

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7542207号
(P7542207)

(45)発行日 令和6年8月30日(2024.8.30)

(24)登録日 令和6年8月22日(2024.8.22)

(51)国際特許分類	F I	
G 0 2 B 13/04 (2006.01)	G 0 2 B 13/04	
G 0 2 B 13/16 (2006.01)	G 0 2 B 13/16	
G 0 2 B 15/20 (2006.01)	G 0 2 B 15/20	
G 0 3 B 21/14 (2006.01)	G 0 3 B 21/14	
H 0 4 N 5/74 (2006.01)	H 0 4 N 5/74	A
請求項の数 15 (全53頁)		

(21)出願番号	特願2021-574479(P2021-574479)	(73)特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府門真市元町2番6号
(86)(22)出願日	令和2年11月18日(2020.11.18)	(74)代理人	100132241 弁理士 岡部 博史
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/042917	(74)代理人	100135703 弁理士 岡部 英隆
(87)国際公開番号	WO2021/152968	(74)代理人	100199314 弁理士 竹内 寛
(87)国際公開日	令和3年8月5日(2021.8.5)	(74)代理人	100100479 弁理士 竹内 三喜夫
審査請求日	令和5年10月19日(2023.10.19)	(72)発明者	趙 慶華 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニックホールディングス株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2020-13668(P2020-13668)	(72)発明者	今岡 卓也
(32)優先日	令和2年1月30日(2020.1.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学系、画像投写装置および撮像装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

拡大側の拡大共役点及び縮小側の縮小共役点とそれぞれ共役である中間結像位置を内部に有する光学系であって、

複数のレンズ素子を有し、前記中間結像位置より前記拡大側に位置する拡大光学系と、複数のレンズ素子を有し、前記中間結像位置より前記縮小側に位置するリレー光学系と、を備え、

前記拡大光学系での複数のレンズ素子のうち最も拡大側に位置する第1レンズ素子は、負のパワーを備える非球面レンズであり、

以下の条件(1)~(3)を満足する、光学系。

$$0.0055 < p g f n < 0.030 \dots (1)$$

$$53 < v d n < 58 \dots (2)$$

$$0.28 < f p / f r < 1.0 \dots (3)$$

ここで

$$p g f n = (n g n - n f n) / (n f n - n c n) - (-2.20599 \times 10^{-3} \cdot v d n + 6.69612 \times 10^{-1})$$

v d n : 前記第1レンズ素子のアッベ数

n g n : 前記第1レンズ素子のg線に対する屈折率

n f n : 前記第1レンズ素子のF線に対する屈折率

n c n : 前記第1レンズ素子のC線に対する屈折率

f_p : 前記拡大光学系の焦点距離

f_r : 広角端における前記リレー光学系の焦点距離

である。

【請求項 2】

前記レンズ素子間には、複数の空気間隔が存在し、

前記拡大光学系は、前記拡大光学系内における光軸に沿った最長の空気間隔より前記拡大側に位置する拡大光学系前群と、前記最長の空気間隔より前記縮小側に位置する拡大光学系後群とを備え、

以下の条件を (4) 及び (5) を満足する、請求項 1 に記載の光学系。

$$7 < |T_s / f_w| < 15 \quad \dots (4)$$

$$2 < |T_{pr} / f_w| < 7 \quad \dots (5)$$

ここで、

T_s : 前記最長の空気間隔

f_w : 広角端の全系の焦点距離

T_{pr} : 前記拡大光学系後群の拡大側の面から前記中間結像までの距離

である。

【請求項 3】

前記複数のレンズ素子のうち、条件 (6) を満足する全てのレンズ素子は条件 (7) を満足し、前記複数のレンズ素子のうち 1 枚のレンズ素子は、条件 (6) (7) の両方を満足しない、請求項 1 に記載の光学系。

$$|y_m / (f_w \cdot \tan(\theta_m))| < 3.0 \quad \dots (6)$$

$$T_g > 300 \quad \dots (7)$$

ここで、

f_w : 広角端の全系の焦点距離

θ_m : 広角端における最大の半画角

y_m : 望遠端における最軸外の主光線がレンズ面を通る高さ

T_g : レンズ材料のガラス転移点

である。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ素子は、前記拡大側に向けた非球面の第 1 レンズ拡大側面、および前記縮小側に向けた非球面の第 1 レンズ縮小側面を有し、

前記第 1 レンズ拡大側面および前記第 1 レンズ縮小側面は、以下の条件 (8) を満足する、請求項 1 に記載の光学系。

$$dZ(r) / dr > 0 \quad \dots (8)$$

ここで、

r : 光学系の光軸に対して垂直な面に沿った面の頂点からの距離 ($r = 0$)

$Z(r)$: 面のサグ量 (頂点 ($r = 0$) で $Z = 0$ とし、頂点に対して縮小側変位を符号 + とし、拡大側変位を符号 - とする)

である。

【請求項 5】

以下の条件式 (9) を満足する、請求項 1 に記載の光学系。

$$0.5 < (L1R1 + L1R2) / (L1R2 - L1R1) < 5.0 \quad \dots (9)$$

ここで、

$L1R1$: 前記第 1 レンズ拡大側面の中心曲率半径

$L1R2$: 前記第 1 レンズ縮小側面の中心曲率半径

である。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ素子の縮小側に第 2 レンズ素子が配置され、

以下の条件式 (10) を満足する、請求項 1 に記載の光学系。

$$1.2 < |T1 / f_w| < 10.0 \quad \dots (10)$$

10

20

30

40

50

ここで、

$T1$: 前記第1レンズ素子と前記第2レンズ素子との間の空気間隔

f_w : 広角端の全系の焦点距離

である。

【請求項7】

以下の条件式(11)を満足する、請求項1に記載の光学系。

$$10.0 < |f1 / fw| < 16.0 \quad \dots (11)$$

$f1$: 前記第1レンズ素子の焦点距離

f_w : 広角端の全系の焦点距離

である。

10

【請求項8】

以下の条件式(12)を満足する、請求項1に記載の光学系。

$$-8.0 < f1 / Ymax < -1.0 \quad \dots (12)$$

ここで、

$f1$: 前記第1レンズ素子の焦点距離

$Ymax$: 最大像高

である。

【請求項9】

以下の条件式(13)を満足する、請求項1に記載の光学系。

$$1.5 < |f1 / fp| < 10.0 \quad \dots (13)$$

20

ここで、

$f1$: 前記第1レンズ素子の焦点距離

である。

【請求項10】

以下の条件式(14)を満足する、請求項1に記載の光学系。

$$1.0 < |L1R1 / L1R2| < 10.0 \quad \dots (14)$$

ここで、

$L1R1$: 前記第1レンズ拡大側面の中心曲率半径

$L1R2$: 前記第1レンズ縮小側面の中心曲率半径

である。

30

【請求項11】

以下の条件式(15)を満足する、請求項1に記載の光学系。

$$0.1 < TL1 / Ymax < 5.0 \quad \dots (15)$$

ここで、

$TL1$: 前記第1レンズ素子の中心厚み

$Ymax$: 最大像高

である。

【請求項12】

以下の条件式(16)を満足する、請求項1に記載の光学系。

$$4 < L1R1 / Ymax < 10.5 \quad \dots (16)$$

40

ここで、

$L1R1$: 前記第1レンズ拡大側面の中心曲率半径

$Ymax$: 最大像高

である。

【請求項13】

ズーミングの際に前記拡大光学系は固定され、前記リレー光学系のレンズ素子の一部または全部が光軸に沿って変位する、請求項1に記載の光学系。

【請求項14】

請求項1から13のいずれかに記載の光学系と、

該光学系を經由してスクリーンに投写する画像を生成する画像形成素子と、を備える画

50

像投写装置。

【請求項 15】

請求項 1 から 13 のいずれかに記載の光学系と、
該光学系が形成する光学像を受光して電氣的な画像信号に変換する撮像素子と、を備える撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、中間像を形成する光学系に関する。また本開示は、こうした光学系を用いた画像投写装置および撮像装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

中間結像方式の光学系は、短焦点で大画面の広角投写を実現できるという利点を有するが、光学系の全長が大きくなる傾向がある。そのため光学系が重くなり、光学系の一部を画像投写装置本体の筐体の外に搭載した場合、重心に作用するモーメントにより光学系が装置本体に対して傾斜し、光学性能が低下する可能性がある。

【0003】

光学系の重量を削減するには、ガラスレンズの代替として合成樹脂レンズの使用が想定される。合成樹脂は、ガラスと比べて、比重が小さいが、熱伝導性が小さく、線膨張係数が大きい。従って、光学系の軽量化は図れるものの、局所的な温度上昇や熱変形が生じて光学収差、特に色収差が増加する傾向がある。こうした傾向は、高輝度投写の場合に特に顕著になる。

20

【0004】

特許文献 1 は、広角の結像光学系を開示しており、拡大共役点に最も近い第 1 レンズ L1a が最大の口径を有する。第 1 レンズ L1a は、両面とも非球面であり、かなり複雑な形状であることから、合成樹脂レンズの使用が推定される。しかしながら、こうした複雑な非球面形状は、熱変形に対してかなり敏感になり、温度上昇による光学収差の劣化が顕著になることが予想される。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0005】

【文献】特開 2019 - 174633 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本開示は、重心に作用するモーメントを低減でき、熱の影響を軽減できる光学系を提供する。また本開示は、こうした光学系を用いた画像投写装置および撮像装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の一態様は、拡大側の拡大共役点及び縮小側の縮小共役点とそれぞれ共役である中間結像位置を内部に有する光学系であって、

40

複数のレンズ素子を有し、前記中間結像位置より前記拡大側に位置する拡大光学系と、
複数のレンズ素子を有し、前記中間結像位置より前記縮小側に位置するリレー光学系と、
を備え、

前記拡大光学系での複数のレンズ素子のうち最も拡大側に位置する第 1 レンズ素子は、負のパワーを備える非球面レンズであり、

以下の条件 (1) ~ (3) を満足する。

$$0.0055 < p g f n < 0.030 \quad \dots (1)$$

$$53 < v d n < 58 \quad \dots (2)$$

$$0.28 < f p / f r < 1.0 \quad \dots (3)$$

50

ここで

$$p g f n = (n g n - n f n) / (n f n - n c n) - (- 2 . 2 0 5 9 9 \times 1 0 ^ { - 3 } \cdot v d n + 6 . 6 9 6 1 2 \times 1 0 ^ { - 1 })$$

v d n : 前記第 1 レンズ素子のアッベ数

n g n : 前記第 1 レンズ素子の g 線に対する屈折率

n f n : 前記第 1 レンズ素子の F 線に対する屈折率

n c n : 前記第 1 レンズ素子の C 線に対する屈折率

f p : 前記拡大光学系の焦点距離

f r : 広角端における前記リレー光学系の焦点距離

である。

10

【 0 0 0 8 】

また本開示に係る画像投写装置は、上記光学系と、該光学系を經由してスクリーンに投写する画像を生成する画像形成素子と、を備える。

【 0 0 0 9 】

また本開示に係る撮像装置は、上記光学系と、該光学系が形成する光学像を受光して電気的な画像信号に変換する撮像素子と、を備える。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本開示に係る光学系によると、重心に作用するモーメントを低減でき、熱の影響を軽減できる。そのため高強度の光がレンズを通過する場合、例えば、高輝度投写の場合に安定した光学性能を維持できる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 実施例 1 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の光路を示す配置図

【 図 2 】 実施例 1 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の配置図

【 図 3 】 実施例 1 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における縦収差図

【 図 4 】 実施例 2 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の光路を示す配置図

【 図 5 】 実施例 2 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の配置図

30

【 図 6 】 実施例 2 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における縦収差図

【 図 7 】 実施例 3 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の光路を示す配置図

【 図 8 】 実施例 3 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の配置図

【 図 9 】 実施例 3 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における縦収差図

【 図 1 0 】 実施例 4 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の光路を示す配置図

【 図 1 1 】 実施例 4 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の配置図

【 図 1 2 】 実施例 4 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における縦収差図

【 図 1 3 】 実施例 5 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の光路を示す配置図

40

【 図 1 4 】 実施例 5 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の配置図

【 図 1 5 】 実施例 5 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における縦収差図

【 図 1 6 】 実施例 6 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の光路を示す配置図

【 図 1 7 】 実施例 6 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の配置図

【 図 1 8 】 実施例 6 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における縦収差図

【 図 1 9 】 実施例 7 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の光路を示す配置図

【 図 2 0 】 実施例 7 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 m m における広角端の配置図

50

【図 2 1】実施例 7 のズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 mm における縦収差図

【図 2 2】本開示に係る画像投写装置の一例を示すブロック図

【図 2 3】本開示に係る撮像装置の一例を示すブロック図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、適宜図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明、あるいは実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

【0013】

なお、出願人は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものでない。

【0014】

以下に、本開示に係る光学系の各実施例について説明する。各実施例では、光学系が、画像信号に基づき液晶や DMD（デジタルマイクロミラーデバイス）等の画像形成素子によって入射光を空間変調した原画像 S の画像光を、スクリーンに投写するプロジェクタ（画像投写装置の一例）に用いられる場合について説明する。即ち、本開示に係る光学系は、拡大側の延長線上に図示しないスクリーンを配置して、縮小側に配置された画像形成素子上の原画像 S を拡大してスクリーンに投写するために利用できる。

【0015】

また、本開示に係る光学系は、拡大側の延長線上に位置する物体から放射される光を集光し、縮小側に配置された撮像素子の撮像面に物体の光学像を形成するためにも利用できる。

【0016】

（実施形態 1）

以下、図 1 ~ 図 2 1 を用いて本開示の実施形態 1 を説明する。ここでは、光学系の一例としてズームレンズ系について説明する。

【0017】

図 1、4、7、10、13、16、19 は、実施例 1 ~ 7 に係るズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 mm における広角端の光路を示す配置図である。図 2、5、8、11、14、17、20 は、実施例 1 ~ 7 に係るズームレンズ系の物体距離 1 0 6 6 mm における広角端の配置図である。図 2 (a)、5 (a)、8 (a)、11 (a)、14 (a)、17 (a)、20 (a) は、ズームレンズ系の広角端におけるレンズ配置図を示す。図 2 (b)、5 (b)、8 (b)、11 (b)、14 (b)、17 (b)、20 (b) は、ズームレンズ系の中間位置におけるレンズ配置図を示す。図 2 (c)、5 (c)、8 (c)、11 (c)、14 (c)、17 (c)、20 (c) は、ズームレンズ系の望遠端におけるレンズ配置図を示す。

【0018】

広角端は、全系が最短の焦点距離 f_w を有する最短焦点距離状態である。中間位置は、広角端と望遠端との間の中間焦点距離状態である。望遠端は、全系が最長の焦点距離 f_t を有する最長焦点距離状態である。広角端の焦点距離 f_w と望遠端の焦点距離 f_t とに基づき、中間位置の焦点距離 $f_m = (f_w \times f_t)$ が規定される。

【0019】

実施例 1 に係るズームレンズ系は、第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 4 レンズ群 G 4 と、光学素子 P とを含む。第 1 レンズ群 G 1 は、正のパワーを有し、第 1 レンズ素子 L 1 から第 1 5 レンズ素子 L 1 5 で構成され、面 1 から面 3 0 を含む（後述する数値実施例を参照）。第 2 レンズ群 G 2 は、正のパワーを有し、第 1 6 レンズ素子 L 1 6 から第 1 8 レンズ素子 L 1 8 で構成され、面 3 1 から面 3 6 を含む。第 3 レンズ群 G 3 は、負のパワーを有し、第 1 9 レンズ素子 L 1 9 から第 2 2 レンズ素子 L 2 2 で構成され、面 3 7 から面 4 5 を含む。

10

20

30

40

50

第4レンズ群G4は、正のパワーを有し、第23レンズ素子L23から第25レンズ素子L25で構成され、面46から面51を含む。光学素子Pは、面52から面53を含む。

【0020】

実施例2に係るズームレンズ系は、第1レンズ群G1～第4レンズ群G4と、光学素子Pとを含み、実施例1と同様であるため、重複説明を省略する。

【0021】

実施例3に係るズームレンズ系は、第1レンズ群G1～第4レンズ群G4と、光学素子Pとを含む。第1レンズ群G1は、正のパワーを有し、第1レンズ素子L1から第16レンズ素子L16で構成され、面1から面32を含む（後述する数値実施例を参照）。第2レンズ群G2は、正のパワーを有し、第17レンズ素子L17から第19レンズ素子L19で構成され、面33から面38を含む。第3レンズ群G3は、負のパワーを有し、第20レンズ素子L20から第23レンズ素子L23で構成され、面39から面47を含む。第4レンズ群G4は、正のパワーを有し、第24レンズ素子L24から第26レンズ素子L26で構成され、面48から面53を含む。光学素子Pは、面54から面55を含む。

【0022】

各図(a)と各図(b)との間に図示した折れ線の矢印は、図中の上から順に、広角端、中間位置及び望遠端の各状態における第1レンズ群G1～第4レンズ群G4の位置を結んで得られる直線である。広角端と中間位置との間、中間位置と望遠端との間は、単純に直線で接続されているだけであり、実際の各レンズ群G1～G4の動きとは異なる。また、各々のレンズ群G1～G4の符号に付した記号(+), (-)は、各レンズ群G1～G4のパワーの正負を示す。

【0023】

実施例1～7に係るズームレンズ系は、必要に応じて、物体距離が変わったときにフォーカス調整を行うフォーカシング調整レンズ群と、フォーカシング調整レンズ群がフォーカス調整を行った後に、像面湾曲収差の補正を行う像面湾曲補正レンズ群とを含んでもよい。

【0024】

各図において、左側に拡大側の結像位置（即ち、拡大共役点）、右側に縮小側の結像位置（即ち、縮小共役点）が位置する。また各図において、最も縮小側に記載された直線は、原画像Sの位置を表し、原画像Sの拡大側には光学素子Pが位置する。光学素子Pは、色分解、色合成用のプリズム、光学フィルタ、平行平板ガラス、水晶ローパスフィルタ、赤外カットフィルタ等の光学素子を表している。

【0025】

実施例1～7に係るズームレンズ系は、拡大側の拡大共役点及び縮小側の縮小共役点とそれぞれ共役である中間結像位置MIを内部に有する。また各図において、中間結像位置MIより拡大側に拡大光学系Opが配置され、中間結像位置MIより縮小側にリレー光学系Olが配置される。

【0026】

実施例1～7に係るズームレンズ系において、第1レンズ素子L1から第25レンズ素子L25（第26レンズ素子L26）および光学素子Pの間に複数の空気間隔が存在する。拡大光学系Opは、拡大光学系内における光軸に沿って最長の空気間隔を有する。例えば、実施例1, 2では、図2、図5に示すように、第10レンズ素子L10と第11レンズ素子L11との間に最長の空気間隔が存在する。実施例3では、図8に示すように、第11レンズ素子L11と第12レンズ素子L12との間に最長の空気間隔が存在する。拡大光学系Opは、最長の空気間隔より拡大側に位置する前群Opfと、最長の空気間隔より縮小側に位置する後群Oprとを備える。前群Opfおよび後群Oprは、単一または複数のレンズ素子を有してもよい。

【0027】

図3、6、9、12、15、18、21は、実施例1～7に係るズームレンズ系の物体距離1066mmにおける縦収差図である。各図における(a)、(b)、(c)は、ズ

10

20

30

40

50

ームレンズ系の広角端、中間位置および望遠端における縦収差図を示す。

【0028】

各縦収差図は、左側から順に、球面収差(SA(mm))、非点収差(AST(mm))、歪曲収差(DIS(%))を示す。球面収差図において、縦軸は瞳の高さを表し、実線はd線(d-line)、短破線はF線(F-line)、長破線はC線(C-line)の特性である。非点収差図において、縦軸は像高を表し、実線はサジタル平面(図中、sで示す)、破線はメリディオナル平面(図中、mで示す)の特性である。歪曲収差図において、縦軸は像高を表す。また、歪曲収差は等距離射影に対する歪曲収差を表す。

【0029】

(実施例1)

図1、2に示すように、実施例1に係るズームレンズ系は、拡大光学系Opとリレー光学系Olとを備える。拡大光学系Opは、第1レンズ素子L1から第12レンズ素子L12で構成される。拡大光学系Opは、前群Opfと後群Oprとを含む。

【0030】

拡大光学系Opの前群Opfは、拡大側から縮小側へと順に、第1レンズ素子L1から第10レンズ素子L10で構成される。第1レンズ素子L1は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第2レンズ素子L2は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第3レンズ素子L3は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第4レンズ素子L4は、両凹形状を有する。第5レンズ素子L5は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第6レンズ素子L6は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第7レンズ素子L7は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第8レンズ素子L8は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第9レンズ素子L9は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第10レンズ素子L10は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。

【0031】

拡大光学系Opの後群Oprは、拡大側から縮小側へと順に、第11レンズ素子L11から第12レンズ素子L12で構成される。第11レンズ素子L11は、両凸形状を有する。第12レンズ素子L12は、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。

【0032】

リレー光学系Olは、拡大側から縮小側へと順に、第13レンズ素子L13から第25レンズ素子L25で構成される。第13レンズ素子L13は、両凹形状を有する。第14レンズ素子L14は、両凹形状を有する。第15レンズ素子L15は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第16レンズ素子L16は、両凸形状を有する。第17レンズ素子L17は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第18レンズ素子L18は、両凸形状を有する。第19レンズ素子L19は、両凸形状を有する。第20レンズ素子L20は、両凹形状を有する。第21レンズ素子L21は、両凹形状を有する。第22レンズ素子L22は、両凸形状を有する。第23レンズ素子L23は、両凸形状を有する。第24レンズ素子L24は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第25レンズ素子L25は、両凸形状を有する。

【0033】

リレー光学系Olは、拡大側から縮小側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ群(L13~L15)、正のパワーを有する第2レンズ群(L16~L18)、負のパワーを有する第3レンズ群(L19~L22)、および正のパワーを有する第4レンズ群(L23~L25)からなる。ズームングの際に、第1レンズ群および第3レンズ群は固定され、第2レンズ群および第4レンズ群が光軸に沿って変位する。

【0034】

一例として、第1レンズ素子L1は、請求項の第1レンズ素子に対応する。

【0035】

第12レンズ素子L12と第13レンズ素子L13の間に中間結像位置MIがある。また、第19レンズ素子L19と第20レンズ素子L20の間に絞りAが配置される。リレ

10

20

30

40

50

ー光学系 O 1 の縮小側には、光学パワーがゼロである光学素子 P が配置される。

【 0 0 3 6 】

(実施例 2)

図 4、5 に示すように、実施例 2 に係るズームレンズ系は、拡大光学系 O p とリレー光学系 O 1 とを備える。拡大光学系 O p は、第 1 レンズ素子 L 1 から第 1 2 レンズ素子 L 1 2 で構成される。拡大光学系 O p は、前群 O p f と後群 O p r とを含む。

【 0 0 3 7 】

拡大光学系 O p の前群 O p f は、拡大側から縮小側へと順に、第 1 レンズ素子 L 1 から第 1 0 レンズ素子 L 1 0 で構成される。第 1 レンズ素子 L 1 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 2 レンズ素子 L 2 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 3 レンズ素子 L 3 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 4 レンズ素子 L 4 は、両凸形状を有する。第 5 レンズ素子 L 5 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 6 レンズ素子 L 6 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 7 レンズ素子 L 7 は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 8 レンズ素子 L 8 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 9 レンズ素子 L 9 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 1 0 レンズ素子 L 1 0 は、両凸形状を有する。

【 0 0 3 8 】

拡大光学系 O p の後群 O p r は、拡大側から縮小側へと順に、第 1 1 レンズ素子 L 1 1 から第 1 2 レンズ素子 L 1 2 で構成される。第 1 1 レンズ素子 L 1 1 は、両凸形状を有する。第 1 2 レンズ素子 L 1 2 は、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。

【 0 0 3 9 】

リレー光学系 O 1 は、拡大側から縮小側へと順に、第 1 3 レンズ素子 L 1 3 から第 2 5 レンズ素子 L 2 5 で構成される。第 1 3 レンズ素子 L 1 3 は、両凹形状を有する。第 1 4 レンズ素子 L 1 4 は、両凹形状を有する。第 1 5 レンズ素子 L 1 5 は、両凸形状を有する。第 1 6 レンズ素子 L 1 6 は、両凸形状を有する。第 1 7 レンズ素子 L 1 7 は、両凹形状を有する。第 1 8 レンズ素子 L 1 8 は、両凸形状を有する。第 1 9 レンズ素子 L 1 9 は、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 2 0 レンズ素子 L 2 0 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 2 1 レンズ素子 L 2 1 は、両凹形状を有する。第 2 2 レンズ素子 L 2 2 は、両凸形状を有する。第 2 3 レンズ素子 L 2 3 は、両凸形状を有する。第 2 4 レンズ素子 L 2 4 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 2 5 レンズ素子 L 2 5 は、両凸形状を有する。

【 0 0 4 0 】

リレー光学系 O 1 は、拡大側から縮小側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 (L 1 3 ~ L 1 5)、正のパワーを有する第 2 レンズ群 (L 1 6 ~ L 1 8)、負のパワーを有する第 3 レンズ群 (L 1 9 ~ L 2 2)、および正のパワーを有する第 4 レンズ群 (L 2 3 ~ L 2 5) からなる。ズームングの際に、第 1 レンズ群および第 3 レンズ群は固定され、第 2 レンズ群および第 4 レンズ群が光軸に沿って変位する。

【 0 0 4 1 】

一例として、第 1 レンズ素子 L 1 は、請求項の第 1 レンズ素子に対応する。

【 0 0 4 2 】

第 1 2 レンズ素子 L 1 2 と第 1 3 レンズ素子 L 1 3 の間に中間結像位置 M I がある。また、第 1 9 レンズ素子 L 1 9 と第 2 0 レンズ素子 L 2 0 の間に絞り A が配置される。リレー光学系 O 1 の縮小側には、光学パワーがゼロである光学素子 P が配置される。

【 0 0 4 3 】

(実施例 3)

図 7、8 に示すように、実施例 3 に係るズームレンズ系は、拡大光学系 O p とリレー光学系 O 1 とを備える。拡大光学系 O p は、第 1 レンズ素子 L 1 から第 1 3 レンズ素子 L 1 3 で構成される。拡大光学系 O p は、前群 O p f と後群 O p r とを含む。

【 0 0 4 4 】

10

20

30

40

50

拡大光学系 O_p の前群 O_{pf} は、拡大側から縮小側へと順に、第 1 レンズ素子 L_1 から第 11 レンズ素子 L_{11} で構成される。第 1 レンズ素子 L_1 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 2 レンズ素子 L_2 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 3 レンズ素子 L_3 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 4 レンズ素子 L_4 は、両凹形状を有する。第 5 レンズ素子 L_5 は、両凸形状を有する。第 6 レンズ素子 L_6 は、両凹形状を有する。第 7 レンズ素子 L_7 は、両凸形状を有する。第 8 レンズ素子 L_8 は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 9 レンズ素子 L_9 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 10 レンズ素子 L_{10} は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 11 レンズ素子 L_{11} は、両凸形状を有する。

10

【0045】

拡大光学系 O_p の後群 O_{pr} は、拡大側から縮小側へと順に、第 12 レンズ素子 L_{12} から第 13 レンズ素子 L_{13} で構成される。第 12 レンズ素子 L_{12} は、両凸形状を有する。第 13 レンズ素子 L_{13} は、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。

【0046】

リレー光学系 O_l は、拡大側から縮小側へと順に、第 14 レンズ素子 L_{14} から第 26 レンズ素子 L_{26} で構成される。第 14 レンズ素子 L_{14} は、両凹形状を有する。第 15 レンズ素子 L_{15} は、両凹形状を有する。第 16 レンズ素子 L_{16} は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 17 レンズ素子 L_{17} は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 18 レンズ素子 L_{18} は、両凸形状を有する。第 19 レンズ素子 L_{19} は、両凸形状を有する。第 20 レンズ素子 L_{20} は、両凸形状を有する。第 21 レンズ素子 L_{21} は、両凹形状を有する。第 22 レンズ素子 L_{22} は、両凹形状を有する。第 23 レンズ素子 L_{23} は、両凸形状を有する。第 24 レンズ素子 L_{24} は、両凸形状を有する。第 25 レンズ素子 L_{25} は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 26 レンズ素子 L_{26} は、両凸形状を有する。

20

【0047】

リレー光学系 O_l は、拡大側から縮小側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 ($L_{14} \sim L_{16}$)、正のパワーを有する第 2 レンズ群 ($L_{17} \sim L_{19}$)、負のパワーを有する第 3 レンズ群 ($L_{20} \sim L_{23}$)、および正のパワーを有する第 4 レンズ群 ($L_{24} \sim L_{26}$) からなる。ズームングの際に、第 1 レンズ群および第 3 レンズ群は固定され、第 2 レンズ群および第 4 レンズ群が光軸に沿って変位する。

30

【0048】

一例として、第 1 レンズ素子 L_1 は、請求項の第 1 レンズ素子に対応する。

【0049】

第 13 レンズ素子 L_{13} と第 14 レンズ素子 L_{14} の間に中間結像位置 MI がある。また、第 19 レンズ素子 L_{19} と第 20 レンズ素子 L_{20} の間に絞り A が配置される。リレー光学系 O_l の縮小側には、光学パワーがゼロである光学素子 P が配置される。

【0050】

(実施例 4)

図 10、11 に示すように、実施例 4 に係るズームレンズ系は、拡大光学系 O_p とリレー光学系 O_l とを備える。拡大光学系 O_p は、第 1 レンズ素子 L_1 から第 12 レンズ素子 L_{12} で構成される。拡大光学系 O_p は、前群 O_{pf} と後群 O_{pr} とを含む。

40

【0051】

拡大光学系 O_p の前群 O_{pf} は、拡大側から縮小側へと順に、第 1 レンズ素子 L_1 から第 10 レンズ素子 L_{10} で構成される。第 1 レンズ素子 L_1 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 2 レンズ素子 L_2 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 3 レンズ素子 L_3 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 4 レンズ素子 L_4 は、両凹形状を有する。第 5 レンズ素子 L_5 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 6 レンズ素子 L_6 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 7 レンズ素子 L_7 は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有す

50

る。第 8 レンズ素子 L 8 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 9 レンズ素子 L 9 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 10 レンズ素子 L 10 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。

【0052】

拡大光学系 Op の後群 Opr は、拡大側から縮小側へと順に、第 11 レンズ素子 L 11 から第 12 レンズ素子 L 12 で構成される。第 11 レンズ素子 L 11 は、両凸形状を有する。第 12 レンズ素子 L 12 は、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。

【0053】

リレー光学系 Ol は、拡大側から縮小側へと順に、第 13 レンズ素子 L 13 から第 25 レンズ素子 L 25 で構成される。第 13 レンズ素子 L 13 は、両凹形状を有する。第 14 レンズ素子 L 14 は、両凹形状を有する。第 15 レンズ素子 L 15 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 16 レンズ素子 L 16 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 17 レンズ素子 L 17 は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 18 レンズ素子 L 18 は、両凸形状を有する。第 19 レンズ素子 L 19 は、両凸形状を有する。第 20 レンズ素子 L 20 は、両凹形状を有する。第 21 レンズ素子 L 21 は、両凹形状を有する。第 22 レンズ素子 L 22 は、両凸形状を有する。第 23 レンズ素子 L 23 は、両凸形状を有する。第 24 レンズ素子 L 24 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 25 レンズ素子 L 25 は、両凸形状を有する。

【0054】

リレー光学系 Ol は、拡大側から縮小側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 (L 13 ~ L 15)、正のパワーを有する第 2 レンズ群 (L 16 ~ L 18)、負のパワーを有する第 3 レンズ群 (L 19 ~ L 22)、および正のパワーを有する第 4 レンズ群 (L 23 ~ L 25) からなる。ズームングの際に、第 1 レンズ群および第 3 レンズ群は固定され、第 2 レンズ群および第 4 レンズ群が光軸に沿って変位する。

【0055】

一例として、第 1 レンズ素子 L 1 は、請求項の第 1 レンズ素子に対応する。

【0056】

第 12 レンズ素子 L 12 と第 13 レンズ素子 L 13 の間に中間結像位置 MI がある。また、第 19 レンズ素子 L 19 と第 20 レンズ素子 L 20 の間に絞り A が配置される。リレー光学系 Ol の縮小側には、光学パワーがゼロである光学素子 P が配置される。

【0057】

(実施例 5)

図 13、14 に示すように、実施例 5 に係るズームレンズ系は、拡大光学系 Op とリレー光学系 Ol とを備える。拡大光学系 Op は、第 1 レンズ素子 L 1 から第 12 レンズ素子 L 12 で構成される。拡大光学系 Op は、前群 Opf と後群 Opr とを含む。

【0058】

拡大光学系 Op の前群 Opf は、拡大側から縮小側へと順に、第 1 レンズ素子 L 1 から第 10 レンズ素子 L 10 で構成される。第 1 レンズ素子 L 1 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 2 レンズ素子 L 2 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 3 レンズ素子 L 3 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 4 レンズ素子 L 4 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 5 レンズ素子 L 5 は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第 6 レンズ素子 L 6 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 7 レンズ素子 L 7 は、両凹形状を有する。第 8 レンズ素子 L 8 は、両凸形状を有する。第 9 レンズ素子 L 9 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第 10 レンズ素子 L 10 は、両凸形状を有する。

【0059】

拡大光学系 Op の後群 Opr は、拡大側から縮小側へと順に、第 11 レンズ素子 L 11 から第 12 レンズ素子 L 12 で構成される。第 11 レンズ素子 L 11 は、両凸形状を有する。第 12 レンズ素子 L 12 は、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。

【0060】

10

20

30

40

50

リレー光学系O1は、拡大側から縮小側へと順に、第13レンズ素子L13から第25レンズ素子L25で構成される。第13レンズ素子L13は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第14レンズ素子L14は、両凹形状を有する。第15レンズ素子L15は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第16レンズ素子L16は、両凸形状を有する。第17レンズ素子L17は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第18レンズ素子L18は、両凸形状を有する。第19レンズ素子L19は、両凸形状を有する。第20レンズ素子L20は、両凹形状を有する。第21レンズ素子L21は、両凹形状を有する。第22レンズ素子L22は、両凸形状を有する。第23レンズ素子L23は、両凸形状を有する。第24レンズ素子L24は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第25レンズ素子L25は、両凸形状を有する。

10

【0061】

リレー光学系O1は、拡大側から縮小側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ群(L13~L15)、正のパワーを有する第2レンズ群(L16~L18)、負のパワーを有する第3レンズ群(L19~L22)、および正のパワーを有する第4レンズ群(L23~L25)からなる。ズームングの際に、第1レンズ群および第3レンズ群は固定され、第2レンズ群および第4レンズ群が光軸に沿って変位する。

【0062】

一例として、第1レンズ素子L1は、請求項の第1レンズ素子に対応する。

【0063】

第12レンズ素子L12と第13レンズ素子L13の間に中間結像位置MIがある。また、第19レンズ素子L19と第20レンズ素子L20の間に絞りAが配置される。リレー光学系O1の縮小側には、光学パワーがゼロである光学素子Pが配置される。

20

【0064】

(実施例6)

図16、17に示すように、実施例6に係るズームレンズ系は、拡大光学系Opとリレー光学系O1とを備える。拡大光学系Opは、第1レンズ素子L1から第12レンズ素子L12で構成される。拡大光学系Opは、前群Opfと後群Oprとを含む。

【0065】

拡大光学系Opの前群Opfは、拡大側から縮小側へと順に、第1レンズ素子L1から第10レンズ素子L10で構成される。第1レンズ素子L1は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第2レンズ素子L2は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第3レンズ素子L3は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第4レンズ素子L4は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第5レンズ素子L5は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第6レンズ素子L6は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第7レンズ素子L7は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第8レンズ素子L8は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第9レンズ素子L9は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第10レンズ素子L10は、両凸形状を有する。

30

【0066】

拡大光学系Opの後群Oprは、拡大側から縮小側へと順に、第11レンズ素子L11から第12レンズ素子L12で構成される。第11レンズ素子L11は、両凸形状を有する。第12レンズ素子L12は、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。

40

【0067】

リレー光学系O1は、拡大側から縮小側へと順に、第13レンズ素子L13から第25レンズ素子L25で構成される。第13レンズ素子L13は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第14レンズ素子L14は、両凹形状を有する。第15レンズ素子L15は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第16レンズ素子L16は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第17レンズ素子L17は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第18レンズ素子L18は、両凸形状を有する。第19レンズ素子L19は、両凸形状を有する。第20レンズ素子L20は、両凹

50

形状を有する。第21レンズ素子L21は、両凹形状を有する。第22レンズ素子L22は、両凸形状を有する。第23レンズ素子L23は、両凸形状を有する。第24レンズ素子L24は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第25レンズ素子L25は、両凸形状を有する。

【0068】

リレー光学系O1は、拡大側から縮小側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ群(L13~L15)、正のパワーを有する第2レンズ群(L16~L18)、負のパワーを有する第3レンズ群(L19~L22)、および正のパワーを有する第4レンズ群(L23~L25)からなる。ズームの際に、第1レンズ群および第3レンズ群は固定され、第2レンズ群および第4レンズ群が光軸に沿って変位する。

10

【0069】

一例として、第1レンズ素子L1は、請求項の第1レンズ素子に対応する。

【0070】

第12レンズ素子L12と第13レンズ素子L13の間に中間結像位置MIがある。また、第19レンズ素子L19と第20レンズ素子L20の間に絞りAが配置される。リレー光学系O1の縮小側には、光学パワーがゼロである光学素子Pが配置される。

【0071】

(実施例7)

図19、20に示すように、実施例7に係るズームレンズ系は、拡大光学系Opとリレー光学系O1とを備える。拡大光学系Opは、第1レンズ素子L1から第12レンズ素子L12で構成される。拡大光学系Opは、前群Opfと後群Oprとを含む。

20

【0072】

拡大光学系Opの前群Opfは、拡大側から縮小側へと順に、第1レンズ素子L1から第10レンズ素子L10で構成される。第1レンズ素子L1は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第2レンズ素子L2は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第3レンズ素子L3は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第4レンズ素子L4は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第5レンズ素子L5は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第6レンズ素子L6は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第7レンズ素子L7は、両凹形状を有する。第8レンズ素子L8は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第9レンズ素子L9は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第10レンズ素子L10は、両凸形状を有する。

30

【0073】

拡大光学系Opの後群Oprは、拡大側から縮小側へと順に、第11レンズ素子L11から第12レンズ素子L12で構成される。第11レンズ素子L11は、両凸形状を有する。第12レンズ素子L12は、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。

【0074】

リレー光学系O1は、拡大側から縮小側へと順に、第13レンズ素子L13から第25レンズ素子L25で構成される。第13レンズ素子L13は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第14レンズ素子L14は、両凹形状を有する。第15レンズ素子L15は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第16レンズ素子L16は、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状を有する。第17レンズ素子L17は、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第18レンズ素子L18は、両凸形状を有する。第19レンズ素子L19は、両凸形状を有する。第20レンズ素子L20は、両凹形状を有する。第21レンズ素子L21は、両凹形状を有する。第22レンズ素子L22は、両凸形状を有する。第23レンズ素子L23は、両凸形状を有する。第24レンズ素子L24は、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状を有する。第25レンズ素子L25は、両凸形状を有する。

40

【0075】

リレー光学系O1は、拡大側から縮小側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ群(L

50

L 1 3 ~ L 1 5)、正のパワーを有する第 2 レンズ群 (L 1 6 ~ L 1 8)、負のパワーを有する第 3 レンズ群 (L 1 9 ~ L 2 2)、および正のパワーを有する第 4 レンズ群 (L 2 3 ~ L 2 5) からなる。ズームングの際に、第 1 レンズ群および第 3 レンズ群は固定され、第 2 レンズ群および第 4 レンズ群が光軸に沿って変位する。

【 0 0 7 6 】

一例として、第 1 レンズ素子 L 1 は、請求項の第 1 レンズ素子に対応する。

【 0 0 7 7 】

第 1 2 レンズ素子 L 1 2 と第 1 3 レンズ素子 L 1 3 の間に中間結像位置 M I がある。また、第 1 9 レンズ素子 L 1 9 と第 2 0 レンズ素子 L 2 0 の間に絞り A が配置される。リレー光学系 O 1 の縮小側には、光学パワーがゼロである光学素子 P が配置される。

10

【 0 0 7 8 】

なお、実施例 1 ~ 7 に係るズームレンズ系は、光学パワーを有するレンズ素子だけでなく、光学パワーがゼロまたは実質的にゼロである素子、例えば、ミラー、絞り、マスク、カバーガラス、フィルタ、プリズム、波長板、偏光素子などの光学要素などを含んでもよい。

【 0 0 7 9 】

次に、本実施形態に係るズームレンズ系が満足し得る条件を説明する。なお、各実施例に係るズームレンズ系に対して、複数の条件が規定されるが、これら複数の条件すべてを満足してもよく、あるいは個別の条件を満足することにより、それぞれ対応する効果が得られる。

20

【 0 0 8 0 】

実施例 1 ~ 7 に係るズームレンズ系は、拡大側の拡大共役点及び縮小側の縮小共役点とそれぞれ共役である中間結像位置を内部に有する光学系であって、

複数のレンズ素子を有し、前記中間結像位置より前記拡大側に位置する拡大光学系と、
複数のレンズ素子を有し、前記中間結像位置より前記縮小側に位置するリレー光学系と、
を備え、

前記拡大光学系での複数のレンズ素子のうち最も拡大側に位置する第 1 レンズ素子は、負のパワーを備える非球面レンズであり、

以下の条件 (1) ~ (3) を満足する。

$$0.0055 < p g f n < 0.030 \quad \dots (1)$$

30

$$53 < v d n < 58 \quad \dots (2)$$

$$0.28 < f p / f r < 1.0 \quad \dots (3)$$

ここで

$$p g f n = (n g n - n f n) / (n f n - n c n) - (- 2.20599 \times 10^{-3} \cdot v d n + 6.69612 \times 10^{-1})$$

v d n : 前記第 1 レンズ素子のアッベ数

n g n : 前記第 1 レンズ素子の g 線に対する屈折率

n f n : 前記第 1 レンズ素子の F 線に対する屈折率

n c n : 前記第 1 レンズ素子の C 線に対する屈折率

f p : 前記拡大光学系の焦点距離

40

f r : 広角端における前記リレー光学系の焦点距離

である。

【 0 0 8 1 】

条件 (1) は、第 1 レンズ素子の g 線と F 線の部分分散比を規定する条件式である。条件 (1) を満足することで、広角端から望遠端における全ズーム範囲に渡って各波長の軸上色収差を良好に抑制できる。条件 (1) の下限値を下回ると、広角端の軸上色収差が大きくなる。また、条件 (1) の上限値を上回ると、望遠端の軸上色収差が大きくなる。

【 0 0 8 2 】

条件 (2) は、第 1 レンズ素子のアッベ数を規定する条件式である。条件 (2) を満足することで、軸上色収差を良好に抑制できる。条件 (2) の下限値を下回ると、短波長側

50

の軸上色収差がオーバーに発生して大きくなる。反対に、上限値を上回ると、短波長側の軸上色収差がアンダーに発生して大きくなる。条件(1)(2)の両方を満足するために、第1レンズ素子は合成樹脂製でもよい。

【0083】

条件(3)は、拡大光学系とリレー光学系の合成焦点距離との関係を規定するための条件式である。これを満足することで、広角でありながらレンズ径の小さい光学系を実現できる。条件式(3)の下限値を下回ると、中間結像位置よりも拡大側にあり、中間結像位置から最も近い正パワーのレンズ素子の有効径が大きくなり過ぎてしまい、レンズが重くなる。逆に上限値を上回ると、最も拡大側にあるレンズの有効径が大きくなり過ぎてしまい、レンズが重くなる。

10

【0084】

なお、条件(1)~(3)に加え、さらに以下の条件(1A)(2A)及び(3A)の少なくとも1つを満足することにより、より有利な効果が得られる。

$$0.0060 < p g f n < 0.028 \quad \dots (1A)$$

$$53.5 < V d < 57.5 \quad \dots (2A)$$

$$0.30 < f p / f r < 0.95 \quad \dots (3A)$$

【0085】

また実施例1~7に係るズームレンズ系は、前記レンズ素子間には、複数の空気間隔が存在し、

前記拡大光学系は、前記拡大光学系内における光軸に沿った最長の空気間隔より前記拡大側に位置する拡大光学系前群と、前記最長の空気間隔より前記縮小側に位置する拡大光学系後群とを備え、

20

以下の条件(4)及び(5)を満足してもよい。

$$7 < |T s / f w| < 15 \quad \dots (4)$$

$$2 < |T p r / f w| < 7 \quad \dots (5)$$

ここで、

T s : 前記最長の空気間隔

f w : 広角端の全系の焦点距離

T p r : 前記拡大光学系後群の拡大側の面から前記中間結像までの距離

である。

30

【0086】

条件(4)は、拡大光学系内における最長の空気間隔と広角端の全系の焦点距離との関係を規定する条件式である。条件(4)を満足することで、光学系を広角化できる。条件(4)の下限を下回ると、拡大光学系前群のレンズが重くなる。条件(4)の上限を上回ると、光学系全体の重心が拡大側へ移動してしまう。また、条件(5)は、拡大光学系後群の拡大側の面から中間結像までの距離と広角端の全系の焦点距離との関係を規定する条件式である。条件(5)を満足することで、条件(4)の効果を発揮することができる。

【0087】

なお、条件(4)(5)に加え、さらに以下の条件(4A)及び(5A)の少なくとも1つを満足することにより、より有利な効果が得られる。

40

$$7.2 < |T s / f w| < 12 \quad \dots (4A)$$

$$3 < |T p r / f w| < 6.9 \quad \dots (5A)$$

【0088】

また実施例1~7に係るズームレンズ系は、前記複数のレンズ素子のうち、条件(6)を満足する全てのレンズ素子は条件(7)を満足してもよく、前記複数のレンズ素子のうち1枚のレンズ素子は、条件(6)(7)の両方を満足しなくてもよい。

$$|y m / (f w \cdot \tan(\theta m))| < 3.0 \quad \dots (6)$$

$$T g > 300 \quad \dots (7)$$

ここで、

f w : 広角端の全系の焦点距離

50

m : 広角端における最大の半画角

y_m : 望遠端における最軸外の主光線がレンズ面を通る高さ

T_g : レンズ材料のガラス転移点

である。

【0089】

条件(6)は、望遠端における最軸外の主光線がレンズ面を通る高さ、広角端の全系の焦点距離、および広角端における最大の半画角の関係を規定する条件式である。条件(7)は、レンズ材料のガラス転移点を規定する条件式である。条件(6)(7)の両方を満足することで、高強度の光がレンズを通過する場合、レンズの劣化を防ぐことができる。なお、 y_m は、レンズの拡大側と縮小側の面を通る高さの低い方に面で計算する。

10

【0090】

また実施例1~7に係るズームレンズ系において、前記第1レンズ素子は、前記拡大側に向けた非球面の第1レンズ拡大側面、および前記縮小側に向けた非球面の第1レンズ縮小側面を有し、

前記第1レンズ拡大側面および前記第1レンズ縮小側面は、以下の条件(8)を満足してもよい。

$$dZ(r)/dr > 0 \quad \dots (8)$$

ここで、

r : 光学系の光軸に対して垂直な面に沿った面の頂点からの距離 ($r > 0$)

$Z(r)$: 面のサグ量(頂点($r = 0$)で $Z = 0$ とし、頂点に対して縮小側変位を符号+とし、拡大側変位を符号-とする)

20

である。

【0091】

条件(8)は、面のサグ量 $Z(r)$ の1次微分 $dZ(r)/dr$ が正であることを規定する条件式である。条件(8)を満足することで、第1レンズ素子に局所的な熱が発生した場合でも、熱膨張による形状変化が第1レンズの拡大側面および縮小側面が同じように変化するようになる。その結果、像面湾曲や非点収差の発生を抑えることができる。

【0092】

また実施例1~7に係るズームレンズ系は、以下の条件式(9)を満足してもよい。

$$0.5 < (L1R1 + L1R2) / (L1R2 - L1R1) < 5.0 \quad \dots (9)$$

30

ここで、

$L1R1$: 前記第1レンズ拡大側面の中心曲率半径

$L1R2$: 前記第1レンズ縮小側面の中心曲率半径

である。

【0093】

条件(9)は、拡大光学系において最も拡大側に位置する第1レンズ素子のシェーピングファクターを規定する条件式である。条件(9)を満足することで、像面湾曲と歪曲収差を補正しつつ、レンズの有効径を小さくできる。条件(9)の下限値を下回ると、像面湾曲と歪曲収差の補正が十分でなくなる。また、上限値を上回ると、非球面レンズよりも拡大側に位置するレンズの有効径が大きくなってしまふ。

40

【0094】

なお、条件(9)に加え、さらに以下の条件(9A)を満足することにより、より有利な効果が得られる。

$$0.8 < (L1R1 + L1R2) / (L1R2 - L1R1) < 4.7 \quad \dots (9A)$$

【0095】

また実施例1~7に係るズームレンズ系は、前記第1レンズ素子の縮小側に第2レンズ素子が配置され、

以下の条件式(10)を満足してもよい。

$$1.2 < |T1 / fw| < 10.0 \quad \dots (10)$$

ここで、

50

T 1 : 前記第 1 レンズ素子と前記第 2 レンズ素子との間の空気間隔

f w : 広角端の全系の焦点距離

である。

【 0 0 9 6 】

条件 (1 0) は、第 1 レンズ素子と第 2 レンズ素子との間の空気間隔と、広角端の全系の焦点距離との関係を規定する条件式である。条件 (1 0) を満足することで、広角でありながらレンズ径の小さいレンズ系を実現できる。条件 (1 0) の下限を下回ると、第 1 レンズ素子と第 2 レンズ素子との間の空気間隔が小さくなり過ぎてしまい、歪曲収差を補正するのが困難になる。逆に条件 (1 0) の上限を上回ると、最も拡大側に位置する第 1 レンズ素子の有効径が大きくなり、重くなる。

10

【 0 0 9 7 】

なお、条件 (1 0) に加え、さらに以下の条件 (1 0 A) を満足することにより、より有利な効果が得られる。

$$1.3 < |CT1 / fw| < 9.5 \dots (10A)$$

【 0 0 9 8 】

また実施例 1 ~ 7 に係るズームレンズ系は、以下の条件式 (1 1) を満足してもよい。

$$10.0 < |f1 / fw| < 16.0 \dots (11)$$

f 1 : 前記第 1 レンズ素子の焦点距離

f w : 広角端の全系の焦点距離

である。

20

【 0 0 9 9 】

条件 (1 1) は、第 1 レンズ素子の焦点距離と広角端の全系の焦点との関係を規定する条件式である。条件 (1 1) を満足することで、広角でありながらレンズ径の小さいレンズ系を実現できる。条件 (1 1) の下限を下回ると、第 1 レンズ素子のパワーが弱くなりすぎ、歪曲収差を適切に補正できない。逆に条件 (1 1) の上限を上回ると、最も拡大側に位置する第 1 レンズ素子の有効径が大きくなり、重くなる。

【 0 1 0 0 】

なお、条件 (1 1) に加え、さらに以下の条件 (1 1 A) を満足することにより、より有利な効果が得られる。

$$10.2 < |f1 / fw| < 15.8 \dots (11A)$$

30

【 0 1 0 1 】

また実施例 1 ~ 7 に係るズームレンズ系は、以下の条件式 (1 2) を満足してもよい。

$$-8.0 < f1 / Ymax < -1.0 \dots (12)$$

ここで、

f 1 : 前記第 1 レンズ素子の焦点距離

Y m a x : 最大像高

である。

【 0 1 0 2 】

条件 (1 2) は、第 1 レンズ素子の焦点距離と最大像高との関係を規定する条件式である。条件 (1 2) を満足することで、広角でありながらレンズ径の小さいレンズ系を実現できる。条件 (1 2) の下限を下回ると、第 1 レンズ素子のパワーが弱くなりすぎ、歪曲収差を適切に補正できない。逆に条件 (1 2) の上限を上回ると、最も拡大側に位置する第 1 レンズ素子の有効径が大きくなり、重くなる。

40

【 0 1 0 3 】

なお、条件 (1 2) に加え、さらに以下の条件 (1 2 A) を満足することにより、より有利な効果が得られる。

$$-7.8 < f1 / Ymax < -1.2 \dots (12A)$$

【 0 1 0 4 】

また実施例 1 ~ 7 に係るズームレンズ系は、以下の条件式 (1 3) を満足してもよい。

$$1.5 < |f1 / fp| < 10.0 \dots (13)$$

50

ここで、

f_1 : 前記第 1 レンズ素子の焦点距離

である。

【0105】

条件(13)は、第 1 レンズの焦点距離と拡大光学系の焦点距離との関係を規定する条件式である。条件(13)を満足することで、広角でありながらレンズ径の小さいレンズ系を実現できる。条件(13)の下限を下回ると、歪曲収差を適切に補正できない。条件(13)の上限を上回ると、最も拡大側に位置する第 1 レンズの有効径が大きくなり、重くなる。

【0106】

なお、条件(13)に加え、さらに以下の条件(13A)を満足することにより、より有利な効果が得られる。

$$2.0 < |f_1 / f_p| < 9.8 \quad \dots (13A)$$

【0107】

また実施例 1 ~ 7 に係るズームレンズ系は、以下の条件式(14)を満足してもよい。

$$1.0 < |L1R1 / L1R2| < 10.0 \quad \dots (14)$$

ここで、

$L1R1$: 前記第 1 レンズ拡大側面の中心曲率半径

$L1R2$: 前記第 1 レンズ縮小側面の中心曲率半径

である。

【0108】

条件(14)は、第 1 レンズ拡大側面の中心曲率半径と第 1 レンズ縮小側面の中心曲率半径との関係を規定する条件式である。条件(14)の上限を越えると、曲率の差が大きくなるため、レンズ周辺部分のパワーも強くなり、収差補正には有効だが形状誤差の発生時の性能への影響が大きくなる。条件(14)の下限を下回ると、屈折力が強くなりすぎるため、収差補正が不十分になる。

【0109】

なお、条件(14)に加え、さらに以下の条件(14A)を満足することにより、より有利な効果が得られる。

$$1.5 < |L1R1 / L1R2| < 9.5 \quad \dots (14A)$$

【0110】

また実施例 1 ~ 7 に係るズームレンズ系は、以下の条件式(15)を満足してもよい。

$$0.1 < TL1 / Y_{max} < 5.0 \quad \dots (15)$$

ここで、

$TL1$: 前記第 1 レンズ素子の中心厚み

Y_{max} : 最大像高

である。

【0111】

条件(15)は、第 1 レンズ素子の中心厚みと最大像高との関係を規定する条件式である。通常、像高が大きくなると、レンズ径も大きくなる。条件(15)の上限を越えると、レンズの厚みが大きくなりすぎ、特に凹レンズの周辺部では倍率色収差が発生しやすくなる。条件(15)の下限を下回ると、レンズの強度が不足するようになり、鏡筒への組み込み時等で形状誤差が発生しやすくなり、性能が劣化する。

【0112】

なお、条件(15)に加え、さらに以下の条件(15A)を満足することにより、より有利な効果が得られる。

$$0.15 < TL1 / Y_{max} < 4.7 \quad \dots (15A)$$

【0113】

また実施例 1 ~ 7 に係るズームレンズ系は、以下の条件式(16)を満足してもよい。

$$4 < L1R1 / Y_{max} < 10.5 \quad \dots (16)$$

10

20

30

40

50

ここで、

L 1 R 1 : 前記第 1 レンズ拡大側面の中心曲率半径

Y m a x : 最大像高

である。

【 0 1 1 4 】

条件 (1 6) は、第 1 レンズ拡大側面の中心曲率半径と最大像高との関係を規定する条件式である。条件 (1 6) の上限を越えると、樽形の歪曲収差を補正するために、レンズの最周辺部付近で負の屈折力が強くなり、変曲点が大きな非球面形状になりやすい。条件 (1 6) の下限を下回ると、中間像高の非点収差を補正するため、中間像高の光線が通過する領域で負の屈折力が強くなる傾向を持ち、変曲点が大きな非球面形状になりやすい。従ってレンズの加工難度が高くなり、形状誤差が発生しやすくなる。

10

【 0 1 1 5 】

なお、条件 (1 6) に加え、さらに以下の条件 (1 6 A) を満足することにより、より有利な効果が得られる。

$$5.0 < L 1 R 1 / Y m a x < 9.6 \dots (1 6 A)$$

【 0 1 1 6 】

また実施例 1 ~ 7 に係るズームレンズ系は、ズーミングの際に前記拡大光学系は固定され、前記リレー光学系のレンズ素子の一部または全部が光軸に沿って変位してもよい。

【 0 1 1 7 】

こうした構成によると、ズーム機構を中間結像位置より縮小側に配置することによって、ズーム作動機構、例えば、カム、モータなどを縮小側に実装できる。そのため鏡筒の重心を縮小側へ寄せることができる。

20

【 0 1 1 8 】

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、幾つかの実施例を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用可能である。

【 0 1 1 9 】

以下、実施例 1 ~ 7 に係るズームレンズ系の数値実施例を説明する。なお、各数値実施例において、表中の長さの単位はすべて「mm」であり、画角の単位はすべて「°」である。また、各数値実施例において、r は曲率半径、d は面間隔、n d は d 線に対する屈折率、v d は d 線に対するアッペ数である。また、各数値実施例において、* 印を付した面は非球面であり、非球面形状は次式で定義している。

30

【 0 1 2 0 】

【数 1】

$$Z = \frac{h^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + \sum A_n h^n$$

40

【 0 1 2 1 】

ここで、

Z : 光軸からの高さが h の非球面上の点から、非球面頂点の接平面までの距離、

h : 光軸からの高さ、

r : 頂点曲率半径、

: 円錐定数、

A n : n 次の非球面係数

である。

【 0 1 2 2 】

(数値実施例 1)

50

数値実施例 1 (実施例 1 に対応) のズームレンズ系について、面データを表 1 に示し、各種データを表 2 に示し、単レンズデータを表 3 に示し、ズームレンズ群データを表 4 に示す (単位は mm) 。

【 0 1 2 3 】

[表 1]

面データ

面番号	r	d	nd	vd	
物面					
1*	97.69350	10.00000		1.50940	56.5
2*	31.36770	22.18050			10
3	54.45170	3.50000		1.80420	46.5
4	36.74110	10.22980			
5	60.03940	2.50000		1.74330	49.2
6	26.09880	16.03710			
7	-348.06090	27.99020		1.59270	35.4
8	1289.14890	2.72020			
9*	-16.44190	3.13670		1.58699	59.5
10*	-17.87810	0.20000			
11	-348.97530	9.49740		1.49700	81.6
12	-18.76270	0.20000			20
13	-23.12320	2.50000		1.86966	20.0
14	-732.20040	0.41780			
15	-346.16980	10.45900		1.49700	81.6
16	-31.22520	0.20000			
17	-192.12440	7.03440		1.48749	70.2
18	-59.47230	0.20000			
19	-876.82590	10.00000		1.49700	81.6
20	-61.25280	63.22670			
21	151.52720	11.91050		1.92286	20.9
22	-375.29900	0.20000			30
23	45.77140	12.92810		1.92286	20.9
24	65.14770	29.26890			
25	-367.22620	3.00000		1.77250	49.6
26	50.66420	9.98110			
27	-205.48240	2.50000		1.69680	55.5
28	98.55830	19.30500			
29	-209.63120	7.75900		1.86966	20.0
30	-55.21680	可変			
31	1308.78740	5.01580		1.69680	55.5
32	-53.85000	0.20000			40
33	-54.57770	1.50000		1.73800	32.3
34	-127.98930	8.99160			
35	204.58150	3.58200		1.59282	68.6
36	-192.87060	可変			
37	27.84990	8.37540		1.59270	35.4
38	-188.22480	0.20000			
39(絞り)		0.74080			
40	-206.46080	2.00000		1.67300	38.3
41	24.12340	11.45950			
42	-31.56750	2.00000		1.67300	38.3
					50

43	64.18200	0.52060		
44	80.45210	6.46490	1.43700	95.1
45	-33.71550	可変		
46	83.09620	9.68650	1.49700	81.6
47	-63.78080	3.05650		
48	45.51150	2.50000	1.62299	58.1
49	37.00910	5.33620		
50	44.31030	12.35130	1.43700	95.1
51	-149.35890	可変		
52		41.75000	1.51680	64.2
53		BF		

10

像面

非球面データ

第1面

K= 0.00000E+00, A3=-7.25014E-06, A4=-1.15220E-06, A5= 2.72823E-08
A6=-4.98172E-11, A7=-3.06439E-12, A8= 5.81613E-15, A9= 4.07487E-16
A10=-2.69504E-18

第2面

K=-1.22715E+00, A3= 1.40108E-05, A4=-2.62157E-06, A5= 7.38521E-09
A6= 2.80400E-10, A7= 2.43598E-14, A8=-1.40378E-14, A9=-2.03884E-16
A10= 1.80622E-18

20

第9面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 2.14919E-05, A5= 0.00000E+00
A6= 2.07809E-07, A7= 0.00000E+00, A8=-7.30054E-10, A9= 0.00000E+00
A10= 8.85358E-13

第10面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 2.81203E-05, A5= 0.00000E+00
A6= 1.62721E-07, A7= 0.00000E+00, A8= 0.00000E+00, A9= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

【 0 1 2 4 】

30

[表 2]

各種データ

ズーム比	1.07128		
	広角	中間	望遠
焦点距離	-7.2355	-7.4717	-7.7512
Fナンバー	-1.91298	-1.91566	-1.91968
画角	-66.8135	-66.1719	-65.4059
像高	17.2650	17.2650	17.2650
レンズ全長	520.0129	520.0218	520.0245
BF	1.01329	1.02242	1.02517
d30	64.3935	61.5954	58.4105
d36	2.0000	4.7981	7.9829
d45	12.4726	12.3440	12.1423
d51	15.3200	15.4484	15.6501
入射瞳位置	42.2840	42.2972	42.3159
射出瞳位置	-595.1149	-576.1453	-548.7901
前側主点位置	34.9607	34.7287	34.4554
後側主点位置	527.2011	527.4432	527.7214

40

【 0 1 2 5 】

[表 3]

50

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-95.5628
2	3	-154.0331
3	5	-64.1256
4	7	-459.4756
5	9	-1814.3228
6	11	39.5198
7	13	-27.5009
8	15	68.3037
9	17	173.6739
10	19	131.9648
11	21	118.2505
12	23	126.3105
13	25	-57.4536
14	27	-95.2714
15	29	84.2276
16	31	74.3399
17	33	-130.0626
18	35	168.0277
19	37	41.5307
20	40	-31.9830
21	42	-31.1794
22	44	55.3204
23	46	74.2297
24	48	-358.4389
25	50	79.7441

10

20

【 0 1 2 6 】

[表 4]

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	17.89892	299.08240	61.92894	188.87067
2	31	88.42608	19.28940	9.02057	12.67491
3	37	-84.47818	31.76120	30.16528	30.25589
4	46	47.05259	32.93050	10.59383	16.63543

30

ズームレンズ群倍率

群	始面	広角	中間	望遠
1	1	-0.01613	-0.01613	-0.01613
2	31	-1.14821	-1.19150	-1.24493
3	37	-1.26654	-1.24728	-1.21956
4	46	-0.27843	-0.28135	-0.28570

40

【 0 1 2 7 】

(数値実施例 2)

数値実施例 2 (実施例 2 に対応) のズームレンズ系について、面データを表 5 に示し、各種データを表 6 に示し、単レンズデータを表 7 に示し、ズームレンズ群データを表 8 に示す (単位は mm) 。

【 0 1 2 8 】

[表 5]

面データ

面番号	r	d	nd	vd
-----	---	---	----	----

50

物面					
1*	165.06600	10.00000	1.50940	56.5	
2*	37.26640	28.66350			
3	59.92230	3.00000	1.83400	37.3	
4	30.05740	6.06970			
5	40.76120	2.00000	1.80420	46.5	
6	23.47790	24.51010			
7	169.52580	4.45090	1.49700	81.6	
8	-232.47350	2.21550			
9*	-21.41670	2.48360	1.58699	59.5	10
10*	-21.40060	0.20000			
11	-49.10900	7.08080	1.49700	81.6	
12	-16.94060	0.20000			
13	-22.49620	2.50000	1.86966	20.0	
14	-441.93320	0.49480			
15	-218.68930	10.07060	1.49700	81.6	
16	-27.20590	0.20000			
17	-181.89320	7.52360	1.48749	70.2	
18	-50.60870	4.98130			
19	212.13330	10.00000	1.49700	81.6	20
20	-103.26610	53.33790			
21	89.06370	14.00000	1.80420	46.5	
22	-3267.89360	0.20000			
23	43.66420	13.03580	1.92286	20.9	
24	68.22500	24.37490			
25	-126.59430	3.00000	1.77250	49.6	
26	46.11280	12.92370			
27	-46.42300	2.50000	1.62041	60.3	
28	153.22030	14.38260			
29	4963.70420	17.00000	1.80420	46.5	30
30	-51.43220	可変			
31	92.95090	6.03150	1.72916	54.7	
32	-730.31630	31.25490			
33*	-31.49100	13.92770	1.58699	59.5	
34*	594.70610	0.20000			
35	63.95900	10.36090	1.43700	95.1	
36	-34.56770	可変			
37	29.89280	7.05260	1.59270	35.4	
38	1341.86370	0.20000			
39(絞り)		0.21320			40
40	757.66530	2.00000	1.65844	50.9	
41	25.51370	19.33080			
42	-37.71970	2.00000	1.67300	38.3	
43	74.95530	0.31620			
44	79.99120	8.20600	1.43700	95.1	
45	-37.31670	可変			
46	63.06970	9.91920	1.49700	81.6	
47	-99.17320	0.20000			
48	55.94260	2.50000	1.58144	40.7	
49	36.03770	4.83460			50

50 43.09730 14.70570 1.43700 95.1
 51 -89.04820 可変
 52 41.75000 1.51680 64.2
 53 BF

像面

非球面データ

第1面

K= 0.00000E+00, A3=-2.65067E-06, A4= 4.62668E-07, A5= 1.02356E-09
 A6=-5.81330E-11, A7= 8.20273E-14, A8= 6.76604E-15, A9= 2.18048E-17
 A10=-5.71783E-19

10

第2面

K=-9.55907E-01, A3= 0.00000E+00, A4=-1.80425E-06, A5= 0.00000E+00
 A6= 9.34430E-11, A7= 0.00000E+00, A8= 9.19265E-15, A9= 0.00000E+00
 A10=-1.18438E-18

第9面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 4.18656E-06, A5= 0.00000E+00
 A6= 4.74295E-08, A7= 0.00000E+00, A8=-1.07013E-09, A9= 0.00000E+00
 A10= 0.00000E+00

第10面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 2.35037E-05, A5= 0.00000E+00
 A6= 7.58692E-08, A7= 0.00000E+00, A8=-4.25680E-10, A9= 0.00000E+00
 A10= 0.00000E+00

20

第33面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 9.60708E-06, A5= 0.00000E+00
 A6=-8.51152E-09, A7= 0.00000E+00, A8= 4.75793E-12, A9= 0.00000E+00
 A10= 0.00000E+00

第34面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 9.30721E-06, A5= 0.00000E+00
 A6=-5.66264E-09, A7= 0.00000E+00, A8= 2.36850E-12, A9= 0.00000E+00
 A10= 0.00000E+00

30

【 0 1 2 9 】

[表 6]

各種データ

ズーム比	1.07524		
	広角	中間	望遠
焦点距離	-7.2781	-7.5294	-7.8257
F ナンバー	-1.89960	-1.90067	-1.90235
画角	-66.7419	-66.1476	-65.4354
像高	17.2650	17.2650	17.2650
レンズ全長	520.0163	520.0156	520.0152
B F	1.01640	1.01584	1.01552
d30	38.9837	35.3568	31.2138
d36	2.0000	5.6269	9.7698
d45	6.2936	6.2335	6.1191
d51	15.3200	15.3800	15.4944
入射瞳位置	40.7256	40.7551	40.7942
射出瞳位置	-616.7026	-607.9230	-591.9016
前側主点位置	33.3618	33.1326	32.8652
後側主点位置	527.2465	527.4938	527.7856

40

【 0 1 3 0 】

50

[表 7]
単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-97.0535
2	3	-75.7737
3	5	-72.5965
4	7	197.9836
5	9	835.3507
6	11	48.4926
7	13	-27.3309
8	15	61.4452
9	17	141.1827
10	19	141.2367
11	21	108.0110
12	23	104.7466
13	25	-43.4262
14	27	-57.1531
15	29	63.3946
16	31	113.4344
17	33	-50.5350
18	35	53.0458
19	37	51.4808
20	40	-40.1428
21	42	-37.0201
22	44	59.4941
23	46	79.1774
24	48	-182.6283
25	50	68.7848

10

20

【 0 1 3 1 】

[表 8]
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	20.36658	281.39930	62.67798	133.51296
2	31	106.43172	61.77500	41.99245	33.45401
3	37	-103.98710	39.31880	29.38709	30.25682
4	46	49.83733	32.15950	10.71081	17.31236

30

ズームレンズ群倍率

群	始面	広角	中間	望遠
1	1	-0.01838	-0.01838	-0.01838
2	31	-1.04663	-1.08534	-1.13322
3	37	-1.92102	-1.90368	-1.87104
4	46	-0.17801	-0.17920	-0.18149

40

【 0 1 3 2 】

(数値実施例 3)

数値実施例 3 (実施例 3 に対応) のズームレンズ系について、面データを表 9 に示し、各種データを表 1 0 に示し、単レンズデータを表 1 1 に示し、ズームレンズ群データを表 1 2 に示す (単位は mm) 。

【 0 1 3 3 】

[表 9]

面データ

50

面番号 物面	r	d	nd	vd	
1*	89.99630	8.59390		1.50940	56.5
2*	29.83290	25.73990			
3	73.68090	4.00000		1.72916	54.7
4	37.62120	11.07470			
5	68.67760	2.50000		1.72916	54.7
6	26.46670	24.87000			
7	-82.72950	3.00000		1.48749	70.2
8	193.27580	0.20000			10
9	55.40140	13.86720		1.49700	81.6
10	-38.61260	0.90070			
11	-23.10810	2.99370		1.73800	32.3
12	338.09410	0.20000			
13	243.79390	5.98230		1.49700	81.6
14	-22.38130	0.20000			
15	-33.81890	2.50000		1.86966	20.0
16	-3046.30550	1.00820			
17	-129.36060	6.90580		1.49700	81.6
18	-29.32500	0.20000			20
19	-157.80220	5.57540		1.72916	54.7
20	-52.92660	0.20000			
21	137.68250	9.08670		1.49700	81.6
22	-82.27180	70.03820			
23	144.33300	9.45410		1.92286	20.9
24	-743.83350	0.20000			
25	46.39800	10.82830		1.92286	20.9
26	67.85260	31.36930			
27	-134.17810	3.49510		1.59349	67.0
28	58.02470	26.84610			30
29	-174.53030	4.00000		1.48749	70.2
30	113.99230	4.75960			
31	-224.81500	8.24670		1.86966	20.0
32	-58.15140	可変			
33	146.52380	3.00000		1.73800	32.3
34	74.42940	1.69100			
35	142.73740	4.65510		1.72916	54.7
36	-204.20580	36.12080			
37	255.70130	4.77470		1.59282	68.6
38	-76.13990	可変			40
39(絞リ)		0.00000			
40	27.70880	8.38830		1.59270	35.4
41	-171.98430	0.20530			
42	-246.11820	2.00000		1.65844	50.9
43	23.65710	12.47240			
44	-30.41040	2.00000		1.73800	32.3
45	64.94710	0.44100			
46	76.95830	6.79230		1.43700	95.1
47	-31.53450	可変			
48	78.74410	11.63740		1.49700	50

49	-64.61500	0.20000		
50	48.33940	2.50000	1.67300	38.3
51	36.05770	3.25360		
52	40.85850	14.87760	1.43700	95.1
53	-117.53200	可変		
54		41.75000	1.51680	64.2
55		BF		

像面

非球面データ

第1面

K= 0.00000E+00, A3=-4.98082E-05, A4= 1.02415E-06, A5=-2.94689E-08
A6= 7.04235E-10, A7=-6.53517E-12, A8=-1.32511E-14, A9= 4.97035E-16
A10=-1.16266E-18, A11= 1.10076E-22, A12=-1.04222E-23, A13=-7.34121
E-26
A14=-1.19521E-26, A15= 5.84967E-29, A16=-1.36553E-32, A17=-1.81844
E-33
A18=-1.06538E-35, A19=-2.13620E-37, A20=-9.95976E-39

10

第2面

K=-9.54170E-01, A3=-1.48327E-05, A4=-2.41212E-06, A5=-5.68248E-10
A6= 1.08199E-10, A7=-3.03274E-13, A8= 3.45630E-15, A9= 9.09825E-17
A10= 4.23242E-18, A11=-4.76060E-21, A12=-5.81989E-22, A13=-8.46992
E-24
A14= 8.97671E-26, A15=-4.55046E-28, A16=-3.81800E-30, A17= 1.48597
E-32
A18= 1.41251E-33, A19= 3.80980E-35, A20=-4.85676E-37

20

【 0 1 3 4 】

[表 1 0]

各種データ

ズーム比	1.07159		
	広角	中間	望遠
焦点距離	-7.2461	-7.4838	-7.7648
F ナンバー	-1.97041	-1.97181	-1.97429
画角	-66.7864	-66.1701	-65.4248
像高	17.2650	17.2650	17.2650
レンズ全長	520.0186	520.0315	520.0365
B F	1.01858	1.03157	1.03656
d32	34.3954	31.8072	28.8643
d38	2.0000	4.5882	7.5311
d47	11.6892	11.6283	11.4986
d53	15.3200	15.3808	15.5105

30

入射瞳位置	41.5035	41.5161	41.5337
射出瞳位置	-3602.6235	-3265.6740	-2723.7680
前側主点位置	34.2428	34.0151	33.7467
後側主点位置	527.2172	527.4647	527.7469

40

【 0 1 3 5 】

[表 1 1]

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-92.0424
2	3	-110.5981

50

3	5	-60.5692
4	7	-118.4160
5	9	48.1403
6	11	-29.2058
7	13	41.5565
8	15	-39.3391
9	17	74.5917
10	19	106.8222
11	21	105.0609
12	23	131.6545
13	25	127.9993
14	27	-67.7935
15	29	-140.8095
16	31	88.1681
17	33	-208.6590
18	35	115.8747
19	37	99.4996
20	40	40.9024
21	42	-32.6823
22	44	-27.8176
23	46	52.1803
24	48	73.3900
25	50	-229.6827
26	52	71.4189

10

20

【 0 1 3 6 】

[表 1 2]

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	16.36167	298.83590	59.39221	196.90868
2	33	80.54203	50.24160	37.19334	37.42587
3	39	-74.04702	32.29930	27.69110	28.51657
4	48	45.95013	32.46860	9.73608	17.61383

30

ズームレンズ群倍率

群	始面	広角	中間	望遠
1	1	-0.01476	-0.01476	-0.01476
2	33	-1.05462	-1.09161	-1.13696
3	39	-1.51335	-1.50134	-1.48004
4	48	-0.27787	-0.27948	-0.28241

【 0 1 3 7 】

(数値実施例 4)

40

数値実施例 4 (実施例 4 に対応) のズームレンズ系について、面データを表 1 3 に示し、各種データを表 1 4 に示し、単レンズデータを表 1 5 に示し、ズームレンズ群データを表 1 6 に示す (単位は mm) 。

【 0 1 3 8 】

[表 1 3]

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1*	102.89670	10.00000	1.50940	56.5
2*	31.58350	20.90230		

50

3	52.49390	3.50000	1.80420	46.5	
4	38.06810	11.11230			
5	66.62750	2.50000	1.74330	49.2	
6	25.91550	14.61510			
7	-476.15420	29.73760	1.59270	35.4	
8	1818.52440	2.87470			
9*	-17.79050	3.51460	1.58699	59.5	
10*	-18.79510	0.20000			
11	-596.56580	10.03480	1.49700	81.6	
12	-18.35160	0.20000			10
13	-21.74040	2.50000	1.86966	20.0	
14	-618.61420	0.43790			
15	-312.69370	10.55520	1.49700	81.6	
16	-31.49520	0.20000			
17	-196.16590	7.17640	1.48749	70.2	
18	-60.18670	1.95440			
19	-346.58290	10.00000	1.49700	81.6	
20	-59.55810	54.34820			
21	167.48040	12.82620	1.92286	20.9	
22	-331.21280	8.17680			20
23	45.65930	12.99900	1.92286	20.9	
24	66.26060	29.76290			
25	-248.95030	3.00000	1.77250	49.6	
26	54.43690	7.78420			
27	-159.54610	2.50000	1.69680	55.5	
28	100.51300	17.58570			
29	-240.94020	8.61860	1.86966	20.0	
30	-53.28050	可変			
31	-5306.70620	4.91380	1.69680	55.5	
32	-53.10680	0.20000			30
33	-53.99280	1.50000	1.73800	32.3	
34	-111.83480	2.73900			
35	150.54590	3.50470	1.59282	68.6	
36	-331.21000	可変			
37	27.97490	8.32580	1.59270	35.4	
38	-188.82190	0.20000			
39(絞り)		0.73020			
40	-210.55990	2.00000	1.67300	38.3	
41	24.31650	11.54170			
42	-31.47630	2.00000	1.67300	38.3	40
43	63.67160	0.52010			
44	79.82010	6.41460	1.43700	95.1	
45	-33.74870	可変			
46	81.76500	9.78730	1.49700	81.6	
47	-63.07500	1.71080			
48	46.02820	2.50000	1.62299	58.1	
49	36.59500	5.98390			
50	43.99590	12.49800	1.43700	95.1	
51	-142.71420	可変			
52		41.75000	1.51680	64.2	50

53 BF

像面

非球面データ

第1面

K= 0.00000E+00, A3=-5.32341E-06, A4=-1.08236E-06, A5= 2.61031E-08
A6=-4.27853E-11, A7=-3.00834E-12, A8= 5.23078E-15, A9= 4.08999E-16
A10=-2.64786E-18

第2面

K=-1.22711E+00, A3= 1.51511E-05, A4=-2.64143E-06, A5= 7.26941E-09
A6= 2.79585E-10, A7= 3.15970E-14, A8=-1.39833E-14, A9=-1.99424E-16
A10= 1.77284E-18

10

第9面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 1.92717E-05, A5= 0.00000E+00
A6= 1.99778E-07, A7= 0.00000E+00, A8=-7.68502E-10, A9= 0.00000E+00
A10=-1.41298E-13

第10面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 2.60433E-05, A5= 0.00000E+00
A6= 1.52935E-07, A7= 0.00000E+00, A8= 0.00000E+00, A9= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

【 0 1 3 9 】

20

[表 1 4]

各種データ

ズーム比	1.07110		
	広角	中間	望遠
焦点距離	-7.2477	-7.4838	-7.7630
Fナンバー	-1.91302	-1.91539	-1.91898
画角	-66.7797	-66.1429	-65.3812
像高	17.2650	17.2650	17.2650
レンズ全長	520.0143	520.0225	520.0253
B F	1.01429	1.02263	1.02545
d30	70.7792	68.0418	64.9273
d36	2.0407	4.7781	7.8926
d45	12.4233	12.3107	12.1307
d51	15.3200	15.4325	15.6125
入射瞳位置	41.8940	41.9048	41.9207
射出瞳位置	-595.3865	-578.5443	-553.5762
前側主点位置	34.5582	34.3244	34.0490
後側主点位置	527.2145	527.4558	527.7340

30

【 0 1 4 0 】

[表 1 5]

40

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-93.9052
2	3	-193.1403
3	5	-58.5935
4	7	-633.6045
5	9	1928.6388
6	11	37.8786
7	13	-25.9598
8	15	69.6014

50

9	17	175.0808
10	19	143.0474
11	21	122.0383
12	23	122.1421
13	25	-57.5761
14	27	-88.1486
15	29	77.0151
16	31	76.9559
17	33	-143.0283
18	35	175.0641
19	37	41.7044
20	40	-32.2803
21	42	-31.0355
22	44	55.2271
23	46	73.2885
24	48	-319.0770
25	50	78.5527

10

【 0 1 4 1 】

[表 1 6]

ズームレンズ群データ

20

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	18.06918	299.61690	61.80676	194.14445
2	31	86.72560	12.85750	5.51839	9.42898
3	37	-84.26874	31.73240	30.14098	30.24312
4	46	46.86150	32.48000	10.50105	16.64953

ズームレンズ群倍率

群	始面	広角	中間	望遠
1	1	-0.01629	-0.01629	-0.01629
2	31	-1.13099	-1.17286	-1.22443
3	37	-1.29779	-1.28017	-1.25429
4	46	-0.27375	-0.27633	-0.28023

30

【 0 1 4 2 】

(数値実施例 5)

数値実施例 5 (実施例 5 に対応) のズームレンズ系について、面データを表 1 7 に示し、各種データを表 1 8 に示し、単レンズデータを表 1 9 に示し、ズームレンズ群データを表 2 0 に示す (単位は mm) 。

【 0 1 4 3 】

[表 1 7]

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1*	88.43730	10.00000	1.50940	56.5
2*	30.98810	21.95040		
3	56.04410	3.50000	1.80420	46.5
4	36.62330	9.14040		
5	55.73150	2.50000	1.74330	49.2
6	26.55220	16.25210		
7	-105.61520	23.28420	1.59270	35.4
8	-97.65610	10.06170		
9*	-15.12600	3.96900	1.58699	59.5

40

50

10*	-17.25600	0.20000			
11	-104.21250	8.36620	1.49700	81.6	
12	-20.24120	0.20000			
13	-28.55900	2.50000	1.86966	20.0	
14	848.41580	0.23680			
15	1747.45800	10.90330	1.49700	81.6	
16	-31.06140	1.59470			
17	-104.66030	5.94050	1.48749	70.2	
18	-52.63830	4.37260			
19	1915.34720	9.6134	1.49700	81.6	10
20	-70.73170	66.78710			
21	137.36750	11.53820	1.92286	20.9	
22	-372.10820	0.20000			
23	40.92760	12.35270	1.92286	20.9	
24	59.35410	20.43020			
25	669.30860	3.02760	1.77250	49.6	
26	36.71060	13.21340			
27	-371.44310	2.50000	1.69680	55.5	
28	102.03360	22.62050			
29	-159.43290	7.07750	1.86966	20.0	20
30	-57.60810	可変			
31	466.10450	7.88750	1.69680	55.5	
32	-53.93730	0.20000			
33	-54.28910	1.50000	1.73800	32.3	
34	-143.19360	13.95850			
35	354.82120	3.58320	1.59282	68.6	
36	-138.11420	可変			
37	27.98990	8.45390	1.59270	35.4	
38	-196.94770	0.20000			
39(絞り)		0.69920			30
40	-223.46150	2.00000	1.67300	38.3	
41	23.80580	10.22400			
42	-32.31480	2.00000	1.67300	38.3	
43	63.33780	0.49290			
44	77.01980	7.22850	1.43700	95.1	
45	-33.87480	可変			
46	78.21220	9.28860	1.49700	81.6	
47	-70.36380	4.75950			
48	43.61550	2.50000	1.62299	58.1	
49	36.62400	6.12930			40
50	45.69070	12.00850	1.43700	95.1	
51	-149.98300	可変			
52		41.75000	1.51680	64.2	
53		BF			
像面					
非球面データ					
第1面					
K=	0.00000E+00,	A3=-1.80686E-05,	A4=-1.24260E-06,	A5= 2.82728E-08	
A6=-	4.68886E-11,	A7=-3.14281E-12,	A8= 3.69704E-15,	A9= 4.05487E-16	
A10=-	2.70992E-18				50

第2面

K=-1.29848E+00, A3= 9.60558E-06, A4=-2.58551E-06, A5= 8.15356E-09
 A6= 2.89291E-10, A7= 7.31407E-14, A8=-1.40654E-14, A9=-2.05740E-16
 A10= 1.87867E-18

第9面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 2.17129E-05, A5= 0.00000E+00
 A6= 2.20039E-07, A7= 0.00000E+00, A8=-6.23863E-10, A9= 0.00000E+00
 A10= 1.23212E-12

第10面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 2.79313E-05, A5= 0.00000E+00
 A6= 1.44206E-07, A7= 0.00000E+00, A8= 0.00000E+00, A9= 0.00000E+00
 A10= 0.00000E+00

10

【 0 1 4 4 】

[表 1 8]

各種データ

ズーム比	1.07174		
	広角	中間	望遠
焦点距離	-7.2510	-7.4894	-7.7712
Fナンバー	-1.91320	-1.91666	-1.92171
画角	-66.7701	-66.1350	-65.3775
像高	17.2650	17.2650	17.2650
レンズ全長	520.0113	520.0208	520.0231
B F	1.01163	1.02116	1.02339
d30	49.7749	46.9581	43.7513
d36	2.0000	4.8168	8.0236
d45	12.7087	12.5347	12.2749
d51	15.3200	15.4939	15.7538
入射瞳位置	43.3307	43.3465	43.3682
射出瞳位置	-594.6793	-570.5253	-538.0230
前側主点位置	35.9915	35.7590	35.4849
後側主点位置	527.2149	527.4596	527.7398

20

30

【 0 1 4 5 】

[表 1 9]

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-99.4905
2	3	-142.8978
3	5	-70.8149
4	7	1046.7742
5	9	-671.7381
6	11	48.9258
7	13	-31.7277
8	15	61.5319
9	17	209.3991
10	19	137.4705
11	21	109.9108
12	23	108.0791
13	25	-50.3847
14	27	-114.6269
15	29	100.4704

40

50

16	31	69.8133
17	33	-119.3380
18	35	168.1546
19	37	41.9344
20	40	-31.8635
21	42	-31.5293
22	44	54.9265
23	46	76.1079
24	48	-425.0804
25	50	81.6652

10

【0146】

[表20]

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	17.35441	304.33250	62.31153	187.32213
2	31	88.53910	27.12920	13.11252	17.33570
3	37	-86.17768	31.29850	27.74377	28.59629
4	46	48.19888	34.68590	11.58527	16.86729

ズームレンズ群倍率

群	始面	広角	中間	望遠
1	1	-0.01563	-0.01563	-0.01563
2	31	-1.20081	-1.24850	-1.30763
3	37	-1.24638	-1.22154	-1.18740
4	46	-0.27960	-0.28341	-0.28884

20

【0147】

(数値実施例6)

数値実施例6(実施例6に対応)のズームレンズ系について、面データを表21に示し、各種データを表22に示し、単レンズデータを表23に示し、ズームレンズ群データを表24に示す(単位はmm)。

【0148】

[表21]

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1*	99.66580	10.00000	1.50940	56.5
2*	31.15430	21.16210		
3	57.06200	3.50000	1.80420	46.5
4	36.93080	7.73380		
5	50.81200	2.50000	1.74330	49.2
6	27.51500	15.31740		
7	-205.41930	28.15950	1.59270	35.4
8	-642.59470	6.06970		
9*	-16.11230	3.67340	1.58699	59.5
10*	-18.27770	0.20000		
11	-302.65750	10.86660	1.49700	81.6
12	-20.29530	0.20000		
13	-27.24440	2.50000	1.86966	20.0
14	-3012.85830	0.48370		
15	-539.62060	11.67900	1.49700	81.6
16	-33.64020	0.20000		

40

50

17	-180.36270	7.17790	1.48749	70.2	
18	-62.86680	0.20000			
19	456.34570	10.00000	1.49700	81.6	
20	-87.38400	69.03230			
21	143.62540	12.97490	1.92286	20.9	
22	-438.58710	0.20000			
23	44.62770	13.58550	1.92286	20.9	
24	62.77010	25.96680			
25	1119.09760	3.00000	1.77250	49.6	
26	38.04470	11.59990			10
27	-248.66770	2.50000	1.69680	55.5	
28	143.52430	19.89390			
29	-149.66720	6.44170	1.86966	20.0	
30	-56.09200	可変			
31	-663.22970	4.75210	1.69680	55.5	
32	-52.42210	0.20000			
33	-54.07600	1.50000	1.73800	32.3	
34	-100.66200	0.20000			
35	120.83860	3.54940	1.59282	68.6	
36	-594.16750	可変			20
37	27.69060	8.19560	1.59270	35.4	
38	-222.25250	0.20000			
39(絞リ)		0.59300			
40	-283.00080	2.00000	1.67300	38.3	
41	23.87620	10.74910			
42	-32.12210	2.00000	1.67300	38.3	
43	62.94480	0.60160			
44	83.73990	6.33940	1.43700	95.1	
45	-34.32250	可変			
46	80.53540	9.61270	1.49700	81.6	30
47	-63.58790	1.57030			
48	44.32190	2.50000	1.62299	58.1	
49	36.50970	7.88690			
50	46.15500	12.12990	1.43700	95.1	
51	-138.83570	可変			
52		41.75000	1.51680	64.2	
53		BF			
像面					
非球面データ					
第1面					40
K=	0.00000E+00,	A3=-1.74067E-05,	A4=-8.55706E-07,	A5= 2.47548E-08	
A6=	-5.71120E-11,	A7=-2.95249E-12,	A8= 6.30469E-15,	A9= 4.04186E-16	
A10=	-2.73602E-18				
第2面					
K=	-1.29979E+00,	A3= 3.56842E-06,	A4=-2.46793E-06,	A5= 9.34818E-09	
A6=	2.89223E-10,	A7=-1.38298E-13,	A8=-1.85781E-14,	A9=-2.48923E-16	
A10=	2.68573E-18				
第9面					
K=	0.00000E+00,	A3= 0.00000E+00,	A4= 2.51303E-05,	A5= 0.00000E+00	
A6=	1.94136E-07,	A7= 0.00000E+00,	A8=-4.58227E-10,	A9= 0.00000E+00	50

A10= 4.69317E-13

第10面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 2.81131E-05, A5= 0.00000E+00

A6= 1.45179E-07, A7= 0.00000E+00, A8= 0.00000E+00, A9= 0.00000E+00

A10= 0.00000E+00

【 0 1 4 9 】

[表 2 2]

各種データ

ズーム比	1.07125			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	-7.2308	-7.4669	-7.7460	10
Fナンバー	-1.91327	-1.91616	-1.92042	
画角	-66.8273	-66.1800	-65.4092	
像高	17.2650	17.2650	17.2650	
レンズ全長	520.0160	520.0238	520.0243	
B F	1.01594	1.02379	1.02437	
d30	65.7460	63.0911	60.0737	
d36	2.2088	4.8638	7.8811	
d45	12.5772	12.4452	12.2397	
d51	15.3200	15.4518	15.6573	20
入射瞳位置	41.3329	41.3427	41.3572	
射出瞳位置	-595.0768	-575.7057	-548.0188	
前側主点位置	34.0143	33.7791	33.5018	
後側主点位置	527.1996	527.4403	527.7161	

【 0 1 5 0 】

[表 2 3]

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	-93.5797	
2	3	-141.1025	30
3	5	-84.6081	
4	7	-521.9422	
5	9	-621.9251	
6	11	43.2188	
7	13	-31.6257	
8	15	71.6381	
9	17	194.0754	
10	19	148.4734	
11	21	118.5059	
12	23	123.0784	40
13	25	-51.0437	
14	27	-130.2570	
15	29	99.9603	
16	31	81.4290	
17	33	-160.5229	
18	35	169.7001	
19	37	42.0565	
20	40	-32.6314	
21	42	-31.3371	
22	44	56.6327	50

23	46	73.1136
24	48	-379.0439
25	50	80.8789

【 0 1 5 1 】

[表 2 4]

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	17.56673	306.81810	60.72090	201.50830
2	31	84.37000	10.20150	4.28026	8.19655
3	37	-82.72585	30.67870	28.45123	28.97178
4	46	47.12030	33.69980	11.38892	16.93941

10

ズームレンズ群倍率

群	始面	広角	中間	望遠
1	1	-0.01584	-0.01584	-0.01584
2	31	-1.15384	-1.19731	-1.25088
3	37	-1.24721	-1.22845	-1.20166
4	46	-0.28652	-0.28949	-0.29386

【 0 1 5 2 】

(数値実施例 7)

数値実施例 7 (実施例 7 に対応) のズームレンズ系について、面データを表 2 5 に示し、各種データを表 2 6 に示し、単レンズデータを表 2 7 に示し、ズームレンズ群データを表 2 8 に示す (単位は mm)。

20

【 0 1 5 3 】

[表 2 5]

面データ

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1*	94.83650	8.00000	1.50940	56.5
2*	32.65770	9.89290		
3	61.26280	4.00000	1.80420	46.5
4	45.77930	20.08130		
5	79.19320	2.66040	1.74330	49.2
6	29.23810	22.00300		
7	-115.06770	14.29440	1.59270	35.4
8	-125.93070	14.25190		
9*	-15.41130	3.48450	1.58699	59.5
10*	-17.51970	0.20000		
11	-154.21760	9.42060	1.49700	81.6
12	-20.48120	0.20000		
13	-27.55080	2.50000	1.86966	20.0
14	2376.06500	0.62580		
15	-1176.16180	11.72110	1.49700	81.6
16	-37.11450	0.50060		
17	-155.74230	7.86250	1.48749	70.2
18	-54.47480	0.20000		
19	869.16730	10.00000	1.49700	81.6
20	-77.39740	80.24410		
21	136.35560	13.12770	1.92286	20.9
22	-534.37280	0.20000		
23	45.70790	14.00000	1.92286	20.9

30

40

50

24	65.18520	23.73660			
25	383.53820	3.50000	1.77250	49.6	
26	38.19620	11.98520			
27	-272.93710	2.50000	1.69680	55.5	
28	103.79030	19.81240			
29	-215.45580	6.46750	1.86966	20.0	
30	-61.70410	可変			
31	-564.66740	4.81810	1.69680	55.5	
32	-56.30910	0.20000			
33	-58.46110	1.57040	1.73800	32.3	10
34	-97.51240	3.96420			
35	123.37100	3.46770	1.59282	68.6	
36	-494.17440	可変			
37	27.47700	8.07910	1.59270	35.4	
38	-193.85750	0.20000			
39(絞り)		0.63890			
40	-234.45360	2.00000	1.67300	38.3	
41	23.51640	8.71820			
42	-32.12530	2.00000	1.67300	38.3	
43	65.03560	0.67300			20
44	94.76020	6.39860	1.43700	95.1	
45	-33.49250	可変			
46	81.67170	14.24010	1.49700	81.6	
47	-62.18810	0.27720			
48	44.33880	2.50000	1.62299	58.1	
49	36.77280	6.81730			
50	45.41700	12.12120	1.43700	95.1	
51	-147.50210	可変			
52		41.75000	1.51680	64.2	
53		BF			30

像面

非球面データ

第1面

K= 0.00000E+00, A3=-1.52651E-05, A4=-9.94232E-07, A5= 2.44429E-08
A6=-1.95730E-11, A7=-3.08842E-12, A8= 2.25161E-15, A9= 4.13973E-16
A10=-2.55437E-18

第2面

K=-1.34729E+00, A3= 9.87687E-06, A4=-2.47222E-06, A5= 9.33782E-09
A6= 2.90162E-10, A7=-1.04007E-13, A8=-1.82010E-14, A9=-2.48249E-16
A10= 2.59959E-18

第9面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 2.53409E-05, A5= 0.00000E+00
A6= 2.16366E-07, A7= 0.00000E+00, A8=-3.24181E-10, A9= 0.00000E+00
A10= 1.24182E-13

第10面

K= 0.00000E+00, A3= 0.00000E+00, A4= 2.70872E-05, A5= 0.00000E+00
A6= 1.50922E-07, A7= 0.00000E+00, A8= 0.00000E+00, A9= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

【 0 1 5 4 】

[表 2 6]

各種データ

ズーム比	1.07093		
	広角	中間	望遠
焦点距離	-7.2295	-7.4654	-7.7423
Fナンバー	-1.91923	-1.92230	-1.92676
画角	-66.8342	-66.1810	-65.4093
像高	17.2650	17.2650	17.2650
レンズ全長	530.0173	530.0245	530.0243
B F	1.01775	1.02488	1.02469
d30	60.9650	58.3362	55.3677
d36	2.1970	4.8259	7.7943
d45	12.6019	12.4620	12.2498
d51	15.3292	15.4690	15.6813
入射瞳位置	41.5519	41.5637	41.5806
射出瞳位置	-594.4349	-573.6290	-544.7992
前側主点位置	34.2345	34.0013	33.7285
後側主点位置	537.1997	537.4395	537.7124

【 0 1 5 5 】

[表 2 7]

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-102.2211
2	3	-254.5452
3	5	-63.8070
4	7	-4410.2316
5	9	-561.2435
6	11	46.4351
7	13	-31.3016
8	15	76.8482
9	17	167.5923
10	19	143.4998
11	21	118.8321
12	23	123.2428
13	25	-55.1573
14	27	-107.6219
15	29	97.5183
16	31	89.4138
17	33	-201.2403
18	35	166.8811
19	37	41.1628
20	40	-31.6586
21	42	-31.6891
22	44	57.4995
23	46	73.4509
24	48	-396.1540
25	50	81.0098

【 0 1 5 6 】

[表 2 8]

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
---	----	------	--------	--------	--------

10

20

30

40

50

1	1	17.67884	317.47250	61.08007	212.01761
2	31	83.48585	14.02040	6.33935	10.23768
3	37	-82.35184	28.70780	25.69887	26.84023
4	46	46.71049	35.95580	12.56350	19.78117

ズームレンズ群倍率

群	始面	広角	中間	望遠
1	1	-0.01594	-0.01594	-0.01594
2	31	-1.17070	-1.21551	-1.27041
3	37	-1.22561	-1.20566	-1.17781
4	46	-0.28551	-0.28865	-0.29319

【0157】

以下の表29に、各数値実施例における各条件式の対応値を示す。

【0158】

[表29]

条件	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7
(1)	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
(2)	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5
(3)	0.48	0.5	0.37	0.47	0.56	0.60	0.62
(4)	8.74	7.60	9.67	7.50	9.21	9.55	11.10
(5)	5.5	5.18	5.22	6.84	4.03	5.07	4.73
(6)	表33, 34の(6)(7)を参照						
(7)							
(8)	>0	>0	>0	>0	>0	>0	>0
(9)	1.9459	1.5832	1.9917	1.8858	2.0788	1.9095	2.0504
(10)	3.07	3.94	3.55	2.88	3.03	2.93	1.37
(11)	13.207	13.335	12.702	12.957	13.721	12.942	14.139
(12)	-5.5351	-5.6214	-5.3312	-5.4391	-5.7626	-5.4202	-5.9207
(13)	7.1185	7.4505	7.1145	7.0394	6.9722	6.2401	6.5704
(14)	3.1145	4.4294	3.0167	3.2579	2.8539	3.1991	2.9040
(15)	0.5792	0.5792	0.4978	0.5792	0.5792	0.5792	0.4634
(16)	5.6585	9.5607	5.2126	5.9598	5.1223	5.7727	5.4930

【0159】

以下の表30に、各数値実施例における各条件式(1)~(16)の変数の値を示す。

【0160】

[表30]

10

20

30

40

50

変数	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7
v d n	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5
n g n	1.52080	1.52080	1.52080	1.52080	1.52080	1.52080	1.52080
n f n	1.51574	1.51574	1.51574	1.51574	1.51574	1.51574	1.51574
n c n	1.50672	1.50672	1.50672	1.50672	1.50672	1.50672	1.50672
T s	63.2	55.3	70.0	54.3	66.8	69.0	80.2
T p r	39.77	37.71	38.24	49.56	29.21	36.65	34.23
T 1	22.18	28.66	25.74	20.90	21.95	21.16	9.89
T L 1	10.0000	10.0000	8.5939	10.0000	10.0000	10.0000	8.0000
f p	13.59	13.18	13.10	13.34	14.27	15.00	15.56
f r	28.25	26.61	35.16	28.63	25.58	25.06	24.92
f w	-7.24	-7.28	-7.25	-7.25	-7.25	-7.23	-7.23
f l	-95.56	-97.05	-92.04	-93.91	-99.49	-93.58	-102.22
ω_m	66.38	66.31	66.30	66.34	66.39	66.45	66.39
y m	表3 1, 3 2のy mを参照						
L 1 R 1	97.6935	165.066	89.9963	102.8967	88.4373	99.6658	94.8365
L 1 R 2	31.3677	37.2664	29.8329	31.5835	30.9881	31.1543	32.6577
Y m a x	17.265	17.265	17.265	17.265	17.265	17.265	17.265

v d n : 第1レンズ素子のアッペ数

n g n : 第1レンズ素子のg線に対する屈折率

n f n : 第1レンズ素子のF線に対する屈折率

n c n : 第1レンズ素子のC線に対する屈折率

T s : 最長の空気間隔

T p r : 拡大光学系後群の拡大側の面から中間結像までの距離

T 1 : 第1レンズ素子と第2レンズ素子との間の空気間隔

T L 1 : 第1レンズ素子の中心厚み

f p : 拡大光学系の焦点距離

f r : 広角端におけるリレー光学系の焦点距離

f w : 広角端の全系の焦点距離

f l : 第1レンズ素子の焦点距離

m : 広角端における最大の半画角

y m : 望遠端における最軸外の主光線がレンズ面を通る高さ

L 1 R 1 : 第1レンズ拡大側面の中心曲率半径

L 1 R 2 : 第1レンズ縮小側面の中心曲率半径

Y m a x : 最大像高

【0161】

以下の表3 1 ~ 表3 4に、各数値実施例における条件式(6)の $|y m / (f w \cdot \tan(m))|$ および条件式(7)のT gの値を示す。なお、レンズ材料Z330Rは、シクロオレフィンポリマー(COP)(ゼオン社)の製品名である。レンズ素子L 1は、各種合成樹脂で製作することができ、これにより軽量化が図られる。残りのレンズ素子L 2 ~ L 2 6についても各種合成樹脂で製作することにより、軽量化が図られる。

【0162】

[表3 1]

10

20

30

40

50

	実施例1		実施例2		実施例3	
	レンズ材料	ym	レンズ材料	ym	レンズ材料	ym
L1	Z330R	54.6	Z330R	55.9	Z330R	59.4
L2	TAF3D	28.8	NBFD10	22.6	TAC8	29.6
L3	NBF1	19.4	TAF3D	17.1	TAC8	19.8
L4	FF5	-0.8	FCD1	0.1	S-FSL 5	4.3
L5	K-CSK120	-3.0	K-CSK120	-1.8	FCD1	-2.5
L6	FCD1	-5.2	FCD1	-3.3	S-NBH53V	-3.1
L7	FDS20-W	-9.0	FDS20-W	-6.5	FCD1	-4.8
L8	FCD1	-11.2	FCD1	-8.4	FDS20-W	-7.7
L9	S-FSL 5	-17.2	S-FSL 5	-14.1	FCD1	-10.0
L10	FCD1	-20.4	FCD1	-19.9	TAC8	-14.5
L11	E-FDS1-W	-39.8	TAF3D	-37.1	FCD1	-17.9
L12	E-FDS1-W	-34.7	E-FDS1-W	-32.0	E-FDS1-W	-39.0
L13	TAF1	-21.1	TAF1	-19.9	E-FDS1-W	-36.2
L14	LAC14	-20.3	BACD16	-19.7	FCD51	-23.6
L15	FDS20-W	-21.6	TAF3D	-25.3	S-FSL 5	-21.4
L16	LAC14	-7.6	TAC8	-19.2	FDS20-W	-21.5
L17	S-NBH53V	-7.3	K-CSK120	-6.1	S-NBH53V	-12.4
L18	FCD515	-4.2	FCD100	-4.4	TAC8	-11.7
L19	FF5	-0.1	FF5	-0.1	FCD515	-0.6
L20	S-NBH52V	0.3	BACED5	0.1	FF5	0.0
L21	S-NBH52V	4.7	S-NBH52V	6.9	BACED5	1.6
L22	FCD100	5.7	FCD100	7.9	S-NBH53V	6.1
L23	FCD1	13.3	FCD1	13.6	FCD100	7.2
L24	BACD15	15.9	S-TIL25	15.3	FCD1	15.5
L25	FCD100	17.2	FCD100	16.7	S-NBH52V	17.7
L26					FCD100	18.6

【 0 1 6 3 】

[表 3 2]

	実施例 4		実施例 5		実施例 6		実施例 7	
	レンズ材料	ym	レンズ材料	ym	レンズ材料	ym	レンズ材料	ym
L1	Z330R	54.7	Z330R	54.5	Z330R	52.8	Z330R	57.7
L2	TAF3D	29.7	TAF3D	28.8	TAF3D	28.4	TAF3D	39.5
L3	NBF1	19.2	NBF1	20.2	NBF1	20.6	NBF1	22.9
L4	FF5	0.6	FF5	5.0	FF5	1.4	FF5	7.6
L5	K-CSK120	3.0	K-CSK120	2.9	K-CSK120	3.8	K-CSK120	3.9
L6	FCD1	5.5	FCD1	5.3	FCD1	6.6	FCD1	6.4
L7	FDS20-W	9.3	FDS20-W	8.6	FDS20-W	10.8	FDS20-W	10.0
L8	FCD1	11.7	FCD1	10.2	FCD1	13.2	FCD1	12.3
L9	S-FSL 5	17.9	S-FSL 5	15.9	S-FSL 5	19.6	S-FSL 5	18.5
L10	FCD1	21.9	FCD1	20.4	FCD1	23.3	FCD1	22.3
L11	E-FDS1-W	39.8	E-FDS1-W	37.6	E-FDS1-W	42.2	E-FDS1-W	42.7
L12	E-FDS1-W	34.4	E-FDS1-W	32.1	E-FDS1-W	35.9	E-FDS1-W	35.9
L13	TAF1	21.0	TAF1	20.6	TAF1	21.4	TAF1	21.9
L14	LAC14	20.5	LAC14	19.2	LAC14	20.5	LAC14	20.6
L15	FDS20-W	22.1	FDS20-W	19.5	FDS20-W	20.7	FDS20-W	20.8
L16	LAC14	5.9	LAC14	9.0	LAC14	5.2	LAC14	6.4
L17	S-NBH53V	5.6	S-NBH53V	8.7	S-NBH53V	4.9	S-NBH53V	6.1
L18	FCD515	4.2	FCD515	4.3	FCD515	4.2	FCD515	4.3
L19	FF5	0.1	FF5	0.1	FF5	0.1	FF5	0.1
L20	S-NBH52V	0.3	S-NBH52V	0.2	S-NBH52V	0.2	S-NBH52V	0.2
L21	S-NBH52V	4.8	S-NBH52V	4.3	S-NBH52V	4.4	S-NBH52V	3.9
L22	FCD100	5.8	FCD100	5.3	FCD100	5.5	FCD100	4.9
L23	FCD1	13.4	FCD1	13.0	FCD1	13.0	FCD1	12.5
L24	BACD15	15.7	BACD15	15.8	BACD15	15.3	BACD15	15.6
L25	FCD100	17.2	FCD100	17.2	FCD100	17.2	FCD100	17.2

【 0 1 6 4 】

[表 3 3]

10

20

30

40

50

	実施例1		実施例2		実施例3	
	(6)	(7)	(6)	(7)	(6)	(7)
L1	3.3	123	3.4	123	3.6	123
L2	1.7	692	1.4	585	1.8	679
L3	1.2	588	1.0	692	1.2	679
L4	0.1	515	0.0	457	0.3	500
L5	0.2	498	0.1	498	0.2	457
L6	0.3	457	0.2	457	0.2	538
L7	0.5	589	0.4	589	0.3	457
L8	0.7	457	0.5	457	0.5	589
L9	1.0	500	0.9	500	0.6	457
L10	1.2	457	1.2	457	0.9	679
L11	2.4	666	2.2	692	1.1	457
L12	2.1	666	1.9	666	2.4	666
L13	1.3	655	1.2	655	2.2	666
L14	1.2	637	1.2	644	1.4	499
L15	1.3	589	1.5	692	1.3	500
L16	0.5	637	1.2	679	1.3	589
L17	0.4	538	0.4	498	0.8	538
L18	0.3	540	0.3	404	0.7	679
L19	0.0	515	0.0	515	0.0	540
L20	0.0	497	0.0	601	0.0	515
L21	0.3	497	0.4	497	0.1	601
L22	0.4	404	0.5	404	0.4	538
L23	0.8	457	0.8	457	0.4	404
L24	1.0	656	0.9	588	0.9	457
L25	1.0	404	1.0	404	1.1	497
L26					1.1	404

【 0 1 6 5 】

[表 3 4]

10

20

30

40

50

	実施例 4		実施例 5		実施例 6		実施例 7	
	(6)	(7)	(6)	(7)	(6)	(7)	(6)	(7)
L1	3.3	123	3.3	123	3.2	123	3.5	123
L2	1.8	692	1.7	692	1.7	692	2.4	692
L3	1.2	588	1.2	588	1.2	588	1.4	588
L4	0.0	515	0.3	515	0.1	515	0.5	515
L5	0.2	498	0.2	498	0.2	498	0.2	498
L6	0.3	457	0.3	457	0.4	457	0.4	457
L7	0.6	589	0.5	589	0.7	589	0.6	589
L8	0.7	457	0.6	457	0.8	457	0.7	457
L9	1.1	500	1.0	500	1.2	500	1.1	500
L10	1.3	457	1.2	457	1.4	457	1.3	457
L11	2.4	666	2.3	666	2.5	666	2.6	666
L12	2.1	666	1.9	666	2.2	666	2.2	666
L13	1.3	655	1.2	655	1.3	655	1.3	655
L14	1.2	637	1.2	637	1.2	637	1.2	637
L15	1.3	589	1.2	589	1.2	589	1.3	589
L16	0.4	637	0.5	637	0.3	637	0.4	637
L17	0.3	538	0.5	538	0.3	538	0.4	538
L18	0.3	540	0.3	540	0.3	540	0.3	540
L19	0.0	515	0.0	515	0.0	515	0.0	515
L20	0.0	497	0.0	497	0.0	497	0.0	497
L21	0.3	497	0.3	497	0.3	497	0.2	497
L22	0.3	404	0.3	404	0.3	404	0.3	404
L23	0.8	457	0.8	457	0.8	457	0.8	457
L24	0.9	656	0.9	656	0.9	656	0.9	656
L25	1.0	404	1.0	404	1.0	404	1.0	404

10

20

30

【 0 1 6 6 】

(実施形態 2)

以下、図 2 2 を用いて本開示の実施形態 2 を説明する。図 2 2 は、本開示に係る画像投写装置の一例を示すブロック図である。画像投写装置 1 0 0 は、実施形態 1 で開示した光学系 1 と、画像形成素子 1 0 1 と、光源 1 0 2 と、制御部 1 1 0 などを用意する。画像形成素子 1 0 1 は、液晶、DMD など構成され、光学系 1 を経由してスクリーン S R に投写する画像を生成する。光源 1 0 2 は、LED (発光ダイオード)、レーザなどで構成され、画像形成素子 1 0 1 に光を供給する。制御部 1 1 0 は、CPU または MPU など構成され、装置全体および各コンポーネントを制御する。光学系 1 は、画像投写装置 1 0 0 に対して着脱自在に取付け可能な交換レンズとして構成してもよい。この場合、画像投写装置 1 0 0 から光学系 1 を取り外した装置が本体装置の一例である。

40

【 0 1 6 7 】

以上の画像投写装置 1 0 0 は、実施形態 1 に係る光学系 1 により、光学系 1 の重心に作用するモーメントを低減でき、熱の影響を軽減しつつ、広角のズーム機能を実現すること

50

ができる。

【0168】

(実施形態3)

以下、図23を用いて本開示の実施形態3を説明する。図23は、本開示に係る撮像装置の一例を示すブロック図である。撮像装置200は、実施形態1で開示した光学系1と、撮像素子201と、制御部210などを備える。撮像素子201は、CCD(電荷結合素子)イメージセンサ、CMOSイメージセンサなどで構成され、光学系1が形成する物体OBJの光学像を受光して電気的な画像信号に変換する。制御部110は、CPUまたはMPUなどで構成され、装置全体および各コンポーネントを制御する。光学系1は、撮像装置200に対して着脱自在に取付け可能な交換レンズとして構成してもよい。この場合、撮像装置200から光学系1を取り外した装置が本体装置の一例である。

10

【0169】

以上の撮像装置200は、実施形態1に係る光学系1により、光学系1の重心に作用するモーメントを低減でき、熱の影響を軽減しつつ、広角のズーム機能を実現することができる。

【0170】

以上のように、本開示における技術の開示として、実施の形態を説明した。そのために添付図面および詳細な説明を提供した。

【0171】

したがって、添付図面および詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、上記技術を例示するために、課題解決のためには必須でない構成要素も含まれ得る。そのため、それらの必須ではない構成要素が添付図面または詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須であるとの認定をするべきでない。

20

【0172】

また、上述の実施の形態は、本開示における技術を例示するためのものであるから、請求の範囲またはその均等の範囲において、種々の変更、置換、付加、省略などを行うことができる。

【産業上の利用可能性】

【0173】

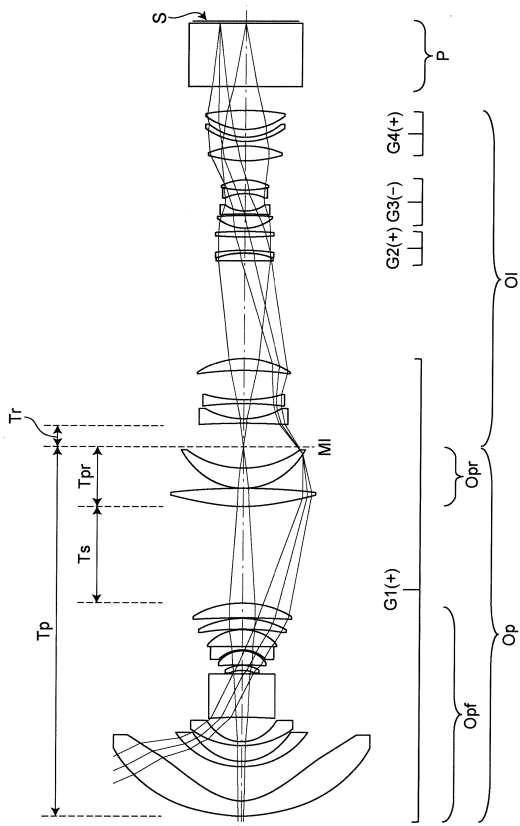
本開示は、プロジェクタ、ヘッドアップディスプレイなどの画像投写装置、およびデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、監視システムにおける監視カメラ、Webカメラ、車載カメラ等の撮像装置に適用可能である。特に本開示は、プロジェクタ、デジタルスチルカメラシステム、デジタルビデオカメラシステムといった高画質が要求される光学系に適用可能である。

30

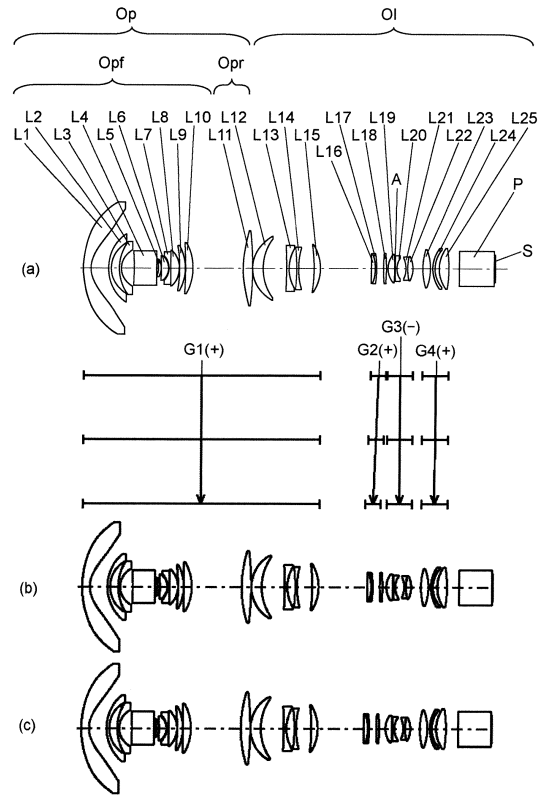
40

50

【 図 1 】



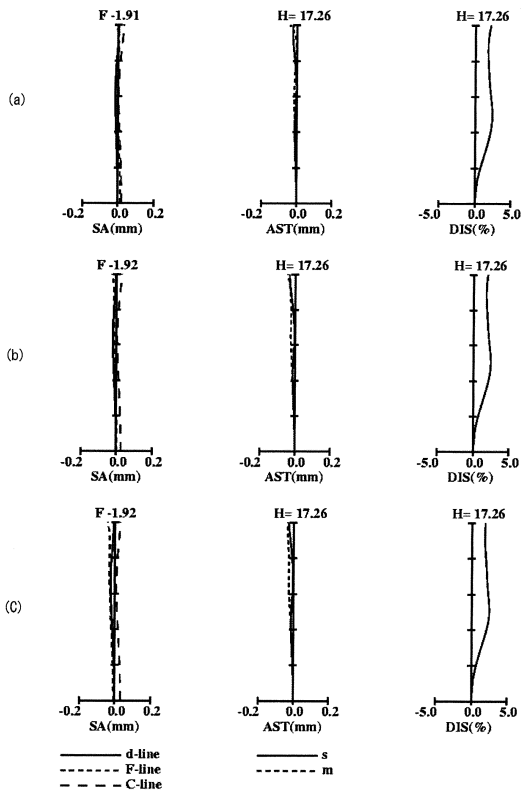
【 図 2 】



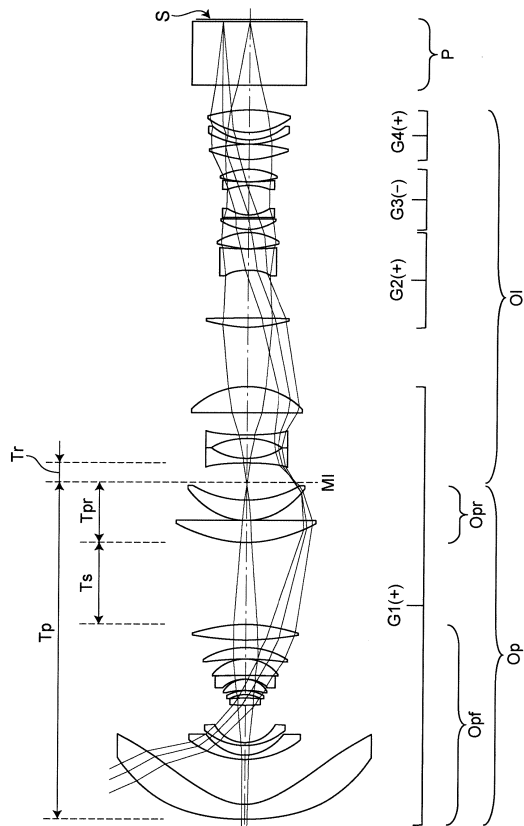
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

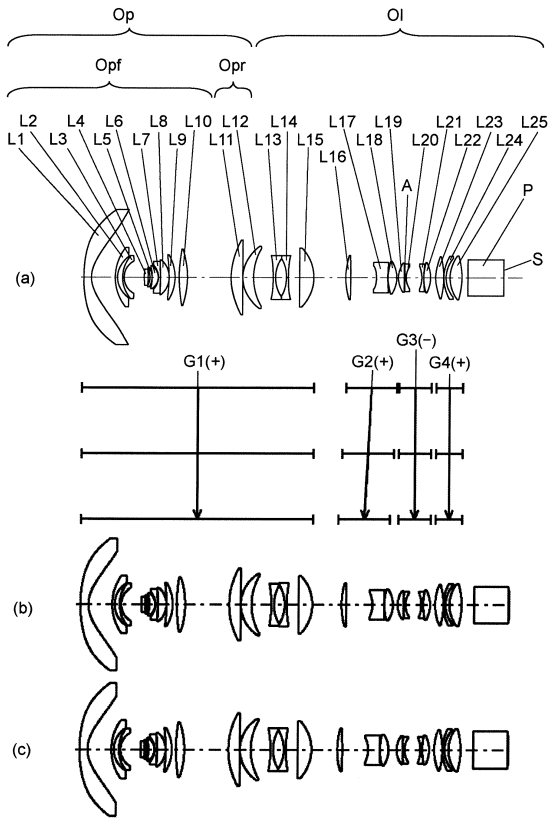


30

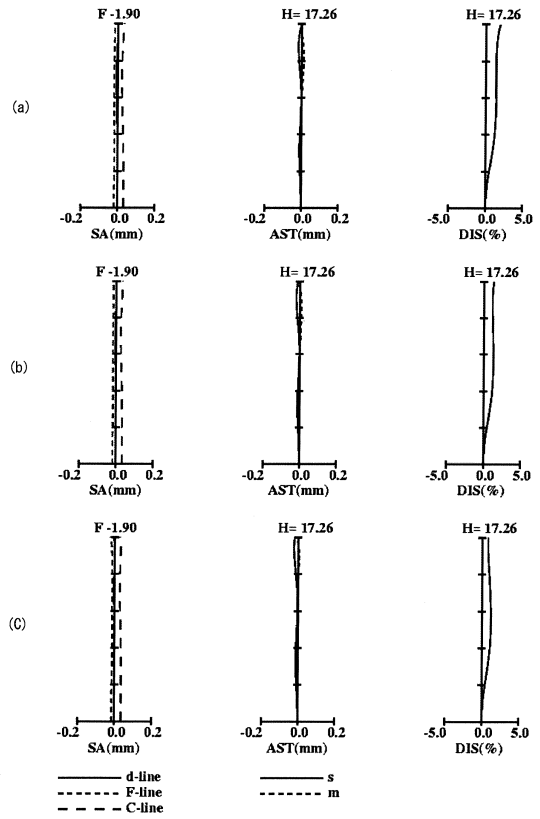
40

50

【 図 5 】



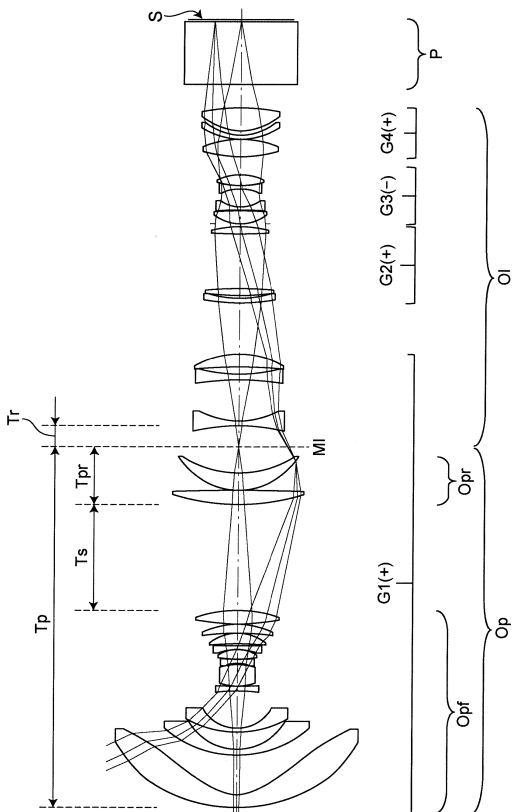
【 図 6 】



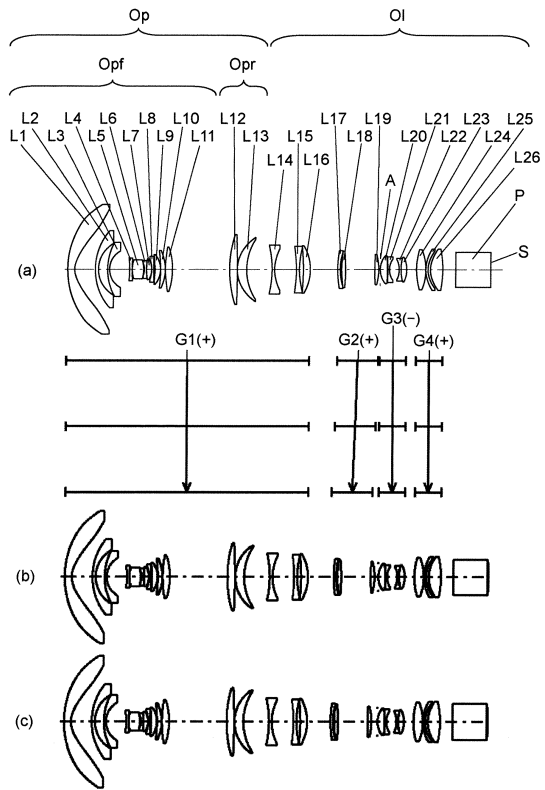
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

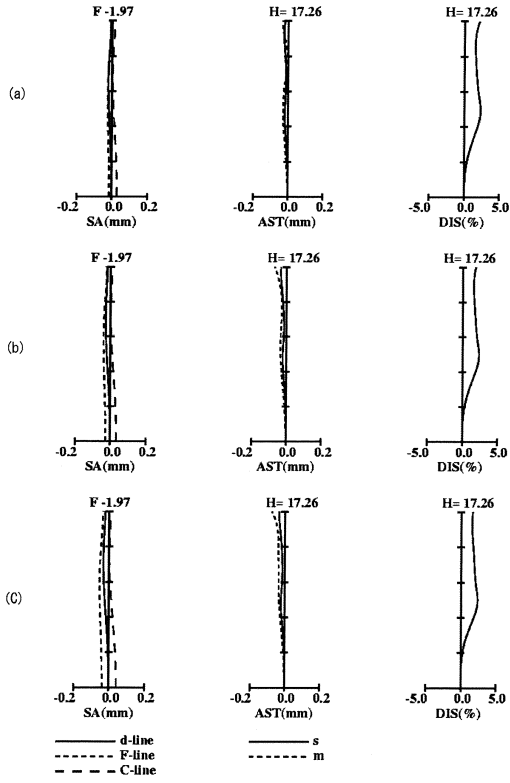


30

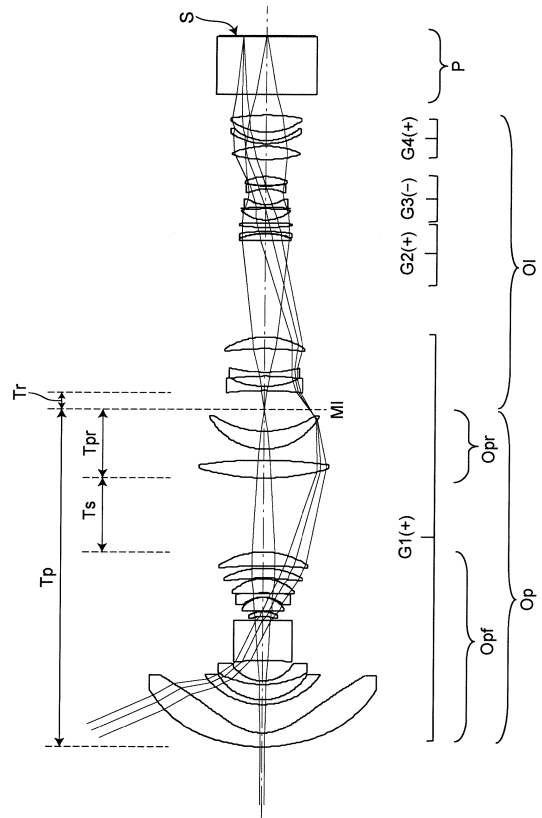
40

50

【 9 】



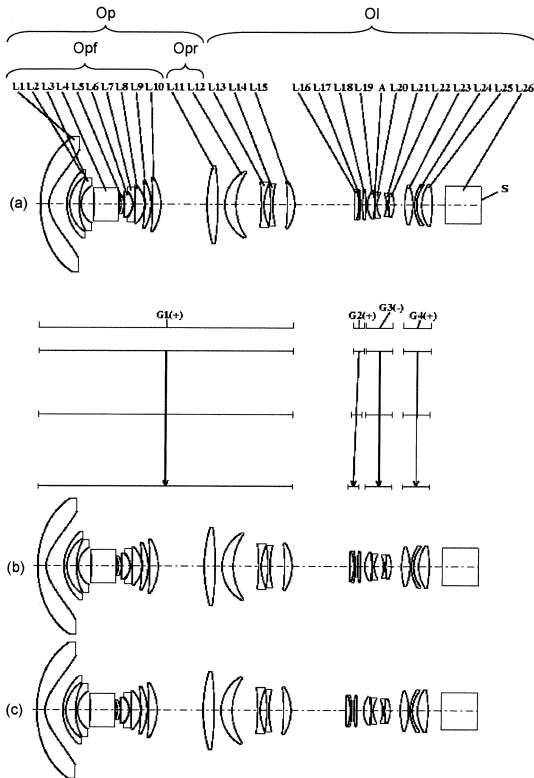
【 1 0 】



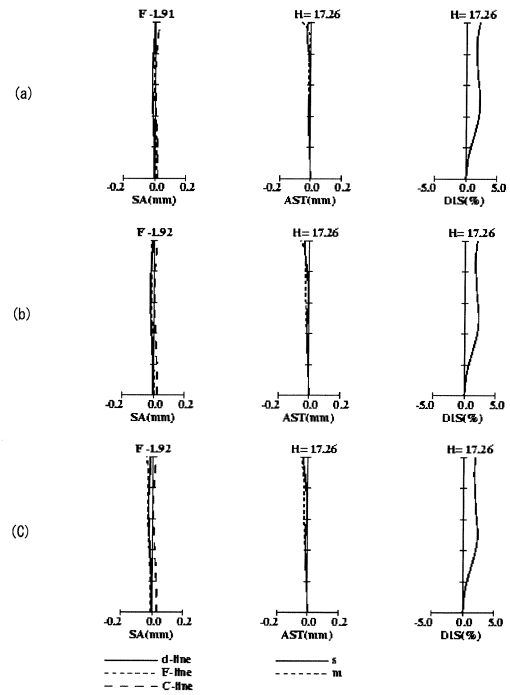
10

20

【 1 1 】



【 1 2 】

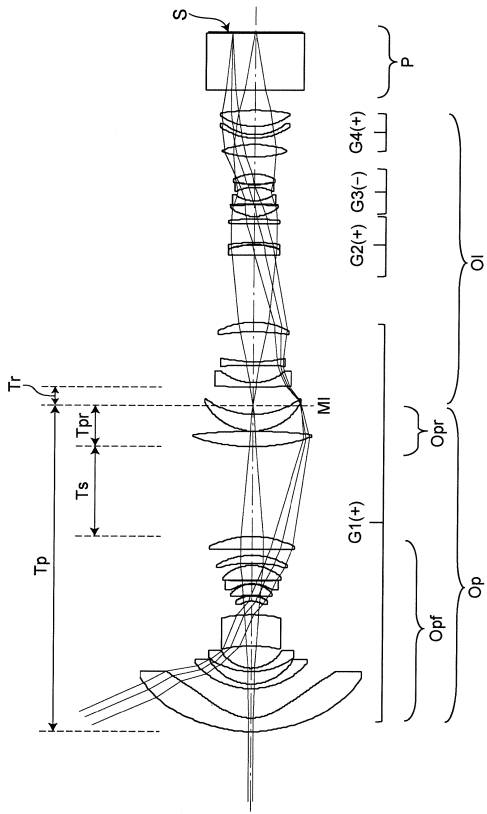


30

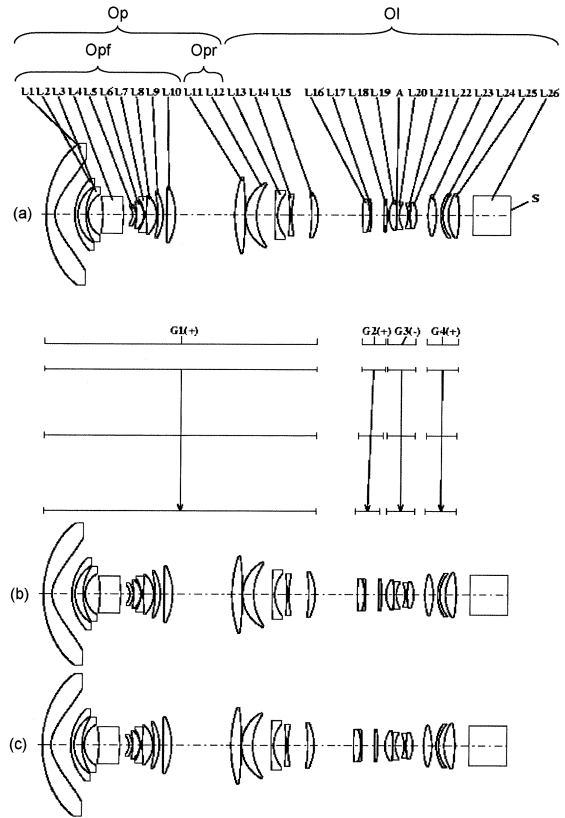
40

50

【 図 1 3 】



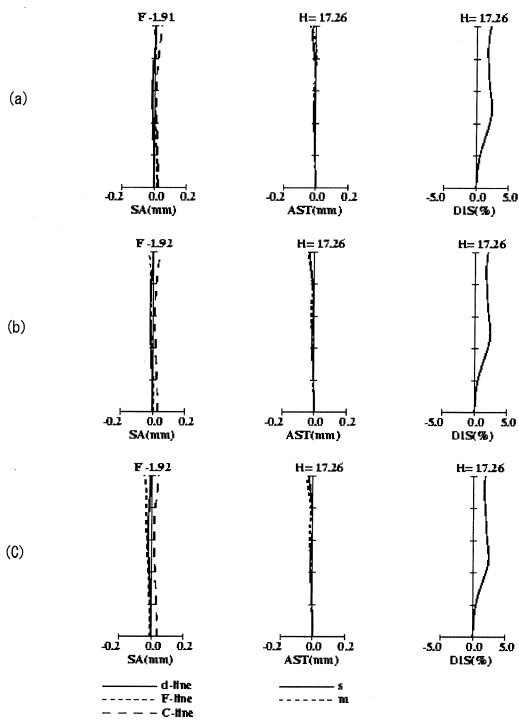
【 図 1 4 】



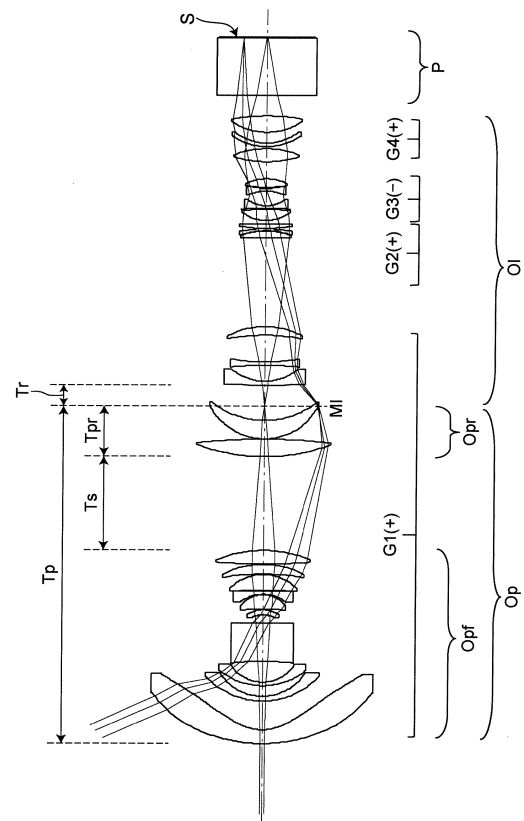
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

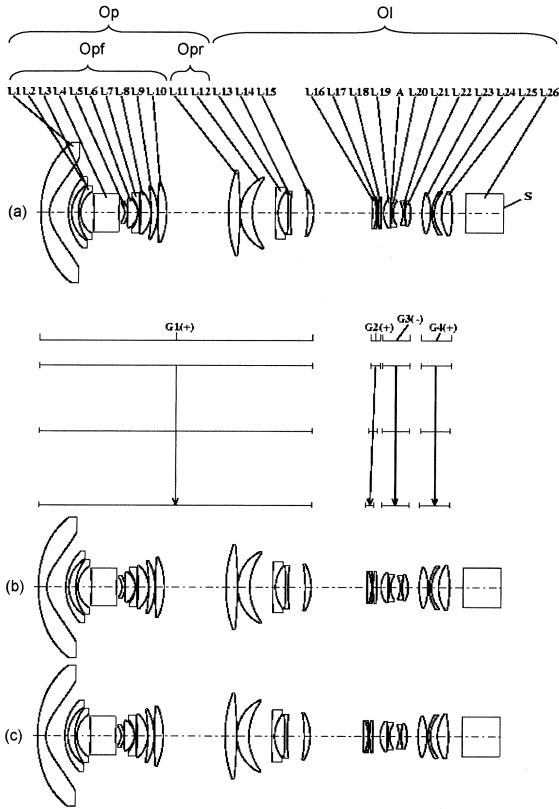


30

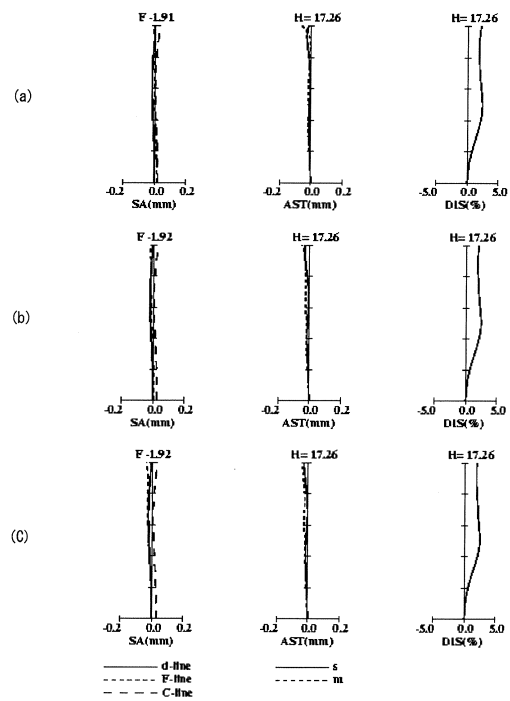
40

50

【 17 】



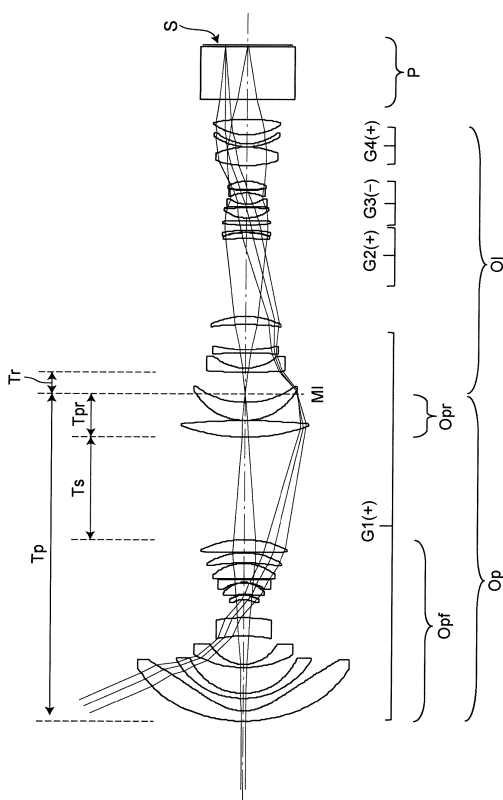
【 18 】



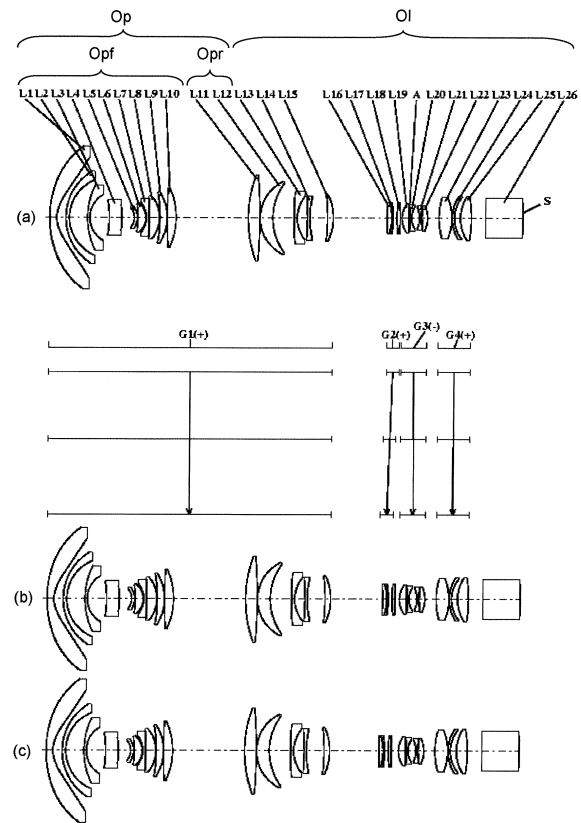
10

20

【 19 】



【 20 】

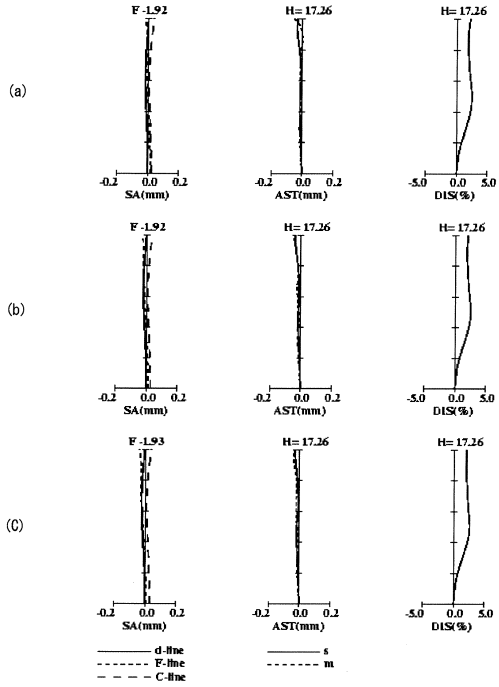


30

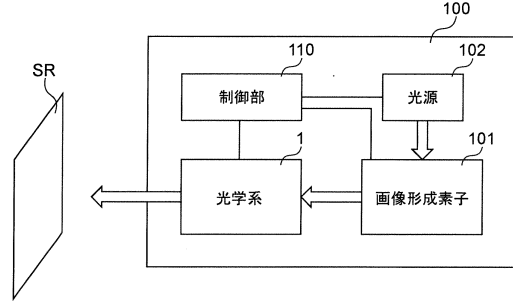
40

50

【 図 2 1 】

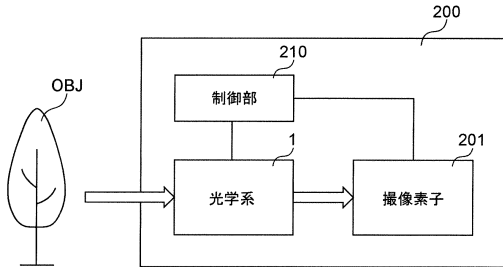


【 図 2 2 】



10

【 図 2 3 】



30

40

50

フロントページの続き

- 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックホールディングス株式会社内
(72)発明者 山田 克
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックホールディングス株式会社内
審査官 岡田 弘
(56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 0 9 5 7 8 9 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 0 9 7 0 4 7 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 0 9 5 6 8 4 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8
G 0 2 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4
G 0 2 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4