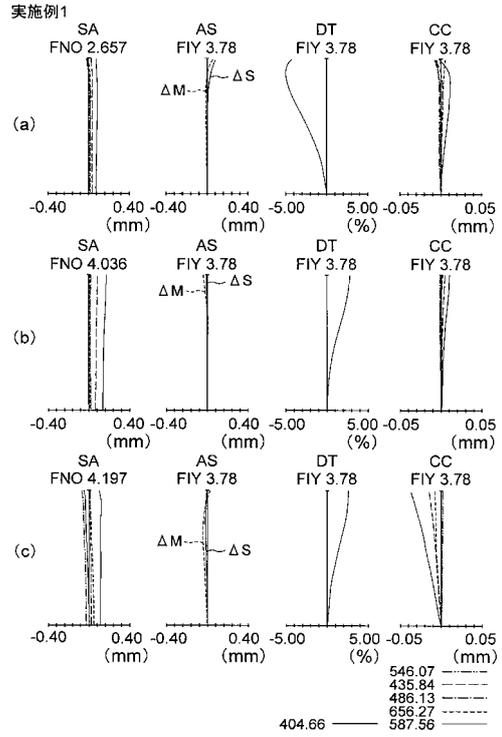
50

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	結像光学系	
4 9	CCD	
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	10
5 5	ポロプリズム	
5 7	視野枠	
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	20
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	30
4 0 5	撮影光学系	
4 0 6	アンテナ	
4 0 7	撮影光路	

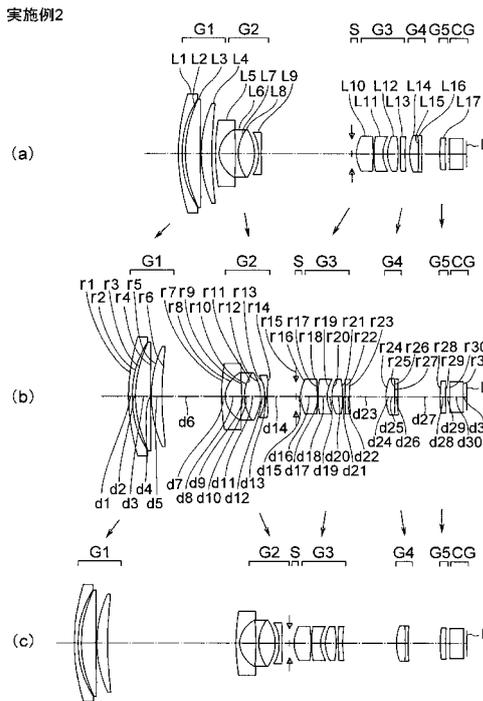
【 図 1 】



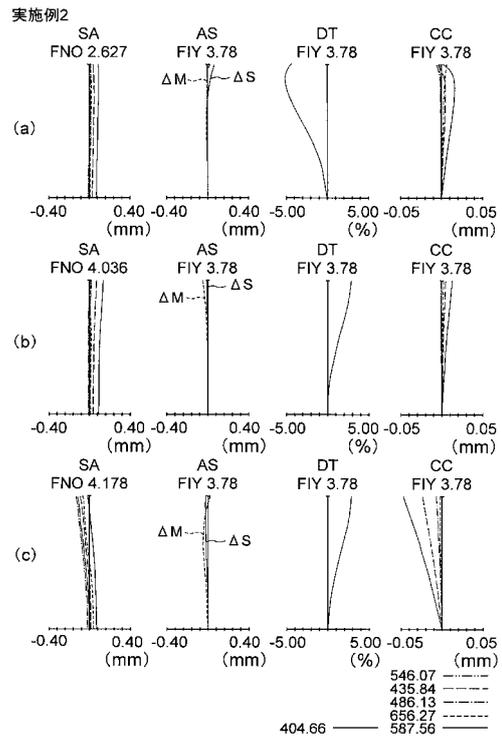
【 図 2 】



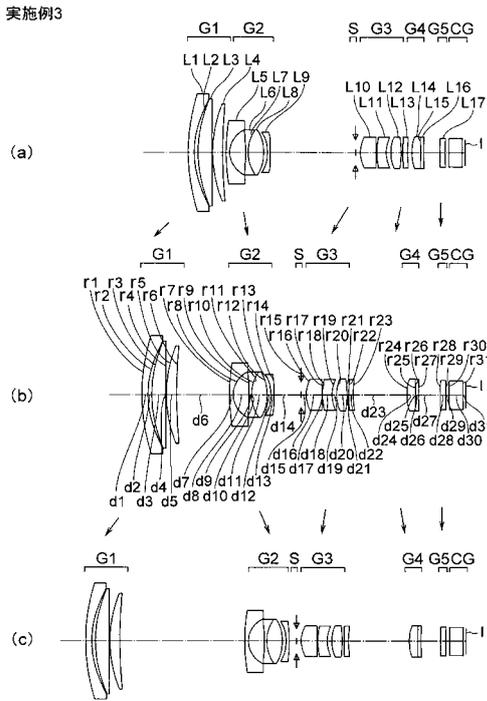
【 図 3 】



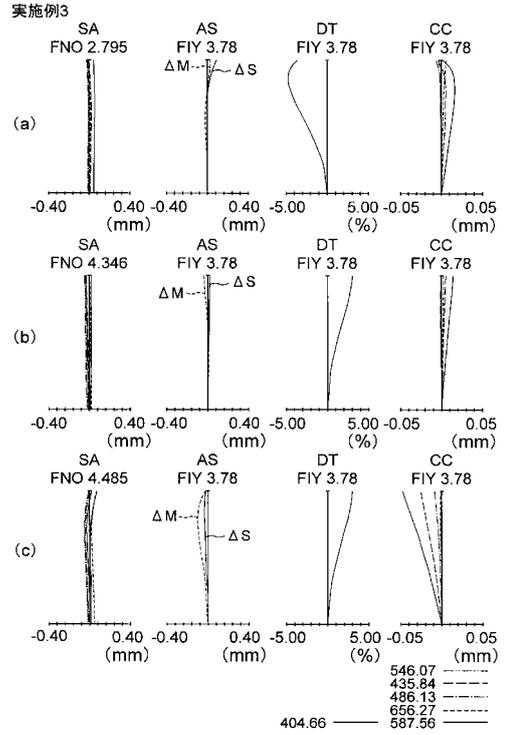
【 図 4 】



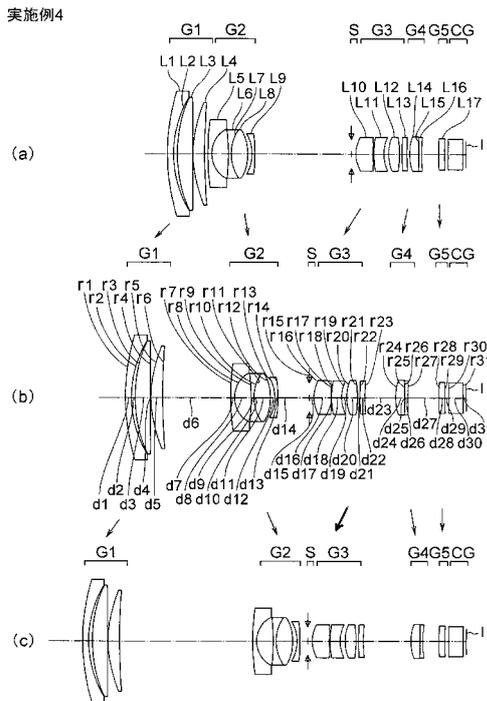
【 図 5 】



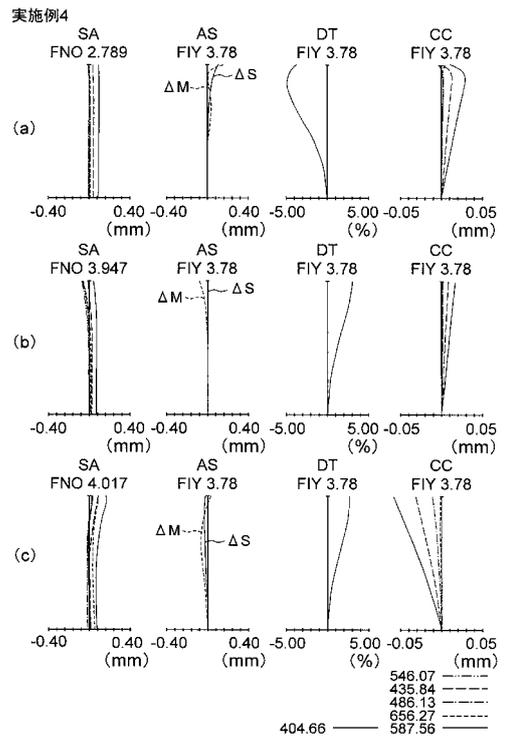
【 図 6 】



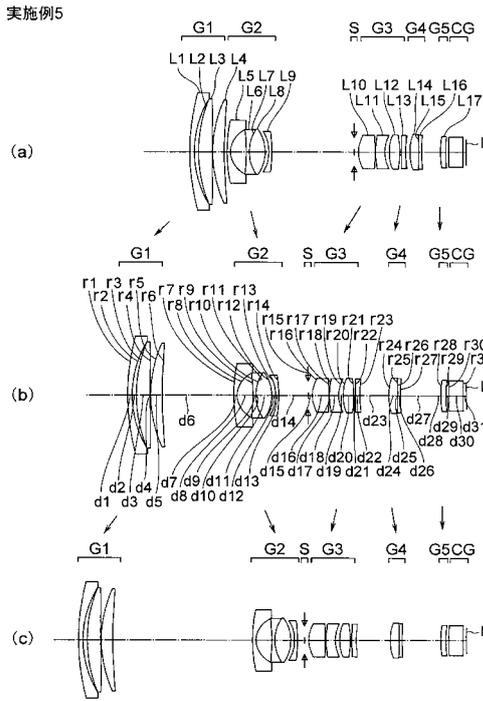
【 図 7 】



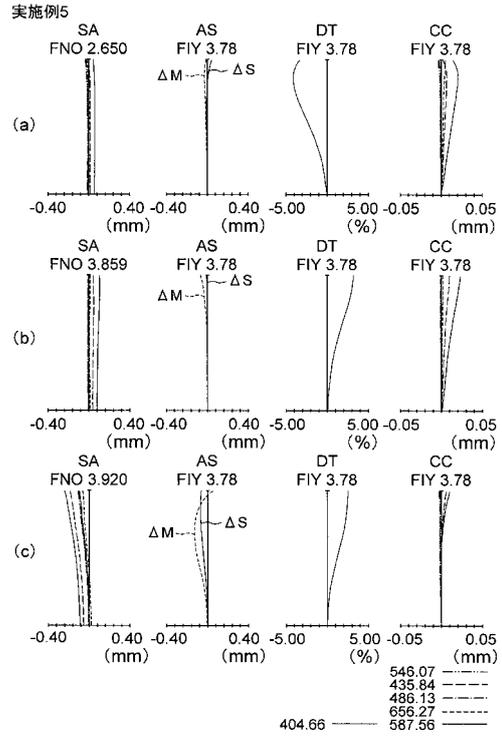
【 図 8 】



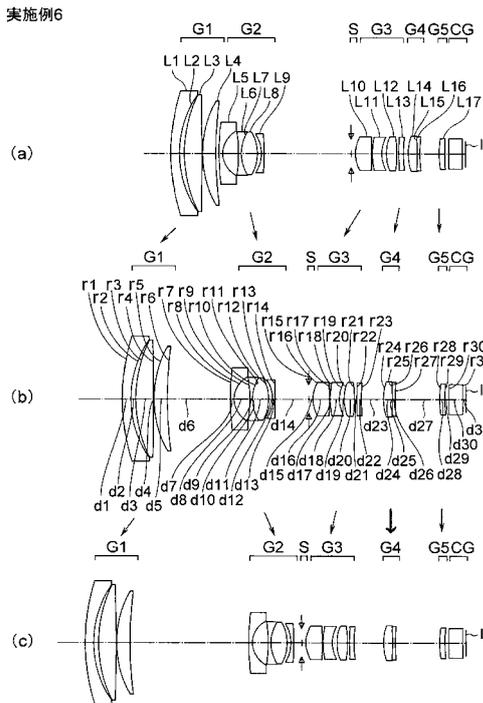
【 図 9 】



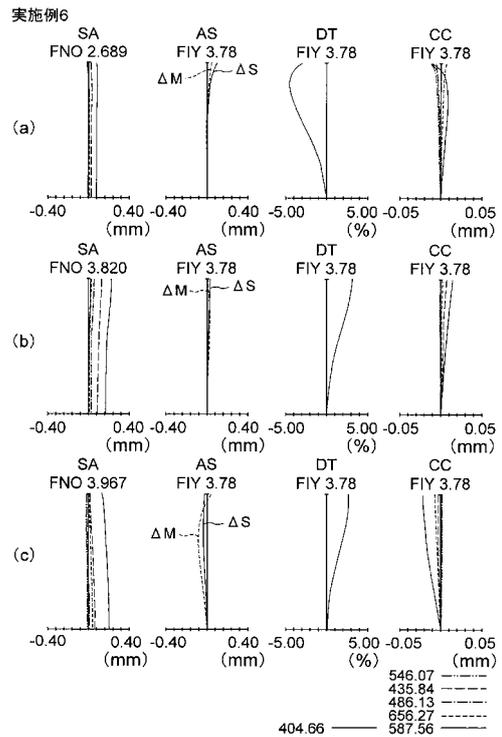
【 図 1 0 】



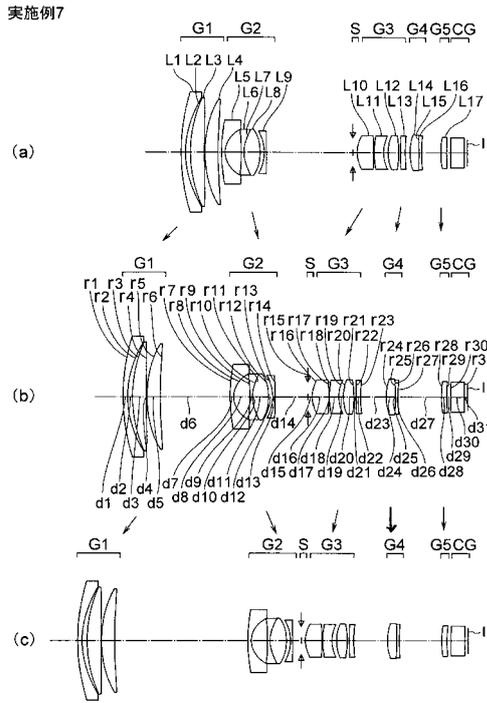
【 図 1 1 】



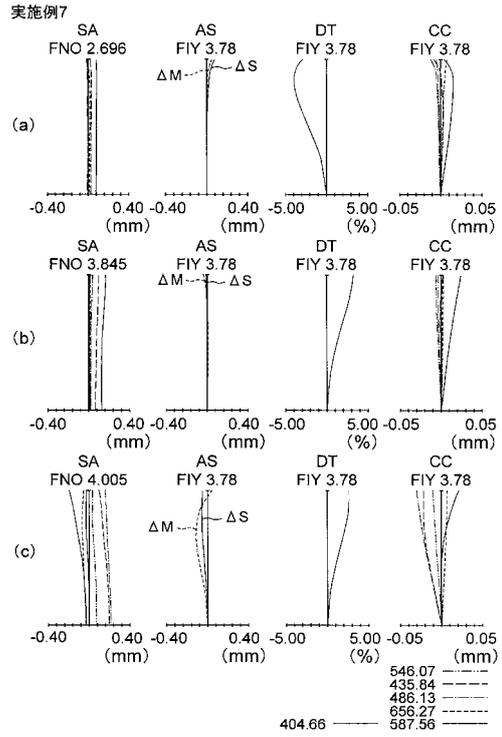
【 図 1 2 】



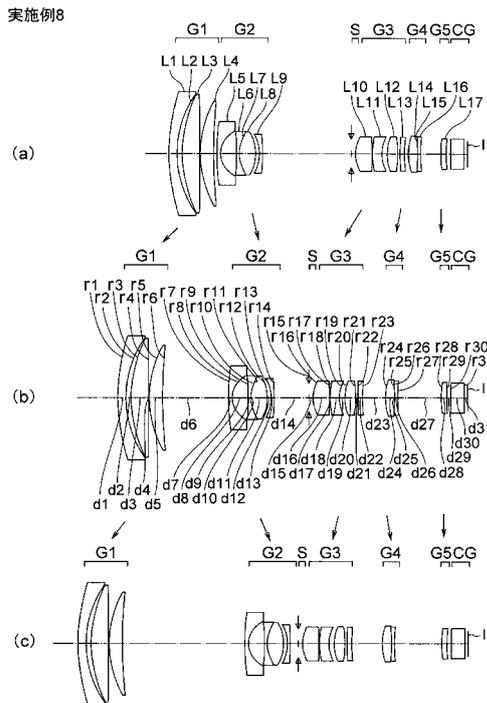
【 図 1 3 】



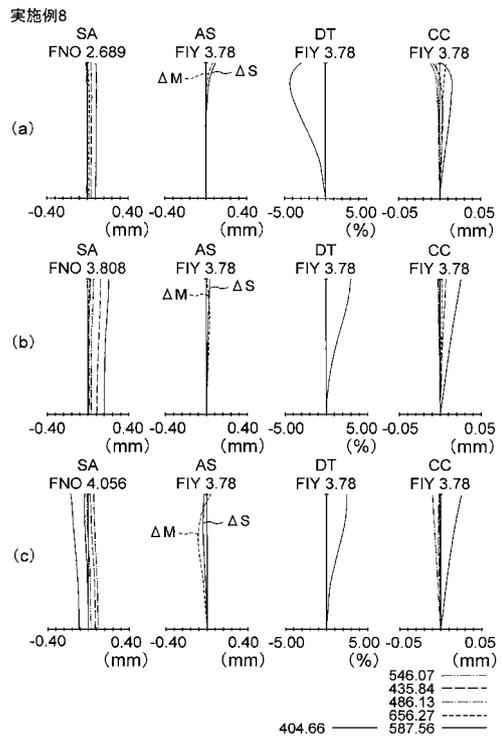
【 図 1 4 】



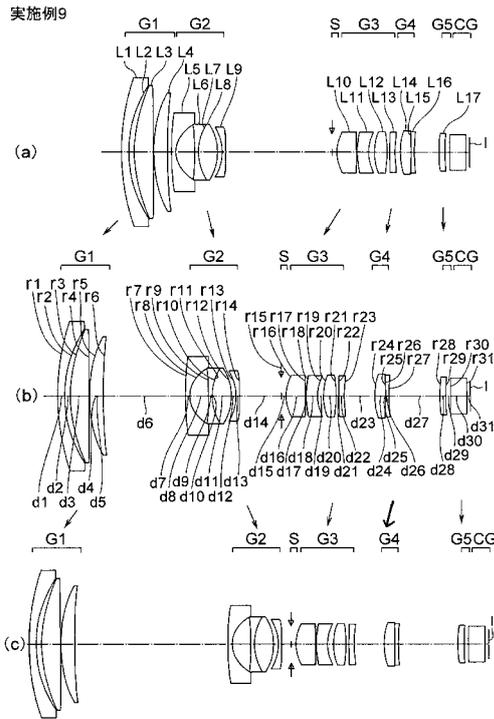
【 図 1 5 】



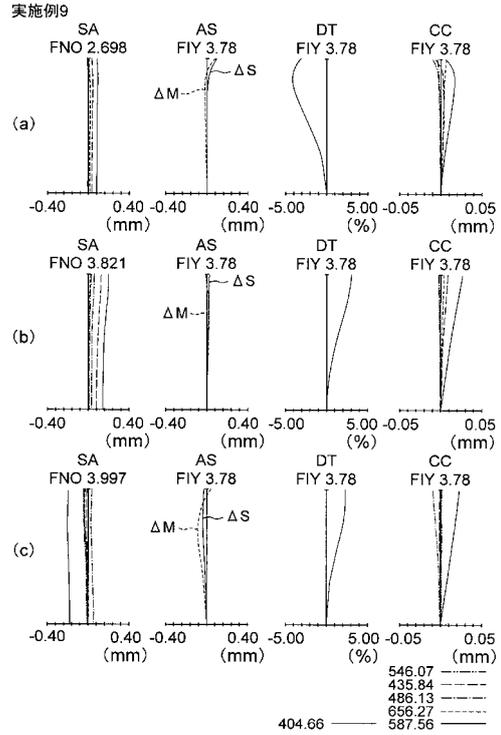
【 図 1 6 】



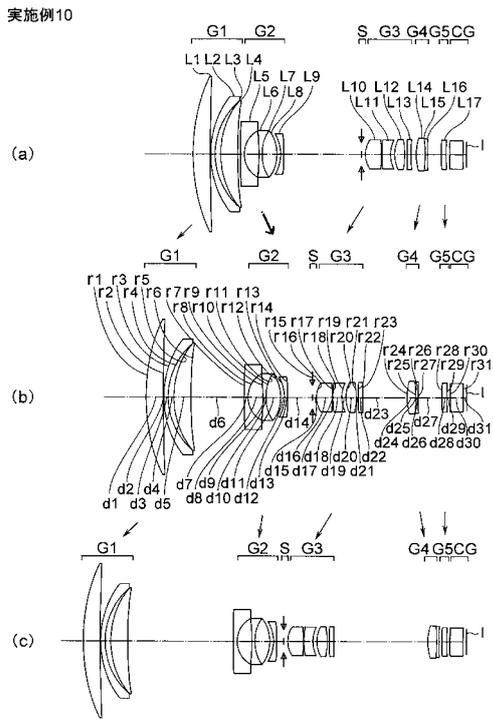
【 图 1 7 】



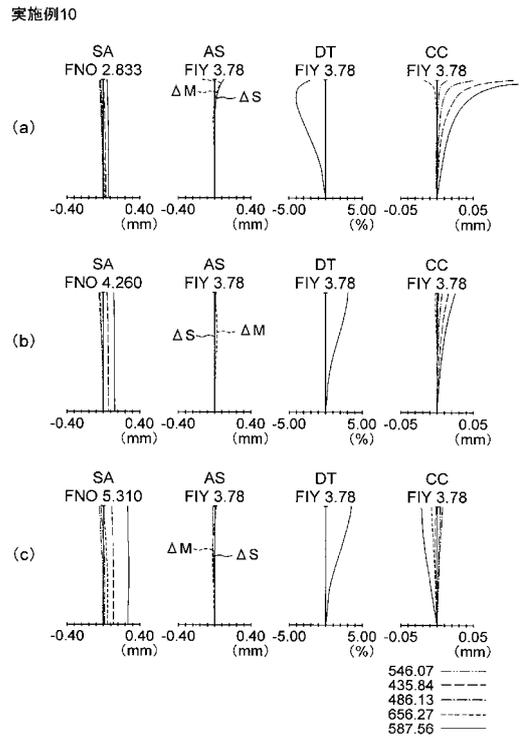
【 图 1 8 】



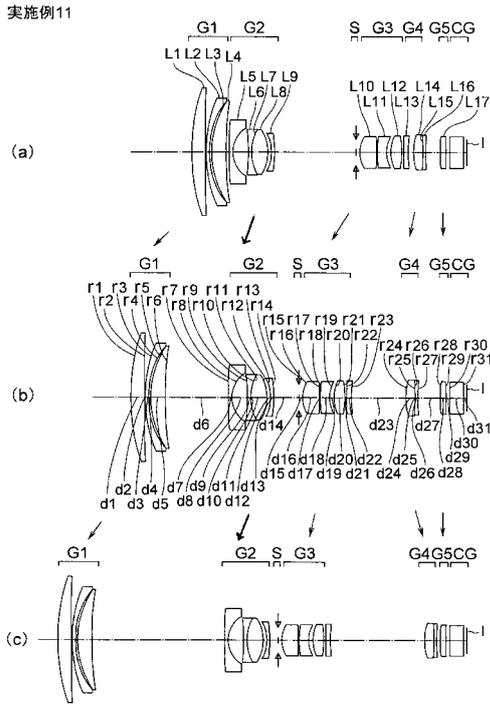
【 图 1 9 】



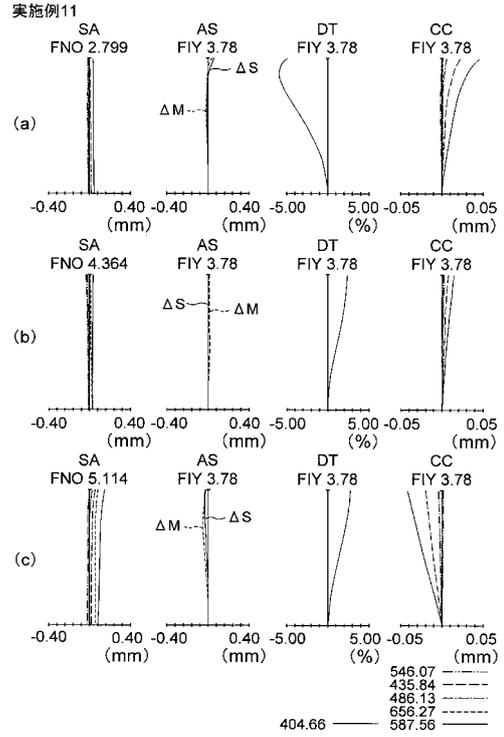
【 图 2 0 】



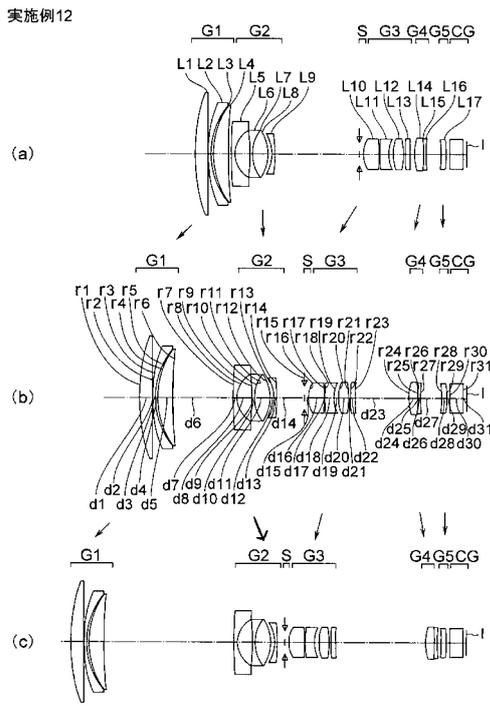
【 図 2 1 】



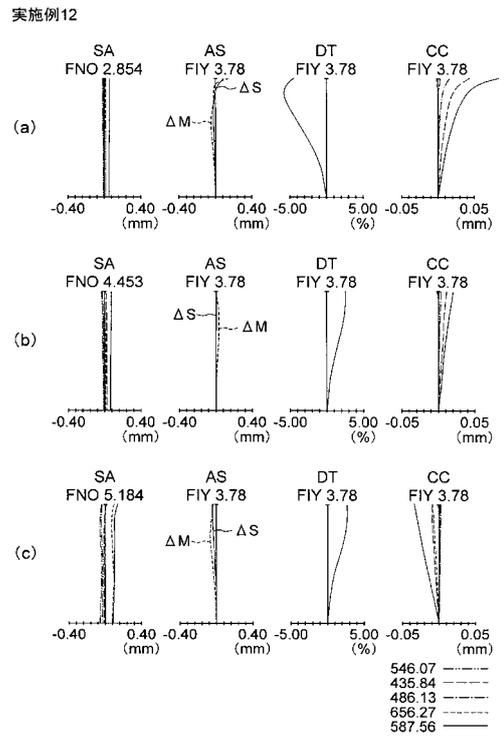
【 図 2 2 】



【 図 2 3 】

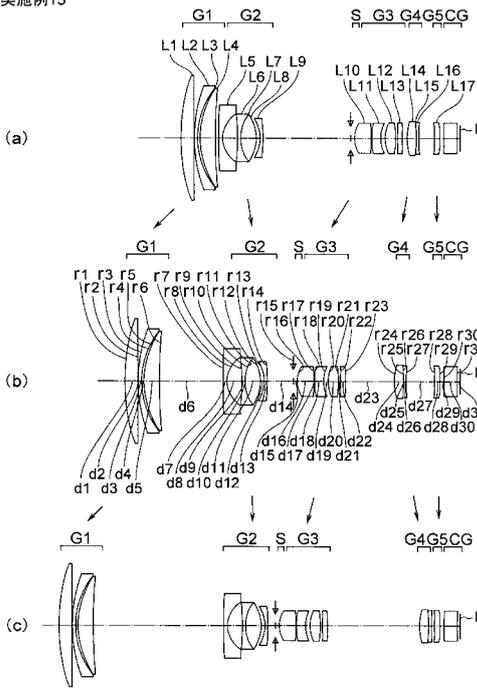


【 図 2 4 】



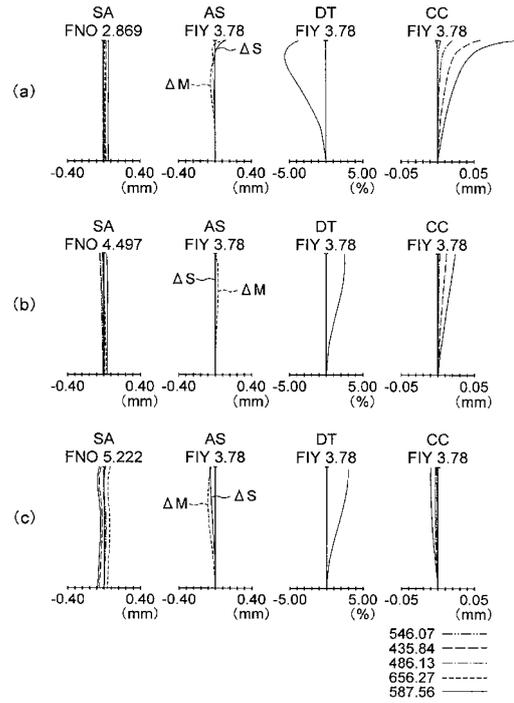
【 図 2 5 】

実施例13



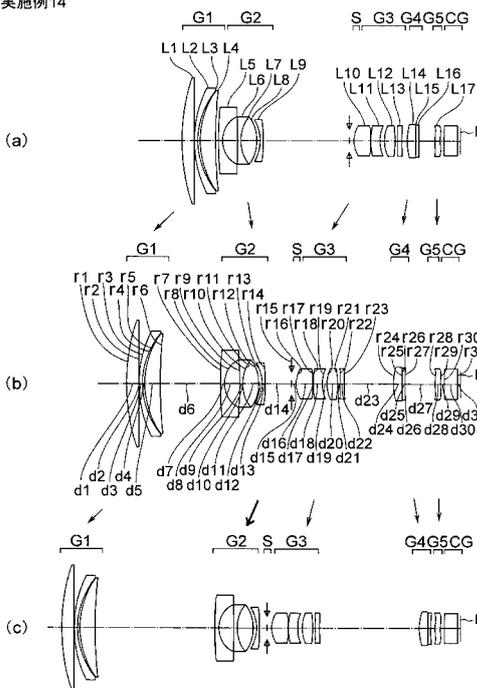
【 図 2 6 】

実施例13



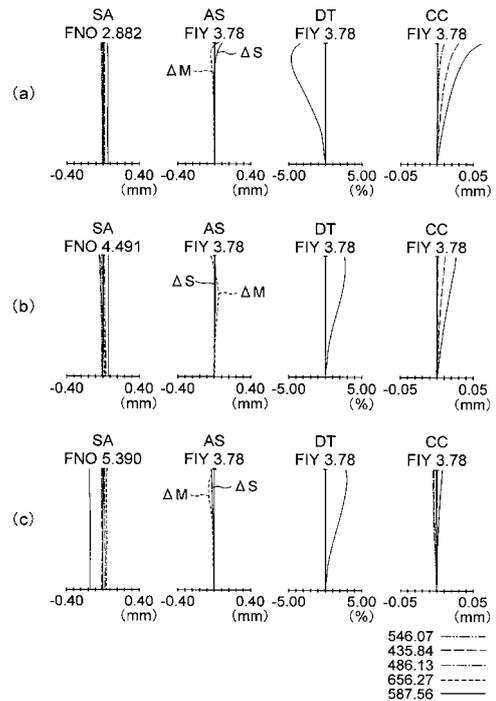
【 図 2 7 】

実施例14

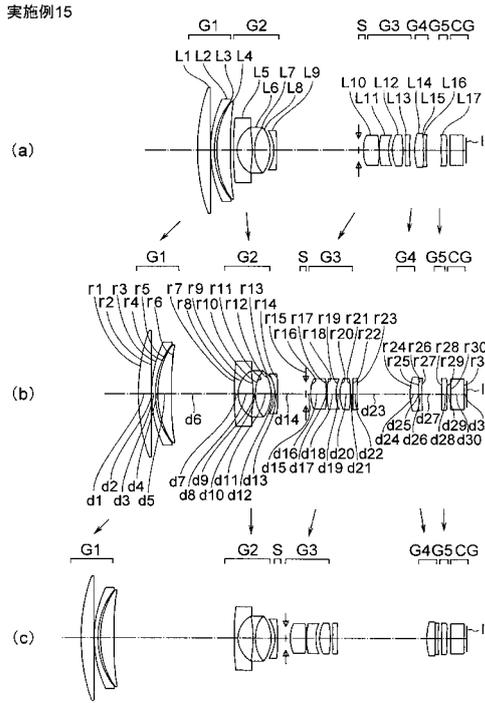


【 図 2 8 】

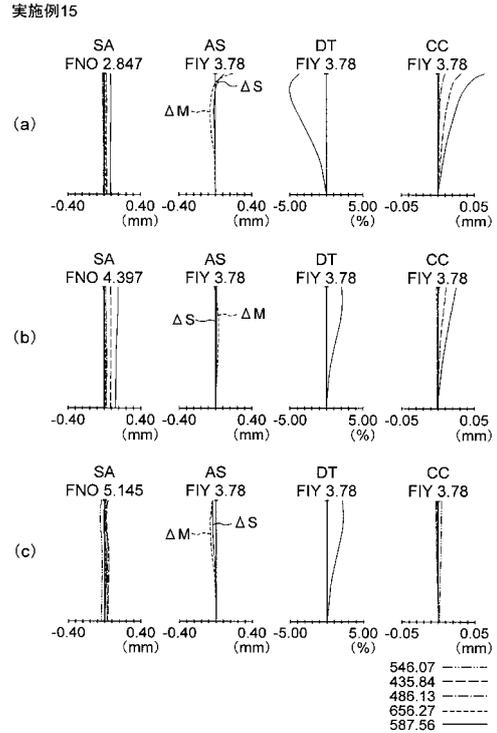
実施例14



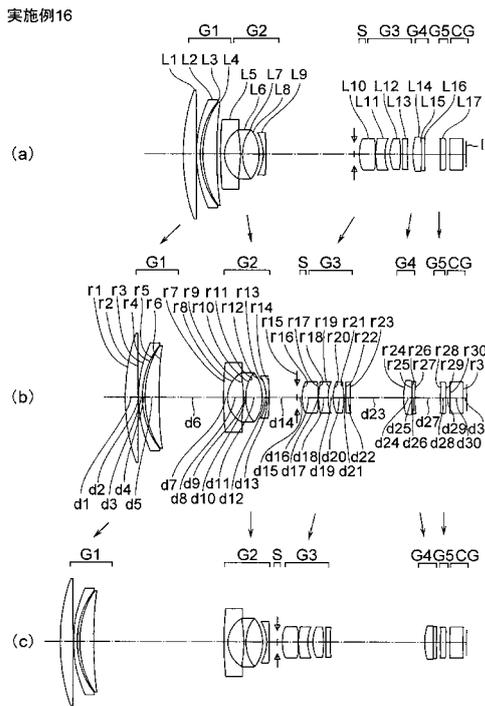
【 図 2 9 】



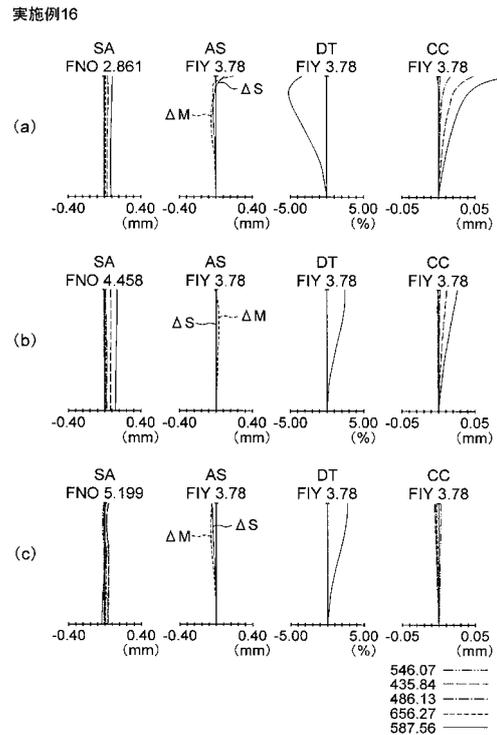
【 図 3 0 】



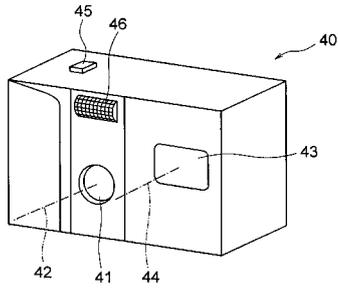
【 図 3 1 】



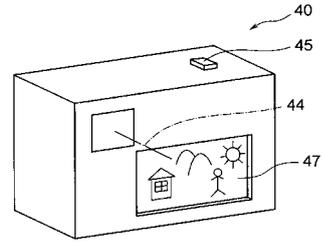
【 図 3 2 】



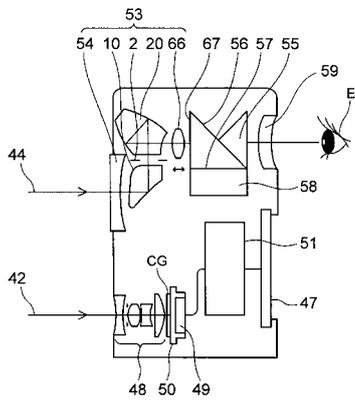
【 図 3 3 】



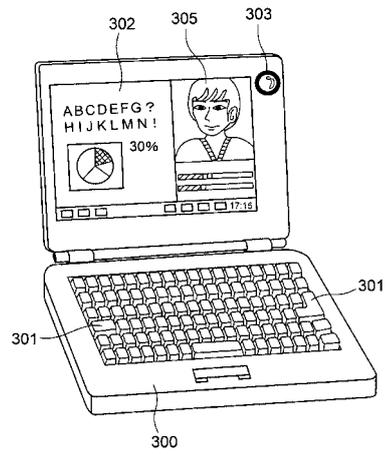
【 図 3 4 】



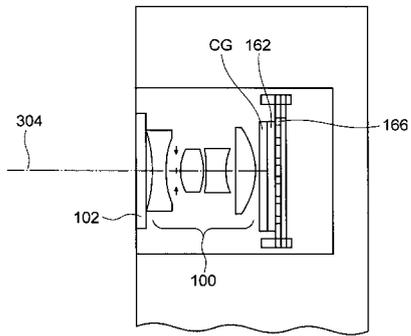
【 図 3 5 】



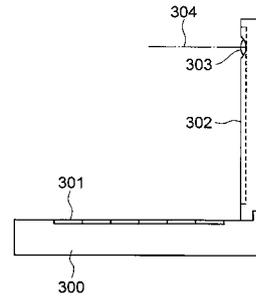
【 図 3 6 】



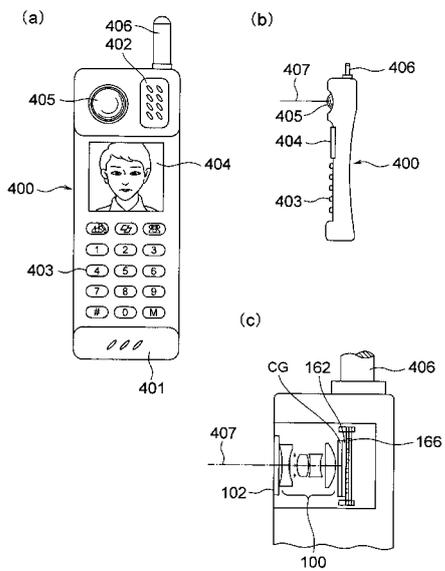
【 図 3 7 】



【 図 3 8 】



【 図 3 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 PA12 PA19 PB14 QA02 QA07 QA12 QA17 QA21 QA22
QA25 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13 RA36 RA42 SA43
SA47 SA49 SA52 SA55 SA62 SA63 SA64 SA65 SA76 SB04
SB15 SB25 SB33 SB42

【要約の続き】

【選択図】図1