

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7575552号
(P7575552)

(45)発行日 令和6年10月29日(2024.10.29)

(24)登録日 令和6年10月21日(2024.10.21)

(51)国際特許分類 F I
G 0 2 B 15/20 (2006.01) G 0 2 B 15/20
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/18

請求項の数 8 (全53頁)

(21)出願番号	特願2023-143699(P2023-143699)	(73)特許権者	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(22)出願日	令和5年9月5日(2023.9.5)	(74)代理人	110001519 弁理士法人太陽国際特許事務所
(62)分割の表示	特願2022-120945(P2022-120945))の分割	(72)発明者	河村 大樹 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目32 4番地 富士フイルム株式会社内
原出願日	平成30年11月27日(2018.11.27)	(72)発明者	野田 大雅 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目32 4番地 富士フイルム株式会社内
(65)公開番号	特開2023-158072(P2023-158072 A)	審査官	瀬戸 息吹
(43)公開日	令和5年10月26日(2023.10.26)		
審査請求日	令和5年9月5日(2023.9.5)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ及び撮像装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ズームレンズであって、

物体側から像側へ向かって順に、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第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とからなる5つのレンズ群のみをレンズ群として備え、

前記第2レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第4レンズ群の最も物体側のレンズ面までの間に開口絞りが配置され、

変倍の際に、隣り合うレンズ群の光軸方向の全ての間隔を変化させて前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、及び前記第4レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群は像面に対して固定され、

無限遠物体から近距離物体への合焦の際に、前記第4レンズ群のみが光軸に沿って移動し、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズとからなり、

前記第2レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、像側の面が凹面である負レンズと、物体側の面が凹面である負レンズと、正レンズと、物体側の面が凹面である負レンズとからなり、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、

前記第 5 レンズ群の焦点距離を f_5 、
 前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 、
 前記第 2 レンズの d 線に対する屈折率を $N_d 2$ 、
 広角端で無限遠物体に合焦した状態における空気換算距離でのバックフォーカスを $B F w$ 、

広角端で無限遠物体に合焦した状態における前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、
 広角端で無限遠物体に合焦した状態における最大半画角を w 、

前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 、
 前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とした場合、
 $0.621 \quad f_1 / f_5 < 1.8 \quad (1-3)$
 $-0.7 < f_4 / f_5 < -0.1 \quad (2)$
 $1.711 \quad N_d 2 < 1.96 \quad (3-3)$

10

$0.5 < B F w / (f_w \times \tan |w|) < 1.6 \quad (12)$
 $-1.3 < f_2 / f_3 < -0.4 \quad (14)$
 $-5.845 \quad f_1 / f_2 < -3 \quad (15-3)$

で表される条件式 (1-3)、(2)、(3-3)、(12)、(14)、及び(15-3)を満足するズームレンズ。

【請求項 2】

広角端で無限遠物体に合焦した状態における、最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と、空気換算距離でのバックフォーカスとの和を $T L w$ とした場合、

20

$0.07 < B F w / T L w < 0.25 \quad (4)$

で表される条件式 (4) を満足する請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

$-0.64 < f_4 / f_5 < -0.15 \quad (2-1)$

で表される条件式 (2-1) を満足する請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

$-0.58 < f_4 / f_5 < -0.2 \quad (2-2)$

で表される条件式 (2-2) を満足する請求項 3 に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

30

$0.2 < f_2 / f_4 < 0.8 \quad (17)$

で表される条件式 (17) を満足する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

$-1.1 < f_2 / f_3 < -0.5 \quad (14-1)$

で表される条件式 (14-1) を満足する請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 1 レンズの d 線基準のアッベ数を d_1 とした場合、

$15 < d_1 < 26 \quad (20)$

40

で表される条件式 (20) を満足する請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを備えた撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ズームレンズ、及び撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

50

従来、デジタルカメラ等に適用可能なズームレンズとして、物体側から順に、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第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とからなる5群構成のズームレンズが知られている。例えば、下記特許文献1及び特許文献2には、上記構成を有するズームレンズが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2017-156426号公報

【文献】特開2017-53889号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記構成のズームレンズは、広角域から標準域ないし中望遠域までをカバーする、所謂、標準ズームレンズに多く用いられる。近年、広角端において広い画角を有すること、及び、高い光学性能を確保しながらも、光学系全体がより小型に構成されていることに対する要望が強くなってきている。また、広角端での画角が広がった場合でも、望遠端で長い焦点距離を確保するため、高変倍比を有することが求められている。

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載された実施例1及び実施例2のズームレンズは、最大像高に対する広角端での光学全長が長い。特許文献1に記載された実施例3のズームレンズは、第1レンズ群が2枚構成であり、広角端での画角が十分広いとは言えず、また、最大像高に対する広角端での光学全長が長い。特許文献1に記載された実施例4～実施例8のズームレンズは、第1レンズ群が1枚で構成されており、望遠端での球面収差及び軸上色収差の補正が困難なため、高変倍比を確保できていない。特許文献2に記載されたズームレンズは、バックフォーカスが長いものが多く、全体的に光学全長が長い。

20

【0006】

本開示は、上記事情に鑑みなされたものであり、広画角かつ高変倍比を確保しながらも、小型化が図られ、良好な光学性能を有するズームレンズ、及びこのズームレンズを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の一態様は、ズームレンズであって、物体側から像側へ向かって順に、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第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とからなる5つのレンズ群のみをレンズ群として備え、第2レンズ群の最も像側のレンズ面から第4レンズ群の最も物体側のレンズ面までの間に開口絞りが配置され、変倍の際に、隣り合うレンズ群の光軸方向の全ての間隔を変化させて第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群、及び第4レンズ群が光軸に沿って移動し、第5レンズ群は像面に対して固定され、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に、第4レンズ群のみが光軸に沿って移動し、第1レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズとからなり、第2レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、像側の面が凹面である負レンズと、物体側の面が凹面である負レンズと、正レンズと、物体側の面が凹面である負レンズとからなり、下記条件式(1-3)、(2)、(3-1)、(12)、及び(14)を満足する。

40

$$0.621 \quad f_1 / f_5 < 1.8 \quad (1-3)$$

$$-0.7 < f_4 / f_5 < -0.1 \quad (2)$$

$$1.62 < Nd_2 < 1.96 \quad (3-1)$$

$$0.5 < BFW / (fw \times \tan |w|) < 1.6 \quad (12)$$

$$-1.3 < f_2 / f_3 < -0.4 \quad (14)$$

50

【 0 0 0 8 】

なお、上記態様のズームレンズでは、第1レンズ群の焦点距離を f_1 、第5レンズ群の焦点距離を f_5 、第4レンズ群の焦点距離を f_4 、第2レンズの d 線に対する屈折率を N_{d2} 、広角端で無限遠物体に合焦した状態における空気換算距離でのバックフォーカスを BFW 、広角端で無限遠物体に合焦した状態におけるズームレンズの焦点距離を f_w 、広角端で無限遠物体に合焦した状態における最大半画角を w 、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、第3レンズ群の焦点距離を f_3 としている。

【 0 0 0 9 】

上記態様のズームレンズにおいて、広角端で無限遠物体に合焦した状態における、最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と、空気換算距離でのバックフォーカスとの和を TLW とした場合、下記条件式(4)を満足することが好ましい。

$$0.07 < BFW / TLW < 0.25 \quad (4)$$

【 0 0 1 0 】

上記態様のズームレンズにおいて、下記条件式(3-2)を満足することが好ましい。

$$1.63 < N_{d2} < 1.93 \quad (3-2)$$

【 0 0 1 1 】

上記態様のズームレンズにおいて、下記条件式(2-1)を満足することが好ましい。

$$-0.64 < f_4 / f_5 < -0.15 \quad (2-1)$$

【 0 0 1 2 】

上記態様のズームレンズにおいて、下記条件式(2-2)を満足することが好ましい。

$$-0.58 < f_4 / f_5 < -0.2 \quad (2-2)$$

【 0 0 1 3 】

上記態様のズームレンズにおいて、下記条件式(15)を満足することが好ましい。

$$-8 < f_1 / f_2 < -3 \quad (15)$$

【 0 0 1 4 】

上記態様のズームレンズにおいて、下記条件式(15-1)を満足することが好ましい。

$$-7.3 < f_1 / f_2 < -3.5 \quad (15-1)$$

【 0 0 1 5 】

上記態様のズームレンズにおいて、下記条件式(15-2)を満足することが好ましい。

$$-6.6 < f_1 / f_2 < -4 \quad (15-2)$$

【 0 0 1 6 】

上記態様のズームレンズにおいて、下記条件式(17)を満足することが好ましい。

$$0.2 < f_2 / f_4 < 0.8 \quad (17)$$

【 0 0 1 7 】

上記態様のズームレンズにおいて、下記条件式(14-1)を満足することが好ましい。

$$-1.1 < f_2 / f_3 < -0.5 \quad (14-1)$$

【 0 0 1 8 】

上記態様のズームレンズにおいて、第1レンズの d 線基準のアッペ数を d_1 とした場合、下記条件式(20)を満足することが好ましい。

$$1.5 < d_1 < 2.6 \quad (20)$$

【 0 0 1 9 】

本開示の別の態様に係る撮像装置は、上記態様のズームレンズを備えている。

【 0 0 2 0 】

なお、本明細書の「～からなり」、「～からなる」は、挙げられた構成要素以外に、実質的に屈折力を有さないレンズ、並びに、絞り、フィルタ、及びカバーガラス等のレンズ以外の光学要素、並びに、レンズフランジ、レンズパレル、撮像素子、及び手振れ補正機構等の機構部分、等が含まれていてもよいことを意図する。

【 0 0 2 1 】

なお、本明細書の「正の屈折力を有する～群」は、群全体として正の屈折力を有することを意味する。同様に「負の屈折力を有する～群」は、群全体として負の屈折力を有する

10

20

30

40

50

ことを意味する。「正の屈折力を有するレンズ」と「正レンズ」とは同義である。「負の屈折力を有するレンズ」と「負レンズ」とは同義である。「レンズ群」は、複数のレンズからなる構成に限らず、1枚のみのレンズからなる構成としてもよい。

【0022】

「単レンズ」は、接合されていない1枚のレンズを意味する。ただし、複合非球面レンズ（球面レンズと、その球面レンズの物体側の面及び像側の面の少なくとも一方に接着形成された非球面形状の層とからなり、全体として1つの非球面レンズとして機能するレンズ）は、接合レンズとは見なさず、1枚のレンズとして扱う。非球面を含むレンズに関する、屈折力の符号、及びレンズ面の面形状は、特に断りが無い限り、近軸領域で考えることにする。

10

【0023】

本明細書において、条件式で用いている「焦点距離」は、近軸焦点距離である。「空気換算距離でのバックフォーカス」は、最も像側のレンズ面から像側の焦点位置までの光軸上の空気換算距離である。「光学全長」は最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と、空気換算距離でのバックフォーカスとの和とする。条件式で用いている値は、d線を基準とした場合の値である。あるレンズのg線とF線間の部分分散比 gF とは、g線、F線、及びC線に対するそのレンズの屈折率をそれぞれ N_g 、 N_F 、及び N_C とした場合に、 $gF = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$ で定義される。本明細書に記載の「d線」、「C線」、「F線」、及び「g線」は輝線であり、d線の波長は 587.56 nm （ナノメートル）、C線の波長は 656.27 nm （ナノメートル）、F線の波長は 486.13 nm （ナノメートル）、g線の波長は 435.84 nm （ナノメートル）である。

20

【発明の効果】

【0024】

本開示によれば、広画角かつ高変倍比を確保しながらも、小型化が図られ、良好な光学性能を有するズームレンズ、及びこのズームレンズを備えた撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本開示の実施例1のズームレンズに対応し、本開示の一実施形態に係るズームレンズの構成を示す断面図である。

30

【図2】本開示の実施例2のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図3】本開示の実施例3のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図4】本開示の実施例4のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図5】本開示の実施例5のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図6】本開示の実施例6のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図7】本開示の実施例7のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図8】本開示の実施例8のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図9】本開示の実施例9のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図10】本開示の実施例10のズームレンズの構成を示す断面図である。

40

【図11】本開示の実施例11のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図12】本開示の実施例1のズームレンズの構成と光束を示す断面図である。

【図13】本開示の実施例1のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図14】本開示の実施例2のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図15】本開示の実施例3のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図16】本開示の実施例4のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

50

【図 17】本開示の実施例 5 のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図 18】本開示の実施例 6 のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図 19】本開示の実施例 7 のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図 20】本開示の実施例 8 のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図 21】本開示の実施例 9 のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

10

【図 22】本開示の実施例 10 のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図 23】本開示の実施例 11 のズームレンズの球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、及び倍率色収差図である。

【図 24】本開示の実施例 1 のズームレンズの像ぶれ補正なしの場合の横収差図と像ぶれ補正ありの場合の横収差図である。

【図 25】本開示の実施例 2 のズームレンズの像ぶれ補正なしの場合の横収差図と像ぶれ補正ありの場合の横収差図である。

【図 26】本開示の実施例 3 のズームレンズの像ぶれ補正なしの場合の横収差図と像ぶれ補正ありの場合の横収差図である。

20

【図 27】本開示の実施例 4 のズームレンズの像ぶれ補正なしの場合の横収差図と像ぶれ補正ありの場合の横収差図である。

【図 28】本開示の実施例 5 のズームレンズの像ぶれ補正なしの場合の横収差図と像ぶれ補正ありの場合の横収差図である。

【図 29】本開示の実施例 6 のズームレンズの像ぶれ補正なしの場合の横収差図と像ぶれ補正ありの場合の横収差図である。

【図 30】本開示の実施例 7 のズームレンズの像ぶれ補正なしの場合の横収差図と像ぶれ補正ありの場合の横収差図である。

【図 31】本開示の実施例 8 のズームレンズの像ぶれ補正なしの場合の横収差図と像ぶれ補正ありの場合の横収差図である。

30

【図 32】本開示の実施例 9 のズームレンズの像ぶれ補正なしの場合の横収差図と像ぶれ補正ありの場合の横収差図である。

【図 33】本開示の実施例 10 のズームレンズの像ぶれ補正なしの場合の横収差図と像ぶれ補正ありの場合の横収差図である。

【図 34】本開示の実施例 11 のズームレンズの像ぶれ補正なしの場合の横収差図と像ぶれ補正ありの場合の横収差図である。

【図 35】本開示の一実施形態に係る撮像装置の正面側の斜視図である。

【図 36】本開示の一実施形態に係る撮像装置の背面側の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

40

以下、本開示の技術に関する実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図 1 には、本開示の一実施形態に係るズームレンズの各変倍状態におけるレンズ構成の断面図を示す。また、図 12 には、図 1 に示すズームレンズの各変倍状態におけるレンズ構成と光束との断面図を示す。図 1 及び図 12 に示す例は後述の実施例 1 のズームレンズに対応している。図 1 及び図 12 では、左側が物体側、右側が像側であり、無限遠物体に合焦した状態を示し、「広角端」と付した上段に広角端状態を示し、「中間」と付した中段に中間焦点距離状態を示し、「望遠端」と付した下段に望遠端状態を示している。図 12 では、広角端状態における光束として、軸上光束 w_a 、最大画角の光束 w_b 、 w_c を示し、中間焦点距離状態における光束として、軸上光束 m_a 、最大画角の光束 m_b 、 m_c を示し、望遠端状態における光束として、軸上光束 t_a 、最大画角の光束 t_b 、 t_c を示す。なお、

50

最大画角の光束 w_b 、 m_b 、 t_b は - 側の最大像高に対応する光束であり、最大画角の光束 w_c 、 m_c 、 t_c は + 側の最大像高に対応する光束である。ここで、像高の + 側、- 側はそれぞれ、図 1 2 において光軸 Z より上方側、下方側としている。以下では主に図 1 を参照しながら説明する。

【 0 0 2 7 】

図 1 及び図 1 2 では、ズームレンズが撮像装置に適用されることを想定して、ズームレンズと像面 S_{im} との間に平行平板状の光学部材 $P P$ が配置された例を示している。光学部材 $P P$ は、各種フィルタ、及び / 又はカバーガラス等を想定した部材である。各種フィルタとは例えば、ローパスフィルタ、赤外線カットフィルタ、及び特定の波長域をカットするフィルタ等である。光学部材 $P P$ は屈折力を有しない部材であり、光学部材 $P P$ を省略した構成も可能である。

10

【 0 0 2 8 】

本開示のズームレンズは、光軸 Z に沿って物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 $G 1$ と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 $G 2$ と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 $G 3$ と、負の屈折力を有する第 4 レンズ群 $G 4$ と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 $G 5$ とからなる 5 つのレンズ群のみをレンズ群として備える。また、本開示のズームレンズは、第 2 レンズ群 $G 2$ の最も像側のレンズ面から第 4 レンズ群 $G 4$ の最も物体側のレンズ面までの間に開口絞り S_t が配置されている。但し、図 1 に示す開口絞り S_t は、形状を示しているのではなく、光軸上の位置を示している。

【 0 0 2 9 】

本開示のズームレンズは、物体側から像側へ向かって順に、正負正負正の屈折力配置を採っている。レンズ系の屈折力配置が第 3 レンズ群 $G 3$ を中心にして対称形となることによって、歪曲収差及び倍率色収差を良好に補正することができる。これによって、広角端で広い画角を確保することができる。

20

【 0 0 3 0 】

本開示のズームレンズは、変倍の際に、隣り合うレンズ群の光軸方向の全ての間隔を変化させて少なくとも第 1 レンズ群 $G 1$ 、第 2 レンズ群 $G 2$ 、第 3 レンズ群 $G 3$ 、及び第 4 レンズ群 $G 4$ が光軸 Z に沿って移動する。図 1 に示す例では、変倍の際に第 1 レンズ群 $G 1$ ~ 第 4 レンズ群 $G 4$ が互いに異なる軌跡で光軸 Z に沿って移動し、第 5 レンズ群 $G 5$ は像面 S_{im} に対して固定されている。図 1 の上段の図及び中段の図では、変倍の際に移動する各レンズ群の下には長焦点距離側へ変倍する際の各レンズ群の概略的な移動方向を矢印で示し、変倍の際に像面 S_{im} に対して固定されているレンズ群の下には接地記号を示す。

30

【 0 0 3 1 】

第 1 レンズ群 $G 1$ は、物体側から像側へ向かって順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ $L 1 1$ と、正の屈折力を有する第 2 レンズ $L 1 2$ と、正の屈折力を有する第 3 レンズ $L 1 3$ との 3 枚のレンズからなる。第 1 レンズ群 $G 1$ を上記のような 3 枚構成とすることによって、望遠端での球面収差及び軸上色収差、広角端での像面湾曲及び歪曲収差を良好に補正することが容易となり、高変倍比化、及び、広角端での広画角化を実現することに有利となる。第 1 レンズ $L 1 1$ と第 2 レンズ $L 1 2$ とは互いに接合されていてもよく、このように構成した場合は、望遠端での軸上色収差の補正にさらに有利となる。

40

【 0 0 3 2 】

一例として、図 1 に示す例のズームレンズでは、第 2 レンズ群 $G 2$ は物体側から像側へ向かって順にレンズ $L 2 1$ ~ $L 2 4$ の 4 枚のレンズからなり、第 3 レンズ群 $G 3$ は物体側から像側へ向かって順にレンズ $L 3 1$ ~ $L 3 4$ の 4 枚のレンズからなり、第 4 レンズ群 $G 4$ は物体側から像側へ向かって順にレンズ $L 4 1$ ~ $L 4 2$ の 2 枚のレンズからなり、第 5 レンズ群 $G 5$ は物体側から像側へ向かって順にレンズ $L 5 1$ ~ $L 5 3$ の 3 枚のレンズからなる。ただし、後述の実施例に示すように、第 2 レンズ群 $G 2$ ~ 第 5 レンズ群 $G 5$ を構成するレンズの枚数は図 1 に示す例と異なる枚数にしてもよい。

【 0 0 3 3 】

50

第2レンズ群G2は、一例として、3枚の負レンズと1枚の正レンズとからなるように構成することができる。このように構成した場合は、第2レンズ群G2の負の屈折力を3枚の負レンズに分担させることができるためコマ収差及び非点収差の補正に有利となり、また、第2レンズ群G2が負レンズ及び正レンズを含むため色収差の補正が容易になる。より詳しくは、第2レンズ群G2は、物体側から像側へ向かって順に、負レンズと、負レンズと、正レンズと、負レンズとからなるように構成することができる。

【0034】

第3レンズ群G3は、像ぶれ補正機能を有するように構成することが好ましい。第3レンズ群G3全体もしくは第3レンズ群G3の一部が、像ぶれ補正のために光軸Zと交差する方向に移動することが好ましい。すなわち、像ぶれ補正の際に、第3レンズ群G3全体もしくは第3レンズ群G3の一部が光軸Zと交差する方向に移動することが好ましい。以下では、像ぶれ補正の際に移動するレンズ群を防振レンズ群と称することにする。

10

【0035】

物体側から像側へ向かって順に正負正負正の屈折力配置のズームレンズにおいて小型化を図る場合、第3レンズ群G3の正の屈折力を強くすることが有利である。このような構成において、防振レンズ群を第3レンズ群G3に配置することによって、防振レンズ群の屈折力を確保しやすくなり、像ぶれ補正の際の防振レンズ群の移動量を小さくすることができる。また、開口絞りStが上記範囲に配置されているため、第3レンズ群G3における軸外光線高は低くなる。軸外光線高が低い第3レンズ群G3に防振レンズ群を配置することによって、防振レンズ群の小径化が可能となる。これによって、防振レンズ群を駆動する駆動系の負荷を軽減でき、装置の小型化に寄与することができる。なお、防振レンズ群の駆動系の負荷を軽減するためには、防振レンズ群は、第3レンズ群G3全体のみ、もしくは第3レンズ群G3の一部のみとすることが好ましい。

20

【0036】

第3レンズ群G3に防振レンズ群を配置する場合、第3レンズ群G3が、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第3レンズ群前群G3Fと、正の屈折力を有する第3レンズ群後群G3Rとからなり、第3レンズ群後群G3Rのみが像ぶれ補正のために光軸Zと交差する方向に移動することが好ましい。上記構成とすることによって、第3レンズ群前群G3Fの正の屈折力によって収束された光束を防振レンズ群である第3レンズ群後群G3Rに入射させることができるため、防振レンズ群の径を小さく抑えることができる。

30

【0037】

なお、物体側から像側へ向かって順に正負正負正の屈折力配置のズームレンズにおいては、第3レンズ群G3が主に全系の収束作用を担っており、小型化のためには、第3レンズ群G3の屈折力を強くする必要がある。仮に、第3レンズ群前群G3Fと第3レンズ群後群G3Rの屈折力を異符号にすると、第3レンズ群G3全体としての屈折力を確保することが困難になるため、好ましくない。あるいは、第3レンズ群G3より像側のレンズ群の屈折力を強くしなくてはならなくなり、球面収差等の諸収差を良好に補正することが困難になり好ましくない。以上の事情から、第3レンズ群前群G3F及び第3レンズ群後群G3Rの両方の屈折力を正にすることが好ましい。

40

【0038】

第3レンズ群G3が、上記の第3レンズ群前群G3Fと第3レンズ群後群G3Rとからなり、第3レンズ群後群G3Rのみを防振レンズ群とする場合、第3レンズ群後群G3Rは1枚の正レンズからなることが好ましい。防振レンズ群である第3レンズ群後群G3Rを1枚のレンズで構成することによって、防振レンズ群を小型化及び軽量化することができる。これによって、アクチュエータの小型化、ひいては、装置全体の小型化を実現することができる。

【0039】

第3レンズ群前群G3Fは、2枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなることが好ましい。第3レンズ群前群G3Fを上記構成とすることによって、小型化のために第3レン

50

ズ群前群 G 3 F の屈折力を強くした場合でも、あるいは、防振レンズ群である第 3 レンズ群後群 G 3 R へ入射する光線の光線高を低くするために第 3 レンズ群前群 G 3 F の屈折力を強くした場合でも、球面収差及び色収差を良好に補正することが容易になる。また、第 3 レンズ群前群 G 3 F のレンズ枚数を上記よりも多くしないことによって、全系の小型化に有利となる。

【 0 0 4 0 】

図 1 に示す例では、第 3 レンズ群前群 G 3 F はレンズ L 3 1 ~ L 3 3 からなり、第 3 レンズ群後群 G 3 R はレンズ L 3 4 からなる。図 1 の下段の図のレンズ L 3 4 の上方に記入した鉛直方向の両矢印はレンズ L 3 4 が防振レンズ群を構成することを意味する。図 1 の上段及び中段の図では、図の煩雑化を避けるため防振レンズ群を意味する矢印の図示を省略している。

10

【 0 0 4 1 】

第 4 レンズ群 G 4 は、1 枚の正レンズと、1 枚の負レンズとからなることが好ましい。このようにした場合は、第 4 レンズ群 G 4 で発生する色収差を良好に補正することができる。また、第 4 レンズ群 G 4 が 2 枚のレンズのみで構成されることによって全系の小型化を図ることに有利となる。第 4 レンズ群 G 4 が上記 2 枚のレンズのみで構成される場合は、これら 2 枚のレンズを互いに接合してもよく、接合した場合は小型化にさらに有利となる。

【 0 0 4 2 】

第 4 レンズ群 G 4 が光軸 Z に沿って移動することによって合焦が行われるように構成することが好ましい。すなわち、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に、5 つのレンズ群のうち第 4 レンズ群 G 4 のみが光軸 Z に沿って移動することが好ましい。以下では、合焦の際に移動するレンズ群を合焦レンズ群と称することにする。図 1 に示す例では、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に第 4 レンズ群 G 4 が像側へ移動する。図 1 の下段の図の第 4 レンズ群 G 4 の上方に記入した右方向へ向かう矢印は無限遠物体から近距離物体への合焦の際に第 4 レンズ群 G 4 が像側へ移動する合焦レンズ群であることを意味する。図 1 の上段及び中段の図では、図の煩雑化を避けるため合焦レンズ群を意味する矢印の図示を省略している。

20

【 0 0 4 3 】

第 4 レンズ群 G 4 は、第 3 レンズ群 G 3 及び第 5 レンズ群 G 5 という 2 つの正の屈折力を有するレンズ群の間に配置された群であることから、レンズ外径を小さくし易い。第 4 レンズ群 G 4 を合焦レンズ群にすることによって、合焦レンズ群の小型化及び軽量化の実現が容易となり、オートフォーカスの高速化に有利となり、合焦レンズ群の駆動系の負荷を軽減できる。

30

【 0 0 4 4 】

第 5 レンズ群 G 5 は、一例として、2 枚の正レンズと、1 枚の負レンズとからなるように構成することができる。このようにした場合は、倍率色収差及び像面湾曲を良好に補正することに有利となる。第 5 レンズ群 G 5 が上記の 3 枚のレンズからなる場合は、物体側から像側へ向かって順に、正レンズと負レンズとが物体側から順に接合された接合レンズと、正の屈折力を有する単レンズとからなるように構成してもよい。

40

【 0 0 4 5 】

あるいは、第 5 レンズ群 G 5 は、1 枚の正レンズからなるように構成することができる。このようにした場合は、小型化に有利となる。

【 0 0 4 6 】

第 5 レンズ群 G 5 は、変倍の際に、像面 S i m に対して固定されているように構成してもよい。最も像側に配置されたレンズ群が変倍の際に固定されている構成とすることによって、塵等の侵入を軽減することができる。

【 0 0 4 7 】

あるいは、第 5 レンズ群 G 5 は、変倍の際に、光軸 Z に沿って移動するように構成してもよい。このようにした場合は、収差補正の自由度が増し、より光学性能を高めることが

50

できる。

【0048】

次に、条件式に関する構成について説明する。本開示のズームレンズは、第1レンズ群G1の焦点距離を f_1 、第5レンズ群G5の焦点距離を f_5 とした場合、下記条件式(1)を満足する。条件式(1)の下限値以下とならないようにすることによって、第1レンズ群G1の屈折力が強くなり過ぎるのを防止できるため、特に、望遠端における球面収差及び軸上色収差を良好に補正することが容易になる。あるいは、条件式(1)の下限値以下とならないようにすることによって、第5レンズ群G5の屈折力が弱くなり過ぎるのを防止できるため、像面Simに配置される撮像素子への軸外主光線の入射角度が大きくなり過ぎないようにでき、その結果、シェーディングを小さくすることができる。条件式(1)の上限値以上とならないようにすることによって、第1レンズ群G1の屈折力が弱くなり過ぎるのを防止できるため、変倍の際の第1レンズ群G1の移動量を小さく抑えることができ、その結果、レンズ系を小型化することができる。あるいは、条件式(1)の上限値以上とならないようにすることによって、第5レンズ群G5の屈折力が強くなり過ぎるのを防止できるため、広角端における像面湾曲及び歪曲収差を良好に補正することが容易になる。なお、下記条件式(1-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができ、下記条件式(1-2)を満足する構成とすれば、さらにより良好な特性とすることができる。

$$0.4 < f_1 / f_5 < 2 \quad (1)$$

$$0.45 < f_1 / f_5 < 1.8 \quad (1-1)$$

$$0.5 < f_1 / f_5 < 1.6 \quad (1-2)$$

【0049】

また、本開示のズームレンズは、第4レンズ群G4の焦点距離を f_4 、第5レンズ群G5の焦点距離を f_5 とした場合、下記条件式(2)を満足する。条件式(2)の下限値以下とならないようにすることによって、第4レンズ群G4の屈折力が第5レンズ群G5の屈折力に対して弱くなり過ぎるのを防止できるため、非点収差及び像面湾曲を良好に補正しながら、変倍の際の色収差の変動を抑えることが容易になる。条件式(2)の上限値以上とならないようにすることによって、第4レンズ群G4の屈折力が第5レンズ群G5の屈折力に対して強くなり過ぎるのを防止できるため、球面収差を良好に補正することが容易になる。なお、下記条件式(2-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができ、下記条件式(2-2)を満足する構成とすれば、さらにより良好な特性とすることができる。

$$-0.7 < f_4 / f_5 < -0.1 \quad (2)$$

$$-0.64 < f_4 / f_5 < -0.15 \quad (2-1)$$

$$-0.58 < f_4 / f_5 < -0.2 \quad (2-2)$$

【0050】

また、本開示のズームレンズは、第2レンズL12のd線に対する屈折率を N_{d2} とした場合、下記条件式(3)を満足する。条件式(3)の下限値以下とならないようにすることによって、レンズ系を小型化することが容易になる。条件式(3)の上限値以上とならないようにすることによって、軸上色収差を良好に補正することが容易になる。なお、下記条件式(3-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができ、下記条件式(3-2)を満足する構成とすれば、さらにより良好な特性とすることができる。

$$1.6 < N_{d2} < 2 \quad (3)$$

$$1.62 < N_{d2} < 1.96 \quad (3-1)$$

$$1.63 < N_{d2} < 1.93 \quad (3-2)$$

【0051】

さらに、本開示のズームレンズは、以下に述べる条件式を満足することが好ましい。広角端で無限遠物体に合焦した状態における空気換算距離でのバックフォーカスを BF_w とし、広角端で無限遠物体に合焦した状態における、最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と、空気換算距離でのバックフォーカスとの和を TL_w とし

10

20

30

40

50

た場合、下記条件式(4)を満足することが好ましい。条件式(4)の下限値以下とならないようにすることによって、レンズ交換式カメラ等に必要バックフォーカスを確保することが容易になる。条件式(4)の上限値以上とならないようにすることによって、バックフォーカスが長くなり過ぎないため、光学全長に対して、レンズを配置できる範囲を広くとることができるので、変倍の際の各レンズ群の移動範囲を確保することができる。これによって、各レンズ群の屈折力が強くなり過ぎるのを防止できるため、諸収差を抑えて良好な光学性能を確保することが容易になる。なお、下記条件式(4-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$0.07 < BFW / TLW < 0.25 \quad (4)$$

$$0.1 < BFW / TLW < 0.23 \quad (4-1)$$

10

【0052】

第3レンズ群G3が、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第3レンズ群前群G3Fと、正の屈折力を有する第3レンズ群後群G3Rとからなり、第3レンズ群後群G3Rのみを防振レンズ群とする構成において、次のようにすることが好ましい。すなわち、第3レンズ群後群G3Rの焦点距離を f_{3R} 、第3レンズ群前群G3Fの焦点距離を f_{3F} とした場合、下記条件式(5)を満足することである。条件式(5)の下限値以下とならないようにすることによって、第3レンズ群後群G3Rの屈折力が強くなり過ぎるのを防止できる。条件式(5)の上限値以上とならないようにすることによって、第3レンズ群前群G3Fの屈折力が強くなり過ぎるのを防止できる。 f_{3R} / f_{3F} を条件式(5)の範囲に設定することによって、第3レンズ群G3が有する正の屈折力を第3レンズ群前群G3Fと第3レンズ群後群G3Rとに好適に配分することができ、変倍の際の波長による球面収差曲線の差を小さくすることができる。また、第3レンズ群前群G3Fと第3レンズ群後群G3Rとの相対倒れ等の組立誤差による性能劣化の感度を抑えることができる。さらに、像ぶれ補正の感度を適正に設定することができるとともに、像ぶれ補正の際の収差変動を良好に抑えることができる。なお、下記条件式(5-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$0.1 < f_{3R} / f_{3F} < 0.9 \quad (5)$$

$$0.15 < f_{3R} / f_{3F} < 0.8 \quad (5-1)$$

20

【0053】

第3レンズ群G3が、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第3レンズ群前群G3Fと、正の屈折力を有する第3レンズ群後群G3Rとからなり、第3レンズ群後群G3Rのみを防振レンズ群とする構成において、次のようにすることが好ましい。すなわち、望遠端で無限遠物体に合焦した状態における第3レンズ群後群G3Rの横倍率を $3Rt$ 、望遠端で無限遠物体に合焦した状態における第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との合成横倍率を $45t$ とした場合、下記条件式(6)を満足することである。条件式(6)の $(1 - 3Rt) \times 45t$ は、防振レンズ群の光軸Zに垂直な方向の移動量に対する、像面Sim上での像移動量、つまり、防振感度を示している。条件式(6)は、この防振感度の好適な範囲を示す式である。条件式(6)の下限値以下とならないようにすることによって、像ぶれ補正の際の防振レンズ群の移動量を小さくすることができる。これによって、防振レンズ群の大径化を抑えて、防振レンズ群を駆動する駆動系への負荷を小さくすることができる。条件式(6)の上限値以上とならないようにすることによって、防振レンズ群と、その物体側及び像側に配置されたレンズ群との相対的な倒れ等の組立誤差による性能劣化の感度を抑えることができる。また、防振感度が高くなり過ぎると安定して像ぶれ補正を行うことが難しくなるという不具合が生じることがあるが、条件式(6)の上限値以上とならないようにすることによって、このような不具合を防止することができる。なお、下記条件式(6-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$2 < (1 - 3Rt) \times 45t < 5 \quad (6)$$

$$2.3 < (1 - 3Rt) \times 45t < 4.5 \quad (6-1)$$

30

40

【0054】

50

また、第3レンズ群G3が、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第3レンズ群前群G3Fと、正の屈折力を有する第3レンズ群後群G3Rとからなり、第3レンズ群後群G3Rのみを防振レンズ群とする構成において、次のようにすることが好ましい。すなわち、第3レンズ群後群G3Rが有する少なくとも1枚の正レンズのd線基準のアッペ数を d_{3Rp} とした場合、下記条件式(7)を満足することである。条件式(7)の下限値以下とならないようにすることによって、像ぶれ補正の際の色収差の変動を抑えることができる。条件式(7)の上限値以上とならないようにすることによって、正レンズを構成する材料の屈折率が低くなり過ぎるのを防止し、レンズを薄くすることができるので、小型化に寄与することができる。なお、下記条件式(7-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができ、下記条件式(7-2)を満足する構成とすれば、さらにより良好な特性とすることができる。

$$65 < d_{3Rp} < 105 \quad (7)$$

$$72 < d_{3Rp} < 100 \quad (7-1)$$

$$80 < d_{3Rp} < 98 \quad (7-2)$$

【0055】

第4レンズ群G4のみを合焦レンズ群とする構成において、望遠端で無限遠物体に合焦した状態における第4レンズ群G4の横倍率を $4t$ 、望遠端で無限遠物体に合焦した状態における第5レンズ群G5の横倍率を $5t$ とした場合、下記条件式(8)を満足することが好ましい。条件式(8)の $(1 - 4t^2) \times 5t^2$ は、望遠端において、合焦レンズ群である第4レンズ群G4の光軸方向の移動量に対するピント移動量、つまり、ピント感度を示している。条件式(8)は、このピント感度の好適な範囲を示す式である。条件式(8)の下限値以下とならないようにすることによって、第4レンズ群G4の偏心誤差に対する性能劣化の感度を抑えることができる。また、条件式(8)の下限値以下とならないようにすることによって、第4レンズ群G4の屈折力が強くなり過ぎないようにすることが容易になるため、球面収差を良好に補正することに有利となる。条件式(8)の上限値以上とならないようにすることによって、合焦の際の第4レンズ群G4の移動量を小さくすることができ、オートフォーカスの高速化、あるいは、最短撮影距離の短縮が可能となる。なお、下記条件式(8-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができ、下記条件式(8-2)を満足する構成とすれば、さらにより良好な特性とすることができる。

$$-7 < (1 - 4t^2) \times 5t^2 < -2.6 \quad (8)$$

$$-6.5 < (1 - 4t^2) \times 5t^2 < -2.8 \quad (8-1)$$

$$-6.2 < (1 - 4t^2) \times 5t^2 < -3 \quad (8-2)$$

【0056】

第4レンズ群G4が、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなる構成において、第4レンズ群G4の負レンズのd線基準のアッペ数を d_{4n} 、第4レンズ群G4の正レンズのd線基準のアッペ数を d_{4p} とした場合、下記条件式(9)を満足することが好ましい。条件式(9)の下限値以下とならないようにすることによって、第4レンズ群G4を構成する正レンズの分散と負レンズの分散との差が小さくなり過ぎないため、色収差、特に、倍率色収差を良好に補正することができる。条件式(9)の上限値以上とならないようにすることによって、第4レンズ群G4の負レンズに用いる材料の屈折率が低くなるのを防止できるため、像面湾曲を良好に補正することに有利となる。なお、下記条件式(9-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$5 < d_{4n} - d_{4p} < 26 \quad (9)$$

$$7 < d_{4n} - d_{4p} < 24 \quad (9-1)$$

【0057】

広角端で無限遠物体に合焦した状態における、最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と、空気換算距離でのバックフォーカスとの和を TLw とし、最大像高を Y とした場合、下記条件式(10)を満足することが好ましい。一例として、図12に最大像高 Y を示す。条件式(10)の下限値以下とならないようにすることによ

10

20

30

40

50

って、各群の屈折力が強くなり過ぎることを防止できるので、球面収差等の諸収差を良好に補正することが容易になる。あるいは、条件式(10)の下限值以下とならないようにすることによって、高い光学性能の確保、及び/又は高変倍比の確保等のために必要なレンズを配置することができる。条件式(10)の上限值以上とならないようにすることによって、レンズ系を小型に構成することができる。なお、下記条件式(10-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができ、下記条件式(10-2)を満足する構成とすれば、さらにより良好な特性とすることができる。

$$6 < TLw / |Y| < 8.6 \quad (10)$$

$$6.2 < TLw / |Y| < 8 \quad (10-1)$$

$$6.4 < TLw / |Y| < 7.6 \quad (10-2)$$

10

【0058】

望遠端で無限遠物体に合焦した状態における第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との光軸上の間隔をD45t、広角端で無限遠物体に合焦した状態における第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との光軸上の間隔をD45wとした場合、下記条件式(11)を満足することが好ましい。条件式(11)の下限值以下とならないようにすることによって、変倍の際の像面湾曲の変動を良好に抑制することができる。条件式(11)の上限值以上とならないようにすることによって、変倍の際の色収差の変動を小さくすることができる。なお、下記条件式(11-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$2 < D45t / D45w < 1.3 \quad (11)$$

$$3 < D45t / D45w < 1.2 \quad (11-1)$$

20

【0059】

広角端で無限遠物体に合焦した状態における空気換算距離でのバックフォーカスをBFw、広角端で無限遠物体に合焦した状態におけるズームレンズの焦点距離をfw、広角端で無限遠物体に合焦した状態における最大半画角をwとした場合、下記条件式(12)を満足することが好ましい。一例として、図12に最大半画角wを示す。条件式(12)の下限值以下とならないようにすることによって、レンズ交換式カメラ等に必要なバックフォーカスを確保することができる。条件式(12)の上限值以上とならないようにすることによって、バックフォーカスが長くなり過ぎないため、光学全長に対して、レンズを配置できる範囲を広くとることができるので、変倍の際の各レンズ群の移動範囲を確保することができる。これによって、各レンズ群の屈折力が強くなり過ぎるのを防止できるため、諸収差を抑えて良好な光学性能を確保することが容易になる。なお、下記条件式(12-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができ、下記条件式(12-2)を満足する構成とすれば、さらにより良好な特性とすることができる。

$$0.5 < BFw / (fw \times \tan |w|) < 1.6 \quad (12)$$

$$0.6 < BFw / (fw \times \tan |w|) < 1.5 \quad (12-1)$$

$$0.7 < BFw / (fw \times \tan |w|) < 1.4 \quad (12-2)$$

30

【0060】

第1レンズ群G1が有する、第2レンズL12のd線に対する屈折率と第3レンズL13のd線に対する屈折率との平均をNdG1pとした場合、下記条件式(13)を満足することが好ましい。条件式(13)の下限值以下とならないようにすることによって、レンズ系を小型化することが容易になる。条件式(13)の上限值以上とならないようにすることによって、軸上色収差を良好に補正することが容易になる。なお、下記条件式(13-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$1.63 < NdG1p < 1.9 \quad (13)$$

$$1.64 < NdG1p < 1.85 \quad (13-1)$$

40

【0061】

第2レンズ群G2の焦点距離をf2、第3レンズ群G3の焦点距離をf3とした場合、下記条件式(14)を満足することが好ましい。条件式(14)の下限值以下とならないようにすることによって、変倍の際の第2レンズ群G2の移動量を小さくすることができ

50

る、あるいは、第2レンズ群G2に強い変倍作用を持たせることができる。条件式(14)の上限値以上としないようにすることによって、特に、広角端での倍率色収差を良好に補正することが容易になる。なお、下記条件式(14-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$-1.3 < f_2 / f_3 < -0.4 \quad (14)$$

$$-1.1 < f_2 / f_3 < -0.5 \quad (14-1)$$

【0062】

第1レンズ群G1の焦点距離をf1、第2レンズ群G2の焦点距離をf2とした場合、下記条件式(15)を満足することが好ましい。条件式(15)の下限値以下としないようにすることによって、変倍の際の第1レンズ群G1の移動量と最も物体側のレンズの有効径とを小さくし、全系の小型化を実現することが容易になる。条件式(15)の上限値以上としないようにすることによって、望遠端における球面収差及び軸上色収差を良好に補正することが容易になる。なお、下記条件式(15-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができ、下記条件式(15-2)を満足する構成とすれば、さらにより良好な特性とすることができる。

$$-8 < f_1 / f_2 < -3 \quad (15)$$

$$-7.3 < f_1 / f_2 < -3.5 \quad (15-1)$$

$$-6.6 < f_1 / f_2 < -4 \quad (15-2)$$

【0063】

第3レンズ群G3の焦点距離をf3、第4レンズ群G4の焦点距離をf4とした場合、下記条件式(16)を満足することが好ましい。第3レンズ群G3及び第4レンズ群G4は、軸上マージナル光線の光線高が比較的高いレンズ群である。条件式(16)を満足することによって、第3レンズ群G3の正の屈折力と第4レンズ群G4の負の屈折力との比を好適に設定できるため、球面収差を良好に補正することができる。なお、下記条件式(16-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$-0.9 < f_3 / f_4 < -0.4 \quad (16)$$

$$-0.8 < f_3 / f_4 < -0.5 \quad (16-1)$$

【0064】

第2レンズ群G2の焦点距離をf2、第4レンズ群G4の焦点距離をf4とした場合、下記条件式(17)を満足することが好ましい。条件式(17)の下限値以下としないようにすることによって、第2レンズ群G2の屈折力が強くなり過ぎるのを防止できるため、変倍の際の歪曲収差の変動及び像面湾曲の変動を小さくすることができる。条件式(17)の上限値以上としないようにすることによって、第4レンズ群G4の屈折力が強くなり過ぎるのを防止できるため、球面収差を良好に補正することが容易になる。なお、下記条件式(17-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$0.2 < f_2 / f_4 < 0.8 \quad (17)$$

$$0.3 < f_2 / f_4 < 0.7 \quad (17-1)$$

【0065】

第3レンズ群G3が、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第3レンズ群前群G3Fと、正の屈折力を有する第3レンズ群後群G3Rとからなり、第3レンズ群後群G3Rのみを防振レンズ群とする上記構成において、次のようにすることが好ましい。すなわち、第3レンズ群後群G3Rの焦点距離をf3R、第3レンズ群G3の焦点距離をf3とした場合、下記条件式(18)を満足することである。条件式(18)の下限値以下としないようにすることによって、防振レンズ群の屈折力が強くなり過ぎるのを防止できるため、防振レンズ群が移動した際のコマ収差の変動及び色収差の変動を抑えることができる。また、高くなり過ぎた防振敏感度のために、像ぶれ補正の安定性が低下するのを防止することができる。条件式(18)の上限値以上としないようにすることによって、防振レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎるのを防止できるため、像ぶれ補正の際の防振レンズ群の移動量を小さくすることができる。なお、下記条件式(18-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができ、下記条件式(18-2)を満足する

10

20

30

40

50

構成とすれば、さらにより良好な特性とすることができる。

$$0.6 < f_{3R} / f_3 < 1.8 \quad (18)$$

$$0.7 < f_{3R} / f_3 < 1.6 \quad (18 - 1)$$

$$0.8 < f_{3R} / f_3 < 1.4 \quad (18 - 2)$$

【0066】

第4レンズ群G4のみを合焦レンズ群とする構成において、広角端で無限遠物体に合焦した状態における第4レンズ群G4の横倍率を $4w$ 、広角端で無限遠物体に合焦した状態における第5レンズ群G5の横倍率を $5w$ とした場合、下記条件式(19)を満足することが好ましい。条件式(19)の $(1 - 4w^2) \times 5w^2$ は、広角端において、合焦レンズ群である第4レンズ群G4の光軸方向の移動量に対するピント移動量、つまり、ピント感度を示している。条件式(19)は、このピント感度の好適な範囲を示す式である。条件式(19)の下限値以下としないようにすることによって、第4レンズ群G4の偏心誤差に対する性能劣化の感度を抑えることができる。また、条件式(19)の下限値以下としないようにすることによって、第4レンズ群G4の屈折力が強くなり過ぎないようにすることが容易になるため、球面収差を良好に補正することに有利となる。条件式(19)の上限値以上としないようにすることによって、合焦の際の第4レンズ群G4の移動量を小さくすることができるので、広角端での光学全長の短縮に寄与でき、また、オートフォーカスの高速化が可能となる。なお、下記条件式(19-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$-3.1 < (1 - 4w^2) \times 5w^2 < -1.2 \quad (19)$$

$$-2.8 < (1 - 4w^2) \times 5w^2 < -1.4 \quad (19 - 1)$$

【0067】

第1レンズ群G1の第1レンズのd線基準のアッペ数を d_1 とした場合、下記条件式(20)を満足することが好ましい。条件式(20)の下限値以下としないようにすることによって、特に、望遠端での軸上色収差を良好に補正することができる。なお、負の第1レンズのアッペ数が大きくなって正の第2レンズのアッペ数との差が小さくなると、軸上色収差を補正するためには、第1レンズ及び第2レンズの屈折力を強くする必要が生じるが、そうすると、球面収差及び像面湾曲が大きくなってしまふ。条件式(20)の上限値以上にならないようにすることによって、軸上色収差の補正のために第1レンズ及び第2レンズの屈折力が強くなり過ぎるのを防止でき、特に望遠側での球面収差及び像面湾曲を良好に補正することに有利となる。なお、下記条件式(20-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$1.5 < d_1 < 2.6 \quad (20)$$

$$1.6 < d_1 < 2.5 \quad (20 - 1)$$

【0068】

第4レンズ群G4は少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズとを有し、第4レンズ群G4の正レンズのd線基準のアッペ数を d_{4p} とした場合、第4レンズ群G4は下記条件式(21)を満足する正レンズを少なくとも1枚有することが好ましい。条件式(21)の下限値以下としないようにすることによって、望遠側での軸上色収差、特に、短波長側の色収差を良好に補正することが容易になる。なお、第4レンズ群G4の正レンズのアッペ数が大きくなって第4レンズ群G4の負レンズのアッペ数との差が小さくなると、軸上色収差を補正するためには、これら正レンズ及び負レンズ両方の屈折力を強くする必要が生じるが、そうすると、球面収差及びコマ収差が大きくなってしまふ。条件式(21)の上限値以上としないようにすることによって、第4レンズ群G4を構成する各レンズの屈折力が強くなり過ぎるのを防止でき、特に、望遠側での5次以上の球面収差及びコマ収差を良好に補正することに有利となる。なお、下記条件式(21-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$1.5 < d_{4p} < 2.8 \quad (21)$$

$$1.6 < d_{4p} < 2.6 \quad (21 - 1)$$

【0069】

10

20

30

40

50

上述した好ましい構成及び可能な構成は、任意の組合せが可能であり、要求される仕様に応じて適宜選択的に採用されることが好ましい。本開示の技術によれば、広画角かつ高変倍比を確保しながらも、小型化が図られ、良好な光学性能を有するズームレンズを実現することが可能である。なお、ここでいう「広画角」とは、広角端での最大半画角が40度以上であることを意味し、「高変倍比」とは変倍比が4倍以上であることを意味する。

【0070】

次に、本開示のズームレンズの数値実施例について説明する。

[実施例1]

実施例1のズームレンズの構成を示す断面図は図1に示しており、その図示方法と構成は上述したとおりであるので、ここでは重複説明を一部省略する。実施例1のズームレンズは、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りStと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とからなる。第3レンズ群G3は、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第3レンズ群前群G3Fと、正の屈折力を有する第3レンズ群後群G3Rとからなる。第1レンズ群G1は、物体側から像側へ向かって順に、第1レンズL11と、第2レンズL12と、第3レンズL13との3枚のレンズからなる。第2レンズ群G2は、物体側から像側へ向かって順に、レンズL21~L24の4枚のレンズからなる。第3レンズ群前群G3Fは、物体側から像側へ向かって順に、レンズL31~L33の3枚のレンズからなる。第3レンズ群後群G3RはレンズL34の1枚のレンズからなる。第4レンズ群G4は、物体側から像側へ向かって順に、レンズL41~L42の2枚のレンズからなる。第5レンズ群G5は物体側から像側へ向かって順にレンズL51~L53の3枚のレンズからなる。広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、及び第4レンズ群G4は隣り合うレンズ群の光軸方向の全ての間隔を変化させて光軸Zに沿って移動し、第5レンズ群G5は像面Simに対して固定されている。防振レンズ群は第3レンズ群後群G3Rのみからなる。合焦レンズ群は第4レンズ群G4のみからなる。以上が実施例1のズームレンズの概要である。

【0071】

実施例1のズームレンズについて、基本レンズデータを表1に、諸元と可変面間隔を表2に、非球面係数を表3に示す。表1において、Snの欄には最も物体側の面を第1面として像側に向かうに従い1つずつ番号を増加させた場合の面番号を示し、Rの欄には各面の曲率半径を示し、Dの欄には各面とその像側に隣接する面との光軸上の面間隔を示す。また、Ndの欄には各構成要素のd線に対する屈折率を示し、dの欄には各構成要素のd線基準のアッペ数を示し、gFの欄には各構成要素のg線とF線間の部分分散比を示す。

【0072】

表1では、物体側に凸面を向けた形状の面の曲率半径の符号を正、像側に凸面を向けた形状の面の曲率半径の符号を負としている。表1には光学部材PPと開口絞りStも示しており、開口絞りStに相当する面の面番号の欄には面番号と(St)という語句を記載している。表1のDの最下欄の値は表中の最も像側の面と像面Simとの間隔である。表1では変倍の際に間隔が変化する可変面間隔についてはDD[]という記号を用い、[]の中にこの間隔の物体側の面番号を付してDの欄に記入している。

【0073】

表2に、変倍比Zr、焦点距離f、FナンバーFNo.、最大全画角 2θ 、及び、変倍の際の可変面間隔の値を示す。 2θ の欄の(°)は単位が度であることを意味する。表2では、広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態の各値をそれぞれ「広角端」、「中間」、「及び「望遠端」と表記した欄に示している。表1及び表2に示す値は、無限遠物体に合焦した状態においてd線を基準とした場合の値である。

【0074】

表1では、非球面の面番号には*印を付しており、非球面の曲率半径の欄には近軸の曲

10

20

30

40

50

率半径の数值を記載している。表3において、 S_n の欄には非球面の面番号を示し、 K_A 及び A_m ($m = 3, 4, 5, \dots, 10$)の欄には各非球面についての非球面係数の数值を示す。表3の非球面係数の数值の「 $E \pm n$ 」(n :整数)は「 $\times 10^{\pm n}$ 」を意味する。 K_A 及び A_m は下式で表される非球面式における非球面係数である。

$$Zd = C \times h^2 / \{ 1 + (1 - K_A \times C^2 \times h^2)^{1/2} \} + A_m \times h^m$$

ただし、

Zd : 非球面深さ(高さ h の非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ)

h : 高さ(光軸からレンズ面までの距離)

C : 近軸曲率半径の逆数

K_A 、 A_m : 非球面係数

であり、非球面式の h^m は m に関する総和を意味する。

【0075】

各表のデータにおいて、角度の単位としては度を用い、長さの単位としてはmm(ミリメートル)を用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても使用可能なため他の適当な単位を用いることもできる。また、以下に示す各表では所定の桁でまるめた数值を記載している。

【0076】

10

20

30

40

50

【表 1】
実施例 1

Sn	R	D	Nd	νd	θ_{gF}
1	147.65954	1.500	1.84666	23.78	0.62054
2	66.26836	5.470	1.75976	52.02	0.54640
3	413.58552	0.150			
4	61.13525	4.830	1.74437	53.56	0.54443
5	210.90455	DD[5]			
*6	293.87219	1.500	1.80998	40.95	0.56644
*7	13.80754	8.421			
8	-17.04404	0.700	1.66656	56.91	0.54500
9	-55.15886	0.705			
10	117.74408	3.699	1.94595	17.98	0.65460
11	-39.74485	1.406			
12	-20.28011	0.700	1.84700	22.65	0.62089
13	-30.35505	DD[13]			
14(St)	∞	0.500			
*15	19.72898	4.886	1.68948	31.02	0.59874
*16	-228.86837	2.415			
17	35.75828	0.700	1.85896	22.73	0.62844
18	11.37584	3.606	1.61800	63.33	0.54414
19	19.94929	1.600			
*20	17.11541	5.718	1.49700	81.61	0.53887
*21	-22.47607	DD[21]			
22	78.01772	2.000	1.85896	22.73	0.62844
23	-105.36171	0.610	1.80440	39.59	0.57297
24	20.27468	DD[24]			
25	119.51326	3.106	1.61807	47.62	0.56442
26	-75.27031	1.300	1.81996	46.01	0.55579
27	120.38400	0.933			
*28	-109.16204	3.553	1.58313	59.38	0.54237
*29	-31.21099	14.685			
30	∞	2.850	1.51680	64.20	0.53430
31	∞	1.000			

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

50

【表 2】
実施例 1

	広角端	中間	望遠端
Zr	1.000	2.215	4.713
f	16.504	36.548	77.783
FNo.	4.12	4.13	4.13
$2\omega(^{\circ})$	87.2	40.8	19.8
DD[5]	0.800	14.741	35.652
DD[13]	19.488	6.274	1.188
DD[21]	2.496	3.840	2.495
DD[24]	3.861	17.125	31.386

【0078】

【表 3】
実施例1

Sn	6	7	15	16
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-2.0156062E-05	-5.1708119E-05	-3.7833014E-05	-2.8854059E-05
A5	3.1332925E-06	3.8228839E-06	8.9432918E-06	1.2730218E-05
A6	1.0876565E-07	-1.1063845E-08	-1.8848688E-06	-3.2220609E-06
A7	-1.7774067E-08	-2.4210034E-08	8.0755296E-08	2.5722342E-07
A8	-2.0072742E-11	3.3662549E-09	1.2507349E-08	1.3197679E-08
A9	3.3457813E-11	-3.8954053E-11	-1.2306669E-09	-3.4051477E-09
A10	-3.6041271E-13	-1.1521318E-11	-1.3124899E-11	1.2147994E-10

Sn	20	21	28	29
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-3.8001832E-05	3.2816072E-05	9.9652891E-06	3.7008339E-05
A5	-1.4671735E-05	-1.2839953E-05	5.3568193E-06	-1.8060076E-06
A6	8.9777112E-06	7.3318923E-06	-5.3160786E-07	2.4328182E-07
A7	-2.5684771E-06	-1.9257261E-06	1.2498677E-08	-1.2493449E-09
A8	3.9432287E-07	2.7375207E-07	1.8271499E-09	-1.5154824E-09
A9	-3.1518780E-08	-2.0706246E-08	-1.7695720E-10	6.3461976E-11
A10	1.0102143E-09	6.3878265E-10	4.9789359E-12	-2.0584295E-15

【0079】

図 1 3 及び図 2 4 に、実施例 1 のズームレンズの無限遠物体に合焦した状態の各収差図を示す。図 1 3 には像ぶれ補正がない状態の各収差図を示す。図 1 3 では左から順に、球面収差、非点収差、歪曲収差、及び倍率色収差を示す。図 1 3 では「広角端」と付した上

段に広角端状態の収差を示し、「中間」と付した中段に中間焦点距離状態の収差を示し、「望遠端」と付した下段に望遠端状態の収差を示す。球面収差図では、d線、C線、F線、及びg線における収差をそれぞれ実線、長破線、短破線、及び一点鎖線で示す。非点収差図では、サジタル方向のd線における収差を実線で示し、タンジェンシャル方向のd線における収差を短破線で示す。歪曲収差図ではd線における収差を実線で示す。倍率色収差図では、C線、F線、及びg線における収差をそれぞれ長破線、短破線、及び一点鎖線で示す。球面収差図のFNo.はFナンバーを意味し、その他の収差図の は半画角を意味する。

【0080】

図24では、「像ぶれ補正なし」と付した左側に像ぶれ補正がない場合の10個の横収差を示し、「像ぶれ補正あり」と付した右側に、光線傾き-0.3度相当分、防振レンズ群を光軸Zと垂直な方向に移動させた場合の10個の横収差を示す。「像ぶれ補正なし」の図のうち、左列の6個の図はタンジェンシャル方向の収差、右列の4個の図はサジタル方向の収差であり、上から順に、広角端において像高が0となる位置での収差、広角端において像高が-側の最大像高の8割となる位置での収差、広角端において像高が+側の最大像高の8割となる位置での収差、望遠端において像高が0となる位置での収差、望遠端において像高が-側の最大像高の8割となる位置での収差、望遠端において像高が+側の最大像高の8割となる位置での収差を示す。図中の は半画角を意味し、d線、C線、F線、及びg線における収差をそれぞれ実線、長破線、短破線、及び一点鎖線で示す。「像ぶれ補正あり」の図についても同様である。

【0081】

上記の実施例1に関する各データの記号、意味、記載方法、及び図示方法は、特に断りが無い限り以下の実施例においても同様であるので、以下では重複説明を省略する。

【0082】

[実施例2]

実施例2のズームレンズの構成を示す断面図を図2に示す。実施例2のズームレンズは、実施例1のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例2のズームレンズについて、基本レンズデータを表4に、諸元と可変面間隔を表5に、非球面係数を表6に、各収差図を図14及び図25に示す。

【0083】

10

20

30

40

50

【表 4】
実施例2

Sn	R	D	Nd	νd	θ_{gF}
1	131.57797	1.500	1.84699	22.65	0.62089
2	67.55520	5.403	1.71053	55.97	0.54269
3	425.49740	0.150			
4	58.77808	4.988	1.71727	55.64	0.54270
5	201.80604	DD[5]			
*6	416.64637	1.500	1.77322	44.08	0.56460
*7	13.41082	8.329			
8	-17.23302	0.700	1.70216	49.39	0.55742
9	-56.24107	0.710			
10	105.60952	3.078	1.94595	17.98	0.65460
11	-41.31604	1.393			
12	-20.80363	0.700	1.84699	22.65	0.62089
13	-31.68401	DD[13]			
14(St)	∞	0.500			
*15	18.85186	5.206	1.68948	31.02	0.59874
*16	-116.01791	2.093			
17	62.51501	0.600	1.84573	22.71	0.62065
18	12.14801	3.609	1.58163	61.86	0.54174
19	23.68045	1.600			
*20	16.74149	5.994	1.49700	81.61	0.53887
*21	-21.09500	DD[21]			
22	68.81562	2.112	1.85896	22.73	0.62844
23	-77.49432	0.610	1.80440	39.59	0.57297
24	17.95124	DD[24]			
*25	116.14419	4.604	1.58313	59.38	0.54237
*26	-38.32872	0.150			
27	-139.21760	1.500	1.74841	53.16	0.54494
28	34.13398	4.468	1.48749	70.24	0.53007
29	-517.25402	12.405			
30	∞	2.850	1.51680	64.20	0.53430
31	∞	1.000			

10

20

30

40

【 0 0 8 4 】

50

【表 5】

実施例2

	広角端	中間	望遠端
Zr	1.000	2.215	4.713
f	16.499	36.538	77.761
FNo.	4.12	4.13	4.13
$2\omega(^{\circ})$	87.0	41.0	20.0
DD[5]	0.800	14.215	35.151
DD[13]	19.731	6.650	2.034
DD[21]	2.499	4.314	3.105
DD[24]	4.241	17.050	31.033

10

【0085】

【表 6】

実施例2

Sn	6	7	15	16
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-1.4966116E-05	-4.8836895E-05	-2.2251192E-05	-8.4475879E-07
A5	2.4803547E-06	3.1121405E-06	6.3217095E-06	7.2024578E-06
A6	1.0988494E-07	1.3659886E-07	-1.6604772E-06	-2.0575753E-06
A7	-1.3252893E-08	-4.1764770E-08	1.4695868E-07	2.0514768E-07
A8	-1.5742775E-10	2.8763475E-09	4.4767350E-09	5.4178092E-09
A9	2.7322906E-11	1.8816394E-10	-1.3614374E-09	-2.2676798E-09
A10	-1.9198265E-13	-1.8097317E-11	3.9609326E-11	9.1845861E-11

20

30

Sn	20	21	25	26
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-4.5120903E-05	3.1124682E-05	1.3940193E-05	3.7240038E-05
A5	-1.5053854E-05	-1.0787545E-05	1.8917020E-06	-3.0716491E-06
A6	9.0451192E-06	6.7602758E-06	-7.5934360E-08	2.0095116E-07
A7	-2.6021055E-06	-1.8891461E-06	1.1141342E-08	3.8494441E-08
A8	3.9769025E-07	2.7813451E-07	-1.1552052E-09	-4.0348499E-09
A9	-3.1214244E-08	-2.1199576E-08	-5.8037554E-11	-7.9733250E-11
A10	9.7019543E-10	6.4468762E-10	7.6219560E-12	1.3365832E-11

40

【0086】

[実施例 3]

実施例 3 のズームレンズの構成を示す断面図を図 3 に示す。実施例 3 のズームレンズは、実施例 1 のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例 3 のズームレンズについ

50

て、基本レンズデータを表 7 に、諸元と可変面間隔を表 8 に、非球面係数を表 9 に、各収差図を図 1 5 及び図 2 6 に示す。

【 0 0 8 7 】

【表 7】

実施例3

Sn	R	D	Nd	ν_d	θ_{gF}
1	127.23794	1.500	1.95906	17.47	0.65993
2	68.36118	5.188	1.88300	40.76	0.56679
3	353.42458	0.150			
4	51.05060	5.536	1.61014	60.76	0.54217
5	176.82084	DD[5]			
*6	197.67080	1.500	1.83268	39.67	0.57242
*7	12.65278	8.030			
8	-16.65132	0.700	1.70054	56.20	0.54325
9	-64.65678	0.526			
10	88.26127	3.078	1.94595	17.98	0.65460
11	-40.30466	1.695			
12	-18.46617	0.700	1.79664	25.42	0.61156
13	-29.44876	DD[13]			
14(St)	∞	0.500			
*15	19.22635	6.000	1.68948	31.02	0.59874
*16	-52.94274	1.415			
17	66.22177	0.600	1.84693	22.65	0.62088
18	11.65503	5.166	1.51822	64.30	0.53826
19	47.46314	1.600			
*20	17.59201	6.000	1.41390	100.82	0.53373
*21	-21.14694	DD[21]			
22	61.73120	2.000	1.95906	17.47	0.65993
23	-178.94136	0.610	1.80440	39.59	0.57297
24	16.61010	DD[24]			
*25	202.68635	4.726	1.58313	59.38	0.54237
*26	-31.31369	0.877			
27	-104.68838	1.500	1.85883	30.00	0.59793
28	32.17344	4.796	1.59827	46.77	0.56598
29	-259.27698	9.888			
30	∞	2.850	1.51680	64.20	0.53430
31	∞	1.000			

【 0 0 8 8 】

10

20

30

40

50

【表 8】

実施例3

	広角端	中間	望遠端
Zr	1.000	2.215	4.713
f	16.489	36.516	77.714
FNo.	4.13	4.13	4.13
$2\omega(^{\circ})$	86.2	40.8	20.0
DD[5]	0.800	12.911	31.637
DD[13]	17.932	7.217	2.961
DD[21]	2.496	3.982	3.292
DD[24]	5.645	20.110	33.038

10

【0089】

【表 9】

実施例3

Sn	6	7	15	16
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-1.7395978E-05	-5.3566161E-05	-2.7226806E-05	1.0020418E-06
A5	2.4371987E-06	3.5906409E-06	6.4928718E-06	7.3657138E-06
A6	1.0344411E-07	3.6976701E-08	-1.6697118E-06	-2.0833633E-06
A7	-1.2677658E-08	-4.6667222E-08	1.4480647E-07	2.0462468E-07
A8	-1.3209070E-10	2.5670020E-09	4.5420622E-09	5.1012960E-09
A9	2.7741079E-11	4.6681502E-10	-1.3619176E-09	-2.2513360E-09
A10	-3.0574453E-13	-3.5875113E-11	4.0475784E-11	9.4398056E-11

20

30

Sn	20	21	25	26
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-3.0824782E-05	3.9383615E-05	1.8948283E-05	4.9627909E-05
A5	-1.5396547E-05	-1.2125492E-05	2.1106325E-06	-3.1509149E-06
A6	8.9851464E-06	6.7627679E-06	-7.6404143E-08	2.0026483E-07
A7	-2.6039940E-06	-1.8805572E-06	1.2442486E-08	3.8679839E-08
A8	3.9904814E-07	2.7760299E-07	-1.2366207E-09	-3.9954683E-09
A9	-3.1272708E-08	-2.1241901E-08	-5.9605050E-11	-7.8251033E-11
A10	9.4962207E-10	6.2918187E-10	7.8724492E-12	1.3297708E-11

40

【0090】

[実施例 4]

実施例 4 のズームレンズの構成を示す断面図を図 4 に示す。実施例 4 のズームレンズは、実施例 1 のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例 4 のズームレンズについ

50

て、基本レンズデータを表 1 0 に、諸元と可変面間隔を表 1 1 に、非球面係数を表 1 2 に、各収差図を図 1 6 及び図 2 7 に示す。

【 0 0 9 1 】

【表 1 0】

実施例4

Sn	R	D	Nd	ν_d	θ_{gF}
1	140.15920	1.500	1.92286	18.90	0.64960
2	76.57562	4.600	1.77250	49.60	0.55212
3	338.17154	0.150			
4	61.25862	4.716	1.77423	47.35	0.55640
5	190.24297	DD[5]			
*6	416.65153	1.500	1.80998	40.95	0.56644
*7	14.54810	8.214			
8	-19.31908	0.700	1.67439	37.17	0.58327
9	-115.85599	0.150			
10	98.21866	4.473	1.94595	17.98	0.65460
11	-36.04825	1.330			
12	-21.47670	0.700	1.83667	23.17	0.61902
13	-30.19670	DD[13]			
14(St)	∞	0.500			
*15	16.81445	5.001	1.68948	31.02	0.59874
*16	-245.46598	0.174			
17	34.32449	0.700	1.85896	22.73	0.62844
18	11.10736	3.010	1.61800	63.33	0.54414
19	16.22876	1.600			
*20	17.65941	5.267	1.49700	81.61	0.53887
*21	-22.39316	DD[21]			
22	130.93020	2.000	1.84666	23.78	0.62054
23	-90.34011	0.610	1.80440	39.59	0.57297
24	18.86350	DD[24]			
25	120.70098	3.000	1.77357	50.62	0.54837
26	-99.45133	1.310	1.76574	43.54	0.56641
27	123.89655	0.974			
*28	-101.34788	3.778	1.58313	59.38	0.54237
*29	-27.87020	14.622			
30	∞	2.850	1.51680	64.20	0.53430
31	∞	1.000			

【 0 0 9 2 】

10

20

30

40

50

【表 1 1】
実施例4

	広角端	中間	望遠端
Zr	1.000	2.215	4.713
f	16.529	36.603	77.900
FNo.	4.12	4.12	4.12
$2\omega(^{\circ})$	85.0	40.6	19.6
DD[5]	0.800	12.423	37.532
DD[13]	22.958	6.937	1.196
DD[21]	2.498	3.950	3.020
DD[24]	3.826	18.352	28.365

【 0 0 9 3 】

【表 1 2】
実施例4

Sn	6	7	15	16
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-2.1573661E-05	-3.9022740E-05	-4.8405706E-05	-4.4169435E-05
A5	3.4921030E-06	1.1943667E-06	8.8946671E-06	1.5305559E-05
A6	8.2025268E-08	4.2655315E-07	-2.1312271E-06	-3.5539537E-06
A7	-1.5931433E-08	-3.3045461E-08	9.2082608E-08	2.3009141E-07
A8	-3.1506580E-11	4.3607644E-10	1.3166819E-08	1.4786052E-08
A9	3.3946573E-11	1.1452099E-10	-1.3579324E-09	-3.5116072E-09
A10	-6.0576814E-13	-3.0153512E-12	-4.2184579E-11	1.2094256E-10

Sn	20	21	28	29
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-5.2874727E-05	2.3466953E-05	-4.1957056E-06	2.5963740E-05
A5	-7.3734243E-06	-8.3472818E-06	4.6862198E-06	-1.8441578E-06
A6	8.6426532E-06	7.1763170E-06	-4.8423437E-07	1.9590948E-07
A7	-2.6160163E-06	-1.9596690E-06	1.4614956E-08	2.5074796E-09
A8	3.9003698E-07	2.7207633E-07	2.0827550E-09	-1.3312155E-09
A9	-3.0978989E-08	-2.0482438E-08	-1.8838102E-10	8.4706074E-11
A10	1.0991537E-09	7.1873611E-10	5.3234032E-12	-9.1069571E-13

【 0 0 9 4 】

[実施例 5]

実施例 5 のズームレンズの構成を示す断面図を図 5 に示す。実施例 5 のズームレンズは、実施例 1 のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例 5 のズームレンズについ

て、基本レンズデータを表 1 3 に、諸元と可変面間隔を表 1 4 に、非球面係数を表 1 5 に、各収差図を図 1 7 及び図 2 8 に示す。

【 0 0 9 5 】

【表 1 3】

実施例5

Sn	R	D	Nd	ν_d	θ_{gF}
1	276.64953	1.500	2.10420	17.02	0.66311
2	106.19860	4.552	1.89190	37.13	0.57813
3	-1677.82377	0.150			
4	56.33140	4.817	1.77250	49.60	0.55212
5	155.87618	DD[5]			
*6	149.55316	1.500	1.80998	40.95	0.56644
*7	13.57868	8.395			
8	-17.68901	0.700	1.70300	52.38	0.55070
9	-54.91943	0.875			
10	105.03887	3.591	1.94595	17.98	0.65460
11	-46.32614	1.558			
12	-20.64389	0.700	1.78880	28.43	0.60092
13	-30.18069	DD[13]			
14(St)	∞	0.500			
*15	19.33407	5.075	1.68948	31.02	0.59874
*16	-182.20393	1.728			
17	41.69835	0.700	1.77830	23.91	0.62490
18	10.65894	4.233	1.59410	60.47	0.55516
19	20.25219	1.600			
*20	16.23382	6.000	1.43875	94.66	0.53402
*21	-20.10236	DD[21]			
22	77.20179	2.000	1.85896	22.73	0.62844
23	-120.80822	0.610	1.80440	39.59	0.57297
24	19.96950	DD[24]			
25	198.83439	3.010	1.95375	32.32	0.59056
26	-77.70704	1.300	2.00100	29.14	0.59974
27	173.84906	1.124			
*28	-63.29840	3.294	1.58313	59.38	0.54237
*29	-27.70698	14.724			
30	∞	2.850	1.51680	64.20	0.53430
31	∞	1.000			

【 0 0 9 6 】

10

20

30

40

50

【表 1 4】

実施例5

	広角端	中間	望遠端
Zr	1.000	2.215	4.713
f	16.494	36.526	77.736
FNo.	4.12	4.13	4.13
$2\omega(^{\circ})$	86.6	40.8	19.8
DD[5]	0.800	12.774	34.757
DD[13]	19.916	6.256	1.433
DD[21]	2.494	3.934	2.492
DD[24]	3.953	18.598	32.685

【0097】

【表 1 5】

実施例5

Sn	6	7	15	16
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-2.3655363E-05	-5.3728186E-05	-3.4165966E-05	-2.5732809E-05
A5	2.8434972E-06	3.8702629E-06	9.0520891E-06	1.4563115E-05
A6	1.2915494E-07	-1.1307658E-07	-1.7407849E-06	-3.3956346E-06
A7	-1.5994964E-08	-1.5080856E-08	6.7458682E-08	2.5664612E-07
A8	-1.1375601E-10	3.5036777E-09	1.2063751E-08	1.4397885E-08
A9	2.9945832E-11	-1.2107170E-10	-1.1489145E-09	-3.3702215E-09
A10	-1.9862184E-13	-6.5028915E-12	-6.5171513E-12	1.1861303E-10

Sn	20	21	28	29
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-4.4280271E-05	4.4114101E-05	9.3389749E-06	4.0215836E-05
A5	-1.5653598E-05	-1.5431545E-05	6.7261449E-06	-8.4851556E-07
A6	9.0540750E-06	7.7459060E-06	-6.0563648E-07	1.9487091E-07
A7	-2.5669171E-06	-1.9405480E-06	1.1966300E-08	-3.1052206E-10
A8	3.9472318E-07	2.7266272E-07	1.6794483E-09	-1.8555477E-09
A9	-3.1668403E-08	-2.0784346E-08	-1.5723829E-10	8.6125504E-11
A10	1.0098062E-09	6.4383577E-10	4.7559789E-12	-1.2615438E-13

【0098】

[実施例 6]

実施例 6 のズームレンズの構成を示す断面図を図 6 に示す。実施例 6 のズームレンズは、第 2 レンズ群 G 2 が物体側から像側へ向かって順にレンズ L 2 1 ~ L 2 3 の 3 枚のレン

ズからなる点、及び第5レンズ群G5がレンズL51の1枚のレンズからなる点以外は、実施例1のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例6のズームレンズについて、基本レンズデータを表16に、諸元と可変面間隔を表17に、非球面係数を表18に、各収差図を図18及び図29に示す。

【0099】

【表16】

実施例6

Sn	R	D	Nd	ν_d	θ_{gF}
1	195.53115	1.500	1.85896	22.73	0.62844
2	86.76544	5.023	1.72720	55.14	0.54272
3	1574.16747	0.150			
4	59.25939	4.789	1.74873	53.13	0.54497
5	176.68922	DD[5]			
6	95.14642	0.900	1.73147	54.85	0.54289
7	11.67452	8.554			
*8	-22.02773	1.500	1.69350	53.20	0.54661
*9	-73.73379	0.863			
10	181.48116	2.290	1.95906	17.47	0.65993
11	-90.14539	DD[11]			
12(St)	∞	0.500			
*13	18.98763	5.806	1.68948	31.02	0.59874
*14	-103.40755	0.150			
15	46.67854	0.600	1.84700	22.65	0.62089
16	12.35452	2.337	1.59597	60.18	0.54388
17	16.67564	1.600			
*18	16.37080	5.591	1.49700	81.61	0.53887
*19	-18.28048	DD[19]			
20	115.11383	2.111	1.89286	20.36	0.63944
21	-72.73789	0.610	1.73800	32.33	0.59005
22	17.38170	DD[22]			
*23	-194.24953	5.000	1.58313	59.38	0.54237
*24	-35.49614	15.307			
25	∞	2.850	1.51680	64.20	0.53430
26	∞	1.000			

【0100】

10

20

30

40

50

【表 17】
実施例6

	広角端	中間	望遠端
Zr	1.000	2.068	4.124
f	16.494	34.108	68.018
FNo.	4.12	4.12	4.12
$2\omega(^{\circ})$	86.8	43.4	22.8
DD[5]	0.800	15.581	36.540
DD[11]	19.977	6.249	1.786
DD[19]	2.498	4.682	3.255
DD[22]	7.702	15.844	28.468

【0101】

【表 18】

実施例6

Sn	8	9	13	14
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	4.7373189E-05	2.5192973E-05	-6.3293482E-05	-5.7886884E-05
A5	-9.6054676E-06	-1.0829721E-05	6.7008866E-06	1.9094374E-06
A6	-4.9995523E-07	-2.8512812E-07	-2.2724721E-06	-1.6043189E-06
A7	1.8214891E-07	1.8202868E-07	1.5488404E-07	2.4076072E-07
A8	-8.7603437E-09	-9.8345504E-09	1.0364797E-08	-8.6072636E-09
A9	-1.0127774E-09	-1.0026794E-09	-2.2613856E-09	-2.7327284E-09
A10	6.8101188E-11	7.7857893E-11	4.1839797E-12	1.7631883E-10

Sn	18	19	23	24
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-5.6626742E-05	2.3149554E-05	-2.4360205E-05	-7.3443391E-06
A5	-1.7898609E-05	-3.4762525E-06	4.8569381E-06	-9.4393343E-07
A6	9.0631618E-06	5.4719541E-06	-1.8355027E-07	4.6339658E-07
A7	-2.5725642E-06	-1.9400684E-06	-6.6976288E-09	-2.2416225E-08
A8	4.0370075E-07	3.0286510E-07	9.8021940E-10	-1.6054852E-09
A9	-3.1983972E-08	-2.1697419E-08	-4.8407130E-11	1.6800329E-10
A10	8.8530237E-10	4.7630221E-10	1.0659909E-12	-3.9963385E-12

【0102】

[実施例 7]

実施例7のズームレンズの構成を示す断面図を図7に示す。実施例7のズームレンズは、第5レンズ群G5がレンズL51の1枚のレンズからなる点、及び変倍の際に隣り合う

レンズ群の光軸方向の全ての間隔を変化させて第5レンズ群G5も含めた全てのレンズ群が光軸Zに沿って移動する点以外は、実施例1のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例7のズームレンズについて、基本レンズデータを表19に、諸元と可変面間隔を表20に、非球面係数を表21に、各収差図を図19及び図30に示す。

【0103】

【表19】

実施例7

Sn	R	D	Nd	ν_d	θ_{gF}
1	113.64101	1.500	1.84666	23.78	0.62054
2	58.14689	4.447	1.71345	55.83	0.54270
3	211.06714	0.150			
4	51.16998	4.623	1.75865	52.14	0.54625
5	183.59726	DD[5]			
*6	416.72917	1.500	1.80139	45.45	0.55814
*7	12.09655	5.782			
8	-29.29465	0.710	1.84701	43.30	0.56102
9	416.72918	3.417	1.87068	21.47	0.62537
10	-22.00226	0.936			
*11	-24.17670	1.200	1.83135	33.60	0.58952
*12	-47.50496	DD[12]			
13(St)	∞	0.500			
*14	17.67089	5.666	1.68948	31.02	0.59874
*15	-46.67564	0.150			
16	77.29506	0.600	1.84700	22.65	0.62089
17	12.52123	2.313	1.54544	63.25	0.54027
18	17.13631	1.600			
*19	16.87557	5.634	1.49700	81.61	0.53887
*20	-17.56029	DD[20]			
21	233.79674	1.952	1.89286	20.36	0.63944
22	-55.17846	0.610	1.73800	32.33	0.59005
23	18.48020	DD[23]			
24	-92.29233	4.722	1.68005	57.50	0.54262
25	-31.83840	DD[25]			
26	∞	2.850	1.51680	64.20	0.53430
27	∞	1.000			

【0104】

10

20

30

40

50

【表 2 0】
実施例 7

	広角端	中間	望遠端
Zr	1.000	2.068	4.124
f	16.500	34.120	68.042
FNo.	4.12	4.12	4.12
$2\omega(^{\circ})$	85.8	43.4	22.8
DD[5]	0.800	15.662	30.734
DD[12]	17.213	6.756	1.182
DD[20]	2.497	4.102	2.872
DD[23]	6.364	15.608	26.540
DD[25]	16.346	15.900	20.967

【0 1 0 5】

【表 2 1】
実施例 7

Sn	6	7	11	12
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	1.8091328E-05	-1.2314959E-05	-2.5016662E-04	-2.4329153E-04
A5	5.1803351E-06	1.5867207E-05	-5.0108301E-06	-4.8645063E-06
A6	-1.9803780E-07	-1.0912822E-06	3.7868352E-06	3.6275866E-06
A7	-3.7487095E-08	-2.6542143E-08	-2.8809156E-08	-2.4969052E-08
A8	1.2484754E-09	1.7170655E-08	-2.7839049E-08	-3.0653783E-08
A9	9.2233607E-11	-8.6841684E-11	-6.3320407E-11	4.3472503E-11
A10	-3.3072791E-12	-6.4486092E-11	5.4737239E-11	9.5255312E-11

Sn	14	15	19	20
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-8.0910133E-05	-5.5923151E-05	-6.0529074E-05	2.8994012E-05
A5	1.0582953E-05	1.0415673E-05	-1.2842890E-05	-2.9594968E-06
A6	-2.2364914E-06	-3.5019710E-06	8.0452982E-06	5.2756847E-06
A7	-6.6409847E-08	3.2795082E-07	-2.4875696E-06	-1.9390444E-06
A8	3.4546021E-08	4.0349678E-09	4.0134090E-07	3.0612004E-07
A9	-1.2577609E-09	-4.4216452E-09	-3.2658987E-08	-2.1920891E-08
A10	-2.3812027E-10	2.0147480E-10	9.8120085E-10	4.9326041E-10

【0 1 0 6】

[実施例 8]

実施例 8 のズームレンズの構成を示す断面図を図 8 に示す。実施例 8 のズームレンズは、第 5 レンズ群 G 5 がレンズ L 5 1 の 1 枚のレンズからなる点、及び変倍の際に隣り合うレンズ群の光軸方向の全ての間隔を変化させて第 5 レンズ群 G 5 も含めた全てのレンズ群が光軸 Z に沿って移動する点以外は、実施例 1 のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例 8 のズームレンズについて、基本レンズデータを表 2 2 に、諸元と可変面間隔を表 2 3 に、非球面係数を表 2 4 に、各収差図を図 2 0 及び図 3 1 に示す。

【 0 1 0 7 】

【表 2 2】

実施例 8

Sn	R	D	Nd	ν_d	θ_{gF}
1	116.96901	1.500	1.84666	23.78	0.62054
2	62.11394	4.708	1.65474	58.76	0.54248
3	393.92446	0.150			
4	50.08602	4.780	1.68308	57.35	0.54263
5	195.33798	DD[5]			
*6	416.66645	1.500	1.80139	45.45	0.55814
*7	11.69322	6.093			
8	-31.71325	0.700	1.78877	49.12	0.55057
9	57.59597	4.182	1.78199	25.90	0.60989
10	-21.59297	0.613			
*11	-27.18976	1.200	1.85135	40.10	0.56954
*12	-55.92124	DD[12]			
13(St)	∞	0.500			
*14	15.27381	5.029	1.68948	31.02	0.59874
*15	-58.57788	0.710			
16	135.18908	0.600	1.79459	25.27	0.61188
17	9.93672	2.231	1.53610	63.61	0.53967
18	16.62362	1.600			
*19	14.45534	4.452	1.49700	81.61	0.53887
*20	-17.34341	DD[20]			
21	1369.27629	1.999	1.89286	20.36	0.63944
22	-36.54413	0.610	1.73800	32.33	0.59005
23	17.08005	DD[23]			
24	-96.75442	4.883	1.51599	53.22	0.55385
25	-28.74283	DD[25]			
26	∞	2.850	1.51680	64.20	0.53430
27	∞	1.000			

【 0 1 0 8 】

10

20

30

40

50

【表 2 3】
実施例8

	広角端	中間	望遠端
Zr	1.000	2.215	4.713
f	16.495	36.528	77.740
FNo.	3.61	4.79	5.72
$2\omega(^{\circ})$	86.4	41.2	20.2
DD[5]	0.800	12.570	32.398
DD[12]	19.269	5.515	1.182
DD[20]	2.498	4.663	3.260
DD[23]	7.924	17.849	29.971
DD[25]	14.660	15.418	17.415

【 0 1 0 9 】

【表 2 4】
実施例8

Sn	6	7	11	12
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-5.3370017E-05	-9.2240206E-05	-2.1397479E-04	-2.0580119E-04
A5	1.2857344E-05	2.4601542E-05	-4.8937900E-06	-7.8781394E-06
A6	2.7493740E-09	-1.0854913E-06	3.2921030E-06	3.5195188E-06
A7	-9.9469272E-08	-1.2258560E-07	9.0515517E-09	5.6459044E-08
A8	2.5543665E-09	2.5391244E-08	-2.1559518E-08	-3.4837612E-08
A9	2.4298503E-10	3.1239151E-10	-4.2937320E-10	-5.6547589E-10
A10	-9.4647334E-12	-1.1498912E-10	1.1400081E-11	1.2284443E-10

Sn	14	15	19	20
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-5.8998224E-05	-4.3126794E-05	-1.0850211E-04	1.1213377E-05
A5	8.9478792E-07	3.1985514E-06	2.2247176E-06	1.0635823E-05
A6	-1.1123416E-06	-2.4298590E-06	6.0320674E-06	3.6812248E-06
A7	4.0793820E-08	3.6302388E-07	-2.5907002E-06	-2.0738128E-06
A8	1.0171003E-08	-1.9800330E-08	4.3938268E-07	3.4144147E-07
A9	-2.3885984E-09	-4.7031909E-09	-3.2513951E-08	-2.1331256E-08
A10	-1.2813731E-10	3.1586098E-10	7.8340797E-10	2.8684695E-10

【 0 1 1 0 】

[実施例 9]

実施例 9 のズームレンズの構成を示す断面図を図 9 に示す。実施例 9 のズームレンズは、第 5 レンズ群 G 5 がレンズ L 5 1 の 1 枚のレンズからなる点、及び変倍の際に隣り合うレンズ群の光軸方向の全ての間隔を変化させて第 5 レンズ群 G 5 も含めた全てのレンズ群が光軸 Z に沿って移動する点以外は、実施例 1 のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例 9 のズームレンズについて、基本レンズデータを表 2 5 に、諸元と可変面間隔を表 2 6 に、非球面係数を表 2 7 に、各収差図を図 2 1 及び図 3 2 に示す。

【 0 1 1 1 】

【表 2 5】

実施例 9

Sn	R	D	Nd	ν_d	θ_{gF}
1	63.32268	1.500	1.84666	23.78	0.62054
2	39.15094	5.253	1.73001	51.57	0.55042
3	96.46578	0.150			
4	42.55067	4.863	1.78112	49.89	0.54941
5	132.53932	DD[5]			
*6	416.72918	1.500	1.80139	45.45	0.55814
*7	10.83401	6.151			
8	-37.04296	0.710	1.84700	43.30	0.56102
9	416.72918	3.122	1.86858	21.57	0.62497
10	-25.51502	0.550			
*11	-33.55142	1.200	1.84701	43.30	0.56102
*12	-85.47266	DD[12]			
13(St)	∞	0.500			
*14	18.30004	4.910	1.68948	31.02	0.59874
*15	-60.60573	0.150			
16	68.05349	0.600	1.84064	23.16	0.61917
17	12.81549	2.135	1.52740	52.31	0.55580
18	17.34604	1.600			
*19	17.58352	5.629	1.49700	81.61	0.53887
*20	-16.81802	DD[20]			
21	216.54557	1.882	1.85896	22.73	0.62844
22	-59.49832	0.610	1.73800	32.33	0.59005
23	19.04753	DD[23]			
24	-112.34760	4.008	1.67878	53.85	0.55001
25	-30.30405	DD[25]			
26	∞	2.850	1.51680	64.20	0.53430
27	∞	1.000			

【 0 1 1 2 】

10

20

30

40

50

【表 2 6】

実施例9

	広角端	中間	望遠端
Zr	1.000	2.068	4.124
f	16.524	34.170	68.141
FNo.	4.12	4.12	4.12
$2\omega(^{\circ})$	84.8	43.8	23.0
DD[5]	0.800	12.584	23.745
DD[12]	17.648	8.336	1.165
DD[20]	3.540	4.468	3.155
DD[23]	6.481	17.463	24.384
DD[25]	16.802	16.887	26.509

【0 1 1 3】

【表 2 7】

実施例9

Sn	6	7	11	12
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	1.2483959E-05	-2.1822112E-05	-2.4682274E-04	-2.4670708E-04
A5	5.1148046E-06	1.2567627E-05	-5.2400186E-06	-5.6908412E-06
A6	-1.7791453E-07	-4.9607841E-07	3.9026046E-06	3.7077117E-06
A7	-3.8805889E-08	-1.4624386E-08	-9.7211739E-09	1.3124815E-11
A8	1.5642458E-09	1.1750599E-08	-2.8850749E-08	-3.1460097E-08
A9	7.1751179E-11	-1.7414577E-10	1.3812847E-11	4.0932415E-11
A10	-3.3762849E-12	-1.0037514E-11	6.7087029E-11	8.9012201E-11

Sn	14	15	19	20
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-8.6565866E-05	-8.0561004E-05	-7.6341409E-05	1.0148045E-05
A5	9.8877771E-06	1.2318453E-05	-1.3773755E-05	1.0168377E-07
A6	-2.1362462E-06	-3.7643994E-06	8.4739468E-06	4.9693136E-06
A7	-8.2316639E-08	3.1662448E-07	-2.5212635E-06	-1.9345842E-06
A8	3.3253841E-08	5.3583168E-09	3.9874662E-07	3.0330134E-07
A9	-1.3565995E-09	-4.4399578E-09	-3.2945861E-08	-2.2069840E-08
A10	-2.3862198E-10	1.9520412E-10	9.7946305E-10	4.8729525E-10

【0 1 1 4】

[実施例 1 0]

10

20

30

40

50

実施例 10 のズームレンズの構成を示す断面図を図 10 に示す。実施例 10 のズームレンズは、第 5 レンズ群 G 5 がレンズ L 5 1 の 1 枚のレンズからなる点、及び変倍の際に隣り合うレンズ群の光軸方向の全ての間隔を変化させて第 5 レンズ群 G 5 も含めた全てのレンズ群が光軸 Z に沿って移動する点以外は、実施例 1 のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例 10 のズームレンズについて、基本レンズデータを表 28 に、諸元と可変面間隔を表 29 に、非球面係数を表 30 に、各収差図を図 22 及び図 33 に示す。

【 0 1 1 5 】

【表 28】

実施例10

Sn	R	D	Nd	ν_d	θ_{gF}
1	110.51724	1.500	1.84666	23.78	0.62054
2	55.36877	5.023	1.64850	53.02	0.55487
3	315.13587	0.150			
4	53.12546	4.604	1.72818	52.65	0.54819
5	223.06908	DD[5]			
*6	416.61482	1.500	1.80139	45.45	0.55814
*7	12.08307	5.872			
8	-31.48789	0.700	1.79921	48.08	0.55222
9	67.98488	4.020	1.79300	25.35	0.61163
10	-21.48315	0.651			
*11	-24.95184	1.200	1.85135	40.10	0.56954
*12	-53.43944	DD[12]			
13(St)	∞	0.500			
*14	15.38319	4.983	1.68948	31.02	0.59874
*15	-56.10848	0.854			
16	193.00748	0.600	1.81718	25.31	0.61244
17	10.21793	2.123	1.53291	63.71	0.53949
18	16.53024	1.768			
*19	14.54004	4.814	1.53775	74.70	0.53936
*20	-17.19165	DD[20]			
21	-893.74776	2.227	1.89286	20.36	0.63944
22	-33.66060	0.610	1.73800	32.33	0.59005
23	16.84692	DD[23]			
24	-76.65356	4.390	1.51600	59.57	0.54486
25	-26.95790	DD[25]			
26	∞	2.850	1.51680	64.20	0.53430
27	∞	1.000			

【 0 1 1 6 】

10

20

30

40

50

【表 2 9】

実施例10

	広角端	中間	望遠端
Zr	1.000	2.215	4.713
f	16.503	36.546	77.777
FNo.	3.61	4.84	5.77
$2\omega(^{\circ})$	87.0	41.4	20.2
DD[5]	0.800	12.167	32.605
DD[12]	19.040	5.621	1.169
DD[20]	2.499	4.521	3.573
DD[23]	8.190	19.285	30.369
DD[25]	14.585	14.988	16.619

【0 1 1 7】

【表 3 0】

実施例10

Sn	6	7	11	12
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-5.0917286E-05	-8.8075470E-05	-2.1379959E-04	-2.0413890E-04
A5	1.2781851E-05	2.4829902E-05	-5.0991835E-06	-7.8919736E-06
A6	-3.2468558E-09	-1.1836899E-06	3.3263984E-06	3.5371433E-06
A7	-9.9764766E-08	-1.0715768E-07	1.9812913E-08	5.5232556E-08
A8	2.5347225E-09	2.4607403E-08	-2.2830503E-08	-3.4472923E-08
A9	2.4339282E-10	2.5218920E-10	-4.3353828E-10	-5.6005695E-10
A10	-9.2161232E-12	-1.1775357E-10	1.1269996E-11	1.2018373E-10

Sn	14	15	19	20
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-5.6765193E-05	-4.4655190E-05	-1.0074194E-04	2.4509451E-05
A5	-1.3128489E-06	4.8343020E-07	-5.3553740E-08	7.1248534E-06
A6	-1.0972584E-06	-2.4736241E-06	5.6518125E-06	3.5612444E-06
A7	2.8407847E-08	3.5501580E-07	-2.5162466E-06	-2.0291991E-06
A8	1.0487077E-08	-1.9909438E-08	4.3729982E-07	3.4086074E-07
A9	-2.7278899E-09	-4.5520823E-09	-3.2450348E-08	-2.1485957E-08
A10	-1.2685596E-10	3.1668339E-10	7.6894063E-10	2.8683412E-10

【0 1 1 8】

[実施例 1 1]

実施例 1 1 のズームレンズの構成を示す断面図を図 1 1 に示す。実施例 1 1 のズームレンズは、実施例 1 のズームレンズの概要と同様の構成を有する。実施例 1 1 のズームレンズについて、基本レンズデータを表 3 1 に、諸元と可変面間隔を表 3 2 に、非球面係数を表 3 3 に、各収差図を図 2 3 及び図 3 4 に示す。

【 0 1 1 9 】

【表 3 1】

実施例11

Sn	R	D	Nd	ν_d	θ_{gF}
1	128.24623	1.500	1.84666	23.78	0.62054
2	66.35400	5.420	1.72916	54.67	0.54503
3	370.23098	0.150			
4	60.85319	4.910	1.69680	55.53	0.54404
5	218.25042	DD[5]			
*6	294.10562	2.000	1.80780	40.89	0.56949
*7	13.29231	8.380			
8	-17.12196	0.700	1.61800	63.39	0.54015
9	-108.18599	0.150			
10	89.95607	3.620	1.92287	20.88	0.63943
11	-33.23372	1.450			
12	-19.01017	0.700	1.84667	23.79	0.61771
13	-27.63008	DD[13]			
14(St)	∞	1.100			
*15	16.62717	4.510	1.68893	31.16	0.60397
*16	-416.39974	1.640			
17	50.66171	0.700	1.84667	23.79	0.61771
18	10.88100	3.750	1.61800	63.39	0.54015
19	19.23257	1.600			
*20	16.53927	5.890	1.49710	81.56	0.53859
*21	-20.80043	DD[21]			
22	87.20800	2.000	1.85896	22.73	0.62844
23	-87.20800	0.610	1.80440	39.59	0.57297
24	20.15648	DD[24]			
25	398.56925	3.300	1.51680	64.20	0.53430
26	-46.61600	1.200	1.69350	53.35	0.54844
27	∞	0.511			
*28	-83.44813	3.690	1.58313	59.46	0.54067
*29	-29.56019	14.614			
30	∞	2.850	1.51680	64.20	0.53430
31	∞	1.000			

【 0 1 2 0 】

10

20

30

40

50

【表 3 2】

実施例11

	広角端	中間	望遠端
Zr	1.000	2.215	4.713
f	16.497	36.533	77.751
FNo.	4.12	4.12	4.13
$2\omega(^{\circ})$	87.2	40.4	19.8
DD[5]	0.800	16.301	36.160
DD[13]	20.010	6.315	0.948
DD[21]	2.400	3.974	2.502
DD[24]	4.010	15.227	30.211

10

【0 1 2 1】

【表 3 3】

実施例11

Sn	6	7	15	16
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-2.8490089E-05	-7.0282771E-05	-2.6026370E-05	-5.2519720E-06
A5	3.4001978E-06	5.3460017E-06	8.9327675E-06	1.1905465E-05
A6	8.6025369E-08	-3.5251621E-08	-2.0288251E-06	-2.8991687E-06
A7	-1.5881372E-08	-6.1941991E-08	1.4984851E-07	2.5206330E-07
A8	4.6954316E-11	6.3478737E-09	8.9124018E-09	1.1490979E-08
A9	2.5563829E-11	4.1329015E-11	-1.6175571E-09	-3.0037271E-09
A10	-2.8828379E-13	-2.5970681E-11	3.8219433E-11	1.0930036E-10

20

30

Sn	20	21	28	29
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-5.1646523E-05	3.0888509E-05	2.2349857E-05	4.5879069E-05
A5	-1.3212713E-05	-1.1362506E-05	5.5598856E-06	-1.7722904E-06
A6	9.0512974E-06	7.4686715E-06	-8.5821407E-07	2.7031166E-07
A7	-2.6426652E-06	-2.0164295E-06	1.4544149E-08	-3.9980318E-08
A8	3.9970349E-07	2.7982876E-07	3.8678891E-09	4.4104943E-10
A9	-3.0895564E-08	-1.9958501E-08	-1.9921474E-10	2.3673571E-10
A10	9.5538736E-10	5.7836273E-10	-3.5162202E-14	-1.1877867E-11

40

【0 1 2 2】

表 3 4 に実施例 1 ~ 1 1 のズームレンズの条件式 (1) ~ (2 1) の対応値を示す。実施例 1 ~ 1 1 は d 線を基準波長としている。表 3 4 には d 線基準での値を示す。

【0 1 2 3】

50

【表 3 4】

式番号	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
(1)	f1/f5	0.837	0.719	0.621	1.422	0.936	1.247
(2)	f4/f5	-0.342	-0.267	-0.250	-0.442	-0.381	-0.423
(3)	Nd2	1.760	1.711	1.883	1.773	1.892	1.727
(4)	BFw/TLw	0.168	0.147	0.123	0.169	0.169	0.184
(5)	f3R/f3F	0.387	0.365	0.682	0.374	0.434	0.227
(6)	$(1-\beta 3Rt) \times \beta 45t$	3.079	3.247	2.711	2.752	2.946	3.103
(7)	$\nu d3Rp$	81.61	81.61	100.82	81.61	94.66	81.61
(8)	$(1-\beta 4t^2) \times \beta 5t^2$	-4.038	-4.494	-4.694	-4.374	-4.084	-3.845
(9)	$\nu d4n - \nu d4p$	16.86	16.86	22.12	15.81	16.86	11.97
(10)	TLw/ Y	7.339	7.327	7.326	7.291	7.343	6.974
(11)	D45t/D45w	8.129	7.315	5.852	7.414	8.267	3.696
(12)	BFw/(fw × tan ωw)	1.117	0.979	0.829	0.844	1.135	1.166
(13)	NdG1p	1.752	1.714	1.747	1.773	1.832	1.738
(14)	f2/f3	-0.771	-0.758	-0.663	-0.940	-0.773	-0.895
(15)	f1/f2	-5.727	-5.845	-6.204	-5.021	-5.559	-5.447
(16)	f3/f4	-0.554	-0.609	-0.604	-0.682	-0.572	-0.604
(17)	f2/f4	0.427	0.461	0.401	0.641	0.442	0.541
(18)	f3R/f3	1.020	1.003	1.247	1.075	1.058	0.975
(19)	$(1-\beta 4w^2) \times \beta 5w^2$	-1.648	-1.869	-1.867	-1.991	-1.620	-1.966
(20)	$\nu d1$	23.78	22.65	17.47	18.90	17.02	22.73
(21)	$\nu d4p$	22.73	22.73	17.47	23.78	22.73	20.36

10

20

式番号	条件式	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11
(1)	f1/f5	1.153	1.022	1.080	1.026	0.961
(2)	f4/f5	-0.436	-0.338	-0.513	-0.318	-0.370
(3)	Nd2	1.713	1.655	1.730	1.649	1.729
(4)	BFw/TLw	0.204	0.182	0.207	0.182	0.168
(5)	f3R/f3F	0.297	0.250	0.236	0.193	0.336
(6)	$(1-\beta 3Rt) \times \beta 45t$	3.095	3.655	3.044	4.033	3.140
(7)	$\nu d3Rp$	81.61	81.61	81.61	74.70	81.56
(8)	$(1-\beta 4t^2) \times \beta 5t^2$	-3.953	-5.538	-3.407	-5.997	-4.069
(9)	$\nu d4n - \nu d4p$	11.97	11.97	9.60	11.97	16.86
(10)	TLw/ Y	6.627	6.765	6.702	6.766	7.338
(11)	D45t/D45w	4.170	3.782	3.762	3.708	10.876
(12)	BFw/(fw × tan ωw)	1.255	1.133	1.304	1.115	1.117
(13)	NdG1p	1.736	1.669	1.756	1.688	1.713
(14)	f2/f3	-0.831	-0.853	-0.743	-0.856	-0.804
(15)	f1/f2	-5.351	-5.313	-4.769	-5.469	-5.612
(16)	f3/f4	-0.594	-0.666	-0.594	-0.689	-0.575
(17)	f2/f4	0.494	0.569	0.442	0.590	0.462
(18)	f3R/f3	1.019	0.954	1.001	0.902	0.982
(19)	$(1-\beta 4w^2) \times \beta 5w^2$	-1.962	-2.553	-1.809	-2.743	-1.709
(20)	$\nu d1$	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78
(21)	$\nu d4p$	20.36	20.36	22.73	20.36	22.73

30

40

【0 1 2 4】

以上のデータからわかるように、実施例1～11のズームレンズは、広角端での最大半画角が42度以上となる広い画角を有し、変倍比が4倍以上となる高変倍比を有し、小型化が図られ、諸収差が良好に抑制されて、高い光学性能を実現している。

【0 1 2 5】

次に、本開示の実施形態に係る撮像装置について説明する。図35及び図36に本開示の一実施形態に係る撮像装置であるカメラ30の外観図を示す。図35はカメラ30を正面側から見た斜視図を示し、図36はカメラ30を背面側から見た斜視図を示す。カメラ30は、所謂ミラーレスタイプのデジタルカメラであり、交換レンズ20を取り外し自在

50

に装着可能である。交換レンズ 20 は、鏡筒内に収納された本開示の一実施形態に係るズームレンズ 1 を含んで構成されている。

【0126】

カメラ 30 はカメラボディ 31 を備え、カメラボディ 31 の上面にはシャッターボタン 32、及び電源ボタン 33 が設けられている。また、カメラボディ 31 の背面には、操作部 34、操作部 35、及び表示部 36 が設けられている。表示部 36 は、撮像された画像及び撮像される前の画角内にある画像を表示可能である。

【0127】

カメラボディ 31 の前面中央部には、撮影対象からの光が入射する撮影開口が設けられ、その撮影開口に対応する位置にマウント 37 が設けられ、マウント 37 を介して交換レンズ 20 がカメラボディ 31 に装着される。

10

【0128】

カメラボディ 31 内には、交換レンズ 20 によって形成された被写体像に応じた撮像信号を出力する CCD (Charge Coupled Device) 又は CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子、その撮像素子から出力された撮像信号を処理して画像を生成する信号処理回路、及びその生成された画像を記録するための記録媒体等が設けられている。このカメラ 30 では、シャッターボタン 32 を押すことにより静止画又は動画の撮影が可能であり、この撮影で得られた画像データが上記記録媒体に記録される。

【0129】

20

以上、実施形態及び実施例を挙げて本開示の技術を説明したが、本開示の技術は上記実施形態及び実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数、及び非球面係数等は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得る。

【0130】

また、本開示の実施形態に係る撮像装置についても、上記例に限定されず、例えば、ミラーレスタイプ以外のカメラ、フィルムカメラ、ビデオカメラ等、種々の態様とすることができる。

【符号の説明】

【0131】

30

1 ズームレンズ

20 交換レンズ

30 カメラ

31 カメラボディ

32 シャッターボタン

33 電源ボタン

34、35 操作部

36 表示部

37 マウント

G1 第1レンズ群

40

G2 第2レンズ群

G3 第3レンズ群

G3F 第3レンズ群前群

G3R 第3レンズ群後群

G4 第4レンズ群

G5 第5レンズ群

L11 第1レンズ

L12 第2レンズ

L13 第3レンズ

L21 ~ L24、L31 ~ L34、L41、L42、L51 ~ L53 レンズ

50

m a、 t a、 w a 軸上光束

m b、 m c、 t b、 t c、 w b、 w c 最大画角の光束

P P 光学部材

S i m 像面

S t 開口絞り

Y 最大像高

Z 光軸

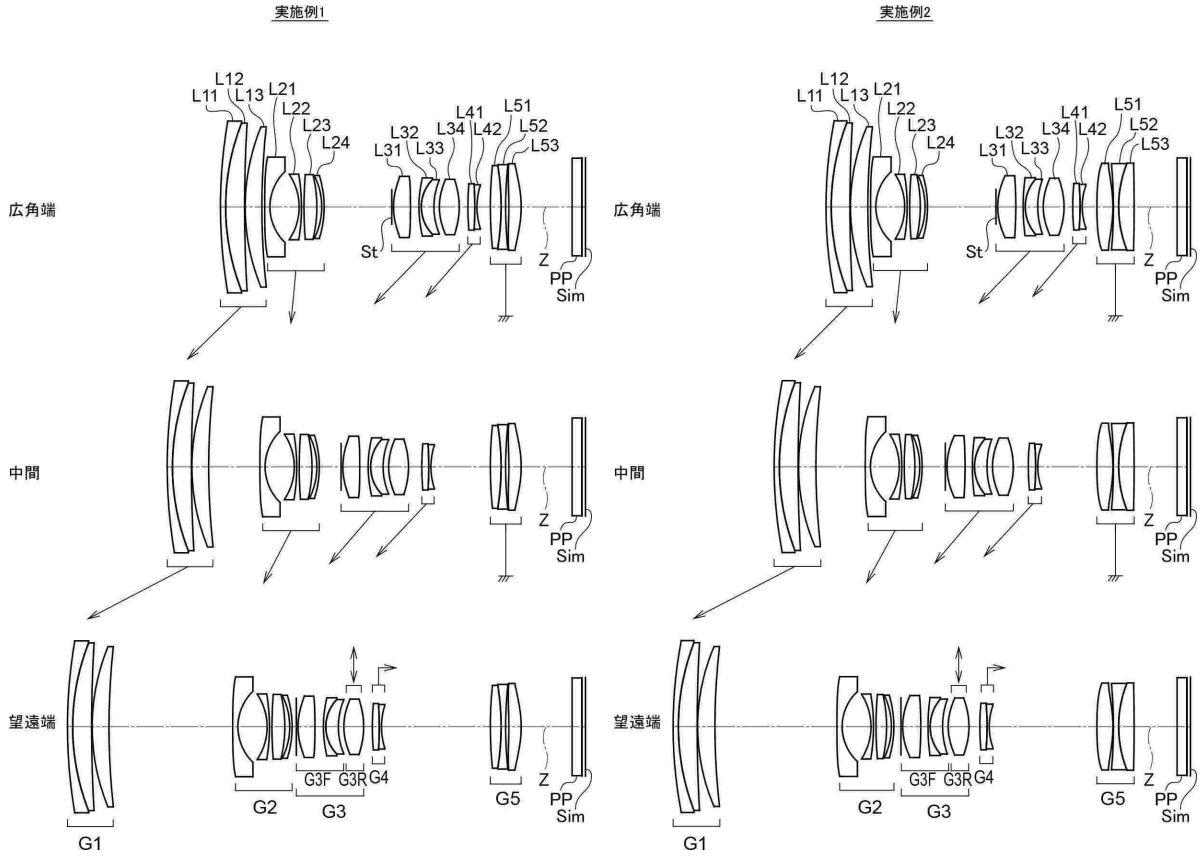
w 最大半画角

【 図 面 】

【 図 1 】

【 図 2 】

10



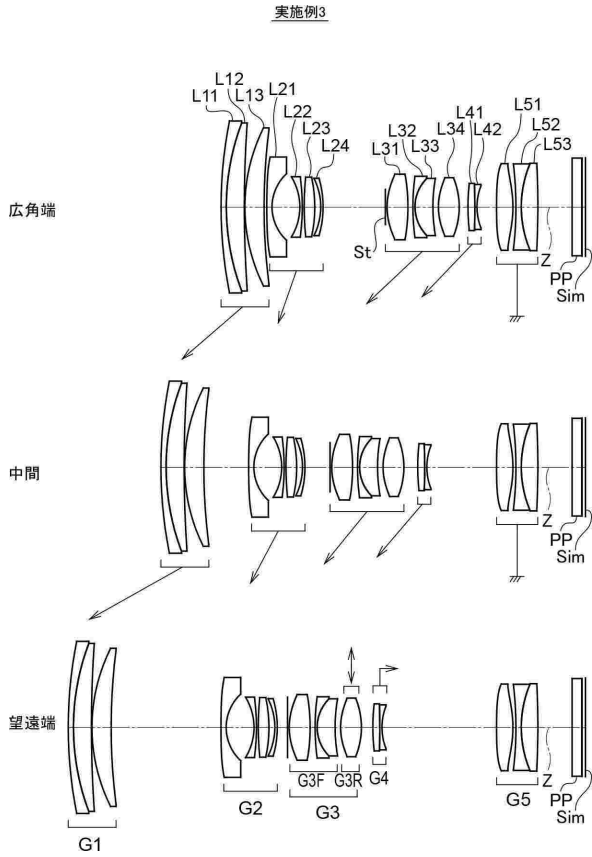
20

30

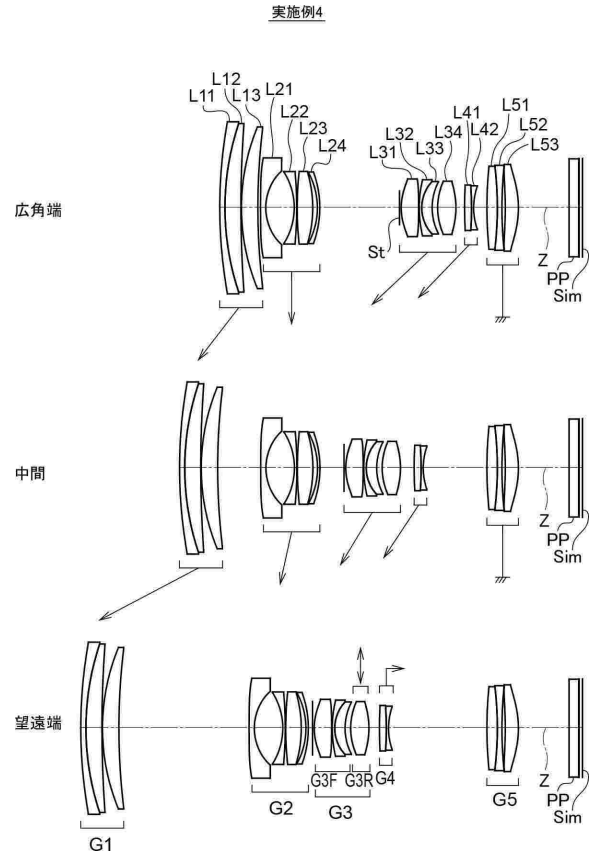
40

50

【 図 3 】



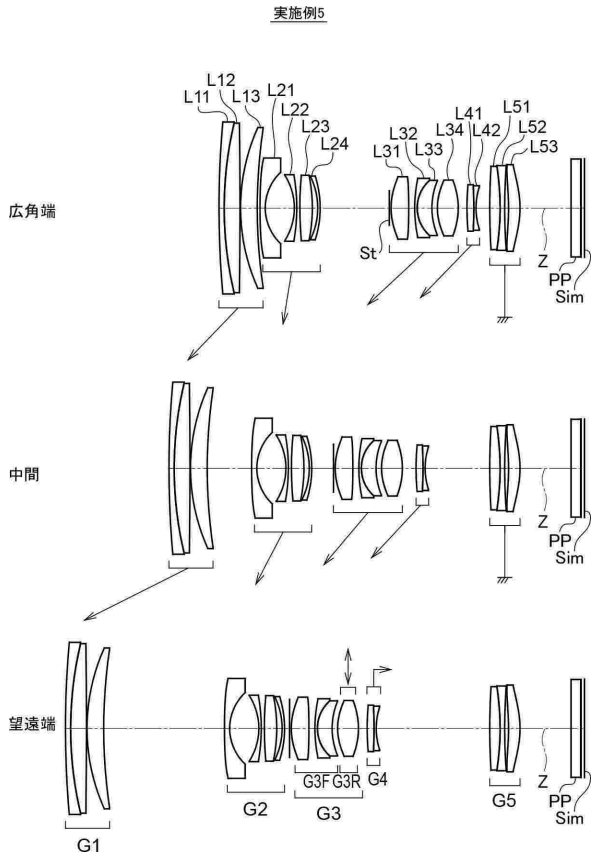
【 図 4 】



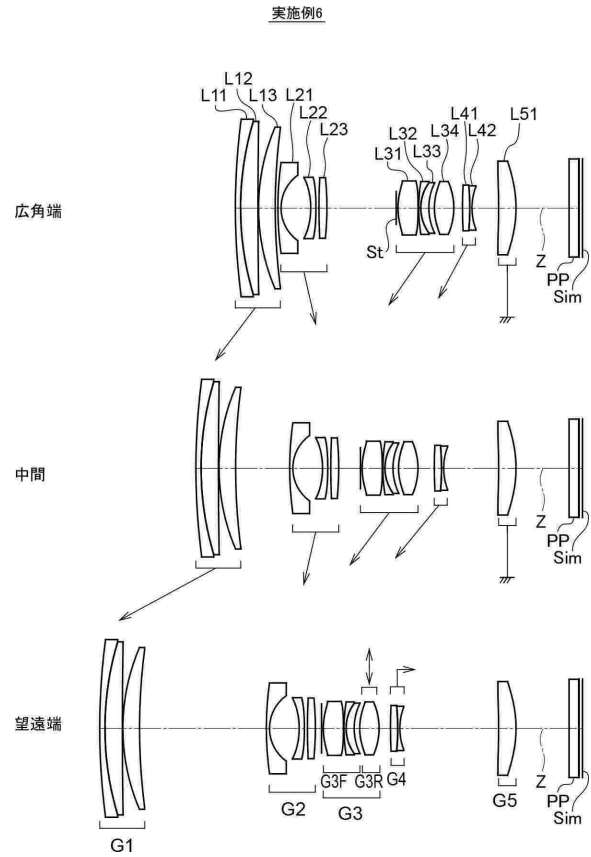
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

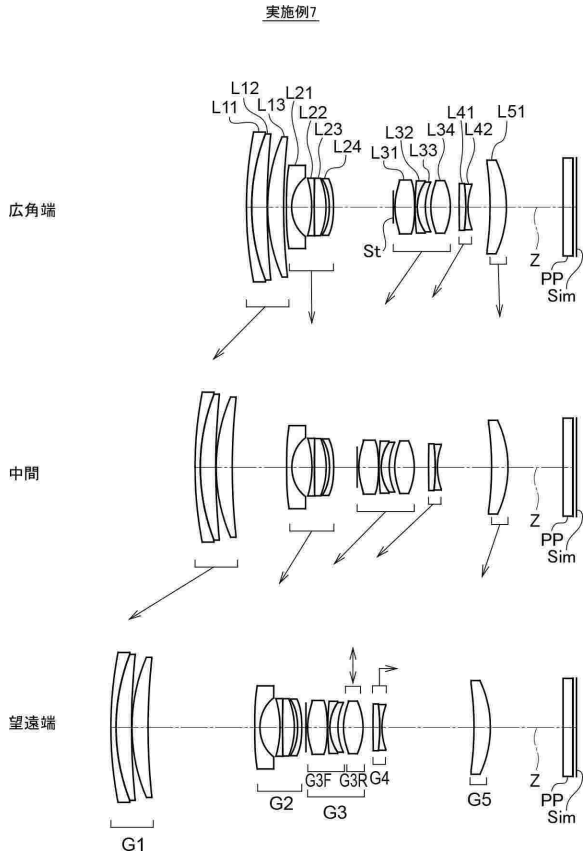


30

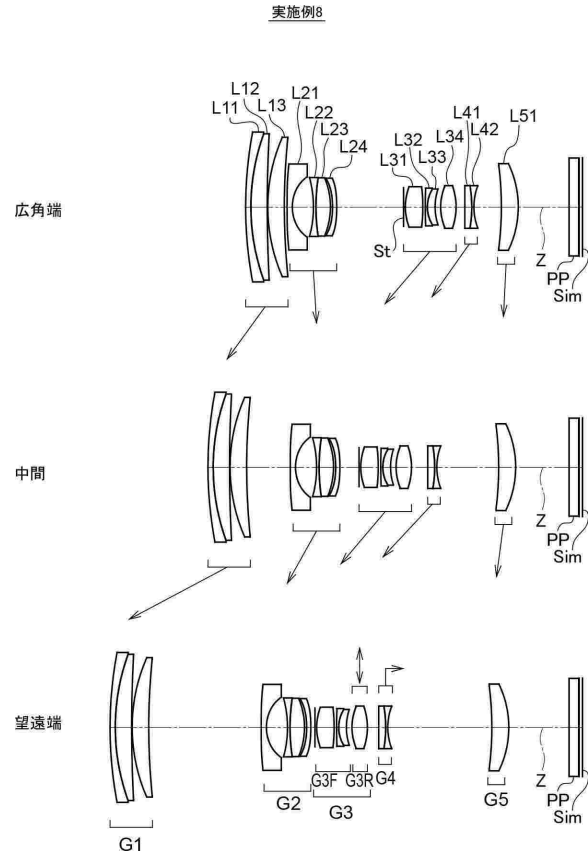
40

50

【 図 7 】



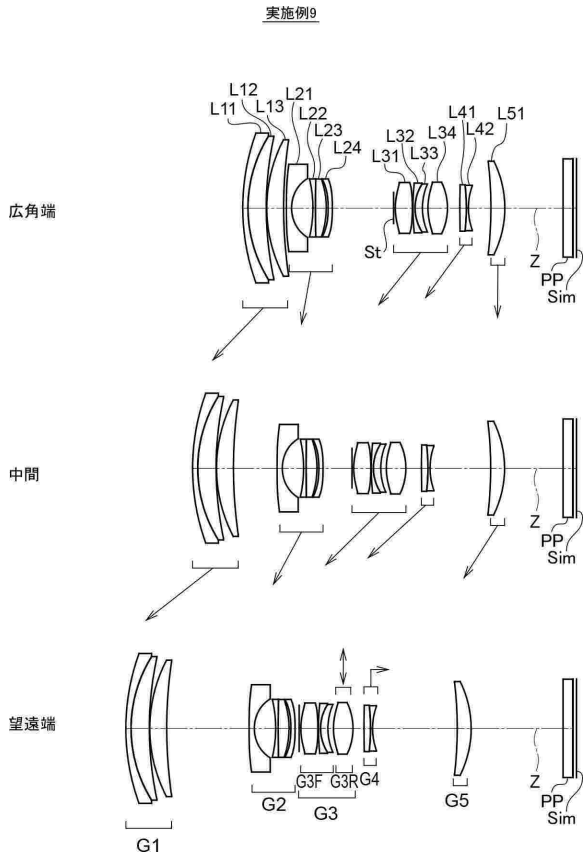
【 図 8 】



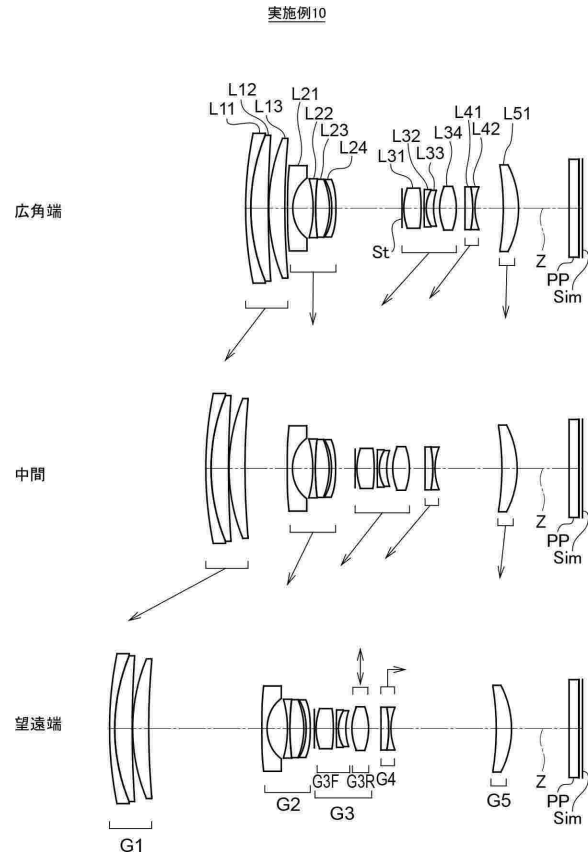
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

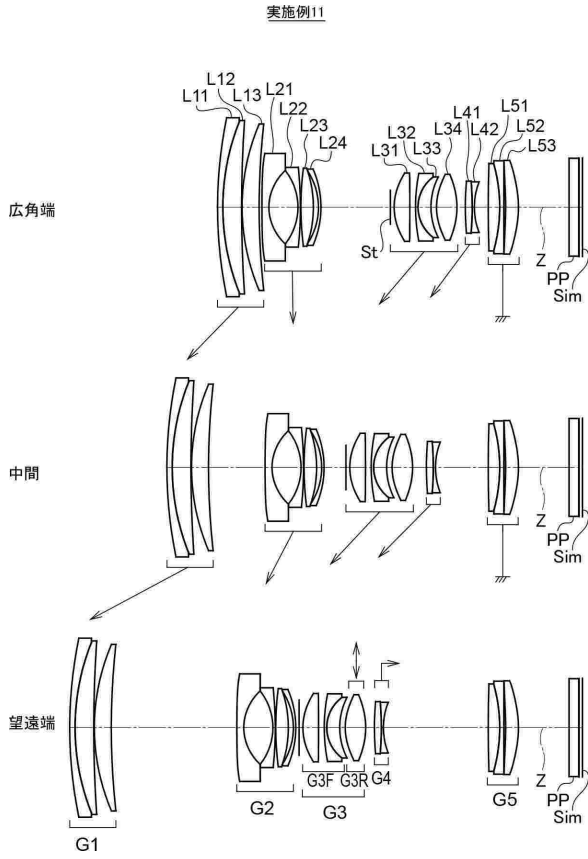


30

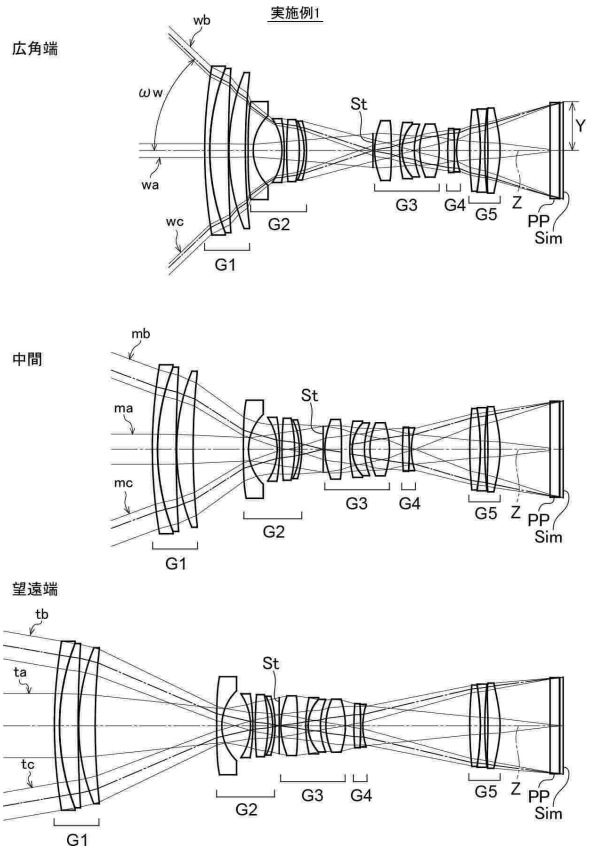
40

50

【 図 1 1 】



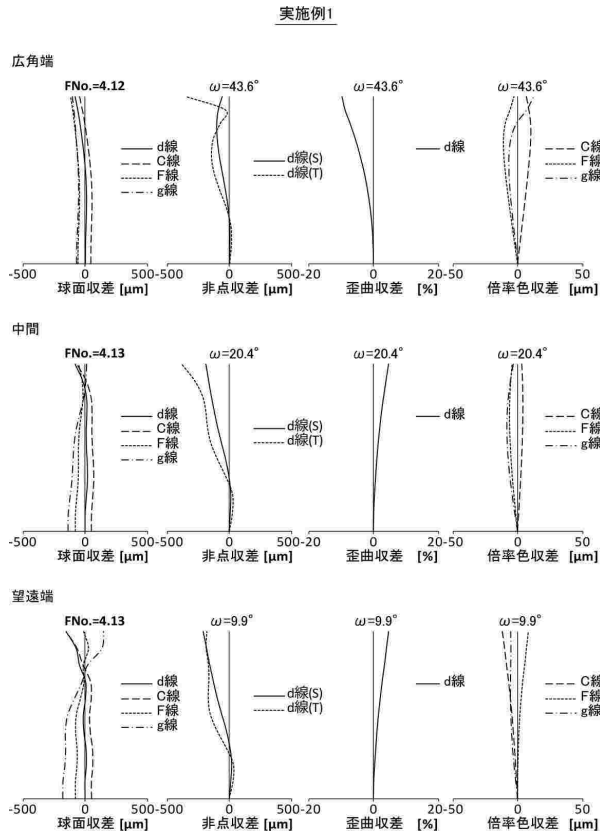
【 図 1 2 】



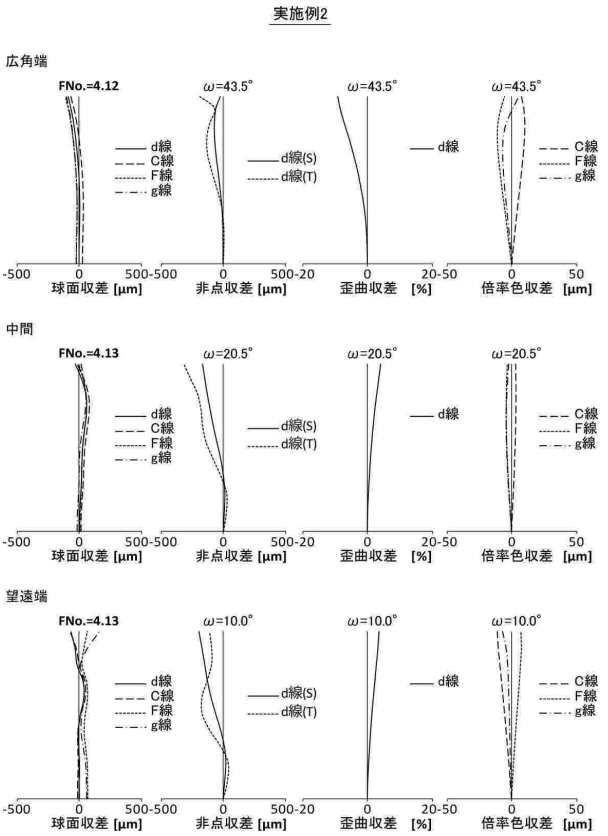
10

20

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



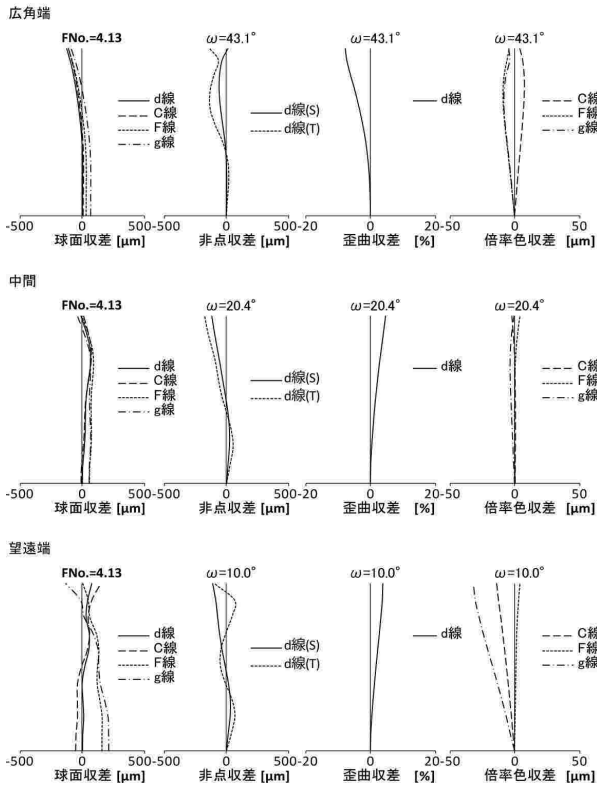
30

40

50

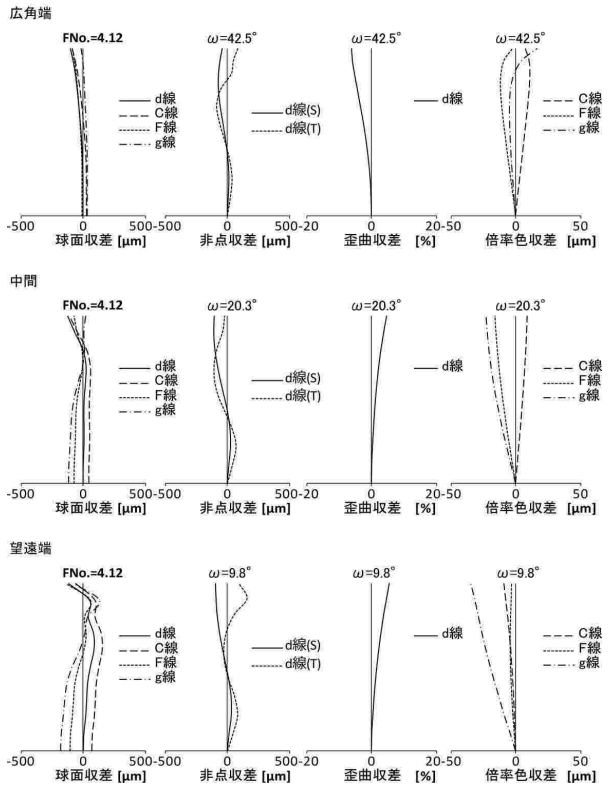
【 図 1 5 】

実施例3



【 図 1 6 】

実施例4

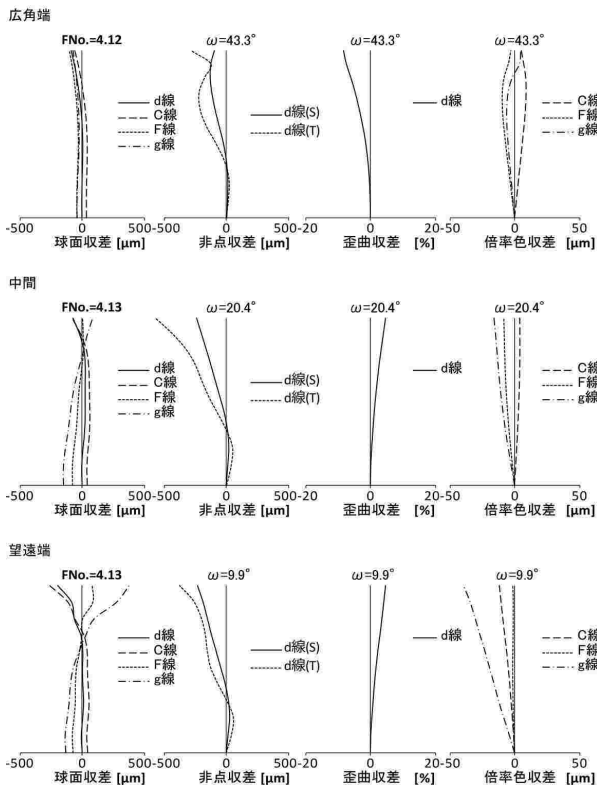


10

20

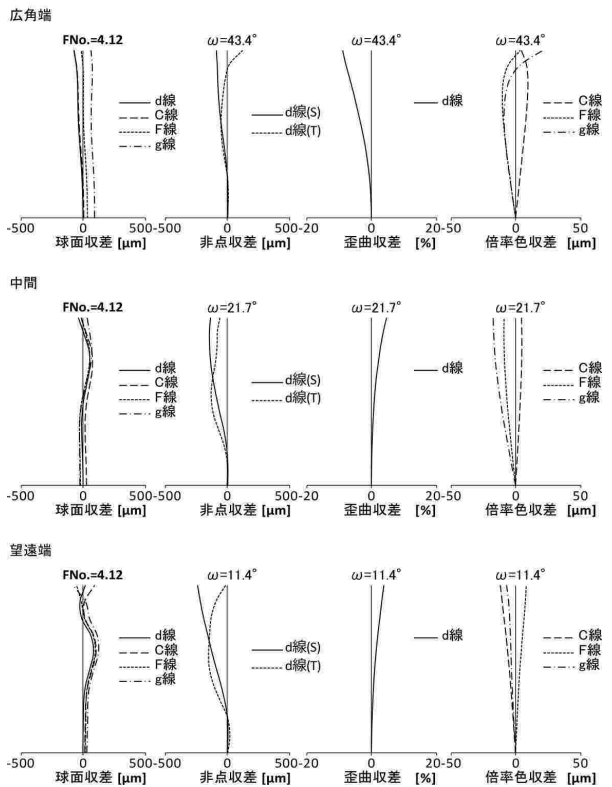
【 図 1 7 】

実施例5



【 図 1 8 】

実施例6



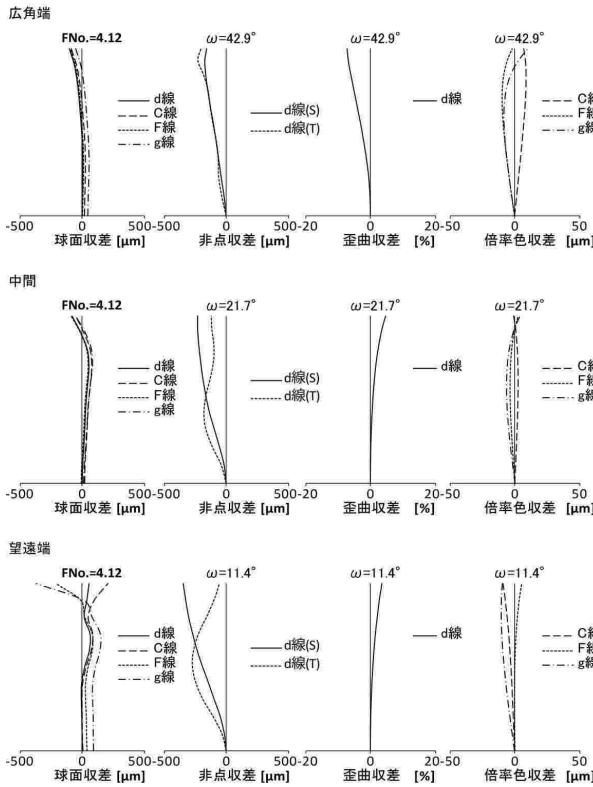
30

40

50

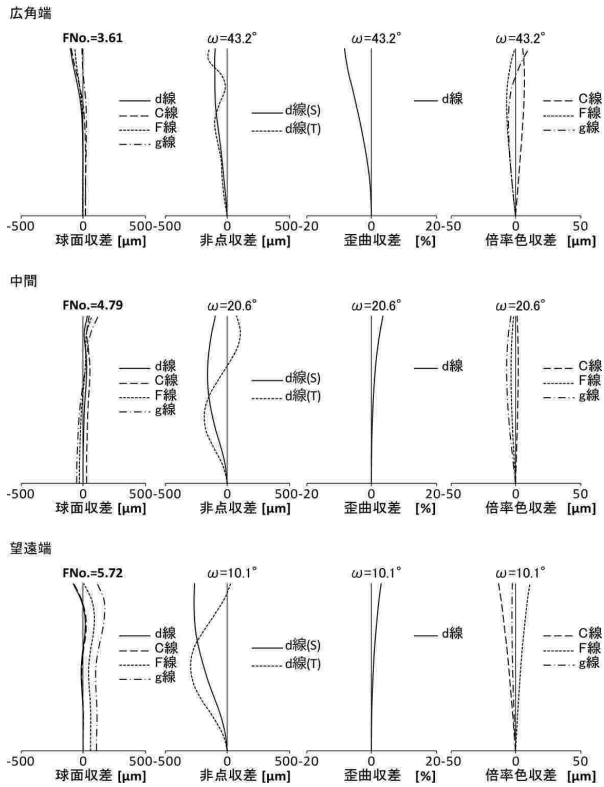
【 図 1 9 】

実施例7



【 図 2 0 】

実施例8

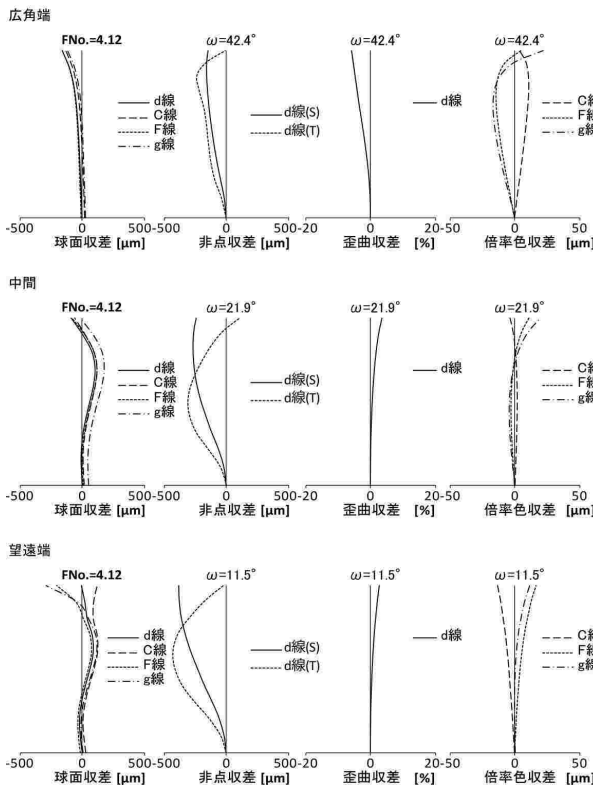


10

20

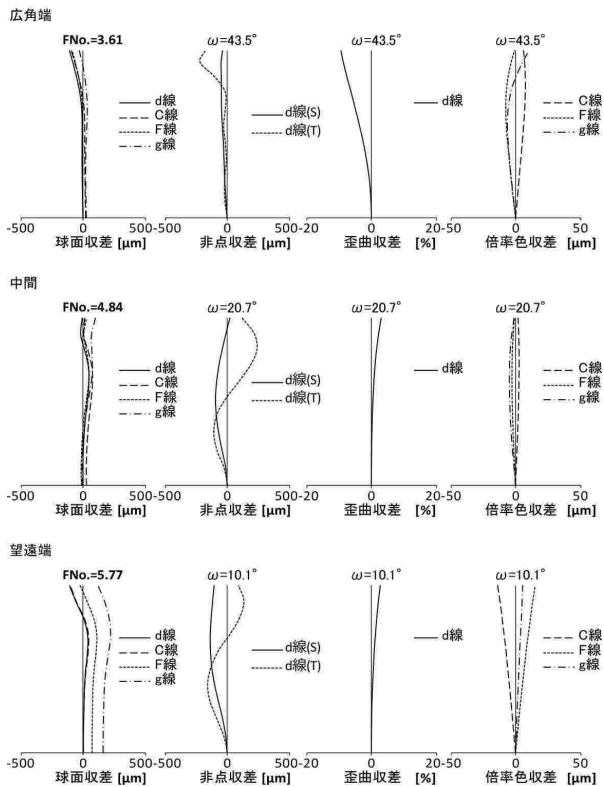
【 図 2 1 】

実施例9



【 図 2 2 】

実施例10



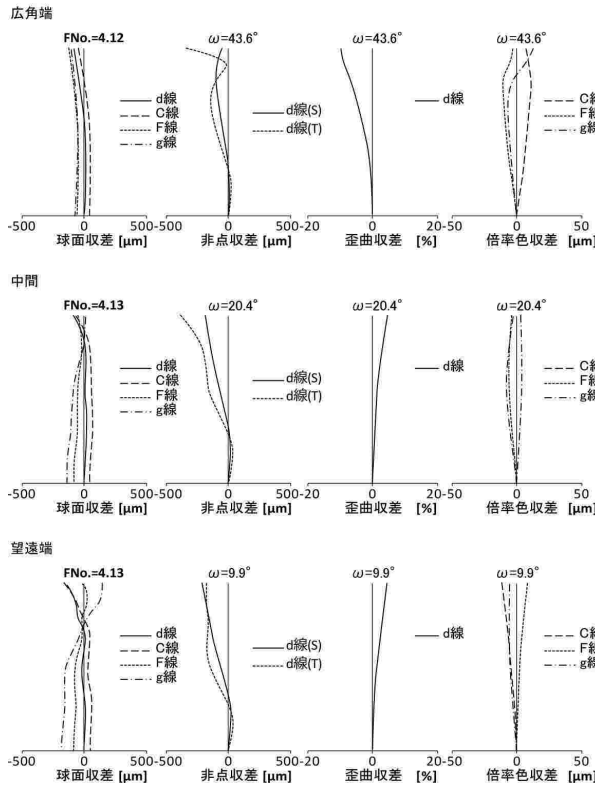
30

40

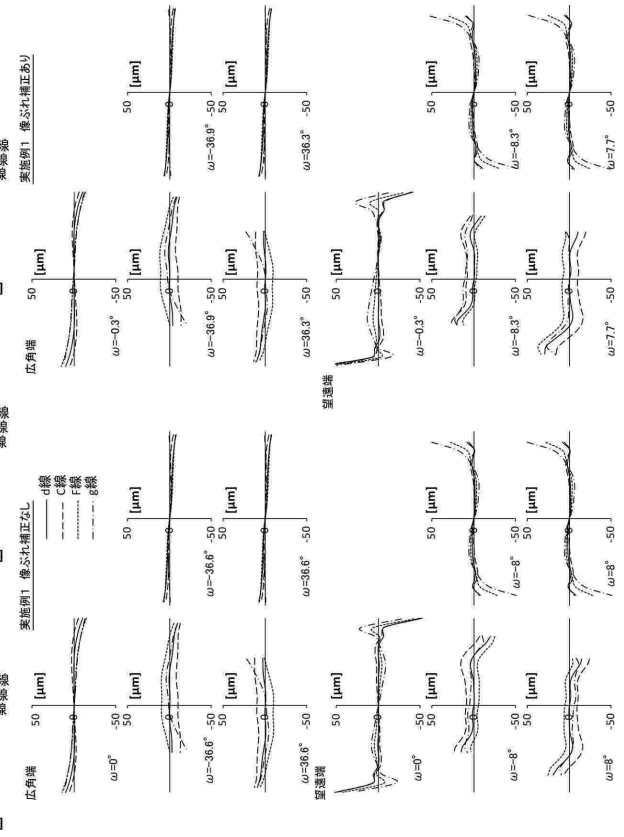
50

【 2 3 】

実施例11



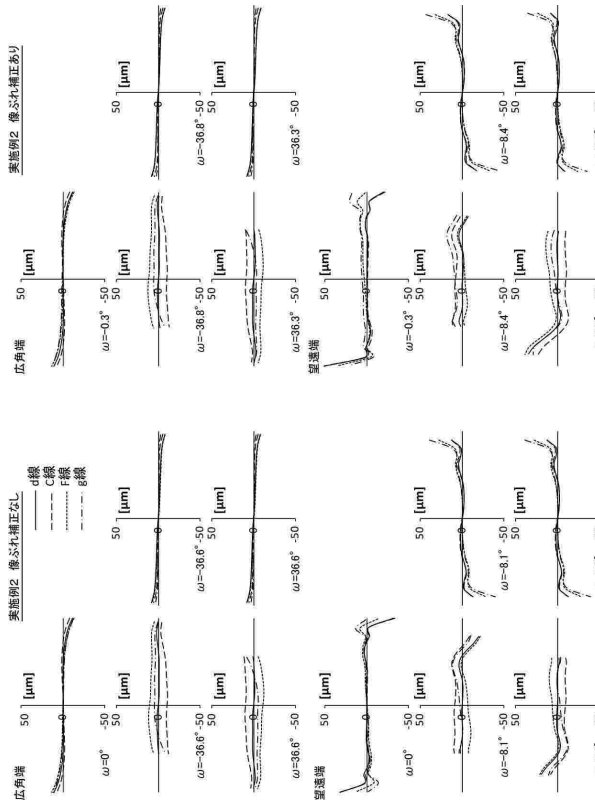
【 2 4 】



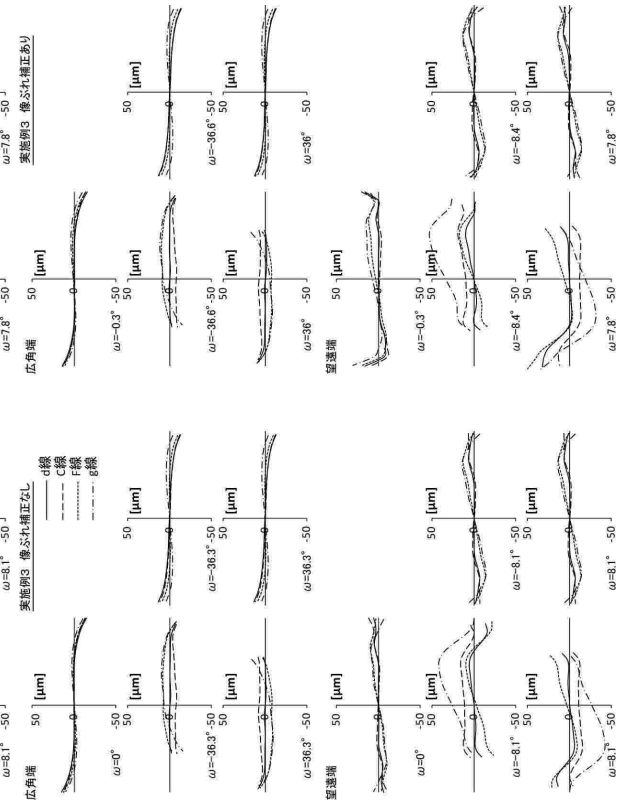
10

20

【 2 5 】



【 2 6 】

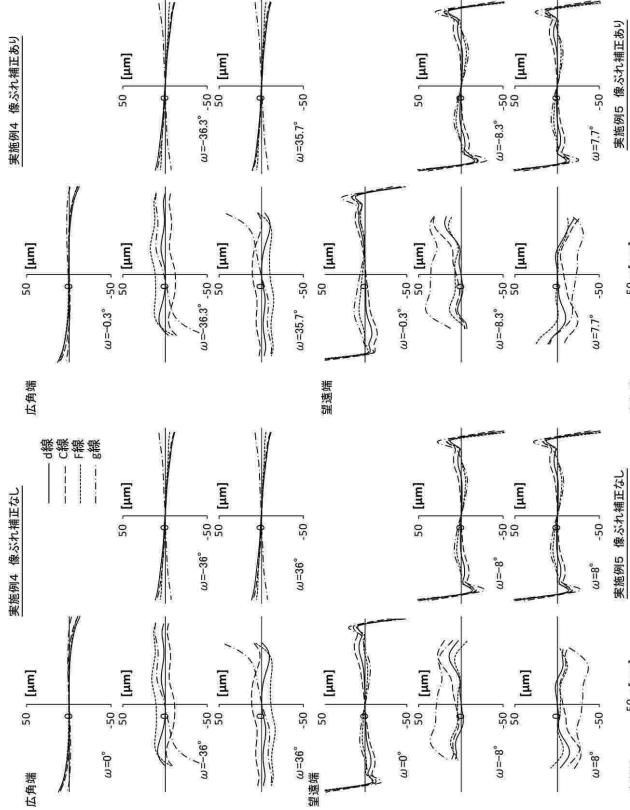


30

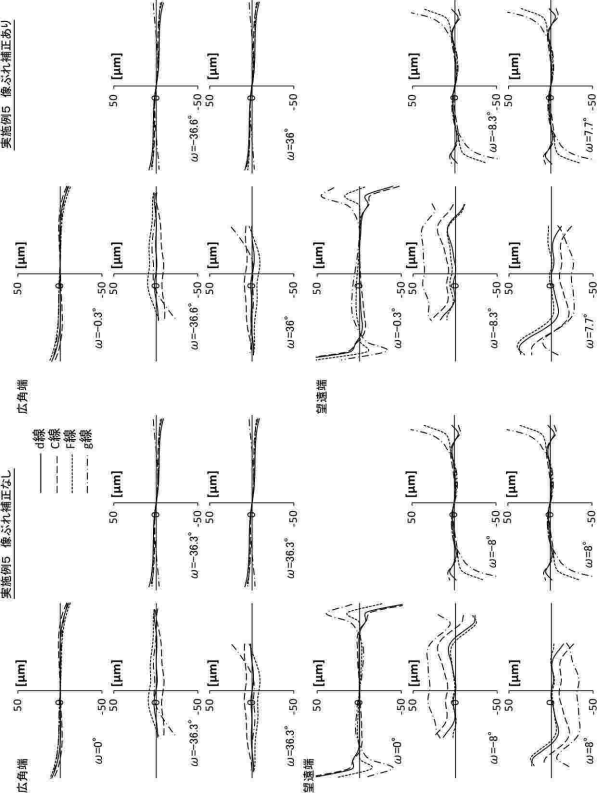
40

50

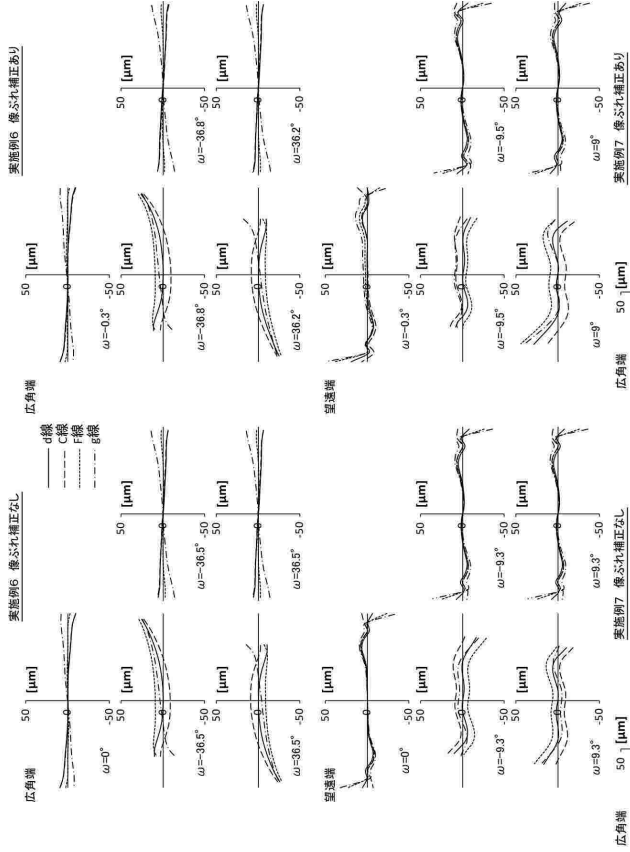
【図 27】



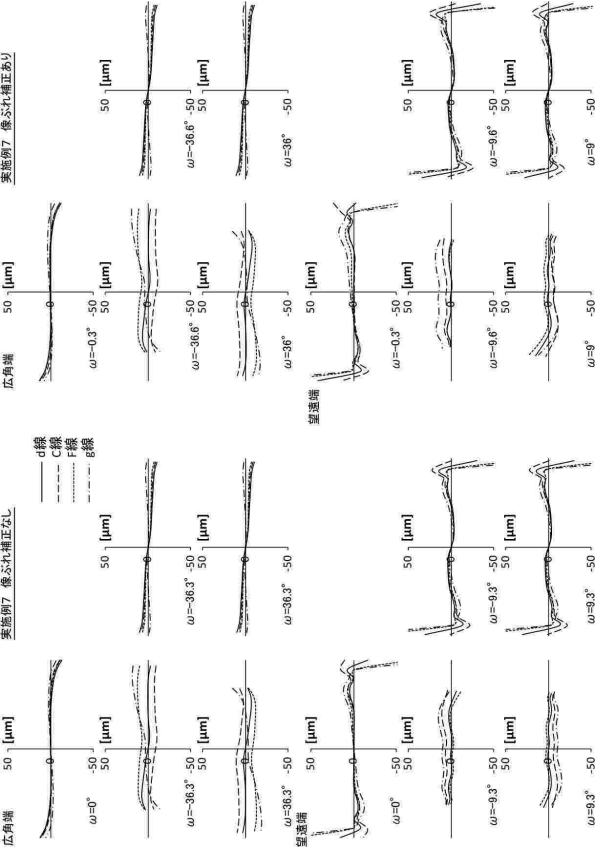
【図 28】



【図 29】



【図 30】



10

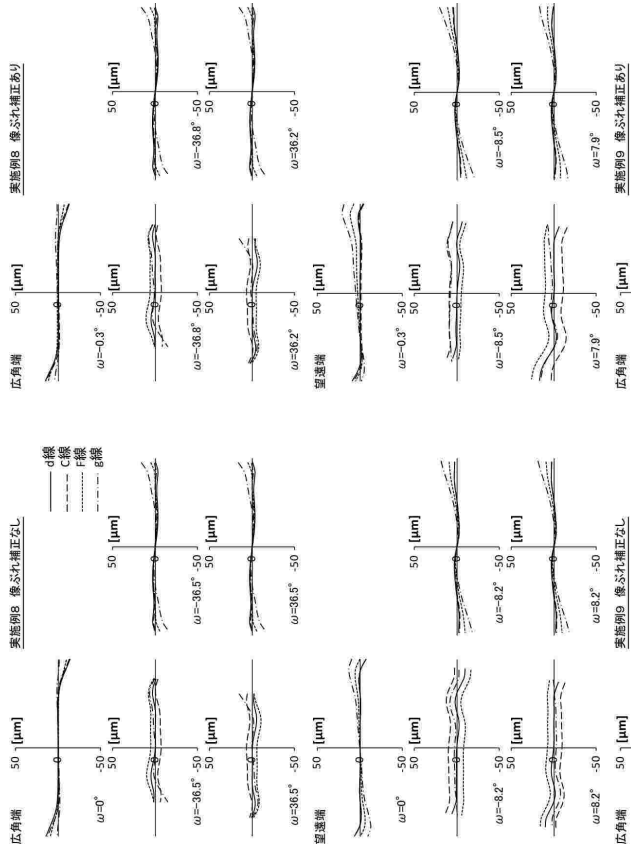
20

30

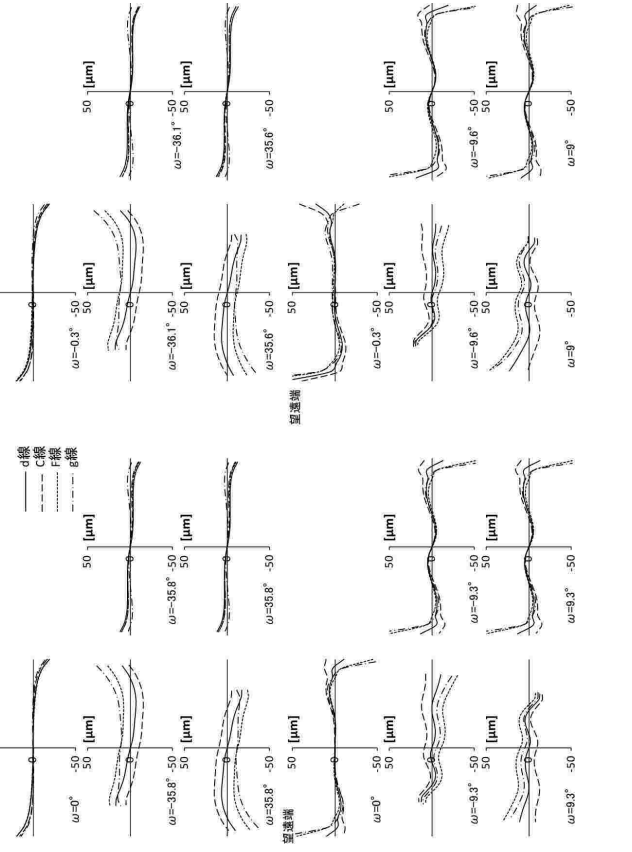
40

50

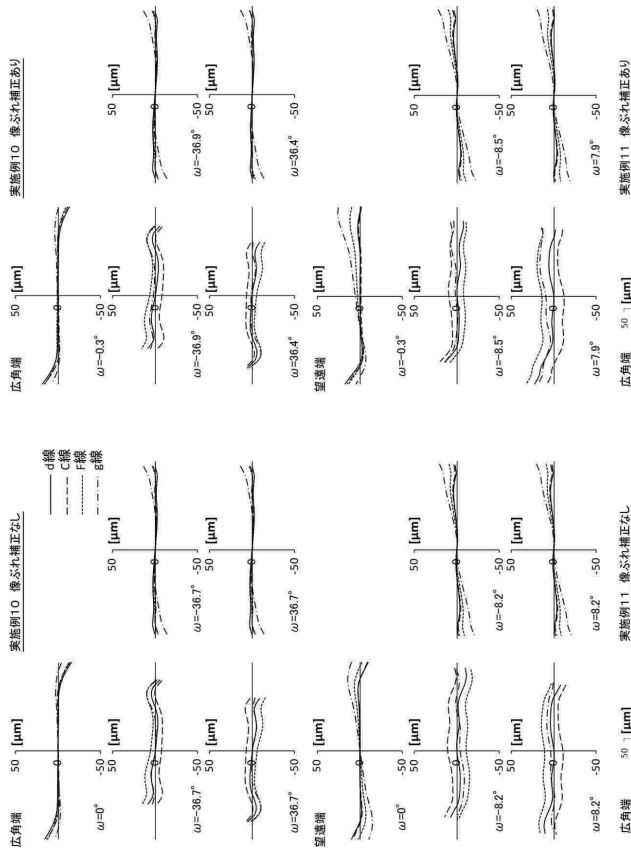
【図 3 1】



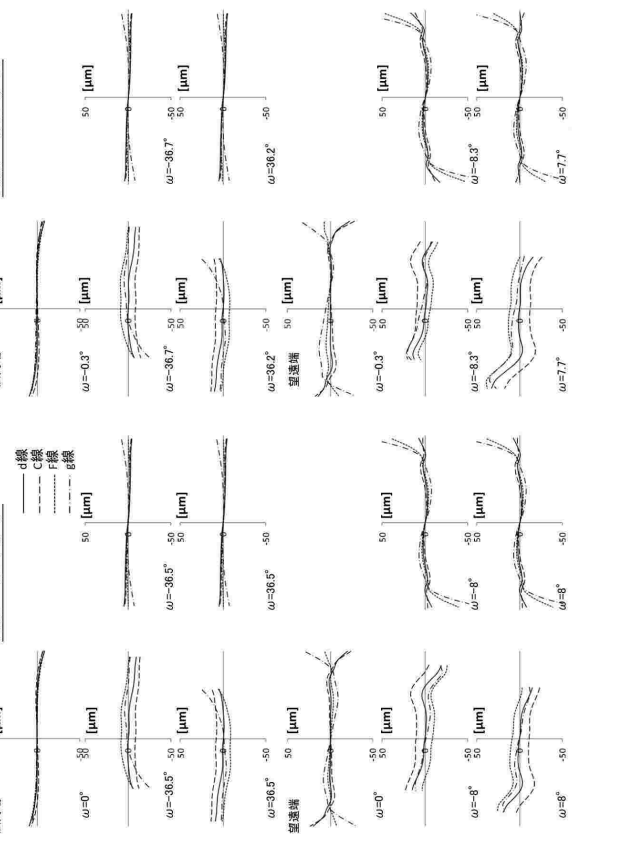
【図 3 2】



【図 3 3】



【図 3 4】



10

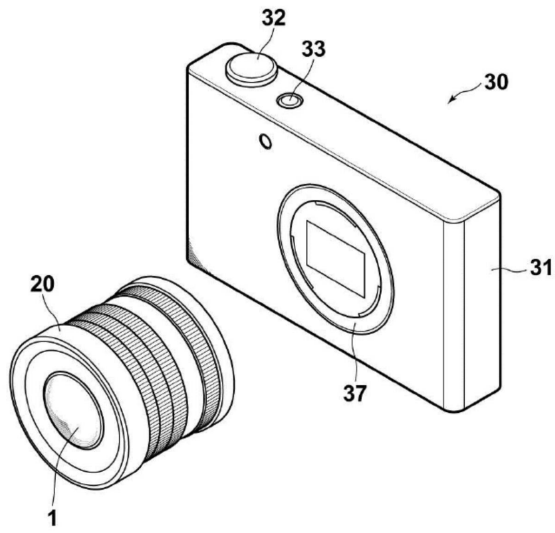
20

30

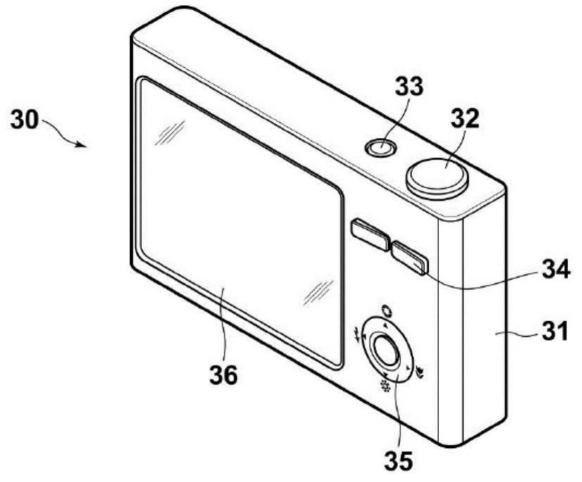
40

50

【 図 3 5 】



【 図 3 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2016 - 109719 (JP, A)
特開 2016 - 001349 (JP, A)
米国特許出願公開第 2007 / 0091459 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G02B 9 / 00 - 17 / 08
G02B 21 / 02 - 21 / 04
G02B 25 / 00 - 25 / 04