

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3599730号

(P3599730)

(45) 発行日 平成16年12月8日(2004.12.8)

(24) 登録日 平成16年9月24日(2004.9.24)

(51) Int. Cl.⁷

F I

GO2B 7/10
GO2B 7/08
GO2B 13/18
GO2B 15/167

GO2B 7/10 Z
GO2B 7/08 C
GO2B 7/08 Z
GO2B 13/18
GO2B 15/167

請求項の数 7 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2002-372134 (P2002-372134)
(22) 出願日 平成14年12月24日(2002.12.24)
(65) 公開番号 特開2003-262780 (P2003-262780A)
(43) 公開日 平成15年9月19日(2003.9.19)
審査請求日 平成14年12月24日(2002.12.24)
(31) 優先権主張番号 特願2002-107 (P2002-107)
(32) 優先日 平成14年1月4日(2002.1.4)
(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100090538
弁理士 西山 恵三
(74) 代理人 100096965
弁理士 内尾 裕一
(72) 発明者 向谷 仁志
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

審査官 森 電介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズーム光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ズームングに際し移動して変倍を行う変倍ユニットと、該変倍ユニットより前側に配置され、移動してフォーカシングを行う第1のフォーカスユニットと、前記変倍ユニットより後側に配置され、移動してフォーカシングを行う第2のフォーカスユニットと、前記第1のフォーカスユニットの位置を検出するセンサーと、前記第1のフォーカスユニットの位置に応じた前記第2のフォーカスユニットのズームングの際の移動情報を記憶したメモリーとを有し、前記第2のフォーカスユニットは、前記センサーによって検出された前記第1のフォーカスユニットの位置情報及び前記メモリからの情報に基づいて、ズームングの際の移動軌跡が変わることを特徴とするズーム光学系。

【請求項2】

前記第1のフォーカスユニットでフォーカシングを行う第1のモードと前記第2のフォーカスユニットでフォーカシングを行う第2のモードとを切り替えるスイッチを有することを特徴とする請求項1記載のズーム光学系。

【請求項3】

前記第1のモードは手動でフォーカシングを行うマニュアルフォーカスモードであり、前記第2のモードは合焦状態に応じて自動でフォーカシングを行うオートフォーカスモードであり、前記スイッチが前記第1のモードに切り替えられたとき、前記第2のフォーカスユニットは所定位置に移動することを特徴とする請求項2記載のズーム光学系。

【請求項4】

10

20

任意のズーム位置での全系の焦点距離を f_L 、該任意のズーム位置での第2のフォーカスユニットの前側の系の合成焦点距離を f_{AL} とするとき、

$$-3 < f_L / f_{AL} < 4$$

なる条件を全てのズーム位置で満足することを特徴とする請求項1乃至3いずれかに記載のズーム光学系。

【請求項5】

任意のズーム位置での全系の焦点距離を f_L 、該任意のズーム位置での第2のフォーカスユニットの前側の系の合成焦点距離を f_{AL} 、 $f_L / f_{AL} = K_L$ とし、広角端での K_L の値を K_W 、望遠端での K_L の値を K_T とするとき、

$$0.9 < K_W / K_T < 1.1$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至4いずれかに記載のズーム光学系。

【請求項6】

固体撮像素子上に像を形成することを特徴とする請求項1乃至5いずれかに記載のズーム光学系。

【請求項7】

請求項1乃至5いずれかに記載のズーム光学系と、該ズーム光学系によって形成される像を受光する固体撮像素子とを有することを特徴とするカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は異なるフォーカス方法を選択可能なズーム光学系に関し、ビデオカメラ、デジタルカメラ、スチールカメラ、テレビカメラ等の光学機器に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、ビデオカメラ、デジタルカメラ、テレビカメラ等の光学機器に用いられるズームレンズには、種々なフォーカス方法が採用されている。

【0003】

例えばビデオカメラ等におけるズームレンズの中には、マニュアルフォーカスとオートフォーカスの2つのフォーカス方法を切り替え可能なものがある。

【0004】

フォーカス方法の種類としては、変倍ユニットより前方のレンズユニットを利用するか、後方のレンズユニットを利用するかによって、前玉フォーカス方式、前玉インナーフォーカス方式（以下、この2つの方式をまとめてフロントフォーカス方式と呼ぶ）、そしてコンペ、リアフォーカス方式（以下、この2つの方式をまとめてリアフォーカス方式と呼ぶ）とに大別される。フロントフォーカス方式は、変倍部より前方（物体側）に配置されたフォーカスユニットの像位置が被写体距離によらず常に一定に保たれるようにフォーカスユニットを移動させるものである。従って、フォーカスユニットの位置は物体距離のみによって決定され、変倍（ズーム位置）には無関係なため、高速変倍をおこなっても像面変動は発生しない。

【0005】

しかし、前部の大きなレンズユニットを移動させるため、その移動量には自ずと制限があり、又、フォーカスユニットの有効径が増大してくる。従って、撮影可能な被写体距離はズーム全域で変わらないが、概して至近の被写体距離は1mから60cm位までである。そこで、このようなフロントフォーカス方式のズームレンズにおいて、変倍レンズ系のカム的一端をマクロ撮影用に使い、極至近撮影（マクロ撮影）を可能とする構成が知られている。しかし、この方法は、変倍カムの連続部分の一端を使うため、マクロ撮影の状態では変倍動作をすることはできなかった。

【0006】

特許文献1では、極近接撮影を可能とする方法が提案されている。しかしながら、同公報で提案されている方法では移動レンズ群の機構が複雑であり、小型のビデオカメラ等に使

10

20

30

40

50

用するズームレンズとしては不向きである。

【0007】

一方のリアフォーカス方式は、概してフロントフォーカス方式より近距離物体まで撮影ができる。特に広角端ではフォーカスユニットの移動量が微少であるため、極近接撮影をすることができるなどの長所があり、コンシューマー用途で多用されている。

【0008】

しかし、リアフォーカス方式では、ズームポジションによって所定の距離の被写体にフォーカシングを行う際のフォーカスユニットの移動量が変わるので、ズーミングの際には、予めマイコン等に記憶しておいた膨大な移動情報テーブルから演算によってフォーカスユニットの移動制御を行う必要がある。したがって、高速ズームの際や、ズームしながら被写体距離を多様に変えた際などには、フォーカスユニットの駆動が間に合わないことがある。そこで、これに起因して発生するボケを抑えるため、ズーム速度に制限が設けられており、撮影者の意図が撮影機会に十分反映されないことがあった。

10

【0009】

また、特許文献2では、ズームレンズをビデオカメラへ取り付ける際のカメラの結像面とのピント調整（トラッキング調整）と極近接撮影を行うマクロ機構として、結像レンズの一部を移動させるフォーカス方法を提案している。同公報では極近接撮影（マクロ撮影）では結像レンズの一部又は全部を移動させておこなっている。従って、マクロ状態でズーミング動作を行うとピント移動が発生してくる。

【0010】

20

【特許文献1】

特公昭56-13287号公報

【特許文献2】

特開昭59-71016号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、フロントフォーカス方式では、無限遠物体から極至近物体まで連続的に撮影可能とするのが難しいという問題点があった。又、リアフォーカス方式では変倍の高速化に追従するのが難しいという問題点があった。

【0012】

30

そこで、本発明は無限遠物体から極至近物体まで焦点合わせができ、又素早いズーミングにも追従することができるズーム光学系を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明のズーム光学系は、

(1)ズーミングに際し移動して変倍を行う変倍ユニットと、その変倍ユニットの前側に配置された第1のフォーカスユニットと、その変倍ユニットより後側に配置された第2のフォーカスユニットと、第1のフォーカスユニットの位置を検出するセンサーと、第1のフォーカスユニットの位置に応じた第2のフォーカスユニットのズーミングの際の移動情報を記憶したメモリとを備えることを特徴としている。そして、第2のフォーカスユニットは、センサーによって検出された第1のフォーカスユニットの位置情報及びメモリからの情報に基づいて、ズーミングの際の移動軌跡が変わることを特徴としている。

40

【0014】

そして、後述する各実施形態のズーム光学系は、

(2)(1)において、第1のフォーカスユニットでフォーカシングを行う第1のモードと第2のフォーカスユニットでフォーカシングを行う第2のモードとを切り替えるスイッチを有すること、

(3)(2)において、スイッチが第1のモードに切り替えられたとき、第2のフォーカスユニットは所定位置に移動すること、

50

(4)(1)～(3)において、第1のモードは手動でフォーカシングを行うマニュアルフォーカスモードであり、第2のモードは合焦状態に応じて自動でフォーカシングを行うオートフォーカスモードであること、

(5)(1)～(4)において、第1のモードでは第2のフォーカスユニットはフォーカスのために移動せず、第2のモードでは第1のフォーカスユニットはフォーカスのために移動しないこと、

(6)(1)～(5)において、前方から後方へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、ズームングのために移動する負の屈折力の第2レンズ群、ズームングのために移動する負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群を有し、第1レンズ群が第1のフォーカスユニットであり、第5レンズ群が第2のフォーカスユニットであること、

10

(7)(1)～(5)において、前方から後方へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、ズームングのために移動する負の屈折力の第2レンズ群、ズームングのために移動する正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有し、第1レンズ群が第1のフォーカスユニットであり、第4レンズ群が第2のフォーカスユニットであること、

(8)(1)～(7)において、任意のズーム位置での全系の焦点距離を f_L 、同じ任意のズーム位置での第2のフォーカスユニットの前側の系の合成焦点距離を f_{AL} とすると

$$-3 < f_L / f_{AL} < 4$$

なる条件を全てのズーム位置で満足すること、

20

(9)(1)～(8)において、任意のズーム位置での全系の焦点距離を f_L 、同じ任意のズーム位置での第2のフォーカスユニットの前側の系の合成焦点距離を f_{AL} 、 $f_L / f_{AL} = K_L$ とし、広角端での K_L の値を K_W 、望遠端での K_L の値を K_T とすると

$$0.9 < K_W / K_T < 1.1$$

なる条件を満足すること、
等の特徴としている。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づき本発明の実施形態について説明する。

【0016】

30

図1は本発明のズーム光学系(ズームレンズ)の基本構成を示した概略図である。本実施形態のズームレンズは、変倍ユニットより前方(物体側)のレンズユニットと後方(像側)のレンズユニットを選択的にフォーカスユニットとして利用可能な構成となっている。このように異なるフォーカスユニットを選択可能なフォーカス方法を、本明細書では「ハイブリッドフォーカス方式」と呼ぶことにする。

【0017】

図1において、1は前部フォーカスレンズ群(第1のフォーカスユニット)、2は変倍部であり、変倍を行うバリエーターと変倍に伴う像面変動を補正するコンペンセーターと、コンペンセーターからの光束を後続するレンズ群に導光するリレーレンズ等を有している。3は後部フォーカスレンズ群(第2のフォーカスユニット)である。IPは像面であり

40

【0018】

4は前部フォーカスレンズ群1の光軸方向の位置を検出する位置検出センサー、5は後部フォーカスレンズ群3を光軸上移動させる為のアクチュエーター、6は後部フォーカスレンズ群3の光軸上の位置を検出する為の基準位置検出センサー、7は後部フォーカスレンズ群3のズームングの際の移動情報を予め記憶させたメモリ、8はマイコンであり、各種の動作(位置検出センサー4、アクチュエーター5)を制御している。9は前述したメモリ7内に記憶された後部フォーカスレンズ群3の移動情報であり、前部フォーカスレンズ群1の位置及び被写体距離にそれぞれ対応した複数の移動軌跡に関する情報が存在する。後部フォーカスレンズ群3はカム機構を用いて移動させるとは限らないが、その移動軌跡

50

はカム形状に対応するので、例えてその移動軌跡をカム軌跡、カム軌跡に関する情報を記憶した移動情報9をカムテーブルと呼ぶことにする。

【0019】

さて図1では、変倍部2と後部フォーカスレンズ群3とを別の部材として描いているが、変倍ユニットであるバリエーターより後方に配置された変倍部2の全部又は一部を後部フォーカスレンズ群3としても良い。具体的には、コンペンセーターやリレーレンズを後部フォーカスレンズ群3としても良い。この場合、後部フォーカスレンズ群3が変倍部2の一部を構成することになる。また、ズームタイプによっては、変倍を行うバリエーターと、変倍に伴う像面変動の補正を行うコンペンセーターを区別できないものもある。そのようなズームタイプの場合は、主たる変倍を行う（倍率の変化が最も大きい）レンズ群の後方のレンズ群を、本実施形態における後部フォーカスレンズ群とすることができる。

10

【0020】

本実施形態のハイブリッドフォーカス方式は、不図示のAFスイッチによってマニュアルフォーカスモードとオートフォーカスモードが切り替えられる。AFスイッチによりマニュアルフォーカスモードが選択された際には、前部フォーカスレンズ群1を手動により移動させてフォーカス動作を行い、オートフォーカスモードが選択された際には、後部フォーカスレンズ群3を焦点検出装置の出力に基づいて自動的に移動させてフォーカス動作を行う。焦点検出装置は、例えば撮像面IPに置かれた固体撮像素子からコントラスト情報に基づいてマイコン8で合焦を判断するものが考えられる。その他、図1には示していないが、投光系と受光系を備えたアクティブタイプの焦点検出装置や、異なる瞳位置を通過した像のズレを検出する位相差検出型の装置を別途設けても良い。そして、オートフォーカスモードが選択された際のズミング時には、マイコン8により前部フォーカスレンズ群1の光軸方向の位置情報1、2、3に基づいてカムテーブルから位置情報に適合したカム軌跡を選び、変倍に伴う像面の変動がないように後部フォーカスレンズ群3の移動量を演算して移動させる。

20

【0021】

図2(a)、(b)、(c)はハイブリッドフォーカスを行う際のフローチャートである。図2(a)はフォーカスモード選択のフローを表し、AFスイッチがONのときはオートフォーカスモードに移行し、AFスイッチがOFFのときはマニュアルフォーカスモードに移行する。

30

【0022】

図2(b)、(c)は、それぞれ、オートフォーカスモードとマニュアルフォーカスモードの詳細なフローである。オートフォーカスモードでは、まず焦点検出装置からの情報に基づいて後部フォーカスレンズ群3を自動的に移動させてフォーカシング動作を行う。既に所望の被写体に合焦しているときはこの動作は省略される。続いてズミングを行う際には、マイコン8によって前部フォーカスレンズ群1の位置情報に基づいてカムテーブルから適切な移動軌跡を選択（適当なものがない場合には演算によって補完）し、後部フォーカスレンズ群3を移動させ、変倍に伴う像面の移動を補償する。

【0023】

マニュアルフォーカスモードでは、まず後部フォーカスレンズ群3を基準位置に移動させる。続いて、前部フォーカスレンズ群1によって手動で移動させてフォーカスを行う。マニュアルフォーカスモード時の最初に後部フォーカスレンズ群3を基準位置に移動させるのは、後部フォーカスレンズ群3の位置によってはマニュアルフォーカスが行えない場合があり得るからである。

40

【0024】

次に、ハイブリッドフォーカス方式を採用したズームレンズの具体的な実施形態について説明する。図3、図8、図13、図18は、本発明の実施形態1~4のズームレンズのレンズ断面図である。レンズ断面図において(A)、(B)、(C)は順に、広角端、中間のズーム位置、望遠端での状態を示している。図3、図8、図13、図18において、Liは第iレンズ群、SPは開口絞り、Gは赤外カットフィルター、光学的ローパスフィル

50

ター等に相当するフィルターや、プリズム等に相当する光学部材である。I Pは像面である。

【0025】

図4、図9、図14、図19は、それぞれ実施形態1~4のズームレンズにおいて、前部フォーカスレンズ群(第1レンズ群)でフォーカス(物体距離3m)を行った際の広角端での収差図、図5、図10、図15、図20は、それぞれ実施形態1~4のズームレンズにおいて、後部フォーカスレンズ群(第5レンズ群又は第4レンズ群)でフォーカス(物体距離3m)を行った際の広角端での収差図、図6、図11、図16、図21は、実施形態1~4のズームレンズにおいて、前部フォーカスレンズ群(第1レンズ群)でフォーカス(物体距離3m)を行った際の望遠端での収差図、図7、図12、図17、図22は、実施形態1~4のズームレンズにおいて、後部フォーカスレンズ群(第5レンズ群又は第4レンズ群)でフォーカス(物体距離3m)を行った際の望遠端での収差図である。

10

【0026】

図3に示す実施形態1は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4、及び正の屈折力の第5レンズ群L5から構成される。第1レンズ群L1はフォーカスのために光軸上移動可能な構造である。第2レンズ群L2は変倍のために、第3レンズ群L3は変倍による像面変動を補正するためにそれぞれ矢印の如く光軸上を移動する。第4レンズ群L4は、第3レンズ群L3からの発散光束を略アフォーカルにする。第5レンズ群L5は、撮像面I Pへの結像作用を有し、フォーカスのために光軸上移動可能な構造である。

20

【0027】

さらに、第1レンズ群L1には、図1を用いて説明した位置検出センサー4が配置されている。位置検出センサー4は、どの被写体距離の位置に第1レンズ群L1が合焦(フォーカス)しているかをマイコン8に知らせている。

【0028】

マニュアルフォーカスモードでは第1レンズ群L1を移動させる方法をとっている。第1レンズ群L1は変倍ユニットである第2レンズ群L2より前方に配置されている為、ズーム位置と第1レンズ群L1の光軸上の位置は全く自由(独立)で、どのズーム位置でも同じ被写体距離においては光軸上の位置が同じとなる。オートフォーカスモードでは、焦点検出装置からの情報に基づいて、第5レンズ群L5を移動させてフォーカスさせている。オートフォーカスモードでズームを行う際には、第1レンズ群L1の光軸上の位置情報を基にしてカムテーブル9より適切な移動軌跡を選択する。

30

【0029】

図3において、1, 2, 3はそれぞれ、無限遠、物体距離3m、物体距離1mの異なる距離の3つの被写体に合焦しているときの第1レンズ群L1の位置を表している(いずれも後述の数値実施例の単位をmmでとった場合である。以下全て同じ)。この実施形態では、第5レンズ群L5のカムテーブル9として5本のカム軌跡1a~1eを用意しており、1a~1cは位置1、1b~1dは位置2、1c~1eは位置3の時のカム軌跡をそれぞれ表している。即ち、マニュアルフォーカスモードで第1レンズ群L1を無限遠物体に合焦させて固定し、オートフォーカスモードに切り替えた場合、位置検出センサー4によってその情報1をマイコン8へ伝え、ズームの際には、制御情報として1に対応したカム軌跡1a~1cのいずれかを使って第5レンズ群L5を移動する。従って、この状態において第5レンズ群L5は無限遠物体に対してはカム軌跡1cとなり、ズームに際して光軸上移動しない。しかし、物体距離3m、1mと被写体が近づくにつれて、第5レンズ群L5が繰り出される(物体側に移動する)ので、カム軌跡1b、1aの如く、ズームの際の移動量が増大する。

40

【0030】

またズーム位置によってフォーカスの際の第5レンズ群L5の移動量(繰り出し量)は変動し、広角端で一番小さく、望遠端で一番大きくなる。

50

【0031】

また、マニュアルフォーカスモードで第1レンズ群L1を物体距離3mにフォーカスして固定し、オートフォーカスモードに切り替えた場合、位置情報2に対応したカム軌跡1b~1dのいずれかが選択される。物体距離が3mのままのときはカム軌跡1cとなり、ズーミングに際して第5レンズ群L5は移動しない。しかし、第5レンズ群L5でフォーカスを行って、距離3m以外の被写体に合焦したとき、例えば、被写体が無限遠物体の時はカム軌跡1dで、第5レンズ群L5を像面IP側へ移動させる必要があり、その移動量は望遠側ほど大きくなる。逆に、第5レンズ群L5でフォーカスを行って3mよりも近距離の物体へ合焦した時には、カム軌跡1bのごとく第5レンズ群L5を物体側へ移動させる必要があり、やはりその移動量は望遠側ほど大きくなる。マニュアルフォーカスモードにおいて第1レンズ群L1を上記以外の距離の被写体にフォーカスし、固定した場合も、上記無限遠被写体、被写体距離3mにフォーカスした場合と同様に、その都度適切なカム軌跡に切り替えて、第5レンズ群L5のズーミングの際の移動制御を行うことにより、スムーズなフォーカス動作(マニュアルフォーカスモードとオートフォーカスモードの切り替え)を可能としている。

10

【0032】

また、オートフォーカスモード時に第5レンズ群L5が光軸上のどこに位置していても、マニュアルフォーカスモードに切り替えられた際は、基準位置検出センサー6からの信号を用いて第5レンズ群L5を光軸上の基準位置に復帰させる。これにより第1レンズ群L1でのフォーカス動作は全く正常に行うことを可能としている。本実施形態では基準位置を、第1レンズ群L1、第5レンズ群L5が各々無限物体にフォーカスしている時の第5レンズ群L5の位置に設定している。

20

【0033】

本実施形態1では、第5レンズ群L5は選択されるカム軌跡が数種類あることから、ステッピングモーターや位置検出機能付きのDCモーター等で移動させることが好ましい。一方で、第2、3レンズ群L2、L3は移動軌跡が変化しないのでメカニカルなカム環でズーム動作させても良いが、ステッピングモーター等の動作手段でズーム動作させることを本発明は妨げるものではない。

【0034】

図8に示す実施形態2は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群から構成される。第1レンズ群L1はフォーカスのために移動可能な構造である。第2レンズ群L2は変倍のために、第3レンズ群L3は変倍による像面変動を補正するために光軸上を移動する。第4レンズ群L4は結像作用を有し、フォーカスのために光軸上移動可能な構造である。さらに、第1レンズ群L1には、図1に示した位置検出センサー4が配置されている。位置検出センサー4は、どの被写体距離位置に第1レンズ群L1がフォーカスしているかをマイコン8に知らせている。

30

【0035】

マニュアルフォーカスモードでは、第1レンズ群L1を移動させる。第1レンズ群L1は変倍ユニットである第2レンズ群L2より前方に配置されているため、どのズーム位置にあっても同じ被写体距離にあっては、第1レンズ群L1の光軸方向の位置は同じ位置となる。

40

【0036】

オートフォーカスモードでは、焦点検出装置からの情報に基づいて第4レンズ群L4を移動させてフォーカスを行う。ズーミングを行う際には、図1と同様に第1レンズ群L1の位置情報を基にしてカムテーブル9より適切な移動軌跡を選択する。

【0037】

図8において、1, 2, 3はそれぞれ、無限遠、物体距離3m、物体距離1mの異なる距離の3つの被写体に合焦しているときの第1レンズ群L1の位置を表している。この実施形態では、第4レンズ群L4のカムテーブル9として5本のカム軌跡1a~

50

1 eを用意してあり、1 c ~ 1 eは位置 1、1 b ~ 1 dは位置 2、1 a ~ 1 cは位置 3の時のカム軌跡をそれぞれ表している。即ち、マニュアルフォーカスモードで第1レンズ群L1を無限遠物体にフォーカスして固定し、オートフォーカスモードに切り替えた場合、位置検出センサー4によってその情報1をマイコン8へ伝え、ズームの際には、制御情報として位置1に対応したカム軌跡1 c ~ 1 eのいずれかを使って第4レンズ群L4を移動する。

【0038】

従って、この状態において第4レンズ群L4は無限遠物体に対してはカム軌跡1 cとなり、ズームに際して光軸上移動しない。しかし、物体距離3 m、1 mと被写体が近づくにつれて、第4レンズ群L4が繰り込まれる(像側に移動する)ので、カム軌跡1 d、1 eの如く、ズームの際の移動量が増大する。またズーム位置によってフォーカスの際の第4レンズ群L4の移動量(繰り込み量)は変動し、望遠端で一番大きくなる。

10

【0039】

また、マニュアルフォーカスモードで第1レンズ群L1を物体距離3 mにフォーカスして固定し、オートフォーカスモードに切り替えた場合、位置情報2に対応したカム軌跡1 b ~ 1 dのいずれかが選択される。物体距離が3 mのままのときはカム軌跡1 cとなり、ズームに際して第4レンズ群L4を移動させる必要はない。しかし、第4レンズ群でフォーカスを行って、距離3 m以外の被写体に合焦したとき、例えば、被写体が無限遠物体の時には、カム軌跡1 bで第4レンズ群L4を物体側へ移動させる必要があり、その移動量は望遠側ほど大きくなる。逆に、第4レンズ群L4でフォーカスを行って3 mよりも近距離の物体へ合焦させた時には、カム軌跡1 bのごとく第4レンズ群L4は像側へ移動させる必要があり、やはりその移動量は望遠側ほど大きくなる。

20

【0040】

マニュアルフォーカスモードにおいて第1レンズ群L1を上記以外の距離の被写体にフォーカスし、固定した場合も、上記無限遠被写体、被写体距離3 mにフォーカスした場合と同様に、その都度適切なカム軌跡に切り替えて、第4レンズユニットL4のズームの際の移動制御を行うことにより、スムーズなフォーカス動作を可能としている。

【0041】

また、オートフォーカスモード時に第4レンズ群L4が光軸上のどこに位置していても、マニュアルフォーカスに切り替えられた際は、基準位置検出センサー6からの信号を用いて第4レンズ群L4を光軸上の基準位置に復帰させる。これにより第1レンズ群L1でのフォーカス動作は全く正常に行うことを可能としている。本実施形態では基準位置を、第1レンズ群L1、第4レンズ群L4が各々無限遠物体にフォーカスしている時の第4レンズ群L4の位置に設定している。

30

【0042】

本実施形態2では、第4レンズ群L4は選択されるカム軌跡が数種類あることから、ステップモーターや位置検出機能付きのDCモーター等で移動させることが好ましい。一方で、第2、3レンズ群L2、L3は移動軌跡が変化しないのでメカニカルなカム環でズーム動作させても良い。但し、これらに関しても、ステップモーター等の動作手段でズーム動作させることを妨げるものではない。

40

【0043】

図13に示す実施形態3は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3、第4レンズ群から構成される。第1レンズ群L1はフォーカスのために移動可能な構造である。第2レンズ群L2は変倍のために、第3レンズ群L3は変倍による像面変動を補正するためにそれぞれ光軸上を移動する。第4レンズ群L4は結像作用を有し、フォーカスのために移動可能な構成である。さらに、第1レンズ群L1には、図1を用いて説明した位置検出センサー4が配置されている。位置検出センサー4は、どの被写体距離位置に第1レンズ群がフォーカスしているかをマイコン8に知らせている。

【0044】

50

マニュアルフォーカスモードでは、第1レンズ群L1を移動させてフォーカスを行う。第1レンズ群L1は変倍ユニットである第2レンズ群L2より前方に配置されているため、どのズーム位置にあっても同じ被写体距離では第1レンズ群L1の光軸上の位置が同じとなる。

【0045】

オートフォーカスモードでは、図8の実施形態と同様に、焦点検出装置からの情報に基づいて第4レンズ群L4を移動させてフォーカスを行う。オートフォーカスモードでズームを行う際には、第1レンズ群L1の位置情報を基にしてカムテーブル9より適切な移動軌跡を選択する。

【0046】

図13において、1, 2, 3はそれぞれ、無限遠、物体距離3m、物体距離1mの異なる距離の3つの被写体に合焦しているときの第1レンズ群L1の位置を表している。この実施形態3では、第4レンズ群L4のカムテーブル9として5本のカム軌跡1a~1eを用意しており、1a~1cは位置1、1b~1dは位置2、1c~1eは位置3の時のカム軌跡をそれぞれ表している。

【0047】

即ち、マニュアルフォーカスモードで第1レンズ群L1を無限遠物体にフォーカスして固定し、オートフォーカスモードに切り替えた場合、位置検出センサー4によってその情報1をマイコン8へ伝え、ズームの際には、制御情報として位置1に対応したカム軌跡1a~1cのいずれかを使って第4レンズ群L4を移動する。従って、この状態で第4レンズ群L4は無限遠物体時に対してはカム軌跡1cとなり、ズームに際して光軸上移動しない。しかし、物体距離3m、1mと被写体が近づくにつれて、第4レンズ群L4が繰り出される(物体側に移動する)ので、カム軌跡1b, 1aの如く、ズームの際の移動量が增大する。

【0048】

またズーム位置によってフォーカスの際の第4レンズ群L4の移動量(繰り出し量)は変動し、望遠端で移動量が一番大きくなる。また、マニュアルフォーカスモードで第1レンズ群L1を物体距離3mにフォーカスして固定し、オートフォーカスモードに切り替えた場合、位置情報2に対応したカム軌跡1b~1dのいずれかが選択される。物体距離が3mのままのときはカム軌跡1cとなり、ズームに際して第4レンズ群L4を移動させる必要はない。しかし、第4レンズ群L4でフォーカスを行って、距離3m以外の被写体に合焦したとき、例えば、被写体が無限遠物体の時にはカム軌跡1dとなり、第4レンズ群L4を像側へ移動させる必要があり、その移動量は望遠側ほど大きくなる。逆に、第4レンズ群L4でフォーカスを行って3mよりも近距離の物体へ合焦した時には、カム軌跡1bのごとく第4レンズ群L4を物体側へ移動させる必要があり、やはりその移動量は望遠側ほど大きくなる。マニュアルフォーカスモードにおいて第1レンズ群L1を上記以外の距離の被写体にフォーカスし固定した場合も、上記無限遠被写体、被写体距離3mにフォーカスした場合と同様に、その都度適切なカム軌跡に切り替えて、第4レンズ群L4のズームの際の移動制御を行うことにより、スムーズなフォーカス動作を可能としている。

【0049】

また、オートフォーカスモード時に第4レンズ群L4が光軸上どこに位置していても、マニュアルフォーカスモードに切り替えられた際は、基準位置検出センサー6からの信号を用いて第4レンズ群L4を光軸上基準位置に復帰させる。これにより第1レンズ群L1でのフォーカス動作は全く正常に行うことを可能としている。本実施形態では基準位置を、第1レンズ群L1、第4レンズ群L4が各々無限遠物体にフォーカスしている時の第4レンズ群L4の位置に設定している。

【0050】

本実施形態では、第4レンズ群L4は選択されるカム軌跡が数種類あることから、ステップモーターや位置検出機能付きのDCモーター等で移動させることが好ましい。一方

10

20

30

40

50

で、第2、3レンズ群L2、L3は移動軌跡が変化しないのでメカニカルなカム環でズーム動作させても良い。但し、これらをステッピングモーター等の動作手段でズーム動作させることを妨げるものではない。

【0051】

図18に示す実施形態4は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2、第3レンズ群L2、L3、正の屈折力の第4、第5レンズ群L4、L5から構成される。第1レンズ群L1はフォーカスのために光軸上移動可能な構造である。第2レンズ群L2は変倍のために、第3レンズ群L3は変倍による像面変動を補正するためにそれぞれ矢印の如く光軸上を移動する。第4レンズ群L4は、第3レンズ群L3からの発散光束を略アフォーカルにする。第5レンズ群L5は、撮像面IPへの結像作用を有し、フォーカスのために光軸上移動可能な構造である。

10

【0052】

さらに、第1レンズ群L1には、図1を用いて説明した位置検出センサー4が配置されている。位置検出センサー4は、どの被写体距離の位置に第1レンズ群L1がフォーカスしているかをマイコン8に知らせている。

【0053】

マニュアルフォーカスモードでは、第1レンズ群L1を移動させる方法をとっている。第1レンズ群L1は、変倍ユニットである第2レンズ群L2より前方に配置されているため、どのズーム位置でも同じ被写体距離においては光軸上の位置が同じとなる。オートフォーカスモードでは、実施形態1と同様に、第5レンズ群を移動させてフォーカスを行っている。オートフォーカスモードでズームを行う際には、第1レンズ群L1の光軸上の位置情報を基にしてカムテーブル9より適切な移動軌跡を選択する。

20

【0054】

図18において、1、2、3はそれぞれ、無限遠、物体距離3m、物体距離1mの異なる距離の3つの被写体に合焦しているときの第1レンズ群L1の位置を表している。この実施形態4では、第5レンズ群L5のカムテーブル9として5本のカム軌跡1a~1eを用意しており、1a~1cは位置1、1b~1dは位置2、1c~1eは位置3の時のカム軌跡をそれぞれ表している。即ち、マニュアルフォーカスモードで第1レンズ群L1を無限遠物体でフォーカスして固定し、オートフォーカスモードに切り替えた場合、位置検出センサー4によってその情報1をマイコン8へ伝え、ズームの際には、制御情報として1に対応したカム軌跡1a~1cのいずれかを使って第5レンズ群L5を移動する。

30

【0055】

従って、この状態で第5レンズ群L5は無限遠物体時に対してはカム軌跡1cとなり、ズームの際に光軸上移動しない。しかし、物体距離3m、1mと被写体が近づくにつれて、第5レンズ群L5が繰り出される(物体側に移動する)ので、カム軌跡1b、1aの如く、ズームの際の移動量が増大する。

【0056】

またズーム位置によってフォーカスの際の第5レンズ群L5の移動量(繰り出し量)は変動し、望遠端で一番大きくなる。

40

【0057】

また、マニュアルフォーカスモードで第1レンズ群L1を物体距離3mでフォーカスして固定し、オートフォーカスモードに切り替えた場合、位置情報2に対応したカム軌跡1b~1dのいずれかが選択される。物体距離が3mのままのときはカム軌跡1cとなり、ズームの際に第5レンズ群L5は移動しない。しかし、第5レンズ群L5でフォーカスを行って、距離3m以外の被写体に合焦したとき、例えば、被写体が無限遠物体の時はカム軌跡1bとなり、第5レンズ群L5を像側へ移動させる必要があり、その移動量は望遠側ほど大きくなる。

【0058】

逆に、第5レンズ群L5でフォーカスを行って3mよりも近距離の物体へ合焦した時には

50

、カム軌跡 1 b のごとく第 5 レンズ群 L 5 を物体側へ移動させる必要があり、やはりその移動量は望遠側ほど大きくなる。

【 0 0 5 9 】

マニュアルフォーカスモードにおいて第 1 レンズ群 L 1 を上記以外の距離の被写体にフォーカスし固定した場合も、上記無限遠被写体、被写体距離 3 m にフォーカスした場合と同様に、その都度適切なカム軌跡に切り替えて、第 5 レンズ群 L 5 のズームの際の移動制御を行うことにより、スムーズなフォーカス動作を可能としている。

【 0 0 6 0 】

また、オートフォーカスモード時に第 5 レンズ群 L 5 が光軸上のどこに位置していても、マニュアルフォーカスモードに切り替えられた際は基準位置検出センサー 6 からの信号を用いて、第 5 レンズ群 L 5 を基準位置に復帰させる。これにより第 1 レンズ群 L 1 でのフォーカス動作は全く正常に行うことを可能としている。本実施形態では基準位置を、第 1 レンズ群 L 1、第 5 レンズ群 L 5 が各々無限遠物体にフォーカスしている時の第 5 レンズ群 L 5 の位置に設定している。

【 0 0 6 1 】

本実施形態では、第 5 レンズ群 L 5 は選択されるカム軌跡が数種類あることから、ステッピングモーターや位置検出機能付きの DC モーター等で移動させることが好ましい。一方で、第 2、第 3 レンズ群 L 2、L 3 は移動軌跡が変化しないのでメカニカルなカム環でズーム動作させても良い。但し、ステッピングモーター等の動作手段でズーム動作させることを妨げるものではない。

【 0 0 6 2 】

さて、各実施形態のズームレンズにおいて、任意のズーム位置での全系の焦点距離を f_L 、同じズーム位置での最も前方のレンズ群（第 1 レンズ群 L 1）から後部フォーカスレンズ群の直前のレンズ群（第 1 及び第 4 実施形態では第 4 レンズ群 L 4、第 2 及び第 3 実施形態では第 3 レンズ群 L 3）までの合成焦点距離を f_{AL} とするとき、

$$-3 < f_L / f_{AL} < 4$$

なる条件を全てのズーム位置で満足することが好ましい。

【 0 0 6 3 】

上式は、後部フォーカスレンズ群へ入射する光線の収束度を表し、上限値と下限値のどちらを越えてもオートフォーカス時のフォーカスによる収差変動が多く発生し好ましくない。

【 0 0 6 4 】

また、 $f_L / f_{AL} = K_L$ とし、広角端での K_L の値を K_W 、望遠端での K_L の値を K_T とした時、基本的には $K_W / K_T > 1.0$ となることが好ましい。具体的には、

$$0.9 < K_W / K_T < 1.1$$

なる条件を満足することが好ましい。

【 0 0 6 5 】

この条件式は、後部フォーカスレンズ群（実施形態 1、4 においては第 5 レンズ群 L 5、実施形態 2、3 においては第 4 レンズ群 L 4）がマニュアルフォーカス時に基準位置へ復帰する際のズーム位置による誤差量を定義したもので、やはり上限値、下限値を越えた場合マニュアルフォーカスでのズームによるピント変動が無視できなくなる。

【 0 0 6 6 】

なお、本発明の実施形態において、どれか任意のレンズ群又はその一部の群を光軸と垂直に移動させることによって、手振れ等に起因する画像の光軸と垂直方向のズレの補正を行うことも可能である。

【 0 0 6 7 】

次に、本発明の実施形態 1 ~ 4 に各々対応する数値実施例 1 ~ 4 を示す。各数値実施例において、 i は物体側からの光学面の順序を示し、 R_i は第 i 番目の光学面（第 i 面）の曲率半径、 D_i は第 i 面と第 $i + 1$ 面との間の間隔、 N_i と n_i はそれぞれ d 線に対する第 i 番目の光学部材の材質の屈折率、アッペ数を示す。 f は焦点距離、 $F_n o$ は F ナンバー

10

20

30

40

50

、 は半画角である。

【 0 0 6 8 】

なお、数値実施例 1 における R 2 4 ~ R 2 6、数値実施例 2 における R 3 1 ~ R 3 2、数値実施例 3 における R 2 2 ~ R 2 3、数値実施例 4 における R 2 6 ~ R 2 7 は光学部材 G であり、例えば赤外カットガラス、光学的ローパスフィルター、固体撮像素子の保護ガラス等に対応して、設計上設けられたものである。

【 0 0 6 9 】

また k を離心率、B, C, D, E, F . . . を非球面係数、光軸からの高さ h の位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にして x とするとき、非球面形状は、

【 外 1 】

$$x = \frac{h^2/R}{1 + \{1 - (1+k) (h/R)^2\}^{1/2}} + B h^4 + C h^6 + D h^8 + E h^{10} + F h^{12} \dots$$

10

【 0 0 7 0 】

で表示される。但し R は曲率半径である。

【 0 0 7 1 】

また、例えば「e - Z」の表示は「1 0^{-Z}」を意味する。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表 1 に示す。

【 0 0 7 2 】

【 外 2 】

20

数值实施例 1

 $f=10 \sim 162.0$ $Fno=1.65 \sim 2.70$ $2\omega=58.4^\circ \sim 3.8^\circ$

R 1 = 142.764	D 1 = 3.01	N 1 = 1.84666	ν 1 = 23.8	
R 2 = 73.121	D 2 = 10.09	N 2 = 1.60311	ν 2 = 60.6	
R 3 = -786.331	D 3 = 0.35			
R 4 = 65.974	D 4 = 5.84	N 3 = 1.69680	ν 3 = 55.5	
R 5 = 172.467	D 5 = 可変			
R 6 = 81.262	D 6 = 1.59	N 4 = 1.88300	ν 4 = 40.8	10
R 7 = 15.533	D 7 = 6.42			
R 8 = -59.753	D 8 = 1.42	N 5 = 1.88300	ν 5 = 40.8	
R 9 = 102.816	D 9 = 1.06			
R10 = 30.879	D10 = 5.49	N 6 = 1.84666	ν 6 = 23.8	
R11 = -61.177	D11 = 0.53			
R12 = -41.526	D12 = 1.42	N 7 = 1.77250	ν 7 = 49.6	
R13 = 108.381	D13 = 可変			
R14 = 絞り	D14 = 6.81			
R15 = -35.391	D15 = 1.77	N 8 = 1.77250	ν 8 = 49.6	20
R16 = -142.950	D16 = 可変			
R17 = 119.917(*)	D17 = 8.15	N 9 = 1.58313	ν 9 = 59.4	
R18 = -36.144	D18 = 40.498			
R19 = 50.576(*)	D19 = 6.55	N10 = 1.58313	ν 10 = 59.4	
R20 = -319.306	D20 = 3.01			
R21 = 108.714	D21 = 1.77	N11 = 1.84666	ν 11 = 23.8	
R22 = 38.554	D22 = 8.08	N12 = 1.48749	ν 12 = 70.2	
R23 = -58.779	D23 = 15.69			
R24 = ∞	D24 = 9.48	N13 = 1.51633	ν 13 = 64.1	30
R25 = ∞	D25 = 35.42	N14 = 1.58913	ν 14 = 61.2	
R26 = ∞				

焦点距離	10.0	30.3	162.0
可変間隔			
D 5	1.651	41.905	68.741
D13	70.505	23.203	3.838
D16	3.450	10.499	3.028

非球面係数(*)

R17 $k=2.10413e+01$ $B=-5.75084e-06$ $C=-9.34593e-10$ $D=-7.39135e-13$ $E=0.0$ $F=0.0$
 R19 $k=5.53434e-01$ $B=-3.27200e-06$ $C=3.62799e-10$ $D=-1.07675e-12$ $E=0.0$ $F=0.0$

【 0 0 7 3 】

【 外 3 】

数值实施例 2

 $f=10 \sim 67.3$ $F_{no}=4.12 \sim 5.65$ $2\omega=11.2^\circ \sim 1.68^\circ$

R 1 = 136.946	D 1 = 0.58	N 1 = 1.83400	ν 1 = 37.2	
R 2 = 17.234	D 2 = 1.96	N 2 = 1.48749	ν 2 = 70.2	
R 3 = -54.817	D 3 = 0.06			
R 4 = 18.289	D 4 = 1.59	N 3 = 1.56384	ν 3 = 60.7	
R 5 = -114.586	D 5 = 可変			
R 6 = 13.778	D 6 = 0.47	N 4 = 1.69680	ν 4 = 55.5	10
R 7 = 7.939	D 7 = 0.87			
R 8 = -23.359	D 8 = 0.33	N 5 = 1.77250	ν 5 = 49.6	
R 9 = 7.399	D 9 = 1.21	N 6 = 1.84666	ν 6 = 23.8	
R10 = 102.648	D10 = 0.38			
R11 = -14.989	D11 = 0.33	N 7 = 1.69680	ν 7 = 55.5	
R12 = 75.113	D12 = 可変			
R13 = -108.166	D13 = 0.98	N 8 = 1.56384	ν 8 = 60.7	
R14 = -11.047	D14 = 0.04			
R15 = 18.240	D15 = 1.38	N 9 = 1.49700	ν 9 = 81.6	20
R16 = -10.623	D16 = 0.35	N10 = 1.84666	ν 10 = 23.8	
R17 = -37.817	D17 = 0.04			
R18 = 13.450	D18 = 0.98	N11 = 1.48749	ν 11 = 70.2	
R19 = -31.599	D19 = 可変			
R20 = 絞り	D20 = 1.40			
R21 = -14.350	D21 = 0.58	N12 = 1.60342	ν 12 = 38.0	
R22 = -7.046	D22 = 0.26	N13 = 1.60311	ν 13 = 60.7	
R23 = 14.725	D23 = 0.07			
R24 = 5.482	D24 = 0.65	N14 = 1.60342	ν 14 = 38.0	30
R25 = 16.838	D25 = 2.246			
R26 = 20.889	D26 = 0.23	N15 = 1.69680	ν 15 = 55.5	
R27 = 4.405	D27 = 2.25			
R28 = -32.082	D28 = 0.23	N16 = 1.65844	ν 16 = 50.9	
R29 = 5.201	D29 = 1.00	N17 = 1.51633	ν 17 = 64.2	
R30 = -5.204	D30 = 0.93			
R31 = ∞	D31 = 1.40	N18 = 1.51633	ν 18 = 64.2	
R32 = ∞				

焦点距離	10.0	27.6	67.3
可変間隔			
D 5	1.531	10.066	15.755
D12	19.148	8.337	0.841
D19	0.661	2.937	4.743

【 0 0 7 4 】

【 外 4 】

数值实施例 3

 $f=10 \sim 28.5$ $Fno=1.80 \sim 1.99$ $2\omega=40.6^\circ \sim 13.5^\circ$

R 1 = 120.019	D 1 = 0.89	N 1 = 1.80518	ν 1 = 25.4	
R 2 = 24.167	D 2 = 3.09	N 2 = 1.56384	ν 2 = 60.7	
R 3 = -41.700	D 3 = 0.12			
R 4 = 17.362	D 4 = 2.19	N 3 = 1.63854	ν 3 = 55.4	
R 5 = 97.667	D 5 = 可変			10
R 6 = -41.149	D 6 = 0.65	N 4 = 1.69680	ν 4 = 55.5	
R 7 = 11.201	D 7 = 1.44			
R 8 = -14.846	D 8 = 0.65	N 5 = 1.51633	ν 5 = 64.1	
R 9 = 9.866	D 9 = 1.38	N 6 = 1.84666	ν 6 = 23.8	
R10 = 22.204	D10 = 可変			
R11 = 117.853	D11 = 1.30	N 7 = 1.69680	ν 7 = 55.5	
R12 = -36.397	D12 = 可変			
R13 = 絞り	D13 = 3.25			
R14 = 13.602	D14 = 2.76	N 8 = 1.69680	ν 8 = 55.5	20
R15 = -29.827	D15 = 0.33			
R16 = -18.346	D16 = 0.65	N 9 = 1.84666	ν 9 = 23.8	
R17 = -50.054	D17 = 5.93			
R18 = 12.236	D18 = 0.65	N10 = 1.84666	ν 10 = 23.8	
R19 = 7.928	D19 = 0.44			
R20 = 12.351	D20 = 1.87	N11 = 1.60311	ν 11 = 60.7	
R21 = -38.124	D21 = 1.63			
R22 = ∞	D22 = 4.47	N12 = 1.51633	ν 12 = 64.1	
R23 = ∞				30

焦点距離 \ 可変間隔	10.0	21.1	28.5
D 5	1.308	7.890	9.556
D10	11.252	6.001	1.774
D12	2.397	1.067	3.628

【 0 0 7 5 】

【 外 5 】

数值实施例 4

$$f=10\sim 57.0 \quad F_{no}=2.05\sim 2.39 \quad 2\omega=50.2^\circ\sim 8.52^\circ$$

R 1 = 127.854	D 1 = 1.39	N 1 = 1.80518	ν 1 = 25.4	
R 2 = 33.988	D 2 = 5.98	N 2 = 1.62299	ν 2 = 58.1	
R 3 = -83.245	D 3 = 0.28			
R 4 = 24.444	D 4 = 3.75	N 3 = 1.69680	ν 3 = 55.5	10
R 5 = 65.020	D 5 = 可変			
R 6 = 57.297	D 6 = 1.11	N 4 = 1.77250	ν 4 = 49.6	
R 7 = 10.506	D 7 = 2.71			
R 8 = -13.013	D 8 = 0.97	N 5 = 1.77250	ν 5 = 49.6	
R 9 = 13.024	D 9 = 2.92	N 6 = 1.80518	ν 6 = 25.4	
R10 = -72.679	D10 = 可変			
R11 = -23.415	D11 = 1.11	N 7 = 1.69680	ν 7 = 55.5	
R12 = -719.262	D12 = 可変			
R13 = 51.065	D13 = 3.20	N 8 = 1.69680	ν 8 = 55.5	20
R14 = -22.712	D14 = 2.78			
R15 = 絞り	D15 = 4.87			
R16 = 37.548	D16 = 3.20	N 9 = 1.51742	ν 9 = 52.4	
R17 = -75.027	D17 = 1.88			
R18 = -13.246	D18 = 1.11	N10 = 1.80518	ν 10 = 25.4	
R19 = -20.675	D19 = 0.21			
R20 = 15.928	D20 = 4.03	N11 = 1.58913	ν 11 = 61.2	
R21 = -139.146	D21 = 4.02			
R22 = 35.955	D22 = 1.11	N12 = 1.80518	ν 12 = 25.4	30
R23 = 10.422	D23 = 1.02			
R24 = 22.435	D24 = 3.48	N13 = 1.56732	ν 13 = 42.8	
R25 = -22.434	D25 = 7.51			
R26 = ∞	D26 = 6.40	N14 = 1.51633	ν 14 = 64.2	
R27 = ∞				

可変間隔 \ 焦点距離	10.0	22.8	57.0
D 5	1.641	12.288	19.387
D10	20.316	7.204	2.923
D12	1.752	4.216	1.398

【 0 0 7 6 】

【 表 1 】

表1

条件式	数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3	数値実施例4
fL/fAL	-1.099	2.1149	-0.2204	-1.2999
KW/KT	1.00	1.00	1.00	1.00

【0077】

次に上述した各実施形態のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラの実施形態を図23を用いて説明する。

10

【0078】

図23において、10はビデオカメラ本体、11は各実施形態のズームレンズによって構成された撮影光学系、12は撮影光学系11によって被写体像を受光するCCDやCMOS等の固体撮像素子（光電変換素子）、13は撮像素子12が受光した被写体像を記録する記録手段、14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子12上に形成された被写体像が表示される。15は、前記ファインダーと同等の機能を有する液晶表示パネルである。

【0079】

このように上述した各実施形態のズームレンズをビデオカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器が実現できる。

20

【0080】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、無限遠物体から極至近物体まで焦点合わせができ、又素早いズームにも追従することができるズーム光学系を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のズーム光学系の概略構成図である。

【図2】ハイブリッドフォーカス方式のフローチャートである。

【図3】実施形態1のズームレンズのレンズ断面図及びリアフォーカスユニットのカムテーブルの説明図である。

30

【図4】実施形態1のズームレンズにおいて、第1群でフォーカス（物体距離3m）を行った際の広角端での収差図である。

【図5】実施形態1のズームレンズにおいて、第5群でフォーカス（物体距離3m）を行った際の広角端での収差図である。

【図6】実施形態1のズームレンズにおいて、第1群でフォーカス（物体距離3m）を行った際の望遠端での収差図である。

【図7】実施形態1のズームレンズにおいて、第5群でフォーカス（物体距離3m）を行った際の望遠端での収差図である。

【図8】実施形態2のズームレンズのレンズ断面図及びリアフォーカスユニットのカムテーブルの説明図である。

40

【図9】実施形態2のズームレンズにおいて、第1群でフォーカス（物体距離3m）を行った際の広角端での収差図である。

【図10】実施形態2のズームレンズにおいて、第4群でフォーカス（物体距離3m）を行った際の広角端での収差図である。

【図11】実施形態2のズームレンズにおいて、第1群でフォーカス（物体距離3m）を行った際の望遠端での収差図である。

【図12】実施形態2のズームレンズにおいて、第4群でフォーカス（物体距離3m）を行った際の望遠端での収差図である。

【図13】実施形態3のズームレンズのレンズ断面図及びリアフォーカスユニットのカムテーブルの説明図である。

50

【図14】実施形態3のズームレンズにおいて、第1群でフォーカス(物体距離3m)を行った際の広角端での収差図である。

【図15】実施形態3のズームレンズにおいて、第4群でフォーカス(物体距離3m)を行った際の広角端での収差図である。

【図16】実施形態3のズームレンズにおいて、第1群でフォーカス(物体距離3m)を行った際の望遠端での収差図である。

【図17】実施形態3のズームレンズにおいて、第4群でフォーカス(物体距離3m)を行った際の望遠端での収差図である。

【図18】実施形態4のズームレンズのレンズ断面図及びリアフォーカスユニットのカムテーブルの説明図である。

10

【図19】実施形態4のズームレンズにおいて、第1群でフォーカス(物体距離3m)を行った際の広角端での収差図である。

【図20】実施形態4のズームレンズにおいて、第5群でフォーカス(物体距離3m)を行った際の広角端での収差図である。

【図21】実施形態4のズームレンズにおいて、第1群でフォーカス(物体距離3m)を行った際の望遠端での収差図である。

【図22】実施形態4のズームレンズにおいて、第5群でフォーカス(物体距離3m)を行った際の望遠端での収差図である。

【図23】ビデオカメラの要部概略図である。

【符号の説明】

20

L1 第1レンズ群

L2 第2レンズ群

L3 第3レンズ群

L4 第4レンズ群

L5 第5レンズ群

SP 開口絞り

G ガラスブロック

IP 像面

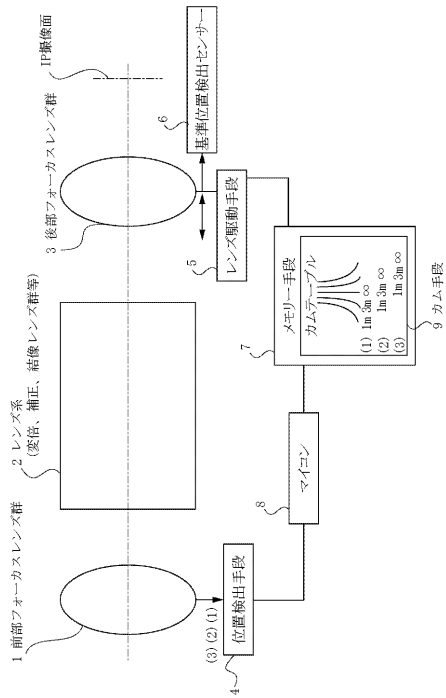
d d線

M メリディオナル像面

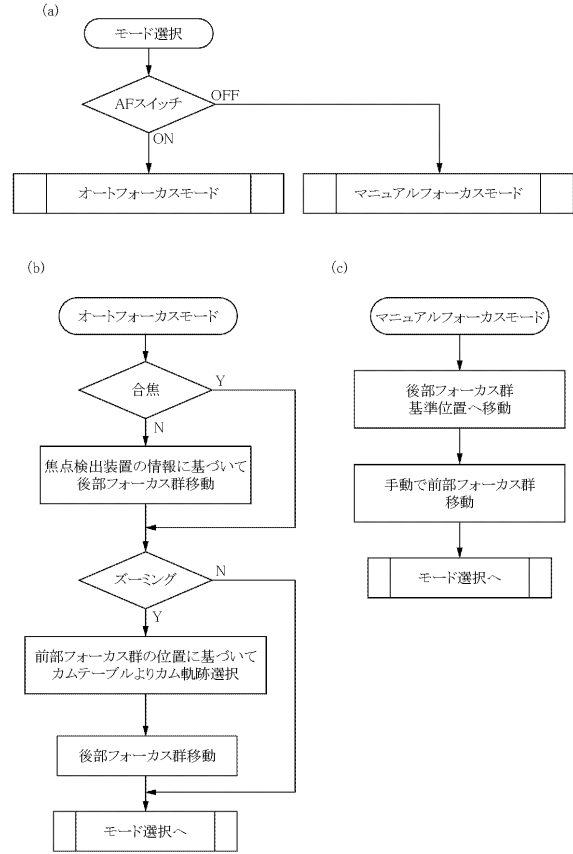
S サジタル像面

30

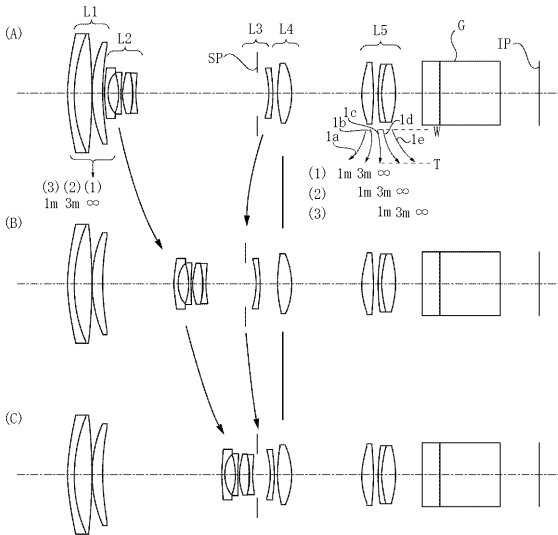
【 図 1 】



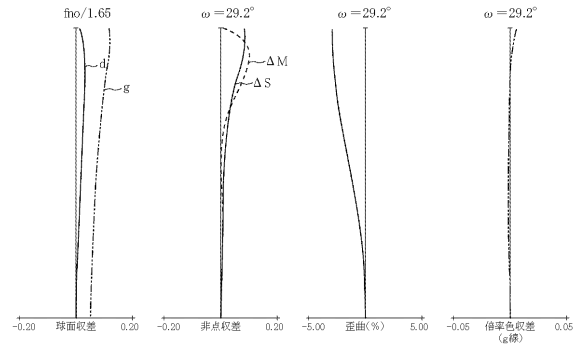
【 図 2 】



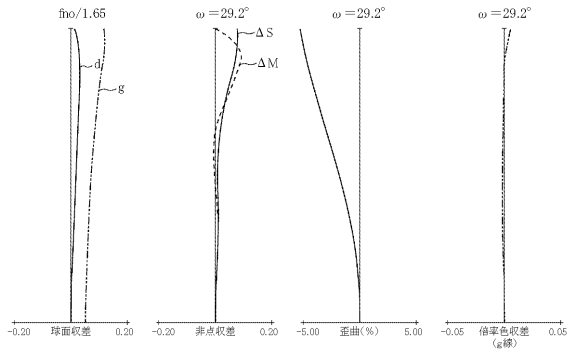
【 図 3 】



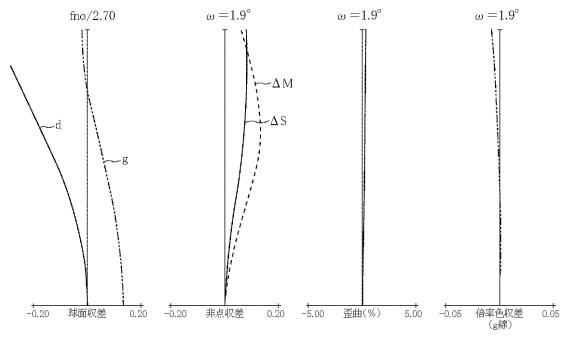
【 図 4 】



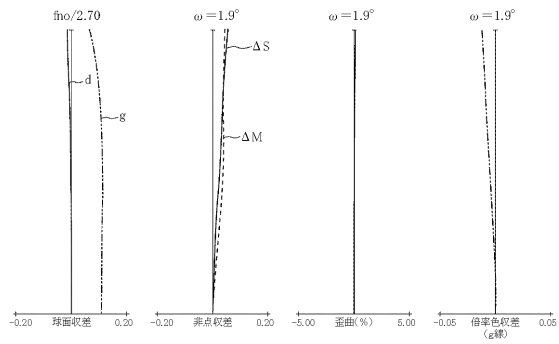
【 図 5 】



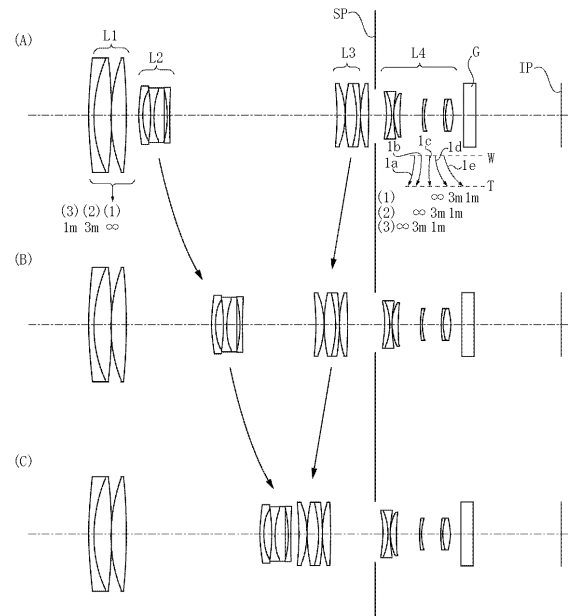
【 図 6 】



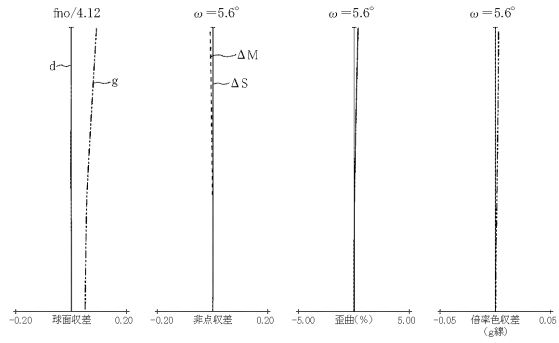
【 図 7 】



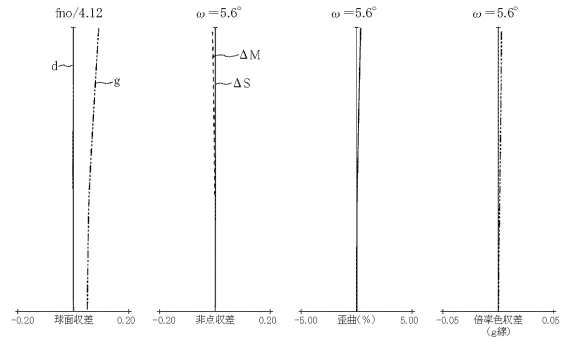
【 図 8 】



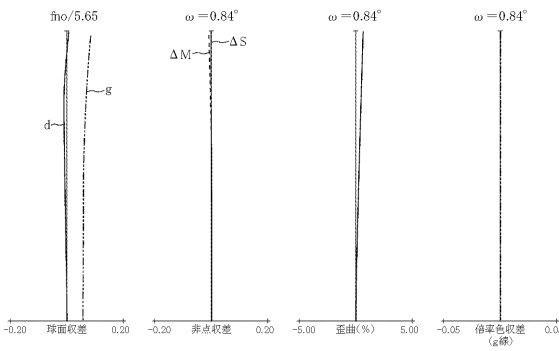
【 図 9 】



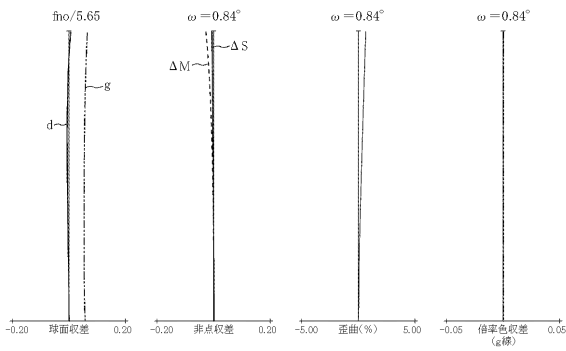
【 図 10 】



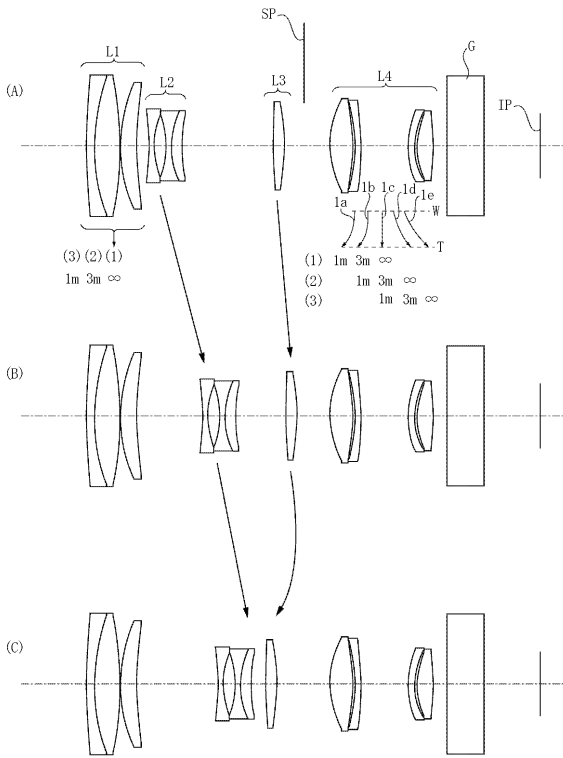
【 図 11 】



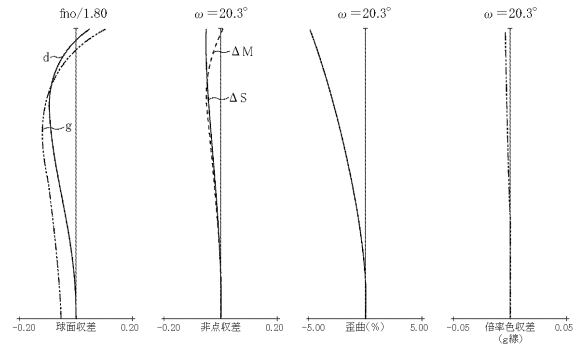
【 図 12 】



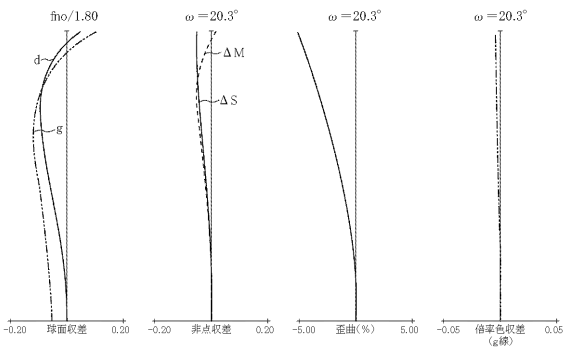
【 図 1 3 】



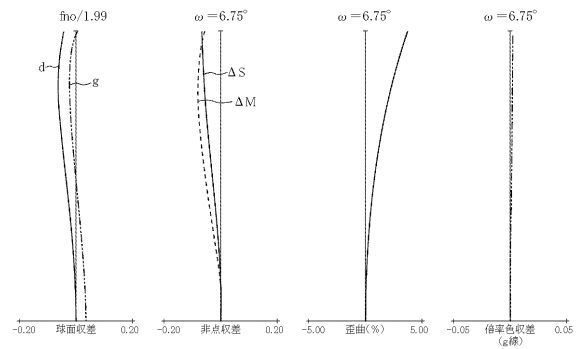
【 図 1 4 】



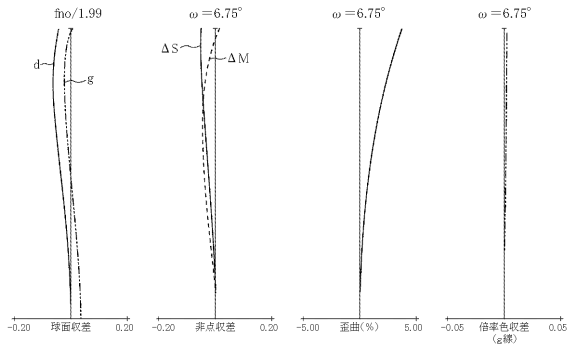
【 図 1 5 】



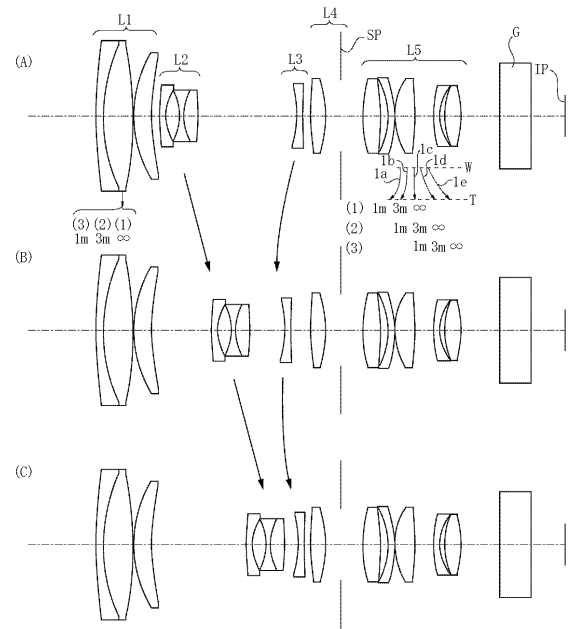
【 図 1 6 】



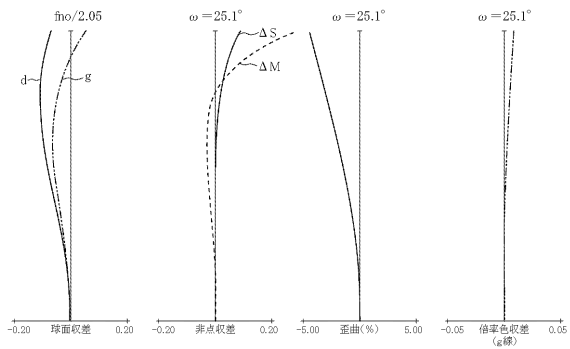
【 図 17 】



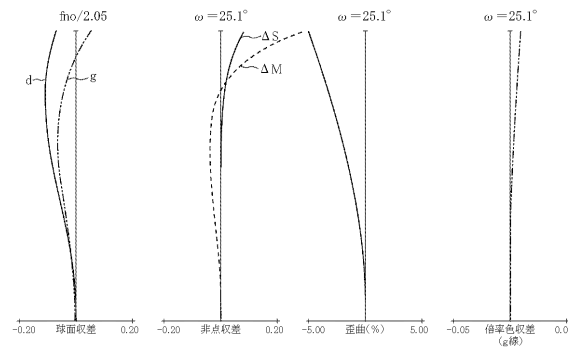
【 図 18 】



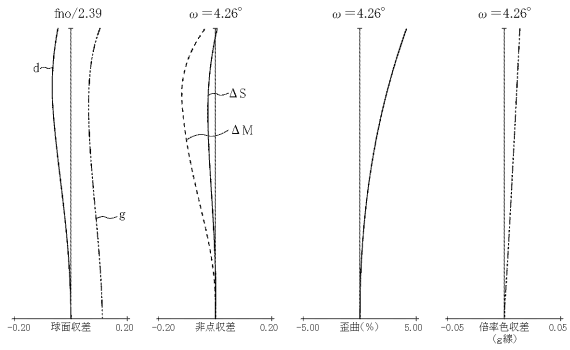
【 図 19 】



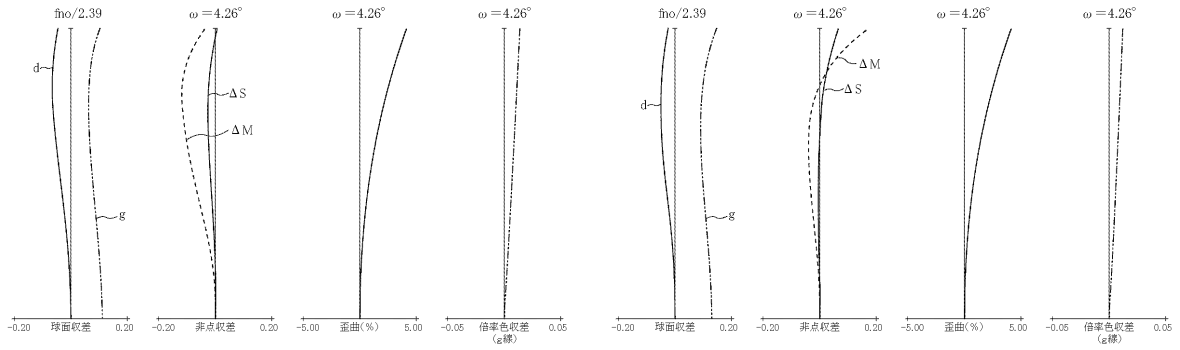
【 図 20 】



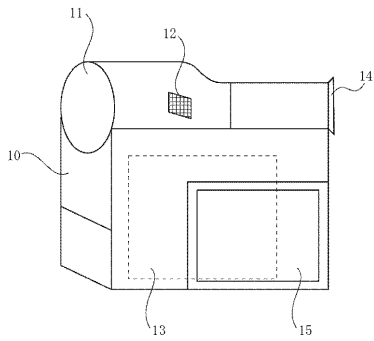
【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



【 図 2 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭59-214814(JP,A)
特開平06-078203(JP,A)
特開平04-136907(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G02B 7/02-16