(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5415298号
(P5415298)
(45)発行日　平成26年2月12日(2014.2.12)　(24)登録日　平成25年11月22日(2013.11.22)

(51)Int.Cl.　　F I
G02B 15/20 (2006.01)　　G02B 15/20
G02B 13/18 (2006.01)　　G02B 13/18

請求項の数 9　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願2010-2646(P2010-2646)
(22)出願日　平成22年1月8日(2010.1.8)
(65)公開番号　特開2011-141465(P2011-141465A)
(43)公開日　平成23年7月21日(2011.7.21)
審査請求日　平成24年7月2日(2012.7.2)

(73)特許権者　306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布２丁目２６番３０号
(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　富岡　領子
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

審査官　森内　正明

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)【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から順に、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、正の屈折力を有する第３レンズ群とからなり、前記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において、
前記第１レンズ群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第１レンズと、正の屈折力を有する非球面プラスチックレンズの第２レンズとからなり、
前記第２レンズ群が、物体側から順に、両凸形状の正の屈折力を有する第３レンズおよび両凹形状の負の屈折力を有する第４レンズから構成される接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第５レンズとからなり、
前記第３レンズ群が、正の屈折力を有する単レンズの第６レンズからなり、
下記条件式（１）、（７Ａ）を満足することを特徴とするズームレンズ。
１．１０＜ｆＧ２／ｆｗ＜１．３３　…　（１）
（Ｎｄ３＋Ｎｄ４）／２≧１．８４５５４５　…　（７Ａ）
ただし、
ｆＧ２：前記第２レンズ群の焦点距離
ｆｗ：広角端における全系の焦点距離
Ｎｄ３：前記第３レンズのｄ線に対する屈折率
Ｎｄ４：前記第４レンズのｄ線に対する屈折率
【請求項２】

下記条件式（２）を満足することを特徴とする請求項１記載のズームレンズ。
－２．０＜ｆＧ１／ｆｗ＜－１．５　…　（２）
ただし、
ｆＧ１：前記第１レンズ群の焦点距離
【請求項３】
下記条件式（３）を満足することを特徴とする請求項１または２記載のズームレンズ。
（ＤＧ１＋ＤＧ２＋ＤＧ３）／ｆｗ＜１．３　…　（３）
ただし、
ＤＧ１：前記第１レンズ群における最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離
ＤＧ２：前記第２レンズ群における最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離
ＤＧ３：前記第３レンズ群における最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離
【請求項４】
下記条件式（４）を満足することを特徴とする請求項１から３のいずれか１項記載のズームレンズ。
Ｎｄ２≧１．６　…　（４）
ただし、
Ｎｄ２：前記第２レンズのｄ線に対する屈折率
【請求項５】
下記条件式（５）を満足することを特徴とする請求項１から４のいずれか１項記載のズームレンズ。
νｄ２＜３０．０　…　（５）
ただし、
νｄ２：前記第２レンズのｄ線に対するアッベ数
【請求項６】
下記条件式（６）を満足することを特徴とする請求項１から５のいずれか１項記載のズームレンズ。
２６＜νｄ１－νｄ２＜３５　…　（６）
ただし、
νｄ１：前記第１レンズのｄ線に対するアッベ数
νｄ２：前記第２レンズのｄ線に対するアッベ数
【請求項７】
下記条件式（８）を満足することを特徴とする請求項１から６のいずれか１項記載のズームレンズ。
νｄ３－νｄ４＞１５．０　…　（８）
ただし、
νｄ３：前記第３レンズのｄ線に対するアッベ数
νｄ４：前記第４レンズのｄ線に対するアッベ数
【請求項８】
前記第３レンズ群のみを光軸方向に移動することによりフォーカシングを行うことを特徴とする請求項１から７のいずれか１項記載のズームレンズ。
【請求項９】
請求項１から８のいずれか１項記載のズームレンズ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、ズームレンズおよび撮像装置に関し、より詳しくは、ＣＣＤ（Ｃｈａｒｇｅ　Ｃｏｕｐｌｅｄ　Ｄｅｖｉｃｅ）やＣＭＯＳ（Ｃｏｍｐｌｅｍｅｎｔａｒｙ　Ｍｅｔａｌ　Ｏｘｉｄｅ　Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ）等の撮像素子を用いたデジタルカメラやビデオカメラ等に使用されるのに好適なズームレンズ、および該ズームレンズを備えた撮

像装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来、各種カメラにズームレンズが用いられている。その中でも３群ズームレンズはコンパクト化を図り、かつ収差補正を良好にするという観点から広く用いられている。そして、近年急速に普及しつつあるデジタルカメラやビデオカメラにおいては、一般のカメラに用いられるものと同様にレンズの小型化、高画質化、低ディストーション化に加え、低コスト化が望まれている。また、デジタルカメラやビデオカメラにおいては、オートフォーカスが主流になっており、フォーカシングの高速化が望まれている。そのため、ズームレンズのフォーカシング方式としては、レンズ重量を軽くでき、なおかつカメラ本体側にレンズが近く駆動が容易な、インナーフォーカスやリアーフォーカス方式が頻繁に使用されている。このような方式には、レンズ群数を２群構成とするよりも３群構成とする方が好適である。従来知られている３倍程度のズーム比をもつ小型の３群ズームレンズとしては、例えば下記特許文献１～６に記載のものがある。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００５－３２１７４４号公報
【特許文献２】特開２００５－３３１６４１号公報
【特許文献３】特開２００６－１３９１６４号公報
【特許文献４】特開２００８－２３３８７１号公報
【特許文献５】特開２００８－２３３４９９号公報
【特許文献６】特開２０００－２６７００９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、上記分野のズームレンズに対する高性能化、小型化、低コスト化の要求は年々厳しいものとなってきている。特許文献１、２に記載のズームレンズは、各レンズ群の光軸方向の小型化が図られたコンパクトな構成であるが、非球面レンズにガラス材料を使用しているため、高価になり、近年要望されている程度にまで低コスト化を図ることは難しい。特許文献３～６に記載のズームレンズは、プラスチックレンズを多用しているため低コスト化・軽量化という点では優れているが、近年要望されている程度の小型化に対応するためにはまだ改良の余地がある。
【０００５】
本発明は、上記事情に鑑みなされたものであり、小型化および低コスト化が図られ、高い光学性能を実現可能なズームレンズ、および該ズームレンズを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明のズームレンズは、物体側から順に、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、正の屈折力を有する第３レンズ群とからなり、前記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において、第１レンズ群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第１レンズと、正の屈折力を有する非球面プラスチックレンズの第２レンズとからなり、第２レンズ群が、物体側から順に、両凸形状の正の屈折力を有する第３レンズおよび両凹形状の負の屈折力を有する第４レンズから構成される接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第５レンズとからなり、第３レンズ群が、正の屈折力を有する単レンズの第６レンズからなり、下記条件式（１）、（７Ａ）を満足することを特徴とするものである。

$$1.10 < fG2/fw < 1.33 \quad \cdots \quad (1)$$

$$(Nd3+Nd4)/2 \geqq 1.845545 \quad \cdots \quad (7A)$$

ただし、
ｆＧ２：第２レンズ群の焦点距離
ｆｗ：広角端における全系の焦点距離
Ｎｄ３：第３レンズのｄ線に対する屈折率
Ｎｄ４：第４レンズのｄ線に対する屈折率
【０００７】
なお、上記本発明のズームレンズにおける「像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第１レンズ」、「正の屈折力を有する～第２レンズ」、「両凸形状の正の屈折力を有する第３レンズ」、「両凹形状の負の屈折力を有する第４レンズ」、「物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第５レンズ」、「正の屈折力を有する～第６レンズ」は、各レンズが非球面レンズの場合は近軸領域におけるものとする。また、上記「単レンズ」は接合されていない１枚のレンズという意味である。
【０００８】
本発明のズームレンズにおいては、下記条件式（２）～（６）、（８）を満足することが好ましい。好ましい態様としては、下記条件式（２）～（６）、（８）のいずれか１つを満足するものでもよく、あるいは任意の２つ以上の組合せを満足するものでもよい。

$$-2.0 < fG1/fw < -1.5 \quad \cdots \quad (2)$$

$$(DG1+DG2+DG3)/fw < 1.3 \quad \cdots \quad (3)$$

$$Nd2 \geqq 1.6 \quad \cdots \quad (4)$$

$$\nu d2 < 30.0 \quad \cdots \quad (5)$$

$$26 < \nu d1 - \nu d2 < 35 \quad \cdots \quad (6)$$

$$\nu d3 - \nu d4 > 15.0 \quad \cdots \quad (8)$$

ただし、
ｆＧ１：第１レンズ群の焦点距離
ＤＧ１：第１レンズ群における最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離
ＤＧ２：第２レンズ群における最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離
ＤＧ３：第３レンズ群における最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離
Ｎｄ２：第２レンズのｄ線に対する屈折率
νｄ１：第１レンズのｄ線に対するアッベ数
νｄ２：第２レンズのｄ線に対するアッベ数
νｄ３：第３レンズのｄ線に対するアッベ数
νｄ４：第４レンズのｄ線に対するアッベ数
【０００９】
また、本発明のズームレンズにおいては、第３レンズ群のみを光軸方向に移動することによりフォーカシングを行うように構成することが好ましい。
【００１０】
本発明の撮像装置は、上記記載の本発明のズームレンズを備えたことを特徴とするものである。
【発明の効果】
【００１１】
本発明によれば、３つのレンズ群からなり、各レンズ群中の各レンズのパワーおよび形状等を好適に設定し、非球面プラスチックレンズとなるレンズを好適に設定し、条件式（１）を満たすように第２レンズ群のパワーの範囲を好適に設定し、条件式（７Ａ）を満たすように第２レンズ群中の接合レンズを構成するレンズの屈折率の範囲を好適に設定しているため、小型化および低コスト化を図りながら、高い光学性能を実現可能なズームレンズ、および該ズームレンズを備えた撮像装置を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１２】
【図１】本発明の実施例１のズームレンズのレンズ構成を示す断面図であり、（Ａ）は広角端、（Ｂ）は望遠端におけるものである

【図２】本発明の実施例２のズームレンズのレンズ構成を示す断面図であり、（Ａ）は広角端、（Ｂ）は望遠端におけるものである
【図３】本発明の実施例３のズームレンズのレンズ構成を示す断面図であり、（Ａ）は広角端、（Ｂ）は望遠端におけるものである
【図４】本発明の実施例４のズームレンズのレンズ構成を示す断面図であり、（Ａ）は広角端、（Ｂ）は望遠端におけるものである
【図５】本発明の実施例５のズームレンズのレンズ構成を示す断面図であり、（Ａ）は広角端、（Ｂ）は望遠端におけるものである
【図６】第２レンズの周辺部の形状を説明するための断面図である
【図７】図７（Ａ）～図７（Ｃ）は沈胴方式を説明するための図である
【図８】図８（Ａ）～図８（Ｌ）は本発明の実施例１のズームレンズの各収差図である
【図９】図９（Ａ）～図９（Ｌ）は本発明の実施例２のズームレンズの各収差図である
【図１０】図１０（Ａ）～図１０（Ｌ）は本発明の実施例３のズームレンズの各収差図である
【図１１】図１１（Ａ）～図１１（Ｌ）は本発明の実施例４のズームレンズの各収差図である
【図１２】図１２（Ａ）～図１２（Ｌ）は本発明の実施例５のズームレンズの各収差図である
【図１３】本発明の実施形態にかかるデジタルカメラの斜視図である
【発明を実施するための形態】
【００１３】
以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図１～図５は、本発明の実施形態にかかるズームレンズの構成例を示す断面図であり、それぞれ後述の実施例１～５のズームレンズに対応している。図１～図５に示す例の基本的な構成は同様であり、図示方法も同様であるため、ここでは主に図１を参照しながら、本発明の実施形態にかかるズームレンズについて説明する。
【００１４】
図１では図の左側が物体側、右側が像側であり、図１（Ａ）は広角端におけるレンズ配置を示し、図１（Ｂ）には望遠端におけるレンズ配置を示し、これらの間には変倍に伴う各レンズ群の移動軌跡を模式的に実線で示してある。
【００１５】
本実施形態のズームレンズは、光軸Ｚに沿って、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３とが配列された３群ズーム構成であり、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行うものである。図１に示す例では、開口絞りＳｔは第２レンズ群Ｇ２の物体側に配置されており、変倍時には第２レンズ群Ｇ２とともに移動する。図１に示す開口絞りＳｔは大きさや形状を表すものではなく、光軸上での位置を示すものである。
【００１６】
また、図１では、ズームレンズが撮像装置に適用される場合を考慮して、第３レンズ群Ｇ３の像側に配置される平行平板状の光学部材ＰＰも合わせて示している。この光学部材ＰＰは、カバーガラスや、撮像装置の使用に応じて適宜選択されるローパスフィルタや赤外線カットフィルタ等の各種フィルタを想定したものである。図１に示す例では、本ズームレンズの像面の位置は光学部材ＰＰの像側の面の位置に一致するように配置されている。
【００１７】
なお、図１中の符号Ｒｉ（ｉ＝１、２、３、…）は、各レンズ、開口絞りＳｔ、光学部材ＰＰを含めた各構成要素の面の曲率半径を示し、符号Ｄｉ（ｉ＝１、２、３、…）は面間隔を示すものである。
【００１８】
第１レンズ群Ｇ１は、像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第１レンズＬ１と、正の

屈折力を有する非球面プラスチックレンズの第２レンズＬ２とからなる。第２レンズ群Ｇ２は、両凸形状の正の屈折力を有する第３レンズＬ３および両凹形状の負の屈折力を有する第４レンズＬ４から構成される接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第５レンズＬ５とからなる。第３レンズ群Ｇ３は、正の屈折力を有する単レンズの第６レンズＬ６からなる。

【００１９】

図１に示す例のズームレンズは、第１レンズＬ１が平凹レンズであり、第２レンズＬ２が物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズであり、第５レンズＬ５が負メニスカスレンズであり、第６レンズＬ６が像側に凸面を向けた正メニスカスレンズである。第１レンズＬ１を平凹形状とすることで低コストに製作できるが、第１レンズＬ１は両凹形状としてもよく、両凹形状とした場合には平凹形状に比べて負のパワーを強くすることができ収差補正上有利となる。

【００２０】

最も物体側に配置される第１レンズ群Ｇ１は、他のレンズ群に比べてレンズ外径が大きくなるため、ガラスレンズよりもプラスチックレンズを用いると低コスト化および軽量化の効果が大きい。しかし、最も物体側の第１レンズＬ１をプラスチックレンズとすると、プラスチックはガラスに比べて耐候性が弱いため、耐候性の点で不安要因が生じることになる。これを解決するには第１レンズＬ１のさらに物体側にカバーガラス等の保護部材を装着することが好ましいが、そうすると高コストになる。このような事情から、第１レンズ群Ｇ１中のプラスチックレンズとしては、第２レンズＬ２が好適である。

【００２１】

プラスチックは成型の自由度が高いため、プラスチックレンズに非球面形状を施すことが好ましく、本実施形態のズームレンズでは、第２レンズＬ２を非球面プラスチックレンズとしている。非球面は第２レンズＬ２のいずれか一方の面のみに形成してもよいが、両方の面に形成した方が収差補正上より有利となる。正レンズの第２レンズＬ２は、負レンズの第１レンズＬ１で発散された光線の屈折角を抑えて諸収差の発生を抑制するように機能するものであるから、第２レンズＬ２を非球面レンズとすることで諸収差を良好に補正でき、高い光学性能を実現することができる。

【００２２】

また、第２レンズＬ２をプラスチックとすることで、第２レンズＬ２の有効径外の周辺部を図６に示すような平面を有する形状に成型することが容易になる。第１レンズＬ１の像側の面は凹面であることから、第１レンズＬ１の像側の面の有効径外の周辺部は、一般に図６に示すような平面１ａを有する形状となる。そこで、第２レンズＬ２の物体側の面の有効径外の周辺部が、第１レンズＬ１の平面１ａと接するような、平面２ａを有する形状とすれば、第１レンズＧ１を構成する２つのレンズの光軸合わせを行う際の労力を低減することができ、さらに組み立て精度を向上させることができる。

【００２３】

第２レンズＬ２の材質をプラスチックとすることで、結像に関係する光線が通過するレンズ面の形状だけでなく、レンズの組み立てに関係するレンズ外形も所望の形状にすることが容易になり、結果として低コストで作製することができる。

【００２４】

なお、第１レンズＬ１の平面１ａと第２レンズＬ２の平面２ａは必ずしも双方の全面が接する構成とする必要はなく、部分的に接する構成でもよい。あるいは、第１レンズＬ１の平面１ａと第２レンズＬ２の平面２ａは直接接しなくてもよく、例えば平面１ａと平面２ａとの間に平行平板または薄膜等の平行平面部材を配置し、この平行平面部材を介して間接的に接するようにしてもよい。このような平行平面部材の材質としては例えば、マイラを用いることができる。さらに、遮光性を有する部材でこの平行平面部材を構成すれば、ゴースト光を遮光する機能も兼備させることができる。

【００２５】

なお、図６では第１レンズＬ１の平面１ａと第２レンズＬ２の平面２ａは、光軸Ｚに略

垂直な面としているが、必ずしもこれに限定されない。また、図６では、第１レンズＬ１の物体側の面の有効径外の周辺部と第２レンズＬ２の像側の面の有効径外の周辺部も平面を有する形状としているが、これらの部分は必ずしもこの形状に限定されない。

【００２６】

本ズームレンズでは、第３レンズＬ３を両凸形状、第４レンズＬ４を両凹形状としている。これにより、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４それぞれに強い正パワー、強い負パワーを持たせることができるので、収差補正上有利であるとともに、レンズ枚数の削減にも貢献することができる。

【００２７】

第３レンズＬ３、第４レンズＬ４を接合することで、色収差を良好に補正できるとともに、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４の相対的な偏芯量を低減して球面収差の変動を抑制し、安価に高い光学性能を確保することができる。さらに、第３レンズＬ３と第４レンズＬ４を接合レンズにすることにより、両者の空気間隔を０にして、光学系の光軸方向の厚みを薄くして、小型化に寄与することができる。

【００２８】

上記の基本的なレンズ構成に加え、本実施形態のズームレンズは、下記条件式（１）を満足するように構成されている。

１．１０＜ｆＧ２／ｆｗ＜１．３３　…　（１）

ただし、

ｆＧ２：第２レンズ群Ｇ２の焦点距離

ｆｗ：広角端における全系の焦点距離

【００２９】

条件式（１）は、第２レンズ群Ｇ２のパワーに関するものである。条件式（１）の下限を下回るほど第２レンズ群Ｇ２のパワーが強くなると、変倍時の収差変動が大きくなり、良好な光学性能を保つことが難しくなる。条件式（１）の上限を上回るほど第２レンズ群Ｇ２のパワーが弱くなると、変倍時の第２レンズ群Ｇ２の移動量が大きくなり、光学系全体の小型化を図る上で不利となる。

【００３０】

なお、下記条件式（１－２）を満足することがより好ましく、条件式（１－２）を満足した場合には、より良好な光学性能を有し、より小型化を図ることが可能になる。

１．２５＜ｆＧ２／ｆｗ≦１．３２　…　（１－２）

【００３１】

下記条件式（１－３）を満足することがさらにより好ましく、条件式（１－３）を満足した場合には、条件式（１－２）を満足した場合よりもさらに良好な光学性能を有することが可能になる。

１．３＜ｆＧ２／ｆｗ≦１．３２　…　（１－３）

【００３２】

本発明の実施形態にかかるズームレンズは、以下に述べる構成を有することが好ましい。好ましい態様としては、以下のいずれか１つの構成を有するものでもよく、あるいは任意の２つ以上の組合せを有するものでもよい。

【００３３】

下記条件式（２）を満足することが好ましい。

－２．０＜ｆＧ１／ｆｗ＜－１．５　…　（２）

ただし、

ｆＧ１：第１レンズ群Ｇ１の焦点距離

ｆｗ：広角端における全系の焦点距離

【００３４】

条件式（２）は、第１レンズ群Ｇ１のパワーに関するものである。条件式（２）の下限を下回るほど第１レンズ群Ｇ１のパワーが弱くなると、変倍時の第１レンズ群Ｇ１の移動量が大きくなり、光学系全体の小型化を図る上で不利となる。条件式（２）の上限を上回

るほど第１レンズ群Ｇ１のパワーが強くなると、変倍時の収差変動が大きくなり、良好な光学性能を保つことが難しくなる。

【００３５】

なお、下記条件式（２－２）を満足することがより好ましく、条件式（２－２）を満足した場合には、より小型化を図ることが可能になる。

－１．８＜ｆＧ１／ｆｗ＜－１．５　…　（２－２）

【００３６】

下記条件式（２－３）を満足することがさらにより好ましく、条件式（２－３）を満足した場合には、条件式（２－２）を満足した場合よりもさらに良好な光学性能を有することが可能になる。

－１．８＜ｆＧ１／ｆｗ＜－１．６　…　（２－３）

【００３７】

下記条件式（３）を満足することが好ましい。

（ＤＧ１＋ＤＧ２＋ＤＧ３）／ｆｗ＜１．３　…　（３）

ただし、

ＤＧ１：第１レンズ群Ｇ１における最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離

ＤＧ２：第２レンズ群Ｇ２における最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離

ＤＧ３：第３レンズ群Ｇ３における最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離

ｆｗ：広角端における全系の焦点距離

【００３８】

条件式（３）は、各レンズ群の厚み（光軸方向の長さ）に関するものである。条件式（３）を満たすように構成することで、レンズ系を撮像装置に沈胴収納した時のレンズ系の光軸方向の厚みを小さくでき、コンパクト化に貢献することができる。

【００３９】

なお、下記条件式（３－２）を満足することがより好ましい。

１．１＜（ＤＧ１＋ＤＧ２＋ＤＧ３）／ｆｗ＜１．２５　…　（３－２）

【００４０】

条件式（３－２）の下限を下回るほど各レンズ群の厚みを薄くしようとすると、各レンズの曲率半径の絶対値を大きくしなければならず、それにより各レンズ群のパワーが小さくなってしまう。そのため、変倍時の各レンズ群の移動量が大きくなり、各レンズ群を移動させるためのカム筒が長くなってしまい、沈胴時のレンズ系の光軸方向の全長が長くなってしまう。条件式（３－２）の上限を満足した場合には、条件式（３－２）の上限を満足した場合よりもさらにコンパクト化に貢献することができる。

【００４１】

下記条件式（４）を満足することが好ましい。

Ｎｄ２≧１．６　…　（４）

ただし、

Ｎｄ２：第２レンズＬ２のｄ線に対する屈折率

【００４２】

条件式（４）は、第２レンズＬ２の材質の屈折率に関するものである。第２レンズＬ２の材質に条件式（４）を満たすような比較的屈折率が高い材質を選択することで、レンズの曲率半径の絶対値が小さくなりすぎるのを防止でき、収差の発生量を抑制することができる。

【００４３】

下記条件式（５）を満足することが好ましい。

νｄ２＜３０．０　…　（５）

ただし、

νｄ２：第２レンズＬ２のｄ線に対するアッベ数

【００４４】

条件式（５）は、第２レンズＬ２の材質のアッベ数に関するものである。第２レンズＬ

２の材質に条件式（５）を満たすような分散の大きな材質を選択することで、第２レンズの材質をプラスチックとした場合でも、色収差のバランスをとることが容易になり、色収差を良好に補正することができる。

【００４５】

なお、下記条件式（５－２）を満足することがより好ましい。条件式（５－２）を満足した場合には、さらに色収差を良好に補正することができる。

νｄ２＜２８　…　（５－２）

【００４６】

下記条件式（６）を満足することが好ましい。

２６＜νｄ１－νｄ２＜３５　…　（６）

ただし、

νｄ１：第１レンズＬ１のｄ線に対するアッベ数

νｄ２：第２レンズＬ２のｄ線に対するアッベ数

【００４７】

条件式（６）は、第１レンズ群Ｇ１を構成する負レンズ、正レンズの２つレンズの材質のアッベ数に関するものである。これら２つのレンズの材質を条件式（６）を満たすように選択することで、第２レンズの材質をプラスチックとした場合でも、色収差を良好に補正することができる。

【００４８】

なお、下記条件式（６－２）を満足することがより好ましい。条件式（６－２）を満足した場合には、さらに色収差を良好に補正することができる。

２７＜νｄ１－νｄ２＜３３　…　（６－２）

【００４９】

下記条件式（７）を満足することが好ましい。

（Ｎｄ３＋Ｎｄ４）／２＞１．８０　…　（７）

ただし、

Ｎｄ３：第３レンズＬ３のｄ線に対する屈折率

Ｎｄ４：第４レンズＬ４のｄ線に対する屈折率

【００５０】

条件式（７）は、第２レンズ群Ｇ２中の接合レンズを構成するレンズの屈折率に関するものである。この接合レンズの材質を条件式（７）を満たすように選択することで、接合レンズを構成するレンズの面の曲率半径の絶対値が小さくなりすぎるのを防止でき、第２レンズ群Ｇ２の厚みを小さくでき、第２レンズ群Ｇ２の小型化に寄与することできる。

【００５１】

下記条件式（８）を満足することが好ましい。

νｄ３－νｄ４＞１５．０　…　（８）

ただし、

νｄ３：第３レンズＬ３のｄ線に対するアッベ数

νｄ４：第４レンズＬ４のｄ線に対するアッベ数

【００５２】

条件式（８）は、第２レンズ群Ｇ２中の接合レンズを構成するレンズのアッベ数に関するものである。この接合レンズの材質を条件式（８）を満たすように選択することで、倍率色収差を良好に補正することができる。

【００５３】

本ズームレンズは、第２レンズＬ２以外のレンズも非球面レンズとして構成してもよい。例えば、メニスカス形状である第５レンズＬ５を非球面レンズとすれば、良好に収差補正することが可能になる。また、最も像面に近い第６レンズＬ６を非球面レンズとすれば、テレセントリック性を向上させることが可能になる。

【００５４】

本ズームレンズは、第３レンズ群Ｇ３のみを光軸方向に移動することによりフォーカシ

ングを行うように構成することが好ましい。第３レンズ群Ｇ３は単レンズ構成であることから、フォーカシングの駆動機構の負荷を抑制でき、フォーカシングの高速化に寄与することができる。

【００５５】

第２レンズＬ２以外にも本ズームレンズを構成するレンズのうち１つあるいは複数のレンズを、低コスト化のためにプラスチックレンズとしてもよい。例えば、非球面形状が形成されるレンズは低コスト化のためにはプラスチックレンズとすることが好ましい。

【００５６】

第３レンズ群Ｇ３のみでフォーカシングを行う場合には、第６レンズＬ６をプラスチックレンズとすれば、フォーカシングレンズを軽量化することができ、よりいっそうフォーカシングの高速化に寄与することができる。また、第５レンズＬ５は、本ズームレンズにおいては比較的屈折率の低い材質を用いても収差補正上の問題はないことから、第５レンズＬ５をプラスチックレンズとして低コスト化を図ることが好ましい。

【００５７】

しかし、本ズームレンズが例えば屋外等の厳しい環境において使用される場合には、最も物体側に配置される第１レンズＬ１には、風雨による表面劣化、直射日光による温度変化に強く、さらには油脂・洗剤等の化学薬品に強い材料、すなわち耐水性、耐候性、耐酸性、耐薬品性等が高い材料を用いることが好ましい。また、第１レンズＬ１には、堅く、割れにくい材質を用いることが要望されることがある。これらの要望を満たすことが重視される場合は第１レンズＬ１の材質はガラスとすることが好ましく、または透明なセラミックスを用いてもよい。

【００５８】

本ズームレンズが厳しい環境において使用される場合には、保護用の多層膜コートが施されることが好ましい。さらに、保護用コート以外にも、使用時のゴースト光低減等のための反射防止コート膜を施すようにしてもよい。

【００５９】

なお、図１に示す例では、レンズ系と結像面との間に光学部材ＰＰを配置した例を示したが、ローパスフィルタや特定の波長域をカットするような各種フィルタ等を配置する代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置してもよく、あるいは、いずれかのレンズのレンズ面に、各種フィルタと同様の作用を有するコートを施してもよい。

【００６０】

ズームレンズを沈胴させる方式としては、各レンズ群の間隔を狭めるように光軸Ｚに沿って各レンズ群を移動させる方式が一般的であるが、他の方式を用いてもよく、例えば、レンズ系を構成する一部のレンズを光軸Ｚ上から外して収納する方式を用いてもよい。

【００６１】

沈胴方式の例について図７（Ａ）～図７（Ｃ）を参照しながら説明する。図７（Ａ）は撮影時の各レンズ群の一配置例である。図７（Ｂ）は、上記の一般的な方式を用いたときの沈胴時の各レンズ群の配置例である。図７（Ｂ）に示す例の方式では、沈胴させる際に、矢印に示すように光軸Ｚに沿った方向に第１レンズ群Ｇ１～第３レンズ群Ｇ３を移動させる。

【００６２】

これに対して、図７（Ｃ）は、第２レンズ群Ｇ２のみを光軸Ｚ上から外して収納する方式を用いたときの沈胴時の各レンズ群の配置例である。図７（Ｃ）に示す例の方式では、沈胴させる際に、Ｇ２という符号を付した矢印で示すように第２レンズ群Ｇ２のみを光軸Ｚと異なる方向に移動させ、Ｇ１、Ｇ３という符号を付した矢印で示すように第１レンズ群Ｇ１と第３レンズ群Ｇ３は光軸Ｚに沿った方向に移動させる。

【００６３】

図７（Ｃ）の方式によれば、沈胴時には光軸Ｚに垂直な方向において第２レンズ群Ｇ２を第３レンズ群Ｇ３と並列するような位置に退避させることが可能なため、沈胴時の光軸Ｚ方向の厚みを小さくすることができる。なお、光軸Ｚ上から外して収納する一部のレン

ズは必ずしも第２レンズ群Ｇ２に限定されないが、本実施形態のような構成のズームレンズにおいては、全系の各構成要素の厚みを考慮すると第２レンズ群Ｇ２に適用することが好ましい。

【００６４】

次に、本発明のズームレンズの数値実施例について説明する。実施例１～実施例５のズームレンズのレンズ断面図はそれぞれ図１～図５に示したものである。

【００６５】

実施例１のズームレンズのレンズデータを表１に、非球面データを表２に、変倍に関するデータを表３に示す。同様に、実施例２～５のズームレンズのレンズデータ、非球面データ、変倍に関するデータをそれぞれ表４～表１５に示す。以下では表中の記号の意味について、実施例１を例にとり説明するが、実施例２～５のものについても基本的に同様である。

【００６６】

表１のレンズデータにおいて、Ｓｉの欄には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ｉ番目（ｉ＝１、２、３、…）の面番号を示し、Ｒｉの欄にはｉ番目の面の曲率半径を示し、Ｄｉの欄にはｉ番目の面とｉ＋１番目の面との光軸Ｚ上の面間隔を示している。また、Ｎｄｊの欄には最も物体側のレンズを１番目として像側に向かうに従い順次増加するｊ番目（ｊ＝１、２、３、…）のレンズのｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する屈折率を示し、νｄｊの欄にはｊ番目のレンズのｄ線に対するアッベ数を示している。

【００６７】

なお、曲率半径の符号は、物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。レンズデータには、開口絞りＳｔおよび光学部材ＰＰも含めて示している。各実施例において、レンズデータの表のＲｉ、Ｄｉ（ｉ＝１、２、３、…）は、レンズ断面図の符号Ｒｉ、Ｄｉと対応している。また、表１の下に広角端から望遠端まで変倍するときの焦点距離ｆ（ｍｍ）、Ｆｎｏ．および全画角２ω（度）の値の範囲を示す。

【００６８】

表１のレンズデータでは、非球面は面番号に＊印を付しており、非球面の曲率半径として近軸の曲率半径の数値を示している。表２の非球面データは、これら非球面に関する非球面係数を示すものである。表２の非球面データの数値の「Ｅ－ｎ」（ｎ：整数）は「×１０$^{-n}$」を意味し、「Ｅ＋ｎ」は「×１０^{n}」を意味する。非球面係数は、下式で表される非球面式における各係数ＫＡ、Ａｍ（ｍ＝３、４、５、…）の値である。

$Zd=C\cdot h^{2}/\{1+(1-KA\cdot C^{2}\cdot h^{2})^{1/2}\}+\Sigma Am\cdot h^{m}$

ただし、

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

ｈ：高さ（光軸からのレンズ面までの距離）

Ｃ：近軸曲率

ＫＡ、Ａｍ：非球面係数（ｍ＝３、４、５、…）

【００６９】

表１のレンズデータにおいて、変倍時に間隔が変化する面間隔の欄にはそれぞれ変化ｄ４、変化ｄ１０、変化ｄ１２と記載している。変化ｄ４は第１レンズ群Ｇ１と開口絞りＳｔとの間隔であり、変化ｄ１０は第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との間隔であり、変化ｄ１２は第３レンズ群Ｇ３と光学部材ＰＰとの間隔である。

【００７０】

表３の変倍に関するデータに、広角端、中間、望遠端における、全系の焦点距離であるｆ、変化ｄ４、変化ｄ１０、変化ｄ１２の値を示す。ここでは、レンズデータおよび変倍に関するデータにおける角度の単位としては度を用い、長さの単位としてはｍｍを用いているが、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、他の適当な単位を用いることもできる。なお、下記各表では、所定の桁でまるめた数値を記載して

いる。

【００７１】

【表１】

実施例1　レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
1	∞	0.53	1.61400	55.0
2	4.3011	0.80		
3*	5.4082	1.32	1.60595	27.0
4*	10.3733	変化d4		
5(開口絞り)	∞	0.05		
6	5.0055	1.92	1.88300	40.8
7	-9.3990	0.61	1.80809	22.8
8	9.3990	0.17		
9*	16.7287	0.86	1.50957	56.5
10*	11.2303	変化d10		
11*	-74.9003	1.50	1.50957	56.5
12*	-10.5688	変化d12		
13	∞	0.80	1.51680	64.2
14	∞	0.00		
15(像面)	∞			

f＝6.86～19.40,　Fno.＝3.24～6.07,　画角2ω＝63.4～22.6

【００７２】

【表２】

実施例1　非球面データ

Si	KA	A3	A4	A5	A6
3	-0.9241327	1.2807094E-03	-1.5423134E-03	2.4011713E-03	-1.0779309E-03
4	-0.6678306	8.8156210E-04	-2.7500016E-03	1.6775362E-03	-5.8574107E-04
9	1.8238576	-1.7596800E-03	5.9925883E-03	-2.1425793E-03	9.2783910E-04
10	-5.0317097	-1.1610835E-03	1.0514528E-02	-1.4270941E-03	1.0647590E-03
11	-0.0440454	0.0000000E+00	1.4136919E-04	0.0000000E+00	2.2971675E-05
12	-3.7939521	0.0000000E+00	-9.9965179E-05	0.0000000E+00	1.6034172E-05

Si	A7	A8	A9	A10	A11
3	2.2290457E-04	-4.4355101E-06	-4.7546329E-06	1.3797858E-08	6.8072630E-08
4	4.8143606E-05	1.1487498E-05	-1.9796555E-06	-2.2594993E-07	0.0000000E+00
9	-1.5400313E-04	-9.6443741E-06	-8.9579630E-06	-5.5182038E-08	-2.7641324E-08
10	-1.5273207E-04	-3.0166022E-06	-1.5018531E-06	-5.1614529E-09	-1.3603031E-09
11	0.0000000E+00	3.2199547E-07	0.0000000E+00	-1.7445138E-08	0.0000000E+00
12	0.0000000E+00	1.1446845E-06	0.0000000E+00	-4.0490367E-08	0.0000000E+00

Si	A12
9	-1.3562922E-10
10	-5.3943787E-12

【００７３】

【表３】

実施例1　変倍に関するデータ

	f	変化d4	変化d10	変化d12
広角端	6.861	9.561	5.305	4.452
中間	11.537	4.679	10.284	3.900
望遠端	19.401	1.705	17.893	3.281

【００７４】

【表４】

実施例2 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
1	-95.4940	0.55	1.58313	59.4
2	4.4110	0.90		
3*	5.6049	1.42	1.60595	27.0
4*	9.8473	変化d4		
5(開口絞り)	∞	0.05		
6	4.9534	1.92	1.88300	40.8
7	-9.2000	0.63	1.84666	23.8
8	9.2000	0.19		
9*	14.4098	1.00	1.50957	56.5
10*	12.4076	変化d10		
11*	-114.8135	1.60	1.50957	56.5
12*	-11.2731	変化d12		
13	∞	0.80	1.51680	64.2
14	∞	0.00		
15(像面)	∞			

f＝6.80～19.22, Fno.＝3.17～5.95, 画角2ω＝65.4～23.0

【００７５】

【表５】

実施例2 非球面データ

Si	KA	A3	A4	A5	A6
3	-0.4550601	2.0655362E-04	-8.8260982E-04	1.5255021E-03	-6.6914186E-04
4	-0.8636347	-3.2189119E-04	-1.6662028E-03	1.2451069E-03	-5.0411166E-04
9	0.3933923	-1.5744424E-03	3.4663272E-03	1.9551408E-04	-4.4123043E-05
10	1.8022821	-8.1776834E-04	7.5356771E-03	6.6352216E-04	6.1640294E-05
11	-0.0022064	0.0000000E+00	1.0895229E-04	0.0000000E+00	2.2160589E-05
12	-2.0627287	0.0000000E+00	-3.0311173E-05	0.0000000E+00	1.8293286E-05

Si	A7	A8	A9	A10	A11
3	1.2605380E-04	-2.5880642E-06	-2.7874664E-06	1.2693552E-08	5.1615990E-08
4	3.8872635E-05	6.9364493E-06	-8.5086762E-07	-1.2740069E-07	0.0000000E+00
9	-7.1546166E-05	-6.7584691E-07	-4.4949069E-07	-2.4044667E-09	-1.1365728E-09
10	2.3434418E-05	6.4608477E-08	2.2900911E-08	1.0631316E-10	5.5775072E-11
11	0.0000000E+00	-1.1114324E-06	0.0000000E+00	5.1960802E-08	0.0000000E+00
12	0.0000000E+00	-1.1321520E-06	0.0000000E+00	5.4923309E-08	0.0000000E+00

Si	A12
9	-5.1010271E-12
10	3.9874564E-13

【００７６】

【表６】

実施例2 変倍に関するデータ

	f	変化d4	変化d10	変化d12
広角端	6.798	9.334	5.096	4.495
中間	11.432	4.734	10.415	3.662
望遠端	19.224	1.766	17.902	3.317

【００７７】

【表７】

実施例3 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
1	−199.9810	0.55	1.61405	55.0
2	4.3225	0.85		
3*	5.5371	1.42	1.60595	27.0
4*	10.6494	変化d4		
5(開口絞り)	∞	0.05		
6	4.9274	2.02	1.88300	40.8
7	−8.7999	0.57	1.84666	23.8
8	9.2618	0.19		
9*	25.0790	0.90	1.50957	56.5
10*	19.1685	変化d10		
11*	−131.8752	1.60	1.50957	56.5
12*	−12.2429	変化d12		
13	∞	0.80	1.51680	64.2
14	∞	0.00		
15(像面)	∞			

f＝6.81～19.25, Fno.＝3.21～5.97, 画角2ω＝65.2～23.0

【００７８】

【表８】

実施例3 非球面データ

Si	KA	A3	A4	A5	A6
3	−1.5453159	1.7517332E−04	2.0736977E−04	1.3316941E−03	−5.8032021E−04
4	−1.0580439	−2.7135198E−04	−1.6162617E−03	1.1916315E−03	−4.7164809E−04
9	2.8054077	−1.9609270E−03	5.5074174E−03	−1.2281357E−03	6.7532076E−04
10	6.5511744	−1.4349763E−03	9.6587771E−03	−8.2793702E−04	8.3712979E−04
11	−0.0007366	0.0000000E+00	2.3855764E−04	0.0000000E+00	−3.2032774E−06
12	−1.5392185	0.0000000E+00	1.7650002E−04	0.0000000E+00	−9.7259906E−06

Si	A7	A8	A9	A10	A11
3	1.0149999E−04	−1.7986287E−06	−2.1655099E−06	7.5730904E−09	3.6801221E−08
4	3.8173645E−05	5.6620476E−06	−9.5010289E−07	−1.0848333E−07	0.0000000E+00
9	−1.4262231E−04	−7.0760816E−06	−6.4298189E−06	−3.9190487E−08	−1.9174284E−08
10	−8.3832854E−05	−2.3626725E−06	−1.3330333E−06	−5.2448772E−09	−1.7114468E−09
11	0.0000000E+00	2.6872632E−07	0.0000000E+00	2.7976574E−08	0.0000000E+00
12	0.0000000E+00	2.9323889E−07	0.0000000E+00	3.1896461E−08	0.0000000E+00

Si	A12
9	−8.5546514E−11
10	−2.1562455E−12

【００７９】

【表９】

実施例3 変倍に関するデータ

	f	変化d4	変化d10	変化d12
広角端	6.807	9.519	5.355	4.377
中間	11.447	4.755	10.485	3.660
望遠端	19.249	1.736	17.889	3.374

【００８０】

【表１０】

実施例4　レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
1	∞	0.53	1.61405	55.0
2	4.2915	0.80		
3*	5.3962	1.32	1.60595	27.0
4*	10.2944	変化d4		
5(開口絞り)	∞	0.05		
6	5.1374	1.90	1.88300	40.8
7	-8.7205	0.60	1.80809	22.8
8	10.5041	0.17		
9*	16.9368	0.87	1.50957	56.5
10*	10.6102	変化d10		
11*	-57.8572	1.50	1.50957	56.5
12*	-10.2941	変化d12		
13	∞	0.80	1.51680	64.2
14	∞	0.00		
15(像面)	∞			

f＝6.85～19.37,　Fno.＝3.24～6.06,　画角2ω＝63.6～22.6

【００８１】

【表１１】

実施例4　非球面データ

Si	KA	A3	A4	A5	A6
3	-0.1801441	1.2074149E-03	-2.1809261E-03	2.5151340E-03	-1.1316576E-03
4	0.1810814	8.1462919E-04	-2.8407345E-03	1.7068968E-03	-6.0637771E-04
9	1.7865010	-1.0760157E-03	5.4109223E-03	-1.9519421E-03	9.2786830E-04
10	-4.7822759	-4.9761361E-04	9.7654140E-03	-1.2053480E-03	1.0396368E-03
11	-0.0450703	0.0000000E+00	4.5928464E-04	0.0000000E+00	2.1314431E-06
12	-3.1818802	0.0000000E+00	3.1553236E-04	0.0000000E+00	-4.8198952E-06

Si	A7	A8	A9	A10	A11
3	2.2807192E-04	-4.1423144E-06	-4.6032253E-06	1.3229461E-08	6.6326470E-08
4	4.4041404E-05	1.1789618E-05	-1.5931511E-06	-2.2340123E-07	0.0000000E+00
9	-1.6543489E-04	-9.7868350E-06	-9.0599646E-06	-5.5731462E-08	-2.7885722E-08
10	-1.7759092E-04	-3.1406344E-06	-1.5472472E-06	-5.2914488E-09	-1.3723214E-09
11	0.0000000E+00	7.9046152E-07	0.0000000E+00	-1.7132396E-08	0.0000000E+00
12	0.0000000E+00	1.4077013E-06	0.0000000E+00	-3.4621158E-08	0.0000000E+00

Si	A12
9	-1.3577598E-10
10	-4.7086842E-12

【００８２】

【表１２】

実施例4　変倍に関するデータ

	f	変化d4	変化d10	変化d12
広角端	6.850	9.562	5.398	4.443
中間	11.519	4.663	10.335	3.917
望遠端	19.370	1.704	17.970	3.235

【００８３】

【表１３】

実施例5 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
1	-105.2300	0.55	1.67790	55.3
2	4.5685	0.85		
3*	5.8195	1.40	1.61396	25.5
4*	12.0840	変化d4		
5(開口絞り)	∞	0.05		
6	4.9760	1.94	1.88300	40.8
7	-8.8824	0.71	1.80809	22.8
8	9.6798	0.18		
9*	23.4994	0.90	1.50957	56.5
10*	15.2075	変化d10		
11*	-117.6177	1.60	1.50957	56.5
12*	-11.6256	変化d12		
13	∞	0.80	1.51680	64.2
14	∞	0.00		
15(像面)	∞			

f＝6.77～19.14, Fno.＝3.15～5.97, 画角2ω＝65.4～23.0

【００８４】

【表１４】

実施例5 非球面データ

Si	KA	A3	A4	A5	A6
3	-1.8372736	-5.5022454E-04	9.5321522E-04	9.4301784E-04	-5.4176749E-04
4	-1.4582900	-1.2187176E-03	-4.6200692E-04	6.3370514E-04	-4.0095270E-04
9	2.8443685	-3.3283977E-03	6.2365013E-03	-1.8992039E-03	6.9803660E-04
10	7.1502982	-2.4006811E-03	1.0008172E-02	-1.2802533E-03	8.5739257E-04
11	-0.0011619	0.0000000E+00	1.3301170E-04	0.0000000E+00	1.8551700E-05
12	-1.5232059	0.0000000E+00	1.2578289E-04	0.0000000E+00	7.8916303E-06

Si	A7	A8	A9	A10	A11
3	1.1158275E-04	-2.1700406E-06	-2.6203365E-06	4.6915487E-09	3.5841555E-08
4	5.3549702E-05	5.3065488E-06	-1.6225628E-06	-1.1628315E-07	0.0000000E+00
9	-1.2529671E-04	-7.0835459E-06	-6.4992990E-06	-3.9771201E-08	-1.9486204E-08
10	-8.5797344E-05	-2.4075875E-06	-1.3505555E-06	-5.2658666E-09	-1.6905813E-09
11	0.0000000E+00	-7.0024237E-07	0.0000000E+00	3.7010485E-08	0.0000000E+00
12	0.0000000E+00	-3.0457925E-07	0.0000000E+00	3.0404665E-08	0.0000000E+00

Si	A12
9	-8.6482528E-11
10	-1.8482772E-12

【００８５】

【表１５】

実施例5 変倍に関するデータ

	f	変化d4	変化d10	変化d12
広角端	6.769	8.431	5.323	4.284
中間	11.383	4.200	10.484	3.692
望遠端	19.143	1.574	18.242	3.279

【００８６】

実施例１～５のズームレンズ全て、第２レンズＬ２、第５レンズＬ５、第６レンズＬ６の材質としてプラスチックを用いている。全系を構成するレンズのうちの半分のレンズをプラスチックレンズとしているため、低コストで作製することが可能である。

【００８７】

上記実施例１～５のズームレンズにおける上記条件式（１）～（８）に対応する値を表１６に示す。実施例１～５では、ｄ線を基準波長としており、表１６にはこの基準波長に

おける各値を示す。表１６からわかるように、実施例１～５全て条件式（１）～（８）を満足している。

【００８８】

【表１６】

	条件式	実施例１	実施例２	実施例３	実施例４	実施例５
(1)	fG2／fw	1.320	1.319	1.319	1.320	1.269
(2)	fG1／fw	−1.738	−1.690	−1.682	−1.730	−1.560
(3)	(DG1+DG2+DG3)／fw	1.12	1.21	1.19	1.12	1.20
(4)	Nd2	1.60595	1.60595	1.60595	1.60595	1.61396
(5)	νd2	27.0	27.0	27.0	27.0	25.5
(6)	νd1－νd2	28.0	32.4	28.0	28.0	29.8
(7)	(Nd3＋Nd4)／2	1.845545	1.86483	1.86483	1.845545	1.845545
(8)	νd3－νd4	18.0	17.0	17.0	18.0	18.0

【００８９】

図８（Ａ）～図８（Ｄ）にそれぞれ、実施例１のズームレンズの広角端における球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）、倍率色収差（倍率の色収差）の各収差図を示し、図８（Ｅ）～図８（Ｈ）にそれぞれ実施例１のズームレンズの中間における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示し、図８（Ｉ）～図８（Ｌ）にそれぞれ実施例１のズームレンズの望遠端における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示す。

【００９０】

球面収差図では、波長５８７．６ｎｍ、波長４６０．０ｎｍ、波長６１５．０ｎｍに関する収差をそれぞれ実線、一点鎖線、二点鎖線で示している。非点収差図ではサジタル方向、タンジェンシャル方向に関する収差をそれぞれ実線、破線で示している。ディストーションの図では、波長５８７．６ｎｍに関する収差を実線で示している。倍率色収差図では、波長４６０．０ｎｍ、波長６１５．０ｎｍに関する収差をそれぞれ一点鎖線、二点鎖線で示している。球面収差図のＦｎｏ．はＦナンバー、その他の収差図のωは半画角を意味する。

【００９１】

また同様に、実施例２～５のズームレンズそれぞれの各収差図を図９（Ａ）～図９（Ｌ）、図１０（Ａ）～図１０（Ｌ）、図１１（Ａ）～図１１（Ｌ）、図１２（Ａ）～図１２（Ｌ）に示す。

【００９２】

以上の説明およびデータからわかるように、実施例１～５のズームレンズは、６枚という少ないレンズ枚数からなり、３倍程度のズーム比を有し、低コスト化が図られているとともに、沈胴時の光軸方向の厚みが小さくコンパクトな構成でありながら、各収差が良好に補正されて高い光学性能を有している。

【００９３】

次に、本発明の撮像装置の実施形態について説明する。図１３は、本発明の撮像装置の一実施形態であるデジタルカメラ１０の斜視図である。図１３に示すように、デジタルカメラ１０は、カメラボディ１１の正面に、本発明の実施形態にかかるズームレンズ１２と、ファインダの対物窓１３と、被写体に閃光を発光するための閃光発光装置１４が設けられている。また、カメラボディ１１の上面にはシャッタボタン１５と、ズームレバー１６が設けられ、カメラボディ１１の内部にはズームレンズ１２によって結像された被写体の像を撮像するＣＣＤやＣＭＯＳ等の撮像素子１７が配置されている。

【００９４】

ズームレンズ１２は、その光軸方向がカメラボディ１１の厚み方向に一致するように配設されている。上述したように、本実施形態のズームレンズ１２は十分な小型化が図られているため、カメラボディ１１本体にズームレンズ１２を沈胴収納したときの光学系の光軸方向の全長は短くなり、デジタルカメラ１０の厚みを薄く構成することができる。また、本実施形態のズームレンズ１２は低コストに作製可能で高い光学性能を有するため、デジタルカメラ１０も低コストに製造可能であり、高画質の画像を得ることが可能である。

【００９５】

以上、実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッベ数、非球面係数の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

【００９６】

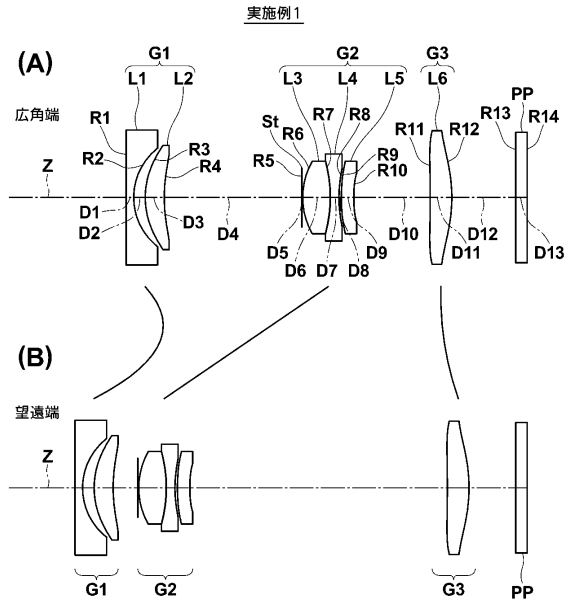
また、撮像装置の実施形態では、デジタルカメラを例に挙げ図を示して説明したが、本発明の撮像装置はこれに限定されるものではなく、例えば、ビデオカメラ等の別の撮像装置に本発明を適用することも可能である。

【符号の説明】

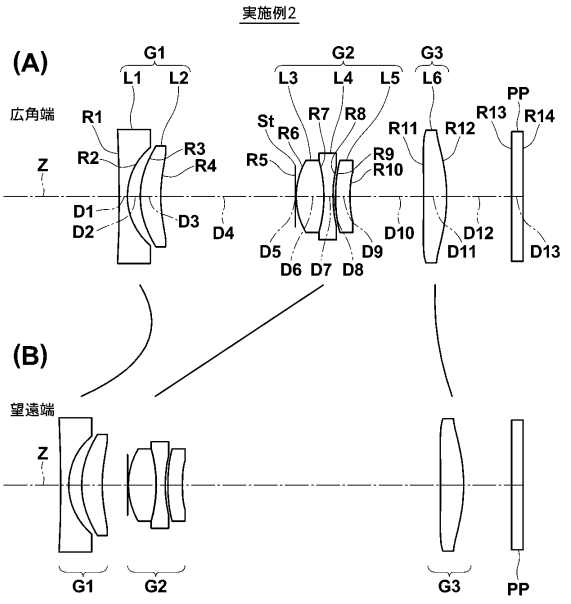
【００９７】

１ａ、２ａ　平面
１０　デジタルカメラ
１１　カメラボディ
１２　ズームレンズ
１３　対物窓
１４　閃光発光装置
１５　シャッタボタン
１６　ズームレバー
１７　撮像素子
Ｇ１　第１レンズ群
Ｇ２　第２レンズ群
Ｇ３　第３レンズ群
Ｌ１　第１レンズ
Ｌ２　第２レンズ
Ｌ３　第３レンズ
Ｌ４　第４レンズ
Ｌ５　第５レンズ
Ｌ６　第６レンズ
ＰＰ　光学部材
Ｓｔ　開口絞り
Ｚ　光軸

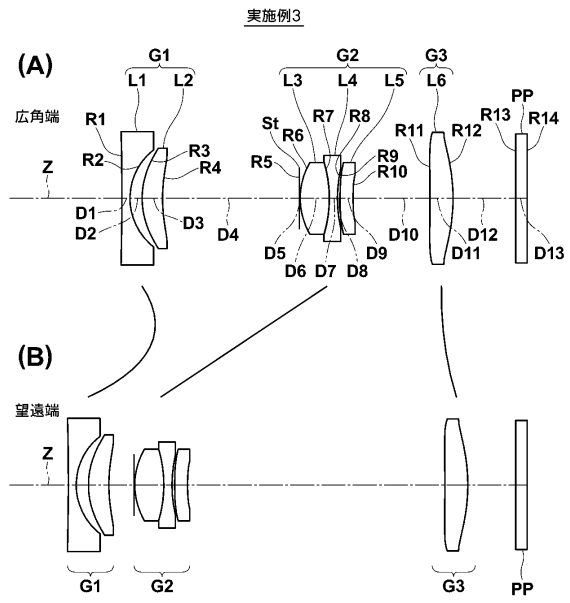
【図１】


実施例1
(A)
広角端
Z
G1
L1
L2
G2
L3
L4
L5
G3
L6
PP
R1
R2
R3
R4
St
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
D10
D11
D12
D13
(B)
望遠端
Z
G1
G2
G3
PP

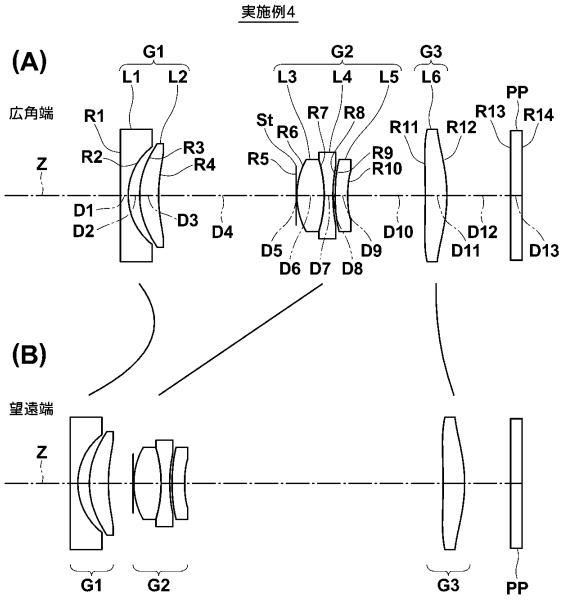
【図２】


実施例2
(A)
広角端
Z
G1
L1
L2
G2
L3
L4
L5
G3
L6
PP
R1
R2
R3
R4
St
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
D10
D11
D12
D13
(B)
望遠端
Z
G1
G2
G3
PP

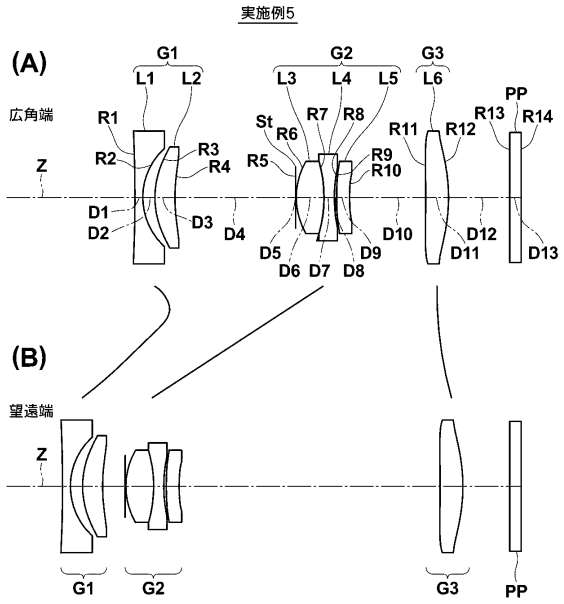
【図３】


実施例3
(A)
広角端
Z
G1
L1
L2
G2
L3
L4
L5
G3
L6
PP
R1
R2
R3
R4
St
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
D10
D11
D12
D13
(B)
望遠端
Z
G1
G2
G3
PP

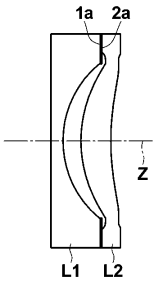
【図４】


実施例4
(A)
広角端
Z
G1
L1
L2
G2
L3
L4
L5
G3
L6
PP
R1
R2
R3
R4
St
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
D10
D11
D12
D13
(B)
望遠端
Z
G1
G2
G3
PP

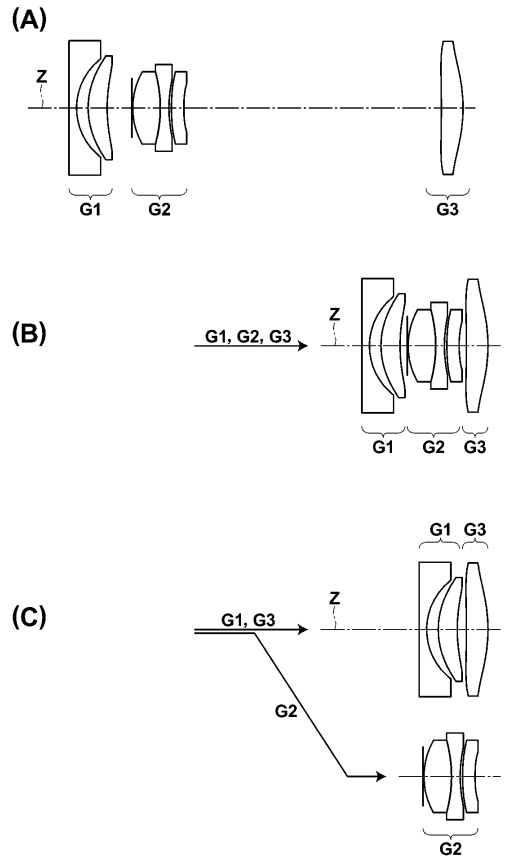
【図５】


実施例5
(A)
広角端
G1
G2
G3
L1
L2
L3
L4
L5
L6
St
PP
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
Z
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
D10
D11
D12
D13
(B)
望遠端
Z
G1
G2
G3
PP

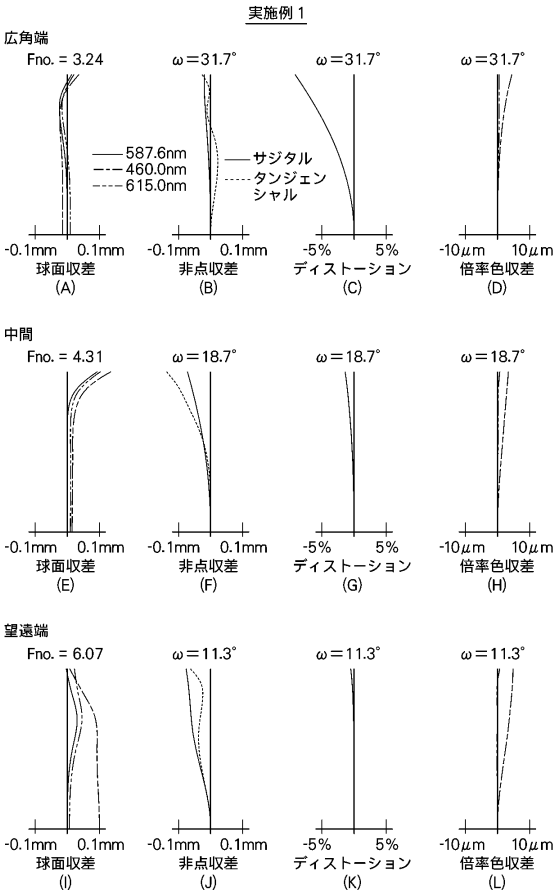
【図６】


1a
2a
Z
L1
L2

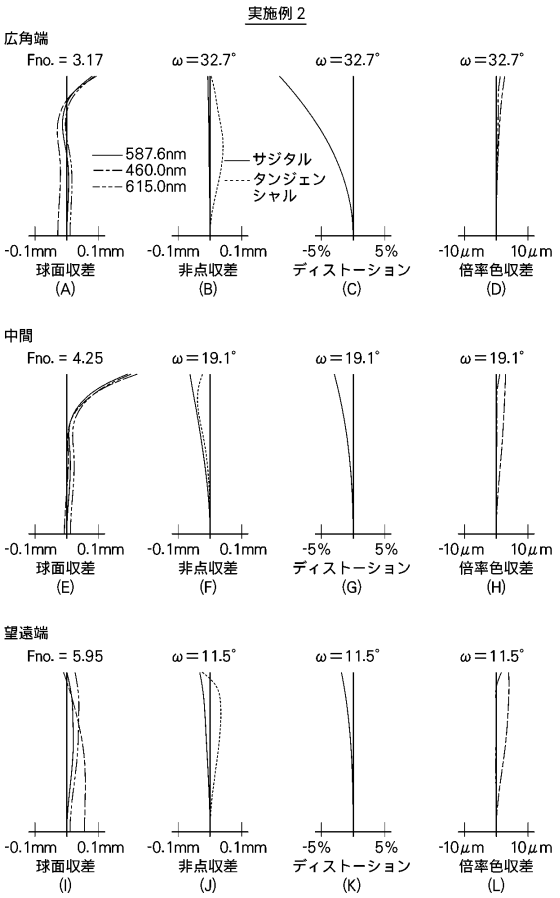
【図７】


(A)
Z
G1
G2
G3
(B)
G1, G2, G3
Z
G1
G2
G3
(C)
G1
G3
G1, G3
Z
G2
G2

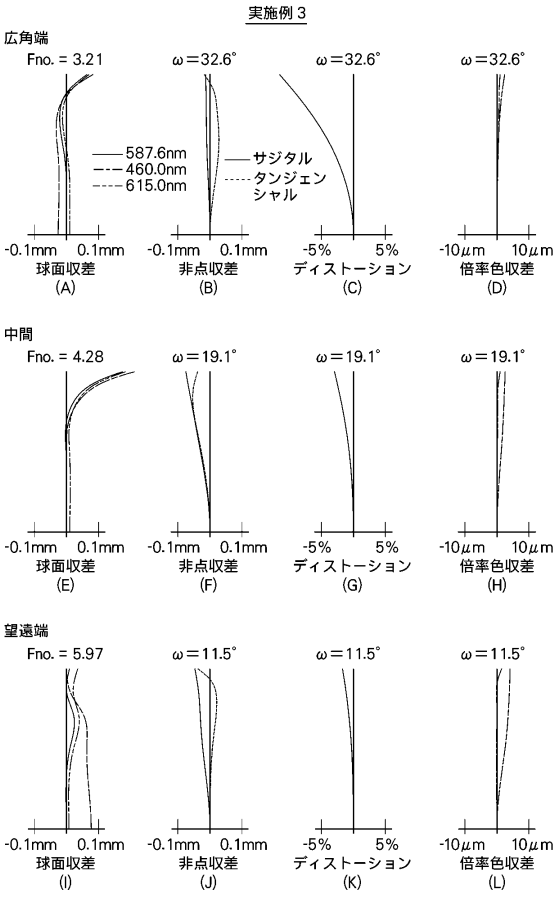
【図８】


実施例１
広角端
Fno. = 3.24
ω＝31.7°
ω＝31.7°
ω＝31.7°
587.6nm
460.0nm
615.0nm
サジタル
タンジェンシャル
-0.1mm 0.1mm
球面収差
(A)
-0.1mm 0.1mm
非点収差
(B)
-5% 5%
ディストーション
(C)
-10μm 10μm
倍率色収差
(D)
中間
Fno. = 4.31
ω＝18.7°
ω＝18.7°
ω＝18.7°
-0.1mm 0.1mm
球面収差
(E)
-0.1mm 0.1mm
非点収差
(F)
-5% 5%
ディストーション
(G)
-10μm 10μm
倍率色収差
(H)
望遠端
Fno. = 6.07
ω＝11.3°
ω＝11.3°
ω＝11.3°
-0.1mm 0.1mm
球面収差
(I)
-0.1mm 0.1mm
非点収差
(J)
-5% 5%
ディストーション
(K)
-10μm 10μm
倍率色収差
(L)

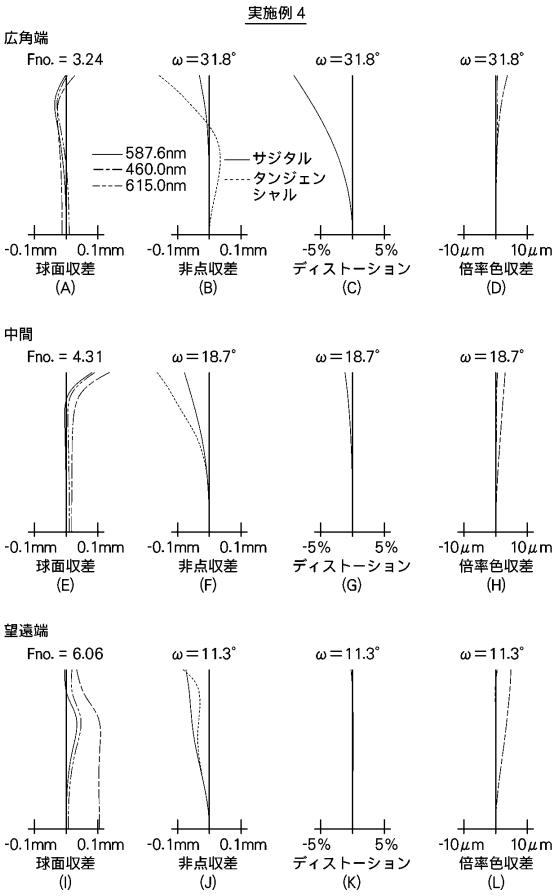
【図９】



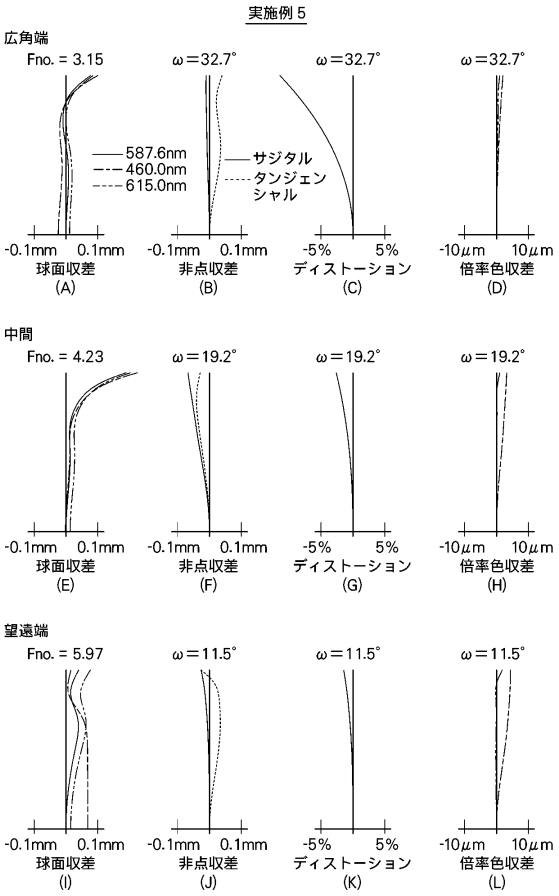
【図１０】



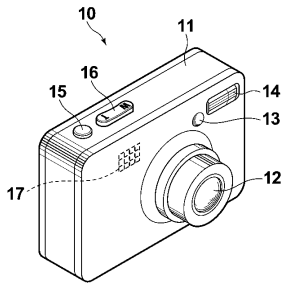
【図１１】



【図１２】



【図１３】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００９－９２７４０（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２３３８７１（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２３３４９９（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２５８０６７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｇ０２Ｂ	９／００	－	１７／０８
Ｇ０２Ｂ	２１／０２	－	２１／０４
Ｇ０２Ｂ	２５／００	－	２５／０４