

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-156902
(P2016-156902A)

(43) 公開日 平成28年9月1日(2016.9.1)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 15/20 (2006.01)	G 0 2 B 15/20	2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G 0 2 B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2015-33648 (P2015-33648)
(22) 出願日 平成27年2月24日 (2015.2.24)

(71) 出願人 000004112
株式会社ニコン
東京都港区港南二丁目15番3号
(74) 代理人 100092897
弁理士 大西 正悟
(74) 代理人 100097984
弁理士 川野 宏
(74) 代理人 100157417
弁理士 並木 敏章
(72) 発明者 鈴木 篤
東京都港区港南二丁目15番3号 株式会
社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法

(57) 【要約】

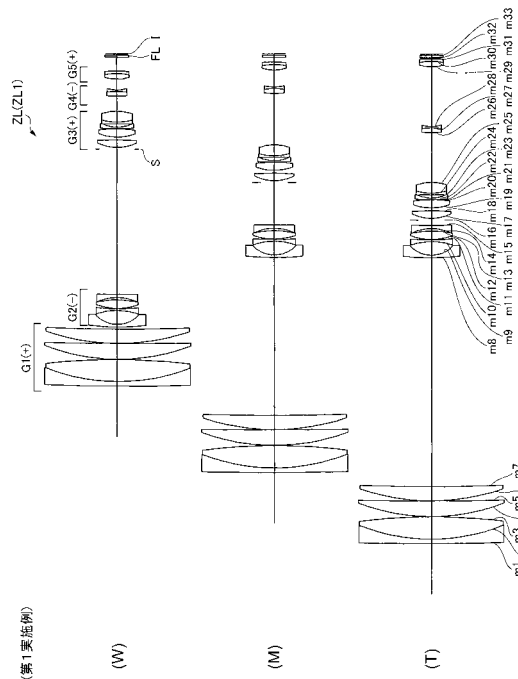
【課題】 高変倍でありながら、良好な光学性能を有するズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法を提供する。

【解決手段】 光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、正の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5とを有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、第1レンズ群G1は、3枚以上のレンズで構成され、第4レンズ群G4は、2枚以下のレンズで構成され、第5レンズ群G5は、2枚以下のレンズで構成され、広角端状態から望遠端状態への変倍時に像面側へ移動し、次の条件式

(1) を満足する。

$$5.80 < D t 1 2 / (- f 2) \dots (1)$$

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 4 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 5 レンズ群とを有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、

前記第 1 レンズ群は、3 枚以上のレンズで構成され、

前記第 4 レンズ群は、2 枚以下のレンズで構成され、

前記第 5 レンズ群は、2 枚以下のレンズで構成され、広角端状態から望遠端状態への変倍時に像面側へ移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$5.80 < D_{t12} / (-f_2)$$

但し、

D_{t12} : 望遠端状態における前記第 1 レンズ群の像側面から前記第 2 レンズ群の物体側面までの光軸上の距離、

f_2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離。

【請求項 2】

光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 4 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 5 レンズ群とを有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、

前記第 1 レンズ群は、3 枚以上のレンズで構成され、

前記第 4 レンズ群は、2 枚以下のレンズで構成され、

前記第 5 レンズ群は、2 枚以下のレンズで構成され、広角端状態から望遠端状態への変倍時に像面側へ移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.01 < D_1 / f_t < 0.15$$

$$0.70 < Z_{idwt} / F_{nwt} < 1.10$$

但し、

D_1 : 前記第 1 レンズ群の物体側面から像側面までの光軸上の距離、

f_t : 望遠端状態における全系の焦点距離、

t_4 : 望遠端状態における前記第 4 レンズ群の倍率、

t_5 : 望遠端状態における前記第 5 レンズ群の倍率、

w_4 : 広角端状態における前記第 4 レンズ群の倍率、

w_5 : 広角端状態における前記第 5 レンズ群の倍率、

F_{nt} : 望遠端状態における F ナンバー、

F_{nw} : 広角端状態における F ナンバー。

なお、

$$Z_{idwt} = \{(1 - t_4^2) * t_5^2\} / \{(1 - w_4^2) * w_5^2\}$$

$$F_{nwt} = F_{nt} / F_{nw}$$

と定義する。

【請求項 3】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

$$0.03 < M v_2 / f_t$$

但し、

$M v_2$: 広角端状態から望遠端状態までの前記第 2 レンズ群の移動量、

f_t : 望遠端状態における全系の焦点距離。

【請求項 4】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載のズームレンズ。

$$0.01 < D_1 / f_t < 0.15$$

10

20

30

40

50

但し、

D 1 : 前記第 1 レンズ群の物体側面から像側面までの光軸上の距離、
f t : 望遠端状態における全系の焦点距離。

【請求項 5】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1、3 ~ 4 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$0.70 < Zidwt / Fnwt < 1.10$$

なお、

$$Zidwt = \{(1 - t4^2) * t5^2\} / \{(1 - w4^2) * w5^2\}$$

$$Fnwt = Fnt / Fnw$$

10

と定義する。

但し、

t4 : 望遠端状態における前記第 4 レンズ群の倍率、
t5 : 望遠端状態における前記第 5 レンズ群の倍率、
w4 : 広角端状態における前記第 4 レンズ群の倍率、
w5 : 広角端状態における前記第 5 レンズ群の倍率、
Fnt : 望遠端状態における F ナンバー、
Fnw : 広角端状態における F ナンバー。

【請求項 6】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$2.70 < t3 / w3$$

但し、

t3 : 望遠端状態における前記第 3 レンズ群の倍率、
w3 : 広角端状態における前記第 3 レンズ群の倍率。

20

【請求項 7】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$8.40 < f1 / (-f2)$$

但し、

f 1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離。

30

【請求項 8】

前記第 4 レンズ群は、2 枚のレンズで構成され、これら 2 枚のレンズは接合されていることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 5 レンズ群は、2 枚のレンズで構成され、これら 2 枚のレンズは接合されていることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記第 2 レンズ群は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、負レンズと、負レンズと、正レンズと、負レンズとから構成されることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

40

【請求項 11】

前記第 3 レンズ群は、光軸に沿って像側から順に並んだ、正レンズと、負レンズと、負レンズと、正レンズとを有することを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第 4 レンズ群を光軸方向に沿って移動させることにより合焦を行うことを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載のズームレンズを搭載することを特徴とする光学

50

機器。

【請求項 1 4】

光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 4 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 5 レンズ群とを有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行うズームレンズの製造方法であって、

前記第 1 レンズ群は、3 枚以上のレンズで構成され、

前記第 4 レンズ群は、2 枚以下のレンズで構成され、

前記第 5 レンズ群は、2 枚以下のレンズで構成され、広角端状態から望遠端状態への変倍時に像面側へ移動し、

以下の条件式を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを配置することを特徴とするズームレンズの製造方法。

$$5.80 < Dt12 / (-f2)$$

但し、

$Dt12$: 望遠端状態における前記第 1 レンズ群の像側面から前記第 2 レンズ群の物体側面までの光軸上の距離、

$f2$: 前記第 2 レンズ群の焦点距離。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群と、負の屈折力の第 2 レンズ群と、正の屈折力の第 3 レンズ群と、負の屈折力の第 4 レンズ群と、正の屈折力の第 5 レンズ群とからなり、各レンズ群を移動させて変倍を行うズームレンズが提案されている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2012 - 98699 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来のズームレンズでは、変倍比 50 倍前後が限界であり、それ以上の高変倍では良好な性能を保持することが困難である。

【課題を解決するための手段】

【0005】

このような課題を解決するため、本発明に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 4 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 5 レンズ群とを有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、前記第 1 レンズ群は、3 枚以上のレンズで構成され、前記第 4 レンズ群は、2 枚以下のレンズで構成され、前記第 5 レンズ群は、2 枚以下のレンズで構成され、広角端状態から望遠端状態への変倍時に像面側へ移動し、次の条件式を満足する。

【0006】

$$5.80 < Dt12 / (-f2)$$

但し、

$Dt12$: 望遠端状態における前記第 1 レンズ群の像側面から前記第 2 レンズ群の物体側面までの光軸上の距離、

10

20

30

40

50

f_2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離。

【0007】

また、本発明に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 4 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 5 レンズ群とを有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、前記第 1 レンズ群は、3 枚以上のレンズで構成され、前記第 4 レンズ群は、2 枚以下のレンズで構成され、前記第 5 レンズ群は、2 枚以下のレンズで構成され、広角端状態から望遠端状態への変倍時に像面側へ移動し、次の条件式を満足する。

【0008】

$$0.01 < D1 / ft < 0.15$$

$$0.70 < Zidwt / Fnwt < 1.10$$

なお、

$$Zidwt = \{(1 - t4^2) * t5^2\} / \{(1 - w4^2) * w5^2\}$$

$$Fnwt = Fnt / Fnw$$

と定義する。

但し、

$D1$: 前記第 1 レンズ群の物体側面から像側面までの光軸上の距離、

ft : 望遠端状態における全系の焦点距離、

$t4$: 望遠端状態における前記第 4 レンズ群の倍率、

$t5$: 望遠端状態における前記第 5 レンズ群の倍率、

$w4$: 広角端状態における前記第 4 レンズ群の倍率、

$w5$: 広角端状態における前記第 5 レンズ群の倍率、

Fnt : 望遠端状態における F ナンバー、

Fnw : 広角端状態における F ナンバー。

【0009】

本発明に係る光学機器は、上述のズームレンズのいずれかを搭載する。

【0010】

本発明に係るズームレンズの製造方法は、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 4 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 5 レンズ群とを有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行うズームレンズの製造方法であって、前記第 1 レンズ群は、3 枚以上のレンズで構成され、前記第 4 レンズ群は、2 枚以下のレンズで構成され、前記第 5 レンズ群は、2 枚以下のレンズで構成され、広角端状態から望遠端状態への変倍時に像面側へ移動し、次の条件式を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを配置する。

【0011】

$$5.80 < Dt12 / (-f2)$$

但し、

$Dt12$: 望遠端状態における前記第 1 レンズ群の像側面から前記第 2 レンズ群の物体側面までの光軸上の距離、

f_2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】第 1 実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図であり、(W) は広角端状態、(M) は中間焦点距離状態、(T) は望遠端状態における各レンズ群の位置を示す。

【図 2】第 1 実施例に係るズームレンズの撮影距離無限遠における諸収差図であり、(a) は広角端状態、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端状態を示す。

【図 3】第 2 実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図であり、(W) は広角端状態、(M) は中間焦点距離状態、(T) は望遠端状態における各レンズ群の位置を示す。

10

20

30

40

50

【図4】第2実施例に係るズームレンズの撮影距離無限遠における諸収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態を示す。

【図5】第3実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図であり、(W)は広角端状態、(M)は中間焦点距離状態、(T)は望遠端状態における各レンズ群の位置を示す。

【図6】第3実施例に係るズームレンズの撮影距離無限遠における諸収差図であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態を示す。

【図7】(a)はデジタルスチルカメラの正面図であり、(b)はデジタルスチルカメラの背面図である。

【図8】図7(a)中の矢印A-A'に沿った断面図である。

【図9】本実施形態に係るズームレンズの製造方法を示すフローチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、実施形態について、図面を参照しながら説明する。本実施形態に係るズームレンズZLは、図1に示すように、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、正の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5とを有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、第1レンズ群G1は、3枚以上のレンズで構成され、第4レンズ群G4は、2枚以下のレンズで構成され、第5レンズ群G5は、2枚以下のレンズで構成され、広角端状態から望遠端状態への変倍時に像面側へ移動する。この構成により、高変倍化を達成することができる。

20

【0014】

本実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(1)を満足する。

【0015】

$$5.80 < Dt12 / (-f2) \dots (1)$$

但し、

Dt12：望遠端状態における第1レンズ群G1の像側面から第2レンズ群G2の物体側面までの光軸上の距離、

f2：第2レンズ群G2の焦点距離。

【0016】

条件式(1)は、球面収差、倍率色収差および軸上色収差を小さくし、良好な光学性能を確保するための条件式である。

30

【0017】

条件式(1)の下限値を下回ると、望遠端状態における第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が著しく小さくなるため、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2の屈折力が大きくなり過ぎる。第1レンズ群G1の屈折力が大きくなると、特に、望遠端状態における球面収差、倍率色収差の補正が困難になる。第2レンズ群G2の屈折力が大きくなると、軸上色収差の補正が困難になる。

【0018】

本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(1)の下限値を7.50とすることが好ましい。本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(1)の下限値を8.40とすることが好ましい。本実施形態の効果をさらに確実なものとするために、条件式(1)の下限値を8.90とすることが好ましい。

40

【0019】

本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(1)の上限値を20.00とすることが好ましい。条件式(1)の上限値を下回る場合、球面収差、倍率色収差および軸上色収差がより小さくなり好ましい。本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(1)の上限値を16.00とすることが好ましい。本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(1)の上限値を13.00とすることが好ましい。

【0020】

本実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(2)を満足することが好ましい。

50

【 0 0 2 1 】

$$0.03 < Mv2 / ft \dots (2)$$

但し、

Mv2：広角端状態から望遠端状態までの第2レンズ群G2の移動量、

ft：望遠端状態における全系の焦点距離。

【 0 0 2 2 】

条件式(2)は、軸上色収差および倍率色収差を小さくするための条件式である。

【 0 0 2 3 】

条件式(2)の下限値を下回ると、変倍による第2レンズ群G2の移動量が著しく小さくなるため、第2レンズ群G2の屈折力を大きくする必要があり、変倍による色収差の変動を抑えることが困難になる。第1レンズ群G1の移動量を大きくすることで対応可能であるが、前玉径が大きくなり、小型化が困難になる。

10

【 0 0 2 4 】

本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(2)の下限値を0.05とすることが好ましい。本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(2)の下限値を0.07とすることが好ましい。

【 0 0 2 5 】

本実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(3)を満足することが好ましい。

【 0 0 2 6 】

$$0.01 < D1 / ft < 0.15 \dots (3)$$

但し、

D1：第1レンズ群G1の物体側面から像側面までの光軸上の距離、

ft：望遠端状態における全系の焦点距離。

20

【 0 0 2 7 】

条件式(3)は、変倍による球面収差および倍率色収差の変動を小さくするための条件式である。

【 0 0 2 8 】

条件式(3)の下限値を下回ると、第1レンズ群G1の厚さが薄くなりすぎるため、第1レンズ群G1の屈折力を確保するために、第1レンズ群G1内の正レンズの屈折率を大きくする必要があり、望遠端状態における倍率色収差の補正が困難になる。

30

【 0 0 2 9 】

本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(3)の下限値を0.03とすることが好ましい。本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(3)の下限値を0.05とすることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

条件式(3)の上限値を上回ると、第1レンズ群G1の厚さが大きくなりすぎるため、広角端状態における光軸からの光線高さが大きくなり、前玉径が大型化する。第2レンズ群G2の屈折力を大きくすることである程度は対応可能であるが、変倍による色収差の変動を抑えることが困難になる。

【 0 0 3 1 】

本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(3)の上限値を0.10とすることが好ましい。本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(3)の上限値を0.07とすることが好ましい。

40

【 0 0 3 2 】

本実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(4)を満足することが好ましい。

【 0 0 3 3 】

$$0.70 < Zidwt / Fnwt < 1.10 \dots (4)$$

なお、

$$Zidwt = \{(1 - t4^2) * t5^2\} / \{(1 - w4^2) * w5^2\}$$

$$Fnwt = Fnt / Fnw$$

50

と定義する。

但し、

t4：望遠端状態における第4レンズ群G4の倍率、

t5：望遠端状態における第5レンズ群G5の倍率、

w4：広角端状態における第4レンズ群G4の倍率、

w5：広角端状態における第5レンズ群G5の倍率、

Fnt：望遠端状態におけるFナンバー、

Fnw：広角端状態におけるFナンバー。

【0034】

条件式(4)は、変倍による球面収差、非点収差および像面湾曲の変動を小さくし、第4レンズ群G4で近距離物体への合焦を行う際に、合焦時間を短くするための条件式である。なお、Zidwtは、レンズ群が光軸に沿って移動したときの結像位置の移動量を表す係数の望遠端状態と広角端状態とにおける比を示す。Fnwtは、Fナンバーの望遠端状態と広角端状態とにおける比を示す。

10

【0035】

Zidwtの値が相対的に小さくなり、条件式(4)の下限値を下回る場合、望遠端状態における第5レンズ群G5の倍率が小さくなり過ぎ、強い縮小倍率がかかるため、非点収差や像面湾曲の変動を抑えることが困難になる。また、Fnwtの値が相対的に大きくなり、条件式(4)の下限値を下回る場合、広角端状態におけるFナンバーが小さくなるため、球面収差の補正が困難になる。

20

【0036】

本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(4)の下限値を0.80とすることが好ましい。本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(4)の下限値を0.95とすることが好ましい。

【0037】

Zidwtの値が相対的に大きくなり、条件式(4)の上限値を上回る場合、望遠端状態における第5レンズ群G5の倍率が大きくなり過ぎ、光学系全体の小型化が困難になる。第1レンズ群G1および第2レンズ群G2の屈折力を強くすることで対応できるが、望遠端状態における球面収差の補正や、変倍による非点収差や像面湾曲の変動を抑えることが困難になる。また、Fnwtの値が相対的に小さくなり、条件式(4)の上限値を上回る場合、望遠端状態におけるFナンバーが小さくなるため、球面収差の補正が困難になる。

30

【0038】

本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(4)の上限値を1.05とすることが好ましい。

【0039】

本実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(5)を満足することが好ましい。

【0040】

$$2.70 < t3 / w3 \dots (5)$$

但し、

t3：望遠端状態における第3レンズ群G3の倍率、

w3：広角端状態における第3レンズ群G3の倍率。

40

【0041】

条件式(5)は、変倍による球面収差変動を小さくするための条件式である。

【0042】

条件式(5)の下限値を下回ると、変倍における第3レンズ群G3の寄与が小さくなり過ぎるため、第1レンズ群G1および第2レンズ群G2でより多くの変倍作用を担う必要がある。ここで、光学系の小型化を維持するため、第1レンズ群G1の屈折力を大きくすると、望遠端状態における球面収差や、全変倍域にわたる色収差が悪化する。また、光学系全体の小型化を維持するため、第2レンズ群G2の屈折力を大きくすると、望遠端状態における軸上色収差や、全変倍域にわたる非点収差の補正が困難になる。

50

【0043】

本実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(5)の下限値を3.00とすることが好ましい。本実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(5)の下限値を3.50とすることが好ましい。

【0044】

本実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(5)の上限値を10.00とすることが好ましい。条件式(5)の上限値を下回る場合、変倍による球面収差変動がより小さくなり好ましい。本実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(5)の上限値を8.00とすることが好ましい。本実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(5)の上限値を6.00とすることが好ましい。

10

【0045】

本実施形態に係るズームレンズZLは、次の条件式(6)を満足することが好ましい。

【0046】

$$8.40 < f1 / (-f2) \dots (6)$$

但し、

f1：第1レンズ群G1の焦点距離。

【0047】

条件式(6)は、球面収差、非点収差および色収差を小さくするための条件式である。

【0048】

第1レンズ群G1の屈折力が相対的に大きくなり過ぎて、条件式(6)の下限値を下回る場合、小型化には有利だが、望遠端状態における球面収差や倍率色収差の補正が困難になる。また、第2レンズ群G2の屈折力が相対的に小さくなり過ぎて、条件式(6)の下限値を下回る場合、高い変倍比を確保するためには全長が大型化する。ここで、光学系の小型化を維持するためには、第1レンズ群G1の屈折力を大きくしなければならず、望遠端状態における球面収差が悪化する。

20

【0049】

本実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(6)の下限値を9.00とすることが好ましい。本実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(6)の下限値を10.00とすることが好ましい。本実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(6)の下限値を11.00とすることが好ましい。

30

【0050】

本実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(6)の上限値を20.00とすることが好ましい。条件式(6)の上限値を下回る場合、球面収差、非点収差および色収差がより小さくなり好ましい。本実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(6)の上限値を17.50とすることが好ましい。本実施形態の効果を実確なものとするために、条件式(6)の上限値を15.00とすることが好ましい。

【0051】

本実施形態に係るズームレンズZLは、第4レンズ群G4が、2枚のレンズで構成され、これら2枚のレンズは接合されていることが好ましい。この構成により、色収差を効果的に補正することができる。また、各レンズ面のパワーを小さくすることにより、製造時の性能低下を抑えることができる。

40

【0052】

本実施形態に係るズームレンズZLは、第5レンズ群G5が、2枚のレンズで構成され、これら2枚のレンズは接合されていることが好ましい。この構成により、色収差を効果的に補正することができる。また、各レンズ面のパワーを小さくすることにより、製造時の性能低下を抑えることができる。

【0053】

本実施形態に係るズームレンズZLは、第2レンズ群G2が、光軸に沿って物体側から順に並んだ、負レンズと、負レンズと、正レンズと、負レンズとから構成されることが好ましい。この構成により、全変倍域にわたる非点収差や、望遠端状態における軸上色収差

50

を効果的に補正することができる。

【0054】

本実施形態に係るズームレンズZ Lは、第3レンズ群G 3が、光軸に沿って像側から順に並んだ、正レンズと、負レンズと、負レンズと、正レンズとを有することが好ましい。この構成により、望遠端状態での波長ごとの球面収差とコマ収差を良好なバランスで補正することができる。

【0055】

本実施形態に係るズームレンズZ Lは、第4レンズ群G 4を光軸方向に沿って移動させることにより合焦を行うことが好ましい。この構成により、合焦時の性能低下を防ぐことができる。但し、第5レンズ群G 5など、その他の群を用いて合焦を行うことも可能である。

10

【0056】

以上のような構成を備える本実施形態に係るズームレンズZ Lによれば、高変倍でありながら、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できる。

【0057】

図7及び図8に、上述のズームレンズZ Lを備える光学機器として、デジタルスチルカメラCAM（光学機器）の構成を示す。このデジタルスチルカメラCAMは、不図示の電源釦を押すと、撮影レンズ（ズームレンズZ L）の不図示のシャッタが開放されて、ズームレンズZ Lで被写体（物体）からの光が集光され、像面I（図1参照）に配置された撮像素子C（例えば、CCDやCMOS等）に結像される。撮像素子Cに結像された被写体像は、デジタルスチルカメラCAMの背後に配置された液晶モニターMに表示される。撮影者は、液晶モニターMを見ながら被写体像の構図を決めた後、リリース釦B 1を押下げて被写体像を撮像素子Cで撮影し、不図示のメモリーに記録保存する。このようにして、撮影者はカメラCAMによる被写体の撮影を行うことができる。

20

【0058】

カメラCAMには、被写体が暗い場合に補助光を発光する補助光発光部E F、デジタルスチルカメラCAMの種々の条件設定等に使用するファンクションボタンB 2等も配置されている。

【0059】

またここでは、カメラCAMとズームレンズZ Lとが一体に成形されたコンパクトタイプのカメラを例示したが、光学機器としては、ズームレンズZ Lを有するレンズ鏡筒とカメラボディ本体とが着脱可能な一眼レフカメラでも良い。

30

【0060】

以上のような構成を備える本実施形態に係るカメラCAMによれば、撮影レンズとして上述のズームレンズZ Lを搭載することにより、高変倍でありながら、良好な光学性能を有するカメラを実現することができる。

【0061】

続いて、図9を参照しながら、上述のズームレンズZ Lの製造方法について説明する。まず、鏡筒内に、光軸に沿って物体側より順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群G 1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G 2と、正の屈折力を持つ第3レンズ群G 3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G 4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G 5とを有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行うように、各レンズを配置する（ステップST 10）。第1レンズ群G 1は、3枚以上のレンズで構成されるように、各レンズを鏡筒内に配置する（ステップST 20）。第4レンズ群G 4は、2枚以下のレンズで構成されるように、各レンズを鏡筒内に配置する（ステップST 30）。第5レンズ群G 5は、2枚以下のレンズで構成され、広角端状態から望遠端状態への変倍時に像面側へ移動するように、各レンズを鏡筒内に配置する（ステップST 40）。次の条件式（1）を満足するように、各レンズを配置する（ステップST 50）。

40

【0062】

$$5.80 < D_{t12} / (-f_2) \dots (1)$$

50

但し、

D t 1 2 : 望遠端状態における第 1 レンズ群 G 1 の像側面から第 2 レンズ群 G 2 の物体側面までの光軸上の距離、

f 2 : 第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離。

【 0 0 6 3 】

本実施形態におけるレンズ配置の一例を挙げると、図 1 に示すように、物体側から順に、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 と両凸形状の正レンズ L 1 2 とからなる接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 4 とを配置して第 1 レンズ群 G 1 とし、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 1 と、両凹形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の正レンズ L 2 3 と、両凹形状の負レンズ L 2 4 とを配置して第 2 レンズ群 G 2 とし、両凸形状の正レンズ L 3 1 と、両凸形状の正レンズ L 3 2 と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 3 3 と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 3 4 と両凸形状の正レンズ L 3 5 とからなる接合レンズとを配置して第 3 レンズ群 G 3 とし、両凸形状の正レンズ L 4 1 と両凹形状の負レンズ L 4 2 とからなる接合レンズを配置して第 4 レンズ群 G 4 とし、両凸形状の正レンズ L 5 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 5 2 とからなる接合レンズを配置して第 5 レンズ群 G 5 とする。このように準備した各レンズ群を、上述の手順で配置してズームレンズ Z L を製造する。

10

【 0 0 6 4 】

本実施形態に係る製造方法によれば、高変倍でありながら、良好な光学性能を有するズームレンズ Z L を製造することができる。

20

【実施例】

【 0 0 6 5 】

これより本実施形態に係る各実施例について、図面に基づいて説明する。図 1、図 3、図 5 は、各実施例に係るズームレンズ Z L (Z L 1 ~ Z L 3) の構成及び屈折力配分を示す断面図である。

【 0 0 6 6 】

第 1 実施例に係る図 1 に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、実施例ごとに独立して用いている。ゆえに、他の実施例に係る図面と共通の参照符号を付していても、それらは他の実施例とは必ずしも共通の構成ではない。

30

【 0 0 6 7 】

また、以下に表 1 ~ 表 3 を示すが、これらは第 1 実施例 ~ 第 3 実施例における各諸元の表である。

【 0 0 6 8 】

各実施例では収差特性の算出対象として、d 線 (波長 587.6nm)、g 線 (波長 435.8nm)、C 線 (波長 656.3nm)、F 線 (波長 486.1nm) を選んでいる。

【 0 0 6 9 】

表中の [レンズ諸元] において、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からの光学面の順序、R は各光学面の曲率半径、D は各光学面から次の光学面 (又は像面) までの光軸上の距離である面間隔、n d は光学部材の材質の d 線に対する屈折率、d は光学部材の材質の d 線を基準とするアッペ数をそれぞれ示す。また、(可変) は可変の面間隔、曲率半径の「」は平面又は開口、(絞り S) は開口絞り S、像面は像面 I をそれぞれ示す。空気の屈折率「1.00000」は省略する。光学面が非球面である場合には、面番号に * 印を付し、曲率半径 R の欄には近軸曲率半径を示す。

40

【 0 0 7 0 】

表中の [非球面データ] には、[レンズ諸元] に示した非球面について、その形状を次式 (a) で示す。X (y) は非球面の頂点における接平面から高さ y における非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離を、R は基準球面の曲率半径 (近軸曲率半径) を、は円錐定数を、A i は第 i 次の非球面係数を示す。「E - n」は、「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。例えば、 $1.234E-05 = 1.234 \times 10^{-5}$ である。なお、2 次の非球面係数 A 2 は 0 であり、記載を省

50

略する。

【0071】

$$X(y) = (y^2 / R) / \{ 1 + (1 - x y^2 / R^2)^{1/2} \} + A4 \times y^4 + A6 \times y^6 + A8 \times y^8 + A10 \times y^{10} \dots (a)$$

【0072】

表中の[全体諸元]において、 f はレンズ全系の焦点距離、 Fno はFナンバー、 θ は半画角(最大入射角、単位:°)、 Y は像高、 Bf は光軸上でのレンズ最終面から近軸像面までの距離、 $Bf(空気)$ はレンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算長により表記したもの、 TL はレンズ全長(光軸上でのレンズ最前面からレンズ最終面までの距離に Bf を加えたもの)、 $TL(空気)$ は光軸上でのレンズ最前面からレンズ最終面までの距離に $Bf(空気)$ を加えたものである。

10

【0073】

表中の[可変間隔データ]において、広角端、中間焦点距離、望遠端の各状態における可変間隔の値 Di を示す。なお、 Di は、第 i 面と第 $(i+1)$ 面の可変間隔を示す。

【0074】

表中の[レンズ群データ]において、各レンズ群の始面と焦点距離を示す。

【0075】

表中の[条件式]には、上記の条件式(1)~(6)に対応する値を示す。

【0076】

以下、全ての諸元値において、掲載されている焦点距離 f 、曲率半径 R 、面間隔 D 、その他の長さ等は、特記のない場合一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また、単位は「mm」に限定されることなく、他の適当な単位を用いることが可能である。

20

【0077】

ここまでの表の説明は全ての実施例において共通であり、以下での説明を省略する。

【0078】

(第1実施例)

第1実施例について、図1、図2及び表1を用いて説明する。第1実施例に係るズームレンズ $ZL(ZL1)$ は、図1に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群 $G1$ と、負の屈折力を持つ第2レンズ群 $G2$ と、正の屈折力を持つ第3レンズ群 $G3$ と、負の屈折力を持つ第4レンズ群 $G4$ と、正の屈折力を持つ第5レンズ群 $G5$ とから構成される。

30

【0079】

第1レンズ群 $G1$ は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ $L11$ と両凸形状の正レンズ $L12$ とからなる接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L13$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L14$ とから構成される。

【0080】

第2レンズ群 $G2$ は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ $L21$ と、両凹形状の負レンズ $L22$ と、両凸形状の正レンズ $L23$ と、両凹形状の負レンズ $L24$ とから構成される。

40

【0081】

第3レンズ群 $G3$ は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズ $L31$ と、両凸形状の正レンズ $L32$ と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ $L33$ と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ $L34$ と両凸形状の正レンズ $L35$ とからなる接合レンズとから構成される。

【0082】

両凸形状の正レンズ $L31$ の両側面は、非球面である。

【0083】

第4レンズ群 $G4$ は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズ $L41$

50

と両凹形状の負レンズL 4 2 とからなる接合レンズで構成される。

【 0 0 8 4 】

両凸形状の正レンズL 4 1 の物体側面は、非球面である。

【 0 0 8 5 】

第5レンズ群G 5 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL 5 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 2 とからなる接合レンズで構成される。

【 0 0 8 6 】

両凸形状の正レンズL 5 1 の物体側面は、非球面である。

【 0 0 8 7 】

第3レンズ群G 3 の物体側に、光量を調節することを目的とした開口絞りS が設けられている。 10

【 0 0 8 8 】

第5レンズ群G 5 の像側に、フィルタF L が設けられている。フィルタF L は、像面I に配設されるCCD等、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタや赤外カットフィルタ等で構成されている。

【 0 0 8 9 】

本実施例に係るズームレンズZ L 1 は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、第1レンズ群G 1 から第5レンズ群G 5 までの全てのレンズ群を移動させる。具体的には、第1レンズ群G 1 を、物体側へ移動させる。第2レンズ群G 2 を、一旦像面側へ移動させ、その後物体側へ移動させる。第3レンズ群G 3 を、物体側へ移動させる。第4レンズ群G 4 を、一旦像面側へ移動させ、その後物体側へ移動させる。第5レンズ群G 5 を、像面側へ移動させる。開口絞りS を、第3レンズ群G 3 と一体的に、物体側へ移動させる。 20

【 0 0 9 0 】

下記の表1に、第1実施例における各諸元の値を示す。表1における面番号1 ~ 3 3 が、図1に示すm 1 ~ m 3 3 の各光学面に対応している。

【 0 0 9 1 】

(表1)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d	
物面					
1	1098.9825	1.8000	1.804000	46.5977	
2	79.1099	8.8106	1.437001	95.1004	
3	-239.9403	0.1000			
4	82.2574	6.1989	1.496997	81.6084	
5	1523.9054	0.1000			
6	89.9100	5.6000	1.496997	81.6084	
7	768.6046	D7(可変)			
8	107.6966	1.0000	1.834810	42.7334	
9	11.6443	5.5064			40
10	-25.3488	0.7000	1.834810	42.7334	
11	92.8811	0.1774			
12	24.8647	3.3358	1.922860	20.8804	
13	-36.0593	0.9641			
14	-18.9977	1.3410	1.834810	42.7334	
15	684.6171	D15(可変)			
16		0.7500	(絞りS)		
*17	17.1514	3.0050	1.589130	61.1500	
*18	-67.5172	1.1196			
19	20.6602	3.2736	1.496997	81.6084	50

20	-54.9465	0.1000		
21	116.0203	0.6000	1.834000	37.1838
22	14.8071	1.3307		
23	2815.9221	0.6000	1.720467	34.7080
24	21.6373	4.3258	1.603000	65.4413
25	-18.9606	D25(可変)		
*26	44.9637	1.8886	1.672700	32.1855
27	-37.2442	0.6000	1.670000	57.3496
28	12.1780	D28(可変)		
*29	17.6808	2.1729	1.618750	63.7334
30	-23.9691	1.0000	1.846663	23.7848
31	-75.0000	D31(可変)		
32		0.8000	1.516800	63.8807
33		Bf		
像面				

10

[非球面データ]

面番号		A4	A6	A8	A10	
17	0.0785	6.8202E-06	9.2770E-08	3.6522E-11	0.0000E+00	
18	0.3350	6.7762E-05	2.5527E-08	1.2890E-10	0.0000E+00	20
26	1.0000	-5.2516E-06	2.2052E-06	-2.8016E-07	1.0265E-08	
29	1.0000	1.7725E-06	-1.3037E-06	6.7078E-08	0.0000E+00	

[全体諸元]

ズーム比 78.22

	広角端	中間焦点	望遠端	
f	4.430	39.000	346.502	
F no	2.00257	4.19533	6.60712	
	42.9497	5.7616	0.6533	
B f	0.530	0.530	0.530	30
B f (空気)	6.665	2.996	1.557	
T L	132.6704	166.9200	195.1357	
T L (空気)	132.398	166.647	194.863	

[可変間隔データ]

可変間隔	広角端	中間焦点	望遠端	
D7	0.90176	63.00443	91.08694	
D15	58.14079	16.93034	2.02752	
D25	5.94269	20.40134	20.00000	
D28	4.34707	6.91470	23.79095	40
D31	5.60788	1.93891	0.50000	

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	
G 1	1	114.32333	
G 2	8	-10.09770	
G 3	16	19.86940	
G 4	26	-25.80086	
G 5	29	27.37196	

50

[条件式]

$$\text{条件式 (1) } D t 1 2 / (- f 2) = 9.021$$

$$\text{条件式 (2) } M v 2 / f t = 0.080$$

$$\text{条件式 (3) } D 1 / f t = 0.065$$

$$\text{条件式 (4) } Z i d w t / F n w t = 0.962$$

$$\text{条件式 (5) } t 3 / w 3 = 3.629$$

$$\text{条件式 (6) } f 1 / (- f 2) = 11.322$$

【 0 0 9 2 】

表 1 から、第 1 実施例に係るズームレンズ Z L 1 は、条件式 (1) ~ (6) を満足することが分かる。

10

【 0 0 9 3 】

図 2 は、第 1 実施例に係るズームレンズ Z L 1 の撮影距離無限遠における諸収差図 (球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図) であり、(a) は広角端状態、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端状態をそれぞれ示す。

【 0 0 9 4 】

各収差図において、F N O は F ナンバー、A は各像高に対する半画角 (単位 : °) を示す。d は d 線、g は g 線、C は C 線、F は F 線における収差を示す。また、これらの記載がないものは、d 線における収差を示す。非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。なお、後述する各実施例の収差図においても、本実施例と同様の符号を用いる。

20

【 0 0 9 5 】

図 2 に示す各収差図から明らかなように、第 1 実施例に係るズームレンズ Z L 1 は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することが分かる。

【 0 0 9 6 】

(第 2 実施例)

第 2 実施例について、図 3、図 4 及び表 2 を用いて説明する。第 2 実施例に係るズームレンズ Z L (Z L 2) は、図 3 に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群 G 3 と、負の屈折力を持つ第 4 レンズ群 G 4 と、正の屈折力を持つ第 5 レンズ群 G 5 とから構成される。

30

【 0 0 9 7 】

第 1 レンズ群 G 1 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 と両凸形状の正レンズ L 1 2 とからなる接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 4 とから構成される。

【 0 0 9 8 】

第 2 レンズ群 G 2 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 1 と、両凹形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の正レンズ L 2 3 と、両凹形状の負レンズ L 2 4 とから構成される。

【 0 0 9 9 】

第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズ L 3 1 と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 3 2 と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 3 3 と両凸形状の正レンズ L 3 4 とからなる接合レンズとから構成される。

40

【 0 1 0 0 】

両凸形状の正レンズ L 3 1 の両側面は、非球面である。

【 0 1 0 1 】

第 4 レンズ群 G 4 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズ L 4 1 と両凹形状の負レンズ L 4 2 とからなる接合レンズで構成される。

【 0 1 0 2 】

第 5 レンズ群 G 5 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズ L 5 1

50

と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 5 2 とからなる接合レンズで構成される。

【 0 1 0 3 】

両凸形状の正レンズ L 5 1 の物体側面は、非球面である。

【 0 1 0 4 】

第 3 レンズ群 G 3 の物体側に、光量を調節することを目的とした開口絞り S が設けられている。

【 0 1 0 5 】

第 5 レンズ群 G 5 の像側に、フィルタ F L が設けられている。フィルタ F L は、像面 I に配設される C C D 等、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタや赤外カットフィルタ等で構成されている。

10

【 0 1 0 6 】

本実施例に係るズームレンズ Z L 2 は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、第 1 レンズ群 G 1 から第 5 レンズ群 G 5 までの全てのレンズ群を移動させる。具体的には、第 1 レンズ群 G 1 を、物体側へ移動させる。第 2 レンズ群 G 2 を、像面側へ移動させる。第 3 レンズ群 G 3 を、物体側へ移動させる。第 4 レンズ群 G 4 を、物体側へ移動させる。第 5 レンズ群 G 5 を、像面側へ移動させる。開口絞り S を、第 3 レンズ群 G 3 と一体的に、物体側へ移動させる。

【 0 1 0 7 】

下記の表 2 に、第 2 実施例における各諸元の値を示す。表 2 における面番号 1 ~ 3 1 が、図 3 に示す m 1 ~ m 3 1 の各光学面に対応している。

20

【 0 1 0 8 】

(表 2)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
物面				
1	484.4033	2.3000	1.785900	44.1699
2	85.0000	7.3809	1.437001	95.1004
3	-350.5228	0.1000		
4	86.0152	6.2000	1.497820	82.5713
5	6404.7076	0.1000		
6	94.9006	5.0000	1.497820	82.5713
7	317.0879	D7(可変)		
8	285.0282	1.0000	1.834810	42.7334
9	13.4140	6.1209		
10	-28.9721	0.8000	1.834810	42.7334
11	65.6936	0.5807		
12	26.2967	2.8915	1.922860	20.8804
13	-49.9285	0.9100		
14	-23.5354	0.7000	1.696800	55.5204
15	67.7824	D15(可変)		
16		0.7500	(絞り S)	
* 17	12.7205	3.0000	1.553319	71.6846
* 18	-64.8335	2.6500		
19	27.1737	1.0000	1.903658	31.3150
20	13.1901	3.0000		
21	18.1149	0.5000	1.785900	44.1699
22	11.1100	3.5000	1.497820	82.5713
23	-30.9288	D23(可変)		
24	81.6464	2.3146	1.531720	48.7796
25	-53.0701	0.5000	1.497820	82.5713

30

40

50

26	17.0991	D26(可変)		
* 27	23.8500	1.9271	1.589130	61.1500
28	-24.7549	0.5000	1.717360	29.5729
29	-65.0000	D29(可変)		
30		0.7100	1.516800	63.8807
31		Bf		
像面				

[非球面データ]

面番号		A4	A6	A8	A10	
17	1.0000	-2.3567E-05	-8.3836E-07	2.3372E-08	0.0000E+00	10
18	1.0000	5.9006E-05	-9.6651E-07	3.2880E-08	-7.9949E-11	
27	1.0000	-5.6440E-05	-8.8494E-07	1.2292E-08	0.0000E+00	

[全体諸元]

ズーム比 78.22

	広角端	中間焦点	望遠端	
f	4.430	39.218	346.505	
F no	2.87575	4.65096	6.47791	
	43.2096	5.7207	0.6537	20
B f	1.300	1.300	1.300	
B f (空気)	6.524	3.775	2.167	
T L	133.3685	171.8996	199.8660	
T L (空気)	133.127	171.658	199.623	

[可変間隔データ]

可変間隔	広角端	中間焦点	望遠端	
D7	0.75000	64.61154	96.27731	
D15	60.13384	18.41985	1.80999	
D23	3.49384	17.87410	20.68068	30
D26	8.50000	13.25234	24.96239	
D29	4.75515	2.00614	0.40000	

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離	
G 1	1	121.16789	
G 2	8	-10.01637	
G 3	16	21.08324	
G 4	24	-46.26883	
G 5	27	32.98244	40

[条件式]

条件式 (1) $D t 1 2 / (- f 2) = 9.612$

条件式 (2) $M v 2 / f t = 0.084$

条件式 (3) $D 1 / f t = 0.061$

条件式 (4) $Z i d w t / F n w t = 1.034$

条件式 (5) $t 3 / w 3 = 3.941$

条件式 (6) $f 1 / (- f 2) = 12.097$

【 0 1 0 9 】

表 2 から、第 2 実施例に係るズームレンズ Z L 2 は、条件式 (1) ~ (6) を満足する

ことが分かる。

【0110】

図4は、第2実施例に係るズームレンズZL2の撮影距離無限遠における諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図）であり、(a)は広角端状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端状態をそれぞれ示す。

【0111】

図4に示す各収差図から明らかなように、第2実施例に係るズームレンズZL2は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することが分かる。

【0112】

(第3実施例)

第3実施例について、図5、図6及び表3を用いて説明する。第3実施例に係るズームレンズZL(ZL3)は、図5に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、正の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、正の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5とから構成される。

【0113】

第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12とからなる接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL14とから構成される。

【0114】

第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と両凸形状の正レンズL23とからなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24とから構成される。

【0115】

第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL31と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL32と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL33と両凸形状の正レンズL34とからなる接合レンズとから構成される。

【0116】

両凸形状の正レンズL31の両側面は、非球面である。

【0117】

第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL41と両凹形状の負レンズL42とからなる接合レンズで構成される。

【0118】

第5レンズ群G5は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL51と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL52とからなる接合レンズで構成される。

【0119】

両凸形状の正レンズL51の物体側面は、非球面である。

【0120】

第3レンズ群G3の物体側に、光量を調節することを目的とした開口絞りSが設けられている。

【0121】

第5レンズ群G5の像側に、フィルタFLが設けられている。フィルタFLは、像面Iに配設されるCCD等、固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタや赤外カットフィルタ等で構成されている。

【0122】

本実施例に係るズームレンズZL3は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、各レンズ群の間隔が変化するように、第1レンズ群G1から第5レンズ群G5までの全てのレンズ群を移動させる。具体的には、第1レンズ群G1を、物体側へ移動させる。第2レンズ群G2を、一旦像面側へ移動させ、その後物体側へ移動させる。第3レンズ群G3

10

20

30

40

50

を、物体側へ移動させる。第4レンズ群G4を、一旦像面側へ移動させ、その後物体側へ移動させる。第5レンズ群G5を、像面側へ移動させる。開口絞りSを、第3レンズ群G3と一体的に、物体側へ移動させる。

【0123】

下記の表3に、第3実施例における各諸元の値を示す。表3における面番号1~30が、図5に示すm1~m30の各光学面に対応している。

【0124】

(表3)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d	
物面					10
1	684.3944	2.3000	1.785900	44.1699	
2	88.5883	7.4292	1.437001	95.1004	
3	-286.7900	0.1000			
4	87.7854	6.0709	1.497820	82.5713	
5	4722.6942	0.1000			
6	94.2199	4.7668	1.497820	82.5713	
7	336.7415	D7(可変)			
8	179.2706	1.0000	1.834810	42.7334	
9	14.6897	5.9573			20
10	-25.1944	0.8000	1.744000	44.8042	
11	17.2656	3.4603	1.922860	20.8804	
12	-64.8896	1.2728			
13	-19.4404	0.7000	1.785900	44.1699	
14	-82.5000	D14(可変)			
15		0.7500	(絞りS)		
*16	12.4672	2.6305	1.553319	71.6846	
*17	-59.9456	2.3724			
18	25.5702	0.9990	1.903658	31.3150	
19	12.0000	3.2000			30
20	19.0940	0.5000	1.804400	39.6073	
21	14.0398	2.8805	1.497820	82.5713	
22	-24.1660	D22(可変)			
23	93.5777	2.2752	1.531720	48.7796	
24	-24.8694	0.5000	1.497820	82.5713	
25	14.9217	D25(可変)			
*26	25.2736	1.8147	1.589130	61.1500	
27	-27.4400	0.5000	1.805180	25.4483	
28	-65.0000	D28(可変)			
29		0.7100	1.516800	63.8807	40
30		Bf			
像面					

[非球面データ]

面番号		A4	A6	A8	A10
16	1.0000	-3.4837E-05	-3.7395E-07	4.0089E-09	0.0000E+00
17	1.0000	5.8798E-05	-3.9831E-07	5.8745E-09	0.0000E+00
26	1.0000	-1.1977E-04	1.5724E-06	-4.7608E-08	0.0000E+00

[全体諸元]

ズーム比 78.22

	広角端	中間焦点	望遠端
f	4.430	39.179	346.504
F no	3.09863	4.57242	6.84974
	43.4725	5.6976	0.6510
B f	1.300	1.300	1.300
B f (空気)	5.375	4.055	2.168
T L	134.7637	168.1698	200.0000
T L (空気)	134.522	167.928	199.758

10

[可変間隔データ]

可変間隔	広角端	中間焦点	望遠端
D7	0.80000	65.29820	96.41213
D14	61.58986	16.55966	1.75000
D22	2.80178	17.33563	19.59710
D25	11.57540	12.30000	27.45116
D28	3.60706	2.28669	0.40000

[レンズ群データ]

群番号	群初面	群焦点距離
G 1	1	121.53230
G 2	8	-9.68967
G 3	15	19.81666
G 4	23	-38.50803
G 5	26	36.16627

20

[条件式]

$$\text{条件式 (1) } D t 1 2 / (- f 2) = 9.950$$

$$\text{条件式 (2) } M v 2 / f t = 0.088$$

$$\text{条件式 (3) } D 1 / f t = 0.060$$

$$\text{条件式 (4) } Z i d w t / F n w t = 0.994$$

$$\text{条件式 (5) } t 3 / w 3 = 4.374$$

$$\text{条件式 (6) } f 1 / (- f 2) = 12.542$$

30

【 0 1 2 5 】

表 3 から、第 3 実施例に係るズームレンズ Z L 3 は、条件式 (1) ~ (6) を満足することが分かる。

【 0 1 2 6 】

図 6 は、第 3 実施例に係るズームレンズ Z L 3 の撮影距離無限遠における諸収差図 (球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図) であり、(a) は広角端状態、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端状態をそれぞれ示す。

40

【 0 1 2 7 】

図 6 に示す各収差図から明らかなように、第 3 実施例に係るズームレンズ Z L 3 は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することが分かる。

【 0 1 2 8 】

ここまで本発明を分かりやすくするために、実施形態の構成要件を付して説明したが、本発明がこれに限定されるものではないことは言うまでもない。以下の内容は、本願のズームレンズの光学性能を損なわない範囲で適宜採用することが可能である。

【 0 1 2 9 】

本実施形態に係るズームレンズ Z L の数値実施例として、5 群構成のものを示したが、これに限定されず、他の群構成 (例えば、6 群等) にも適用可能である。具体的には、最

50

も物体側にレンズまたはレンズ群を追加した構成や、最も像側にレンズまたはレンズ群を追加した構成でも構わない。また、レンズ群とは、変倍時または合焦時に変化する空気間隔で分離された、少なくとも1枚のレンズを有する部分を示す。

【0130】

本実施形態に係るズームレンズZLにおいて、無限遠から近距離物体への合焦を行うために、レンズ群の一部、1つのレンズ群全体、或いは複数のレンズ群を合焦レンズ群として、光軸方向へ移動させる構成としてもよい。この合焦レンズ群は、オートフォーカスにも適用することができ、オートフォーカス用の（超音波モーター等を用いた）モーター駆動にも適している。特に、第4レンズ群G4、または第5レンズ群G5を合焦レンズ群とすることが好ましい。また、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5とを同時に動かして合焦を行うことも可能である。

10

【0131】

本実施形態に係るズームレンズZLにおいて、いずれかのレンズ群全体または部分レンズ群を、光軸に垂直な方向の成分を持つように移動させるか、或いは光軸を含む面内方向に回転移動（揺動）させて、手ブレ等によって生じる像ブレを補正する防振レンズ群としてもよい。特に、第3レンズ群G3を防振レンズ群とするのが好ましい。

【0132】

本実施形態に係るズームレンズZLにおいて、レンズ面は、球面または平面で形成されても、非球面で形成されても構わない。レンズ面が球面または平面の場合、レンズ加工および組立調整が容易になり、加工および組立調整の誤差による光学性能の劣化を防げるので好ましい。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ないので好ましい。レンズ面が非球面の場合、非球面は、研削加工による非球面、ガラスを型で非球面形状に形成したガラスモールド非球面、ガラスの表面に樹脂を非球面形状に形成した複合型非球面のいずれの非球面でも構わない。また、レンズ面は回折面としてもよく、レンズを屈折率分布型レンズ（GRINレンズ）あるいはプラスチックレンズとしてもよい。

20

【0133】

本実施形態に係るズームレンズZLにおいて、開口絞りSは、第3レンズ群G3の近傍に配置されるのが好ましいが、開口絞りとしての部材を設けずに、レンズの枠でその役割を代用してもよい。

【0134】

本実施形態に係るズームレンズZLにおいて、各レンズ面に、フレアやゴーストを軽減し高コントラストの高い光学性能を達成するために、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜を施してもよい。

30

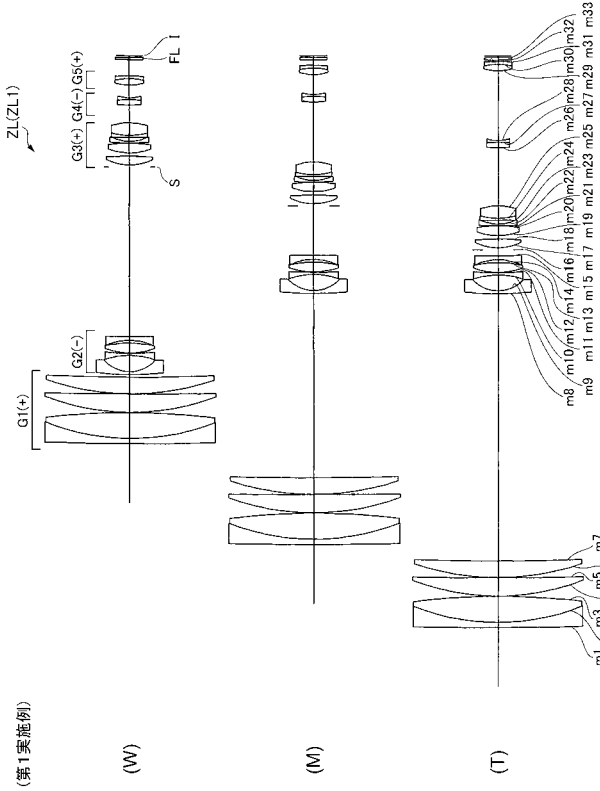
【符号の説明】

【0135】

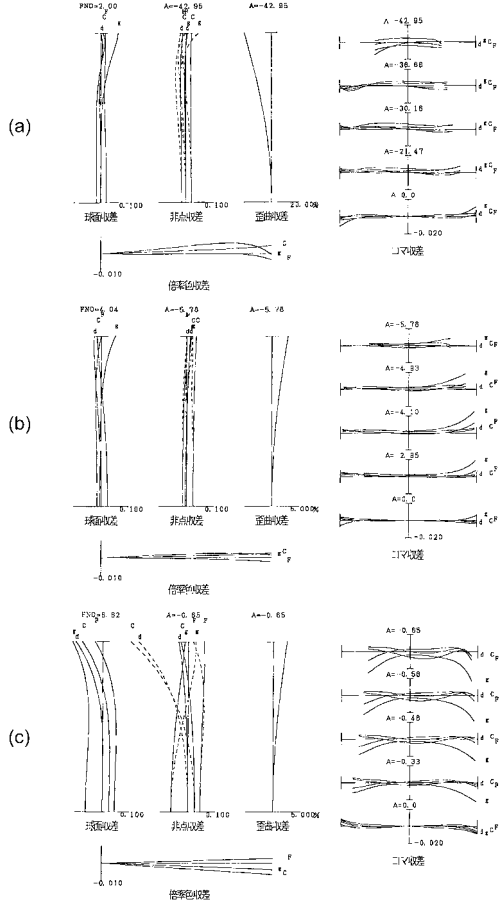
ZL (ZL1 ~ ZL3) ズームレンズ
 G1 第1レンズ群
 G2 第2レンズ群
 G3 第3レンズ群
 G4 第4レンズ群
 G5 第5レンズ群
 S 開口絞り
 FL フィルタ
 I 像面
 CAM デジタルスチルカメラ（光学機器）

40

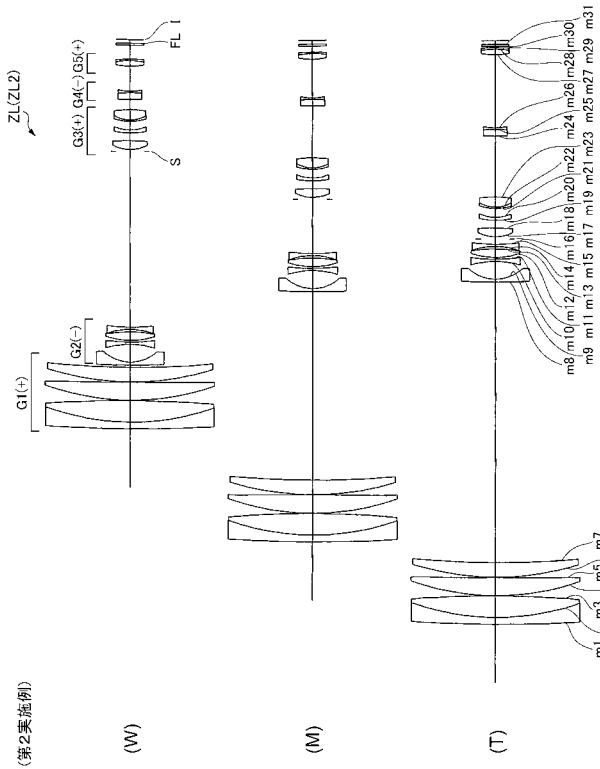
【 図 1 】



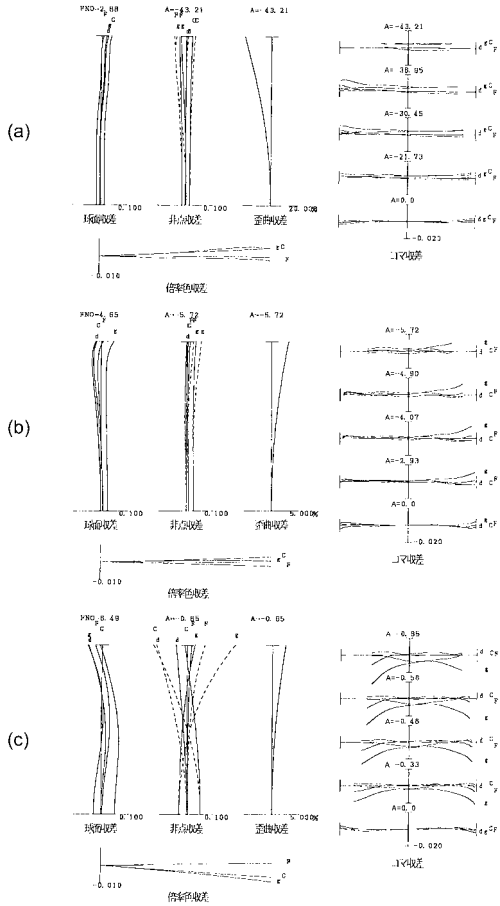
【 図 2 】



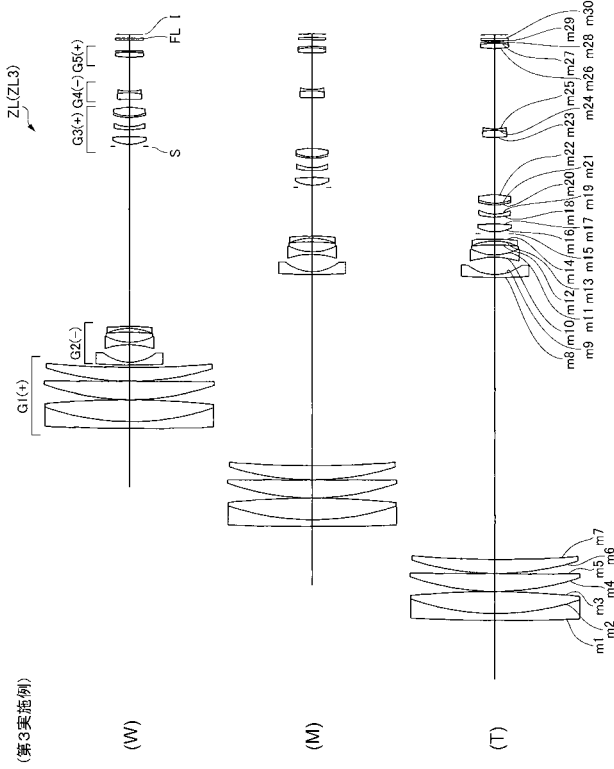
【 図 3 】



【 図 4 】

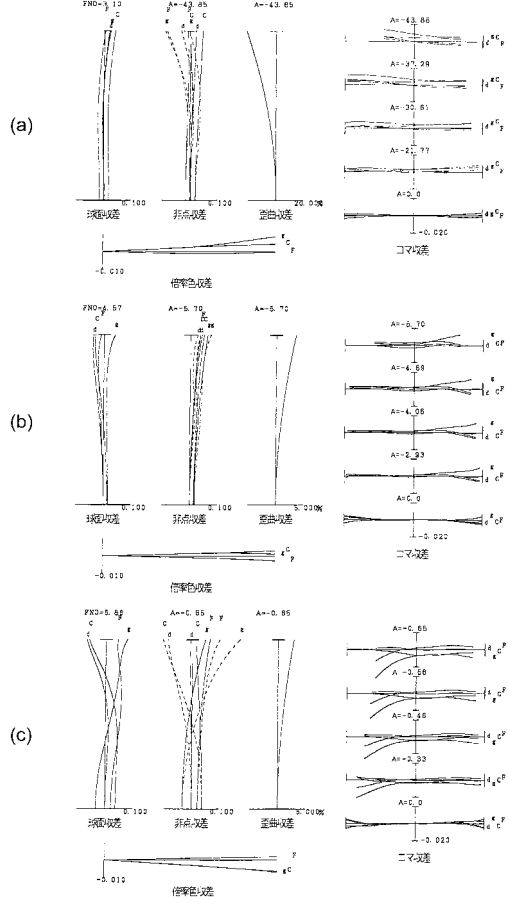


【 図 5 】

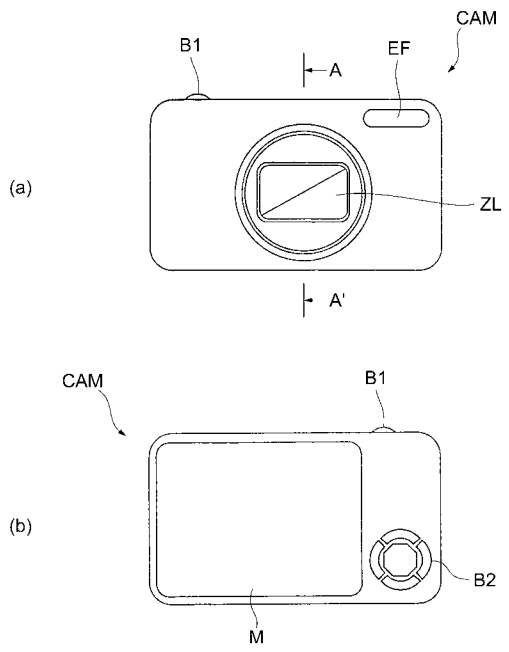


(第3実施例)

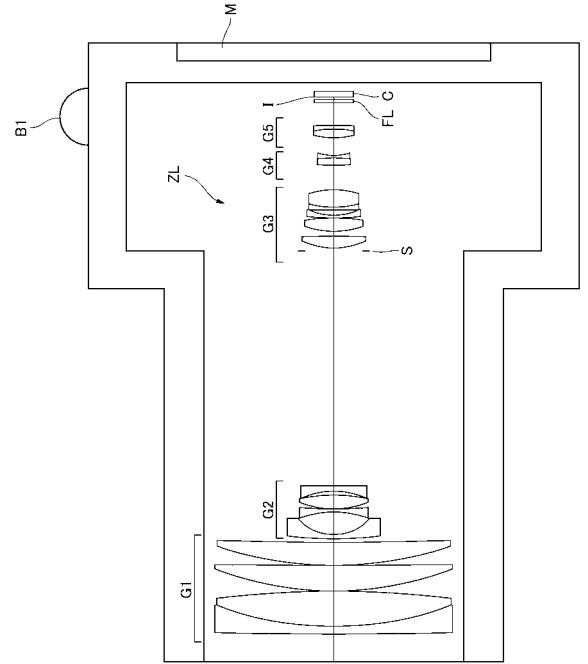
【 図 6 】



【 図 7 】

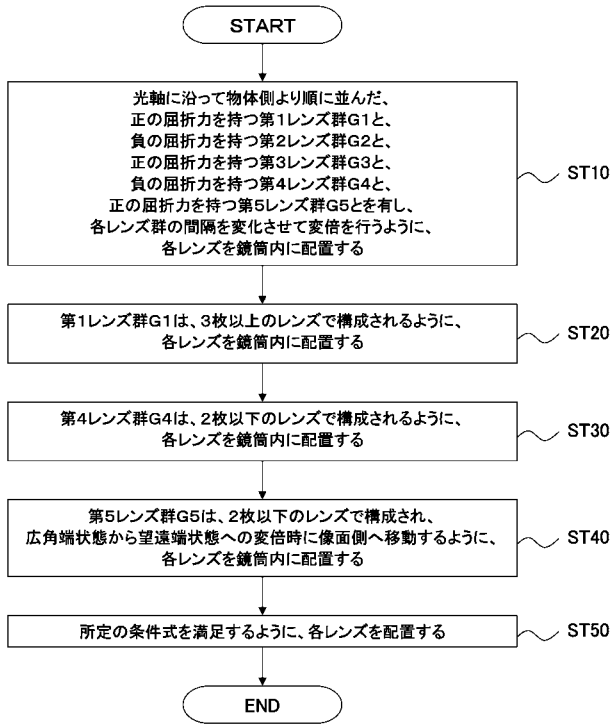


【 図 8 】



CAM

【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA15 MA16 NA07 PA11 PA12 PA13 PA16 PB16 PB17
QA02 QA07 QA17 QA21 QA25 QA37 QA41 QA46 RA04 RA05
RA12 RA13 RA36 RA43 RA44 SA43 SA47 SA49 SA53 SA55
SB05 SB15 SB25 SB26 SB33 SB43