

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-59497

(P2011-59497A)

(43) 公開日 平成23年3月24日(2011.3.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G02B 15/167 (2006.01)</b>	G02B 15/167	2H087
<b>G02B 13/18 (2006.01)</b>	G02B 13/18	2H101
<b>G03B 17/17 (2006.01)</b>	G03B 17/17	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2009-210489 (P2009-210489)  
 (22) 出願日 平成21年9月11日 (2009.9.11)

(71) 出願人 306037311  
 富士フイルム株式会社  
 東京都港区西麻布2丁目26番30号  
 (74) 代理人 100073184  
 弁理士 柳田 征史  
 (74) 代理人 100090468  
 弁理士 佐久間 剛  
 (72) 発明者 河村 大樹  
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324  
 番地 フジノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズおよび撮像装置

(57) 【要約】

【課題】レンズ枚数を少なくし、全体として小型化を図る。

【解決手段】負の第1レンズ群G1と、正の第2レンズ群G2と、負の第3レンズ群G3と、正の第4レンズ群G4とを備える。第1レンズ群G1を負レンズL11と反射部材(直角プリズムLP)と正レンズL12とで構成し、第2レンズ群G2を2枚の正レンズで構成する。第3レンズ群G3は、像面側に凹面を向けた負レンズを含む2枚以下のレンズで構成する。第1レンズ群G1内の負レンズL11のd線に対するアッペ数を  $d1n$ 、正レンズL12のd線に対するアッペ数を  $d1p$ 、負レンズL11のd線に対する屈折率を  $Nd1n$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ 、第2レンズ群G2の焦点距離を  $f_2$  としたとき、以下の条件式を満足する。

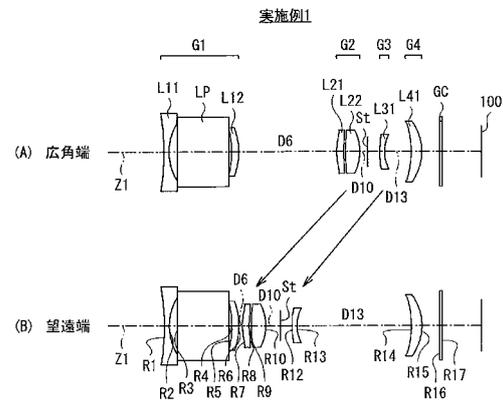
$$d1n > 40 \quad \dots (1)$$

$$15 < d1p < 30 \quad \dots (2)$$

$$Nd1n > 1.55 \quad \dots (3)$$

$$0.9 < f_2 / f_w < 2.5 \quad \dots (4)$$

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群とから構成され、各レンズ群の光軸上の間隔を変化させることで変倍を行うようになされ、

前記第 1 レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、入射光を反射して光路を折り曲げる反射部材と、正レンズとから構成され、

前記第 2 レンズ群は 2 枚の正レンズから構成され、

前記第 3 レンズ群は、像面側に凹面を向けた負レンズを含む 2 枚以下のレンズで構成され、

前記第 1 レンズ群内の負レンズの d 線に対するアッペ数を  $d_{1n}$ 、前記第 1 レンズ群内の正レンズの d 線に対するアッペ数を  $d_{1p}$ 、前記第 1 レンズ群内の負レンズの d 線に対する屈折率を  $N_{d_{1n}}$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$  としたとき、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。

$$d_{1n} > 40 \quad \dots \dots (1)$$

$$1.5 < d_{1p} < 30 \quad \dots \dots (2)$$

$$N_{d_{1n}} > 1.55 \quad \dots \dots (3)$$

$$0.9 < f_2 / f_w < 2.5 \quad \dots \dots (4)$$

## 【請求項 2】

前記第 2 レンズ群内の少なくとも 1 枚の正レンズの d 線に対するアッペ数を  $d_{2p}$  としたとき、以下の条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$d_{2p} > 60 \quad \dots \dots (5)$$

## 【請求項 3】

前記第 2 レンズ群は、1 枚のプラスチックレンズと、1 枚のガラスレンズとから構成されている

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

## 【請求項 4】

前記第 2 レンズ群内の前記プラスチックレンズの焦点距離を  $f_{2p}$  としたとき、以下の条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 3 に記載のズームレンズ。

$$2.5 < f_{2p} / f_2 < 6.0 \quad \dots \dots (6)$$

## 【請求項 5】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、前記第 1 レンズ群内の正レンズの焦点距離を  $f_{1p}$  としたとき、以下の条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$|f_{1p} / f_1| > 4.0 \quad \dots \dots (7)$$

## 【請求項 6】

前記第 1 レンズ群内の反射部材を構成する材料の d 線に対する屈折率を  $N_{d_{1p}}$  としたとき、以下の条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$N_{d_{1p}} > 1.78 \quad \dots \dots (8)$$

## 【請求項 7】

前記第 1 レンズ群は、少なくとも 1 枚の非球面レンズを有する

ことを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 8】

前記反射部材が直角プリズムからなり、前記直角プリズムの入射面と出射面は屈折力を持たない構成である

ことを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

20

30

40

50

## 【請求項 9】

絞りが、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間に配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 10】

変倍時に、前記絞りが前記第 3 レンズ群と一体で移動するようになされていることを特徴とする請求項 9 に記載のズームレンズ。

## 【請求項 11】

前記第 4 レンズ群は、変倍の際に固定されていることを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 12】

請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、前記ズームレンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力する撮像素子とを備えたことを特徴とする撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、および情報携帯端末（PDA：Personal Digital Assistance）等に好適に用いられるズームレンズおよび撮像装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、デジタルスチルカメラ等の撮像装置においては、CCD（Charge Coupled Device）やCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）等の撮像素子の小型化が進むにつれて、装置全体としての小型化が求められている。一方、デジタルスチルカメラや携帯端末装置に最適な小型のズームレンズ系として、従来より、レンズ系に直角プリズム等の反射部材を設け、光路を途中で直角に折り曲げた、いわゆる、屈曲式のズームレンズが知られている（特許文献 1 ないし 5 参照）。小型化や広角化に有利なタイプの屈曲式ズームレンズとしては、第 1 レンズ群が負の屈折力を有したいわゆるマイナスリードタイプが知られている。例えば特許文献 1 ないし 3 には、物体側より順に、負、正、負、正のレンズ群が配置され、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群とを移動させて変倍を行う構成の屈曲式ズームレンズが開示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 330349 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 284790 号公報

【特許文献 3】特開 2007 - 86307 号公報

【特許文献 4】特開 2003 - 302575 号公報

【特許文献 5】特開 2006 - 119324 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

特許文献 1 ないし 3 に記載の屈曲式ズームレンズは小型化が図られているものの、特に携帯端末装置用のカメラに搭載するような場合には、さらに小型化する必要がある。特許文献 1 ないし 3 に共通する構成として、第 1 レンズ群の反射部材よりも像面側に 2 枚のレンズを有しているが、これらのレンズのうち 1 枚でも削減することができれば、小型化および低コスト化を実現できる。第 1 レンズ群に配置されるレンズは、外径が大きいため、コストに大きく影響する。また、第 1 レンズ群のレンズ枚数を削減することで、同じレンズ全長で考えた場合、第 2 レンズ群の移動量を大きくすることができる。これにより、個々のレンズが担うパワーを小さくでき、製造誤差や組立誤差に対する性能劣化の敏感度を

10

20

30

40

50

下げることができる。さらに、変倍に伴う像面変動を抑えることができる。

【0005】

特許文献1ないし3に共通するもう1つの構成として、第2レンズ群が2枚の正レンズと1枚の負レンズとから構成されている点が挙げられる。そこで、第2レンズ群についても、レンズ枚数を削減することが考えられる。しかしながら、正レンズを削減することは容易ではない。2枚の正レンズに分散していたパワーを1枚の正レンズで補う必要があるためである。1枚のレンズが担うパワーが強くなりすぎると、収差補正が困難になるとともに、製造誤差や組立誤差に対する性能劣化の敏感度が高くなり好ましくない。それを防止するためには、第2レンズ群のパワーを弱くする必要があり、むしろ、小型化には不利になる。そこで、負レンズを削減し、2枚の正レンズで構成することが考えられる。2枚の正レンズのパワーや、材料を工夫することによって、色収差を良好に補正することができる。第2レンズ群から負レンズを削減したことにより、3枚構成の場合における正レンズと同じパワーで、第2レンズ群全体のパワーを強くできるため、第2レンズ群の移動量を小さくでき、小型化に有利になる。

10

【0006】

特許文献4には、第1レンズ群内で反射部材よりも像面側に配置されたレンズが1枚の例が開示されているが、変倍比が2倍程度と小さい。また、第1レンズ群には、低屈折率低分散の材料が用いられているため、高倍率化を図ったときに、第1レンズ群の最も物体側に配置された負レンズが大きくなり、屈曲後のレンズユニットの厚みが大きくなり好ましくない。また、特許文献5に記載のように、反射部材としてのプリズム自体がパワーを持っている例が多く提案されている。この場合、第1レンズ群内でプリズムよりも像面側にはレンズが配置されていない例が多いが、このようなプリズムを加工する場合、非常に手間とコストがかかり好ましくない。

20

【0007】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、レンズ枚数が少なく、全体として小型化の図られたズームレンズおよび撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明によるズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから構成され、各レンズ群の光軸上の間隔を変化させることで変倍を行うようになっている。第1レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、入射光を反射して光路を折り曲げる反射部材と、正レンズとから構成されている。第2レンズ群は2枚の正レンズから構成されている。第3レンズ群は、像面側に凹面を向けた負レンズを含む2枚以下のレンズで構成されている。そして、第1レンズ群内の負レンズのd線に対するアッペ数を  $d_{1n}$ 、第1レンズ群内の正レンズのd線に対するアッペ数を  $d_{1p}$ 、第1レンズ群内の負レンズのd線に対する屈折率を  $N_{d1n}$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ 、第2レンズ群の焦点距離を  $f_2$  としたとき、以下の条件式を満足するようにしたものである。

30

$$d_{1n} > 40 \quad \dots \dots (1)$$

40

$$1.5 < d_{1p} < 3.0 \quad \dots \dots (2)$$

$$N_{d1n} > 1.55 \quad \dots \dots (3)$$

$$0.9 < f_2 / f_w < 2.5 \quad \dots \dots (4)$$

【0009】

本発明によるズームレンズでは、第1レンズ群内に配置された反射部材によって光路が折り曲げられる屈曲式の光学系とされていることで、良好な光学性能を維持しつつ、光学系の厚さ方向の長さが抑えられ、撮像装置に組み込んだときの薄型化が容易となる。また、物体側から順に、屈折力が負、正、負、正の4つのレンズ群を配設し、各レンズ群の光軸上の間隔を変化させることで変倍を行うようになされた4群方式のズームレンズとすることで、全長の短縮化が容易となる。そして、第1レンズ群および第2レンズ群をそれぞれ

50

れ 2 枚のレンズで構成するなどしてレンズ枚数を抑えつつ各レンズ群の構成の最適化を図ったことで、レンズ枚数を少なくし、光学系全体としての小型化が容易となる。

そして、さらに、次の好ましい構成を適宜採用して満足することで、レンズ系全体としての光学性能を良好に保ちつつ、さらなる小型化を図りやすくなる。

【0010】

本発明によるズームレンズにおいて、第 2 レンズ群内の少なくとも 1 枚の正レンズの d 線に対するアッペ数を  $d_{2p}$  としたとき、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$d_{2p} > 6.0 \quad \dots \dots (5)$$

【0011】

第 2 レンズ群は、1 枚のプラスチックレンズと、1 枚のガラスレンズとから構成されていても良い。この場合、第 2 レンズ群内のプラスチックレンズの焦点距離を  $f_{2p}$  としたとき、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$2.5 < f_{2p} / f_2 < 6.0 \quad \dots \dots (6)$$

【0012】

また、第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、第 1 レンズ群内の正レンズの焦点距離を  $f_{1p}$  としたとき、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$|f_{1p} / f_1| > 4.0 \quad \dots \dots (7)$$

【0013】

また、第 1 レンズ群内の反射部材を構成する材料の d 線に対する屈折率を  $N_{d1p}$  としたとき、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$N_{d1p} > 1.78 \quad \dots \dots (8)$$

【0014】

第 1 レンズ群は、少なくとも 1 枚の非球面レンズを有することが好ましい。また、反射部材が直角プリズムからなり、直角プリズムの入射面と出射面は屈折力を持たない構成であることが好ましい。

【0015】

また、絞りが、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との間に配置されていても良い。この場合、変倍時に、絞りが第 3 レンズ群と一体で移動するようになされていても良い。

【0016】

第 4 レンズ群は、変倍の際に固定されていても良い。また、第 3 レンズ群または第 4 レンズ群を光軸上で移動させることにより合焦を行うようになされていても良い。

【0017】

本発明による撮像装置は、本発明によるズームレンズと、このズームレンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力する撮像素子とを備えたものである。

本発明による撮像装置では、本発明の小型化の図られた高性能のズームレンズを撮像レンズとして用いて、装置全体としての小型化が図られる。

【発明の効果】

【0018】

本発明のズームレンズによれば、基本構成を小型化に有利な屈曲式の 4 群ズームの構成とし、第 1 レンズ群および第 2 レンズ群をそれぞれ 2 枚のレンズで構成するなどしてレンズ枚数を抑えつつ各レンズ群の構成の最適化を図るようにしたので、従来に比べてレンズ枚数が少なく、全体として小型化を図ることができる。

【0019】

また、本発明の撮像装置によれば、上記本発明の小型化の図られた高性能のズームレンズを撮像レンズとして用いるようにしたので、良好な撮像性能を維持しつつ、装置全体としての小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図 1】本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第 1 の構成例を示すものであり、実施例 1 に対応するレンズ断面図である。

10

20

30

40

50

【図 2】本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第 2 の構成例を示すものであり、実施例 2 に対応するレンズ断面図である。

【図 3】本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第 3 の構成例を示すものであり、実施例 3 に対応するレンズ断面図である。

【図 4】本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第 4 の構成例を示すものであり、実施例 4 に対応するレンズ断面図である。

【図 5】本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第 5 の構成例を示すものであり、実施例 5 に対応するレンズ断面図である。

【図 6】図 1 に示したズームレンズを光路を折り曲げた状態で示したレンズ断面図である。

【図 7】実施例 1 に係るズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図であり、( A ) は球面収差、( B ) は非点収差、( C ) はディストーション、( D ) は倍率色収差を示す。

【図 8】実施例 1 に係るズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図であり、( A ) は球面収差、( B ) は非点収差、( C ) はディストーション、( D ) は倍率色収差を示す。

【図 9】実施例 2 に係るズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図であり、( A ) は球面収差、( B ) は非点収差、( C ) はディストーション、( D ) は倍率色収差を示す。

【図 10】実施例 2 に係るズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図であり、( A ) は球面収差、( B ) は非点収差、( C ) はディストーション、( D ) は倍率色収差を示す。

【図 11】実施例 3 に係るズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図であり、( A ) は球面収差、( B ) は非点収差、( C ) はディストーション、( D ) は倍率色収差を示す。

【図 12】実施例 3 に係るズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図であり、( A ) は球面収差、( B ) は非点収差、( C ) はディストーション、( D ) は倍率色収差を示す。

【図 13】実施例 4 に係るズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図であり、( A ) は球面収差、( B ) は非点収差、( C ) はディストーション、( D ) は倍率色収差を示す。

【図 14】実施例 4 に係るズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図であり、( A ) は球面収差、( B ) は非点収差、( C ) はディストーション、( D ) は倍率色収差を示す。

【図 15】実施例 5 に係るズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図であり、( A ) は球面収差、( B ) は非点収差、( C ) はディストーション、( D ) は倍率色収差を示す。

【図 16】実施例 5 に係るズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図であり、( A ) は球面収差、( B ) は非点収差、( C ) はディストーション、( D ) は倍率色収差を示す。

【図 17】本発明の一実施の形態に係る撮像装置としてのデジタルカメラの一構成例を示す前側外觀図である。

【図 18】本発明の一実施の形態に係る撮像装置としてのデジタルカメラの一構成例を示す背面側外觀図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

図 1 ( A ) , ( B ) は、本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第 1 の構成例を示している。この構成例は、後述の第 1 の数値実施例のレンズ構成に対応している。なお、図 1 ( A ) は無限遠合焦状態でかつ広角端 ( 最短焦点距離状態 ) での光学系配置、図 1 (

10

20

30

40

50

B) は無限遠合焦状態でかつ望遠端(最長焦点距離状態)での光学系配置に対応している。同様に、後述の第2ないし第5の数値実施例のレンズ構成に対応する第2ないし第5の構成例の断面構成を、図2(A), (B)~図5(A), (B)に示す。図1(A), (B)~図5(A), (B)において、符号 $R_i$ は、最も物体側の構成要素の面を1番目として、像側(結像側)に向かうに従い順次増加するようにして符号を付した $i$ 番目の面の曲率半径を示す。符号 $D_i$ は、 $i$ 番目の面と $i+1$ 番目の面との光軸 $Z_1$ 上の面間隔を示す。なお符号 $D_i$ については、変倍に伴って変化する部分の面間隔(例えば第1の構成例については $D_6, D_{10}, D_{13}$ )のみ符号を付す。

【0022】

このズームレンズは、光軸 $Z_1$ に沿って物体側から順に、第1レンズ群 $G_1$ と、第2レンズ群 $G_2$ と、第3レンズ群 $G_3$ と、第4レンズ群 $G_4$ とを備えている。光学的な開口絞り $S_t$ は、第2レンズ群 $G_2$ と第3レンズ群 $G_3$ との間に配置されている。

【0023】

このズームレンズは、例えばビデオカメラ、およびデジタルスチルカメラ等の撮影機器のほか、PDA等の情報携帯端末にも搭載可能である。このズームレンズの像側には、搭載されるカメラの撮影部の構成に応じた部材が配置される。例えば、このズームレンズの結像面(撮像面)には、CCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等の撮像素子100が配置される。撮像素子100は、このズームレンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するものである。少なくとも、このズームレンズと撮像素子100とで、本実施の形態における撮像装置が構成される。最終レンズ群(第4レンズ群 $G_4$ )と撮像素子100との間には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、種々の光学部材 $G_C$ が配置されていても良い。例えば撮像面保護用のカバーガラスや赤外線カットフィルタなどの平板状の光学部材が配置されていても良い。

【0024】

このズームレンズは、各レンズ群の光軸上の間隔を変化させることにより変倍を行うようになされている。例えば第2レンズ群 $G_2$ および第3レンズ群 $G_3$ が変倍時に光軸 $Z_1$ 上で移動するようになっている。また、第3レンズ群 $G_3$ または第4レンズ群 $G_4$ を合焦時に移動させるようにしても良い。第1レンズ群 $G_1$ は変倍および合焦時に常時固定であることが好ましい。第4レンズ群 $G_4$ は変倍の際に固定であることが好ましい。開口絞り $S_t$ は、例えば第3レンズ群 $G_3$ と共に移動するようになっている。図1(A), (B)~図5(A), (B)には、広角端から望遠端へと変倍させる際の各移動群の軌跡を実線の矢印で示している。

【0025】

第1レンズ群 $G_1$ は、全体として負の屈折力を有している。第1レンズ群 $G_1$ は、物体側より順に、負レンズ $L_{11}$ と、入射光を反射して光路を折り曲げる反射部材としての直角プリズム $LP$ と、正レンズ $L_{12}$ とから構成されている。第1レンズ群 $G_1$ は、少なくとも1枚の非球面レンズを有することが好ましい。

【0026】

ここで、本実施の形態に係るズームレンズは屈曲光学系であり、実際には、図6に示すように、第1レンズ群 $G_1$ において、例えば直角プリズム $LP$ の内部反射面で光路が略 $90^\circ$ 折り曲げられている。なお、図6は図1(A)に示した第1の構成例に対応するものであるが、他の構成例についても同様である。図1(A), (B)~図5(A), (B)では、光軸 $Z_1$ を直線状とし、直角プリズム $LP$ の内部反射面を省略して同一方向に展開し、等価的に直線的な光学系として示している。なお、直角プリズム $LP$ に代えて、反射ミラー等の他の反射部材を用いても良い。ただし、反射部材として直角プリズム $LP$ を用いる方が、反射ミラーを用いる場合よりも見掛け上の光路長を短くできるので、第1レンズ群 $G_1$ を小型化でき、引いては全体を小型化できるので好ましい。また、直角プリズム $LP$ の入射面と出射面は光軸 $Z_1$ に対して垂直(曲率半径)な平面とされ、屈折力を持たない構成であることが好ましい。これにより低コスト化を図ることができる。

10

20

30

40

50

## 【0027】

第2レンズ群G2は、全体として正の屈折力を有している。第2レンズ群G2は、2枚の正レンズで構成されている。第2レンズ群G2の2枚の正レンズのうち、1枚はプラスチックレンズ、もう1枚はガラスレンズであることが好ましい。例えば、プラスチックレンズからなる第1の正レンズL21と、ガラスからなる第2の正レンズL22とから構成されていることが好ましい。第2レンズ群G2は、少なくとも1枚の非球面レンズを有することが好ましい。

## 【0028】

第3レンズ群G3は、全体として負の屈折力を有している。第3レンズ群G3は、2枚以下のレンズ(第1のレンズL31のみ、または第1のレンズL31と第2のレンズL32)からなり、像面側に凹面を向けた負レンズを含んでいる。図1(A)、(B)~図2(A)、(B)に示した第1~第2の構成例では、第3レンズ群G3を第1のレンズL31のみで構成し、その第1のレンズL31を像面側に凹面を向けた負レンズとした例を示している。図3(A)、(B)~図5(A)、(B)に示した第3~第5の構成例では、第3レンズ群G3を第1のレンズL31と第2のレンズL32とで構成し、第2のレンズL32を像面側に凹面を向けた負レンズとした例を示している。

10

## 【0029】

第4レンズ群G4は、全体として正の屈折力を有している。第4レンズ群G4は、2枚以下のレンズ(第1のレンズL41のみ、または第1のレンズL41と第2のレンズL42)より構成されている。

20

## 【0030】

このズームレンズは、第1レンズ群G1内の負レンズL11のd線に対するアッペ数を $d_{1n}$ 、正レンズL12のd線に対するアッペ数を $d_{1p}$ 、負レンズL11のd線に対する屈折率を $N_{d1n}$ 、広角端における全系の焦点距離を $f_w$ 、第2レンズ群G2の焦点距離を $f_2$ としたとき、以下の条件式を満足するように構成されている。

$$d_{1n} > 40 \quad \dots \dots (1)$$

$$1.5 < d_{1p} < 30 \quad \dots \dots (2)$$

$$N_{d1n} > 1.55 \quad \dots \dots (3)$$

$$0.9 < f_2 / f_w < 2.5 \quad \dots \dots (4)$$

## 【0031】

また、第2レンズ群G2内の少なくとも1枚の正レンズのd線に対するアッペ数を $d_{2p}$ としたとき、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$d_{2p} > 60 \quad \dots \dots (5)$$

30

## 【0032】

また、第2レンズ群G2内のプラスチックレンズ(第1の正レンズL21)の焦点距離を $f_{2p}$ としたとき、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$2.5 < f_{2p} / f_2 < 6.0 \quad \dots \dots (6)$$

## 【0033】

また、第1レンズ群G1の焦点距離を $f_1$ 、第1レンズ群G1内の正レンズL12の焦点距離を $f_{1p}$ としたとき、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$|f_{1p} / f_1| > 4.0 \quad \dots \dots (7)$$

40

## 【0034】

また、第1レンズ群G1内の反射部材(直角プリズムLP)を構成する材料のd線に対する屈折率を $N_{d1p}$ としたとき、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$N_{d1p} > 1.78 \quad \dots \dots (8)$$

## 【0035】

図17、図18は、このズームレンズが搭載される撮像装置の一例として、デジタルスチルカメラを示している。特に図17は、このデジタルスチルカメラ10を前側から見た外観を示し、図18は、このデジタルスチルカメラ10を背面側から見た外観を示している。このデジタルスチルカメラ10は、その前面側の中央上部に、ストロボ光を照射する

50

ストロボ発光部 21 を備えている。また、その前面側においてストロボ発光部 21 の側方部には、撮影対象からの光が入射する撮影開口 22 が設けられている。このデジタルスチルカメラ 10 はまた、上面側に、リリースボタン 23 と電源ボタン 24 とを備えている。このデジタルスチルカメラ 10 はまた、背面側に、表示部 25 と操作部 26, 27 とを備えている。表示部 25 は、撮像された画像を表示するためのものである。このデジタルスチルカメラ 10 では、リリースボタン 23 を押圧操作することにより、1 フレーム分の静止画の撮影が行われ、この撮影で得られる画像データがデジタルスチルカメラ 10 に装着されたメモ리카ード（図示せず）に記録される。

【0036】

このデジタルスチルカメラ 10 は、筐体内部に撮像レンズ 1 を備えている。この撮像レンズ 1 として、本実施の形態に係るズームレンズが用いられている。撮像レンズ 1 は、前面側に設けられた撮影開口 22 に、最も物体側のレンズ L11 が位置するように配置されている。撮像レンズ 1 は、直角プリズム LP による折り曲げ後の光軸 Z1 がカメラボディの縦方向と一致するようにして、デジタルスチルカメラ 10 の内部に全体として縦方向に組み込まれている。なお、折り曲げ後の光軸 Z1 がカメラボディの横方向となるようにして、デジタルスチルカメラ 10 の内部に全体として横方向に組み込まれていても良い。

【0037】

次に、以上のように構成されたズームレンズの作用および効果を説明する。

このズームレンズでは、第 1 レンズ群 G1 内に配置された反射部材によって光路が折り曲げられる屈曲式の光学系とされていることで、良好な光学性能を維持しつつ、光学系の厚さ方向の長さが抑えられ、撮像装置に組み込んだときの薄型化が容易となる。また、物体側から順に、屈折力が負、正、負、正の 4 つのレンズ群を配設し、各レンズ群の光軸上の間隔を変化させることで変倍を行うようになされた 4 群方式のズームレンズとすることで、全長の短縮化が容易となる。そして、第 1 レンズ群 G1 および第 2 レンズ群 G2 をそれぞれ 2 枚のレンズで構成するなどしてレンズ枚数を抑えつつ各レンズ群の構成の最適化を図ったことで、レンズ枚数を少なくし、光学系全体としての小型化が容易となる。

【0038】

このタイプのズームレンズは、広角端から望遠端への変倍による FNo. の変動が大きい。従って、望遠端での FNo. を明るくするためには、広角端での FNo. を明るくしておく（開放径を大きくしておく）必要がある。しかしながら、広角端での FNo. を必要以上に明るくすると、収差補正が困難になるとともに、レンズが大きくなってしまふ。そこで、広角端での開放径を望遠端での開放径よりも小さくするなど、ズーム倍率ごとに異なる開放径になるように制御する（開放規制）ことで、明るさの変動を大きくできる。必要に応じて、このような制御を行ってもよい。

【0039】

以下、上記した条件式に関する作用および効果をより詳細に説明する。

【0040】

条件式 (1) は、第 1 レンズ群 G1 における負レンズ L11 のアッベ数を規定している。条件式 (2) は、第 1 レンズ群 G1 における正レンズ L12 のアッベ数を規定している。条件式 (1), (2) は、ズーム全域にわたって色収差を良好に補正するための条件である。条件式 (1) の下限を下回る、または条件式 (2) の下限を下回るか上限を上回ると、ズーム全域にわたって色収差を良好に補正することが困難になり好ましくない。また、軸上色収差と倍率色収差のバランスをとることが困難になり好ましくない。

より高い光学性能を得るために、条件式 (1), (2) の数値範囲は、

$$d1n > 45 \quad \dots \dots (1')$$

$$16 < d1p < 29 \quad \dots \dots (2')$$

であることが望ましい。

【0041】

条件式 (3) は、第 1 レンズ群 G1 における負レンズ L11 の屈折率を規定している。条件式 (3) の下限を下回ると、レンズの曲率が大きくなって、屈曲後の厚みが大きくな

10

20

30

40

50

り好ましくない。

より高い光学性能を得るために、条件式(3)の数値範囲は、

$$Nd1n > 1.56 \dots\dots (3')$$

であることが望ましい。

【0042】

条件式(4)は、第2レンズ群G2の焦点距離 $f_2$ を広角端における全系の焦点距離 $f_w$ で規格化したものである。条件式(4)の下限を下回ると、第2レンズ群G2内のレンズの曲率が大きくなって、収差補正が困難になるとともに、変倍に伴う収差変動が大きくなり好ましくない。また、第2レンズ群G2の正レンズには、低分散材料を用いることが好ましいが、分散の低い材料は、屈折率も低くなるため、条件式(4)の下限を下回る場合には、必要なコバ(縁肉)を確保するための中心厚が大きくなり、好ましくない。さらに、製造誤差や組立誤差による性能劣化の敏感度が高くなって好ましくない。逆に、条件式(4)の上限を上回ると、第2レンズ群G2の移動量が大きくなって、レンズが大型化してしまう。

10

より高い光学性能を得るために、条件式(4)の数値範囲は、

$$1.0 < f_2 / f_w < 2.4 \dots\dots (4')$$

であることが望ましい。

【0043】

条件式(5)は、第2レンズ群G2を構成する正レンズのアップ数の平均を規定しており、ズーム全域の倍率色収差補正に寄与している。条件式(5)の下限を下回ると、色収差が大きくなるとともに、変倍に伴う色収差の変動が大きくなり好ましくない。

20

より高い光学性能を得るために、条件式(5)の数値範囲は、

$$d_{2p} > 6.5 \dots\dots (5')$$

であることが望ましい。

【0044】

条件式(6)は、第2レンズ群G2に配置されたプラスチックレンズ(第1の正レンズL21)の焦点距離 $f_{2p}$ を、第2レンズ群G2の焦点距離 $f_2$ で規格化したものである。条件式(6)の下限を下回ると、温度変化に伴って、像面位置変動などの特性変化が大きくなって、好ましくない。逆に、上限を上回ると、第2レンズ群G2の移動量が大きくなり、レンズ系が大型化するため、好ましくない。

30

より高い光学性能を得るために、条件式(6)の数値範囲は、

$$2.7 < f_{2p} / f_2 < 5.9 \dots\dots (6')$$

であることが望ましい。

【0045】

条件式(7)は、第1レンズ群G1に配置された正レンズL12の焦点距離 $f_{1p}$ を第1レンズ群G1の焦点距離 $f_1$ で規格化したものである。条件式(7)の下限を下回ると、第1レンズ群G1に配置された正レンズL12、負レンズL11のパワーがともに強くなり、屈曲後のレンズ系の厚み、および、長さが大きくなり好ましくない。条件式(7)の範囲を満たす程度にレンズのパワーが弱ければ、レンズをプラスチックで構成してもよく、そのとき、低コスト化を実現できる。

40

より高い光学性能を得るために、条件式(7)の数値範囲は、

$$|f_{1p} / f_1| > 4.5 \dots\dots (7')$$

であることが望ましい。

【0046】

条件式(8)は、第1レンズ群G1に配置された反射部材(直角プリズムLP)の屈折率を規定している。このズームレンズのように、第1レンズ群G1のパワーが負であるレンズタイプにおいては、最も物体側に配置された第1の負レンズL11を、ある程度分散の小さい材料で構成する必要がある。一般に分散の低い材料は、屈折率も低く、そのような材料で第1レンズ群G1を構成すると、レンズの曲率が大きくなってしまふ。その場合、屈曲後のレンズユニットの厚みが大きくなってしまふという問題が生じる。そこで、反

50

射部材を構成する材料を高屈折率材とすることによって、第1の負レンズL11の有効径を小さくしたり、反射部材を小さくしたりするなどの対策を施した方が好ましい。

より高い光学性能を得るために、条件式(8)の数値範囲は、

$$Nd_1p > 1.80 \dots \dots (8')$$

であることが望ましい。

#### 【0047】

以上説明したように、本実施の形態に係るズームレンズによれば、基本構成を小型化に有利な屈曲式の4群ズームの構成とし、第1レンズ群G1および第2レンズ群G2をそれぞれ2枚のレンズで構成するなどしてレンズ枚数を抑えつつ各レンズ群の構成の最適化を図るようにしたので、従来に比べてレンズ枚数が少なく、全体として小型化を図ることができる。また、本実施の形態に係るズームレンズを搭載した撮像装置によれば、良好な撮像性能を維持しつつ、装置全体としての小型化を図ることができる。

10

#### 【実施例】

#### 【0048】

次に、本実施の形態に係るズームレンズの具体的な数値実施例について説明する。以下では、複数の数値実施例を部分的にまとめて説明する。

#### 【0049】

#### [数値実施例1]

[表1]~[表3]は、図1(A),(B)に示したズームレンズの構成に対応する具体的なレンズデータを示している。特に[表1]にはその基本的なレンズデータを示し、[表2]および[表3]にはその他のデータを示す。[表1]に示したレンズデータにおける面番号Siの欄には、実施例1に係るズームレンズについて、最も物体側の構成要素の面を1番目として、像側に向かうに従い順次増加するようにして符号を付したi番目の面の番号を示している。曲率半径Riの欄には、図1(B)において付した符号Riに対応させて、物体側からi番目の面の曲率半径の値(mm)を示す。面間隔Diの欄についても、同様に物体側からi番目の面Siとi+1番目の面Si+1との光軸上の間隔(mm)を示す。Ndjの欄には、物体側からj番目の光学要素のd線(587.6nm)に対する屈折率の値を示す。djの欄には、物体側からj番目の光学要素のd線に対するアッペ数の値を示す。

20

#### 【0050】

実施例1に係るズームレンズは、変倍に伴って第2レンズ群G2、および第3レンズ群G3が光軸上を移動するため、それらの各移動群の前後の面間隔D6、D10、D13の値は可変となっている。[表2]には、これらの可変面間隔D6、D10、D13の変倍時のデータとして、広角端および望遠端における値を示す。[表2]にはまた、諸データとして、広角端および望遠端における全系の近軸焦点距離f(mm)、画角(2°)およびFナンバー(FNo.)の値についても示す。

30

#### 【0051】

[表1]のレンズデータにおいて、面番号の左側に付された記号「\*」は、そのレンズ面が非球面形状であることを示す。実施例1に係るズームレンズは、第1レンズ群G1内の正レンズL12の像側の面S6と、第2レンズ群G2内の第1の正レンズL21の両面S7、S8と、第4レンズ群G4内の第1のレンズL41の両面S14、S15とが非球面形状となっている。[表1]の基本レンズデータには、これらの非球面の曲率半径として、光軸近傍の曲率半径の数値を示している。

40

#### 【0052】

[表3]には実施例1に係るズームレンズにおける非球面データを示す。非球面データとして示した数値において、記号“E”は、その次に続く数値が10を底とした“べき指数”であることを示し、その10を底とした指数関数で表される数値が“E”の前の数値に乗算されることを示す。例えば、「1.0E-02」であれば、「1.0×10<sup>-2</sup>」であることを示す。

#### 【0053】

50

実施例 1 に係るズームレンズの非球面データとしては、以下の式 (A) によって表される非球面形状の式における各係数  $RA_i$ 、 $KA$  の値を記す。Z は、より詳しくは、光軸から高さ h の位置にある非球面上の点から、非球面の頂点の接平面 (光軸に垂直な平面) に下ろした垂線の長さ (mm) を示す。

$$Z = C \cdot h^2 / \{ 1 + (1 - KA \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2} \} + RA_i \cdot h^i \dots \dots (A)$$

( $i = n$ ,  $n$ : 3 以上の整数)

ただし、

Z : 非球面の深さ (mm)

h : 光軸からレンズ面までの距離 (高さ) (mm)

KA : 非球面定数

C : 近軸曲率 =  $1 / R$

(R : 近軸曲率半径)

$RA_i$  : 第 i 次の非球面係数

【 0 0 5 4 】

【 表 1 】

実施例 1・基本レンズデータ					
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu dj$ (アッベ数)	
G1 {	1	-5.7257	0.12	1.77250	49.5
	2	1.3340	0.18		
	3	$\infty$	1.18	1.83481	42.7
	4	$\infty$	0.06		
	5	-2.4486	0.16	1.60595	27.0
	*6	-1.7635	D6(可変)		
G2 {	*7	1.2889	0.16	1.50957	56.5
	*8	3.0582	0.04		
	9	5.0241	0.34	1.49700	81.5
	10	-1.1117	D10(可変)		
11(絞り)	$\infty$	0.27			
G3 {	12	2.3933	0.11	1.80808	22.8
	13	0.9119	D13(可変)		
G4 {	*14	-2.3150	0.24	1.50957	56.5
	*15	-1.1573	0.41		
	16	$\infty$	0.06	1.51680	64.2
	17	$\infty$	0.90		

(\*: 非球面)

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

【表 2】

実施例 1・ズームに関するデータ						
	f	FNo.	$2\omega$	D6	D10	D13
広角端	1.00	3.55	65.4	2.26	0.18	0.62
望遠端	2.85	6.12	22.6	0.08	0.34	2.65

【0056】

【表 3】

10

実施例 1・非球面データ			
非球面 係数	L12	L21	L41
	第 5 面	第 7 面	第 14 面
KA		0.9996435	1.0000887
RA <sub>4</sub>		-2.9820730E-01	3.6890467E-02
RA <sub>6</sub>		-1.2884715E+00	-1.2607151E+00
RA <sub>8</sub>		-1.2782681E+00	5.5299763E+00
RA <sub>10</sub>		-4.3548899E+00	-6.9629602E+00
	第 6 面	第 8 面	第 15 面
KA	1.0002393	0.9999817	1.0002120
RA <sub>4</sub>	-4.6937695E-02	-1.4591981E-02	1.3292047E-01
RA <sub>6</sub>	8.6536882E-02	-1.0618958E+00	-1.0913515E+00
RA <sub>8</sub>	-2.6576189E-01	-2.7983111E+00	4.1871516E+00
RA <sub>10</sub>	2.6745488E-01	2.5058555E+00	-4.5905614E+00

20

30

【0057】

[ 数値実施例 2 ~ 5 ]

以上の実施例 1 に係るズームレンズと同様にして、図 2 (A), (B) に示したズームレンズの構成に対応する具体的なレンズデータを実施例 2 として、[表 4] ~ [表 6] に示す。また同様にして、図 3 (A), (B) ~ 図 5 (A), (B) に示したズームレンズの構成に対応する具体的なレンズデータを実施例 3 ~ 5 として、[表 7] ~ [表 15] に示す。

【0058】

【表 4】

実施例 2・基本レンズデータ					
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu$ dj (アッベ数)	
G1 {	1	-6.0573	0.12	1.62041	60.3
	2	1.3167	0.18		
	3	$\infty$	1.17	1.78590	44.2
	4	$\infty$	0.04		
	*5	-3.9358	0.16	1.60595	27.0
	*6	-3.1535	D6(可変)		
G2 {	*7	2.1679	0.16	1.50957	56.5
	*8	$\infty$	0.02		
	9	1.4841	0.33	1.59240	68.3
	10	-1.9609	D10(可変)		
G3 {	11(絞り)	$\infty$	0.26		
	12	4.1808	0.11	1.80808	22.8
	13	0.6666	D13(可変)		
	14	-8.6564	0.32	1.83400	37.2
	15	-1.9879	0.02		
G4 {	*16	39.1150	0.20	1.50957	56.5
	17	-2.6088	0.13		
	18	$\infty$	0.06	1.51680	64.2
	19	$\infty$	0.51		

(\*:非球面)

【0059】

【表 5】

実施例 2・ズームに関するデータ						
	f	FNo.	$2\omega$	D6	D10	D13
広角端	1.00	3.79	60.4	2.65	0.18	1.05
望遠端	3.70	7.08	16.9	0.02	0.39	3.48

【0060】

【表 6】

実施例 2・非球面データ			
非球面 係数	L12	L21	L42
	第 5 面	第 7 面	第 16 面
KA	0.9999086	0.9997460	0.9999995
RA <sub>4</sub>	2.8060944E-01	-2.3789430E-01	-1.1400099E-01
RA <sub>6</sub>	-8.4857052E-02	-1.1655957E+00	-3.1733521E-02
RA <sub>8</sub>	4.1024679E-01	1.0910281E+00	8.5243282E-02
RA <sub>10</sub>	-1.9740257E-01	-1.4845243E+00	-5.9227776E-02
	第 6 面	第 8 面	第 17 面
KA	0.9999710	0.9999832	
RA <sub>4</sub>	2.1003909E-01	-6.3218493E-02	
RA <sub>6</sub>	-3.7719386E-03	-1.1375201E+00	
RA <sub>8</sub>	1.9974912E-01	1.5145396E+00	
RA <sub>10</sub>	7.5702937E-02	-1.4650471E+00	

10

20

【 0 0 6 1 】

【表 7】

実施例 3・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu_{dj}$ (アッベ数)
G1	1	27.3944	0.12	1.56907	71.3
	2	0.9954	0.27		
	3	$\infty$	1.20	1.78590	44.2
	4	$\infty$	0.04		
	*5	-2.3082	0.17	1.60595	27.0
	*6	-2.2398	D6(可変)		
G2	*7	1.9015	0.17	1.50957	56.5
	*8	3.0716	0.04		
	9	5.9718	0.34	1.49700	81.5
	10	-1.0948	D10(可変)		
	11(絞り)	$\infty$	0.34		
G3	12	1.5850	0.27	1.62041	60.3
	13	-4.3200	0.08		
	14	-2.1784	0.11	1.80517	25.4
	15	0.9179	D15(可変)		
G4	16	5.5982	0.39	1.90365	31.3
	17	-2.8148	0.13		
	18	$\infty$	0.06	1.51680	64.2
	19	$\infty$	0.79		

(\*:非球面)

【 0 0 6 2 】

【表 8】

実施例 3・ズームに関するデータ						
	f	FNo.	$2\omega$	D6	D10	D15
広角端	1.00	3.39	63.4	2.11	0.27	0.46
望遠端	2.85	5.91	23.8	0.08	0.80	1.95

【 0 0 6 3 】

【表 9】

実施例 3・非球面データ		
非球面 係数	L12	L21
	第 5 面	第 7 面
KA	1.0000383	0.9992353
RA <sub>4</sub>	2.5869527E-01	-6.3598608E-01
RA <sub>6</sub>	2.3892980E-01	-2.1988436E+00
RA <sub>8</sub>	-5.2628572E-01	4.5574552E+00
RA <sub>10</sub>	8.9855491E-01	-9.8248847E+00
	第 6 面	第 8 面
KA	0.9999460	0.9998729
RA <sub>4</sub>	1.7659062E-01	-4.5313372E-01
RA <sub>6</sub>	2.6483205E-01	-1.7946112E+00
RA <sub>8</sub>	-7.1211204E-01	4.3507641E+00
RA <sub>10</sub>	1.2042447E+00	-6.0344570E+00

10

20

【 0 0 6 4 】

【表 1 0】

実施例 4・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu_{dj}$ (アッベ数)
G1	1	-169.8614	0.12	1.61800	63.3
	2	1.0545	0.23		
	3	$\infty$	1.17	1.78590	44.2
	4	$\infty$	0.07		
	*5	-2.1117	0.16	1.84399	24.8
	*6	-1.8929	D6(可変)		
G2	*7	1.8540	0.16	1.50957	56.5
	*8	2.9950	0.04		
	9	10.6332	0.33	1.48749	70.2
	10	-1.0140	D10(可変)		
G3	11(絞り)	$\infty$	0.27		
	12	1.1936	0.26	1.62041	60.3
	13	-6.0405	0.08		
	14	-4.3786	0.11	1.80517	25.4
	15	0.8150	D15(可変)		
G4	16	-61.2296	0.38	1.90365	31.3
	17	-2.2823	0.27		
	18	$\infty$	0.06	1.51680	64.2
	19	$\infty$	0.86		

(\*:非球面)

【 0 0 6 5】

【表 1 1】

実施例 4・ズームに関するデータ						
	f	FNo.	$2\omega$	D6	D10	D15
広角端	1.00	3.52	62.2	2.33	0.26	0.52
望遠端	2.85	6.16	23.4	0.08	0.87	2.17

【 0 0 6 6】

【表 1 2】

実施例 4・非球面データ		
非球面 係数	L12	L21
	第 5 面	第 7 面
KA	1.0001040	0.9991831
RA <sub>4</sub>	1.3230575E-01	-7.3776127E-01
RA <sub>6</sub>	-4.5704348E-02	-2.1352758E+00
RA <sub>8</sub>	7.0534789E-02	3.9434144E+00
RA <sub>10</sub>	1.1641779E-01	-1.0986334E+01
	第 6 面	第 8 面
KA	1.0000127	0.9998585
RA <sub>4</sub>	7.8303522E-02	-5.4662217E-01
RA <sub>6</sub>	-3.3686178E-02	-1.7562745E+00
RA <sub>8</sub>	1.2208023E-03	4.3691559E+00
RA <sub>10</sub>	1.5562264E-01	-7.9757215E+00

10

20

【 0 0 6 7 】

【表 1 3】

実施例 5・基本レンズデータ						
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu_{dj}$ (アッベ数)		
G1	1	-12.0487	0.13	1.80400	46.6	
	2	1.5670	0.18			
	3	$\infty$	1.34	1.78590		44.2
	4	$\infty$	0.12			
	*5	-2.0404	0.18	2.14351		17.8
	*6	-2.0137	D6(可変)			
G2	*7	2.1154	0.18	1.50957	56.5	
	*8	3.4172	0.05			
	9	-7.7959	0.38	1.48749		70.2
	10	-1.1086	D10(可変)			
11(絞り)	$\infty$	0.70				
G3	12	1.1575	0.30	1.62041	60.3	
	13	-3.1204	0.09			
	14	-2.6200	0.13	1.80517		25.4
	15	0.7788	D15(可変)			
G4	16	54.5285	0.44	1.90365	31.3	
	17	-2.0738	0.31			
	18	$\infty$	0.07	1.51680		64.2
19	$\infty$	0.58				

(\*:非球面)

【0068】

【表 1 4】

実施例 5・ズームに関するデータ						
	f	FNo.	$2\omega$	D6	D10	D15
広角端	1.00	3.02	70.3	2.66	0.30	0.58
望遠端	2.80	6.08	26.7	0.35	1.19	1.99

【0069】

【表 15】

実施例 5・非球面データ		
非球面 係数	L12	L21
	第 5 面	第 7 面
KA	1.0000678	0.9991234
RA <sub>4</sub>	1.0762869E-01	-5.3338644E-01
RA <sub>6</sub>	-2.2627339E-01	-1.1690264E+00
RA <sub>8</sub>	5.2946844E-01	2.0813459E+00
RA <sub>10</sub>	-3.2743943E-01	-4.8498261E+00
	第 6 面	第 8 面
KA	0.9999377	0.9998508
RA <sub>4</sub>	7.0579514E-02	-3.8829083E-01
RA <sub>6</sub>	-1.5462061E-01	-8.8238233E-01
RA <sub>8</sub>	3.3347683E-01	1.8650881E+00
RA <sub>10</sub>	-1.7641396E-01	-3.0146739E+00

10

20

【0070】

【表 16】には、上述の各条件式に関する値を、各実施例についてまとめたものを示す。  
【表 16】から分かるように、各実施例について条件式(1)～(8)の条件を満足している。

【0071】

【表 16】

条件式に関する値					
	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
$\nu d1n$	49.6	60.3	71.3	63.3	46.6
Nd1n	1.77	1.62	1.57	1.62	1.80
$\nu d2p$	81.5	68.3	81.5	70.2	70.2
f2/fw	1.39	1.14	1.65	1.89	2.22
$\nu d1p$	27.0	27.0	27.0	21.2	17.8
f2p/f2	3.05	3.72	5.66	4.76	4.74
f1p/f1	4.94	12.16	32.99	7.55	14.09
Nd1p	1.83	1.79	1.79	1.79	1.79

30

40

【0072】

【収差図】

図 7(A)～(D)はそれぞれ、実施例 1 に係るズームレンズにおける広角端での球面収差、非点収差、ディストーション(歪曲収差)および倍率色収差を示している。図 8(A)～(D)は、望遠端における同様の各収差を示している。各収差図には、d 線(587.6 nm)を基準波長とした収差を示す。球面収差図および倍率色収差図には、波長 460 nm、波長 615 nm についての収差も示す。非点収差図において、実線はサジタル方向、破線はタンジェンシャル方向の収差を示す。FNO. は F 値、 $\theta$  は半画角を示す。

50

【 0 0 7 3 】

同様に、実施例 2 に係るズームレンズについての諸収差を図 9 ( A ) ~ ( D ) ( 広角端 )、図 1 0 ( A ) ~ ( D ) ( 望遠端 ) に示す。同様にして、実施例 3 ~ 7 に係るズームレンズについての諸収差を図 1 1 ~ 図 1 6 の ( A ) ~ ( D ) に示す。

【 0 0 7 4 】

以上の各数値データおよび各収差図から分かるように、各実施例について、各変倍域で諸収差が良好に補正され、高変倍比でありながら、レンズ全長が短く、小型化の図られたズームレンズが実現できている。

【 0 0 7 5 】

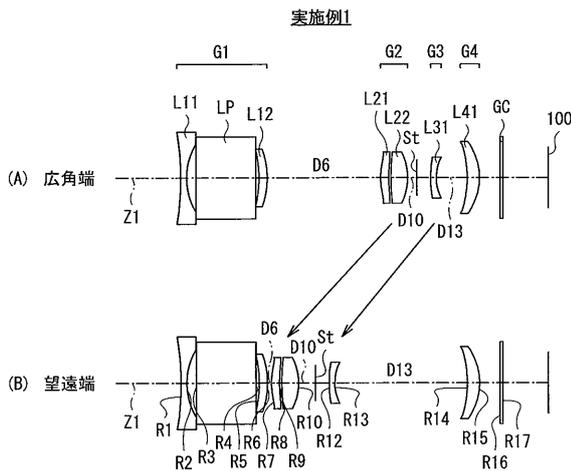
なお、本発明は、上記実施の形態および各実施例に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔および屈折率の値などは、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得る。

【 符号の説明 】

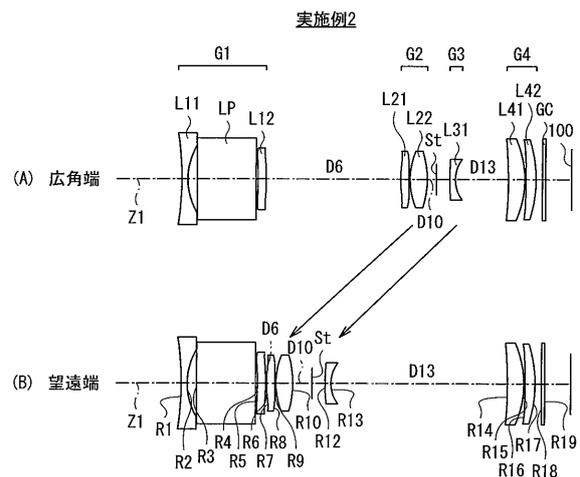
【 0 0 7 6 】

G C ... 光学部材、 G 1 ... 第 1 レンズ群、 G 2 ... 第 2 レンズ群、 G 3 ... 第 3 レンズ群、 G 4 ... 第 4 レンズ群、 L P ... 直角プリズム ( 反射部材 )、 S t ... 開口絞り、 R i ... 物体側から第 i 番目のレンズ面の曲率半径、 D i ... 物体側から第 i 番目と第 i + 1 番目のレンズ面との面間隔、 Z 1 ... 光軸、 1 0 0 ... 撮像素子。

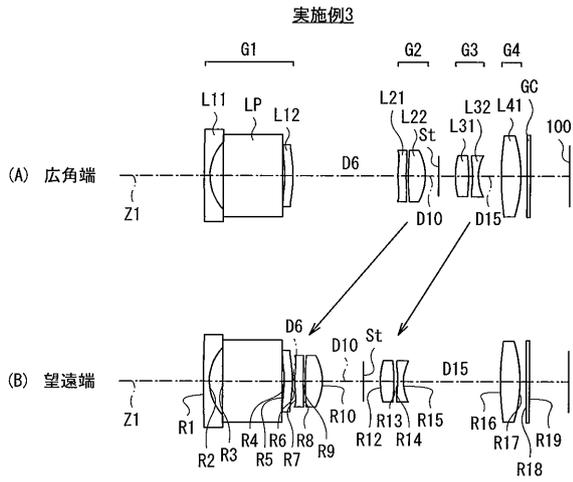
【 図 1 】



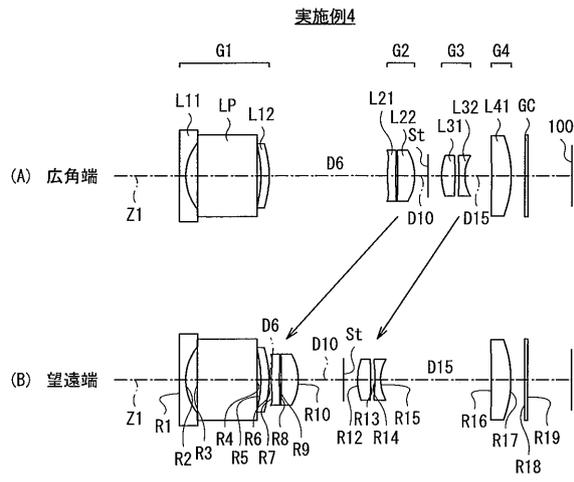
【 図 2 】



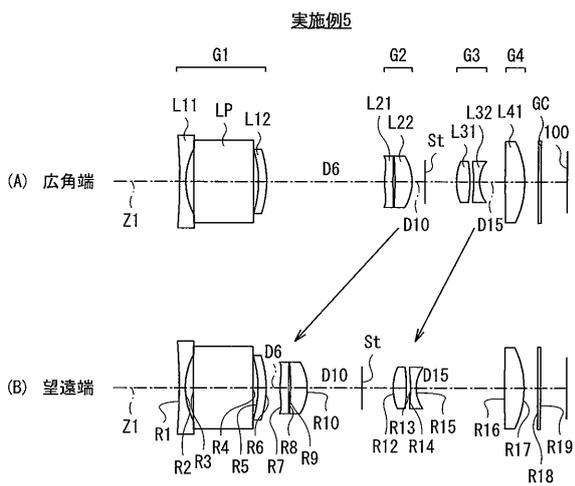
【 図 3 】



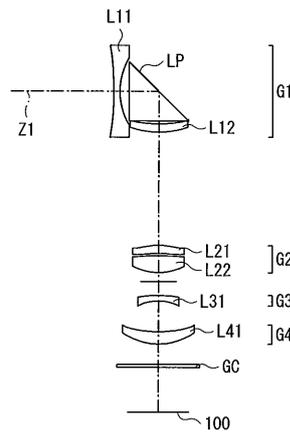
【 図 4 】



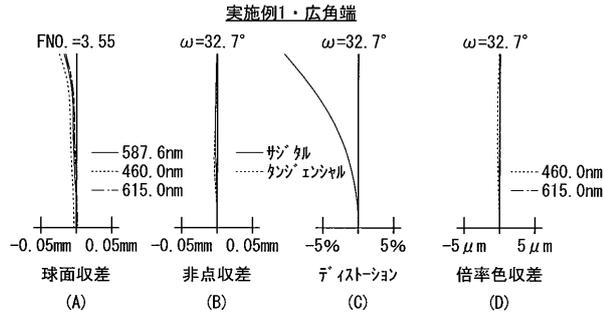
【 図 5 】



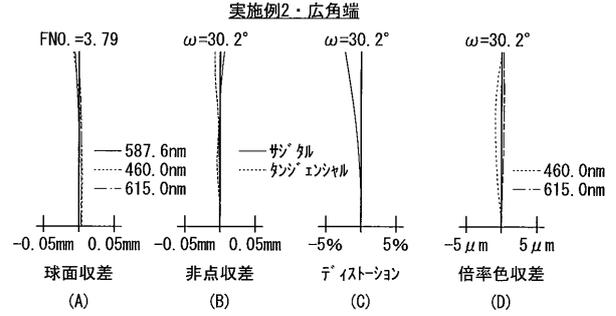
【 図 6 】



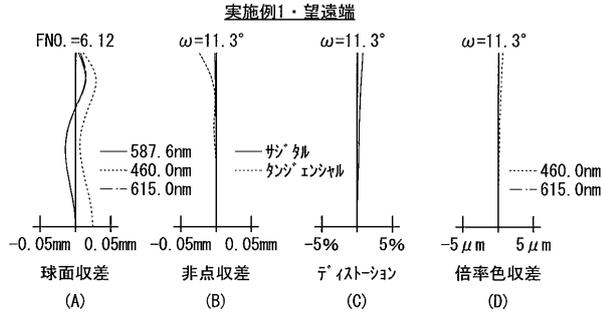
【 図 7 】



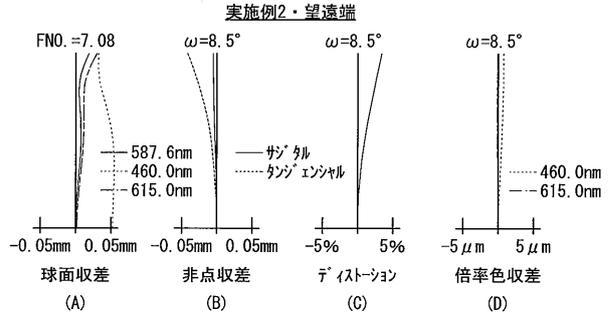
【 図 9 】



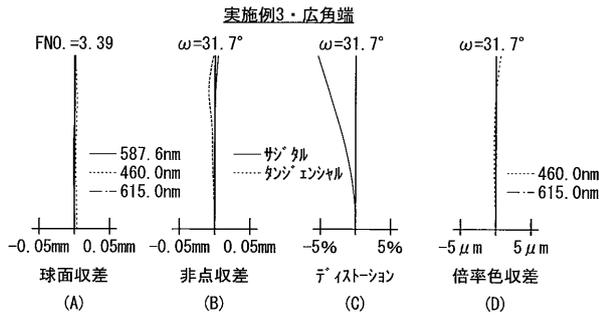
【 図 8 】



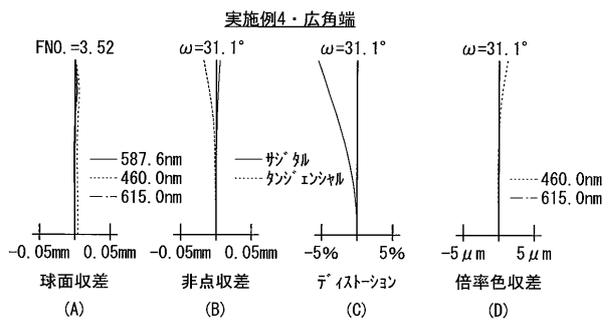
【 図 10 】



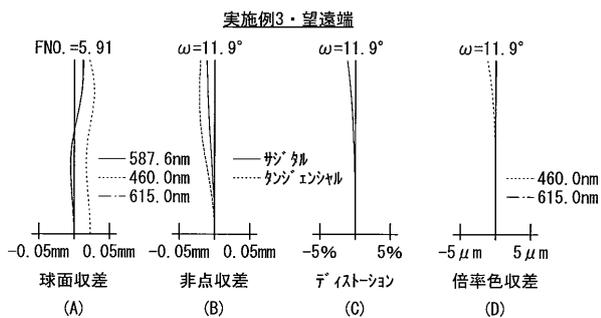
【 図 11 】



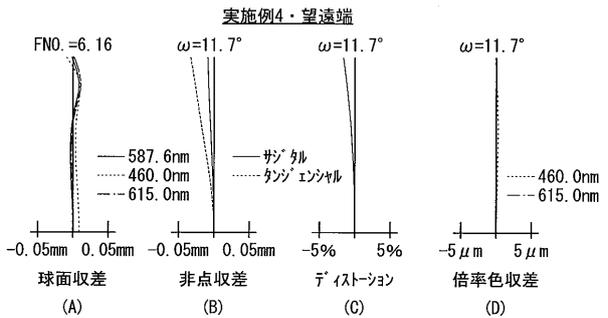
【 図 13 】



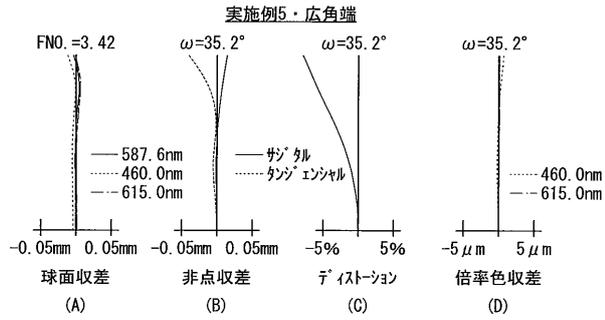
【 図 12 】



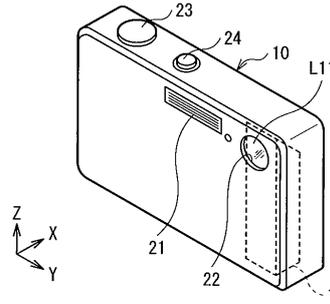
【 図 14 】



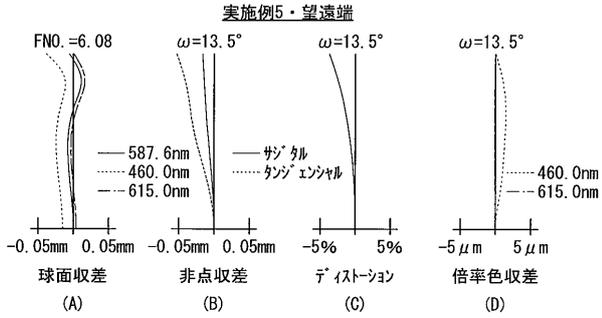
【 図 1 5 】



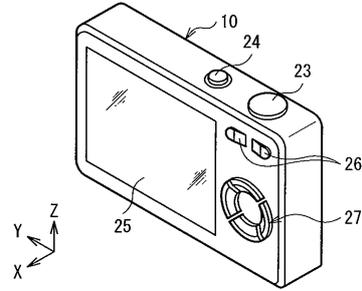
【 図 1 7 】



【 図 1 6 】



【 図 1 8 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA14 MA15 PA06 PA07 PA17 PB06 PB07 QA02 QA03  
QA07 QA17 QA19 QA21 QA32 QA34 QA41 QA42 QA45 QA46  
RA05 RA12 RA13 RA36 RA41 RA42 SA24 SA26 SA30 SA32  
SA63 SA64 SA72 SA75 SB03 SB13 SB22 SB23 SB32 SB33  
UA01  
2H101 FF08