(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5717988号
(P5717988)
(45)発行日　平成27年5月13日(2015.5.13)　(24)登録日　平成27年3月27日(2015.3.27)

(51)Int.Cl.		F I		
G02B 15/00	(2006.01)	G02B	15/00	
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18	
H04N 5/225	(2006.01)	H04N	5/225	D

請求項の数 5　(全 18 頁)

(21)出願番号　特願2010-129617(P2010-129617)
(22)出願日　平成22年6月7日(2010.6.7)
(65)公開番号　特開2011-257465(P2011-257465A)
(43)公開日　平成23年12月22日(2011.12.22)
審査請求日　平成25年5月31日(2013.5.31)

(73)特許権者　000000376
オリンパス株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
(74)代理人　100139103
弁理士　小山　卓志
(74)代理人　100097777
弁理士　韮澤　弘
(74)代理人　100139114
弁理士　田中　貞嗣
(74)代理人　100088041
弁理士　阿部　龍吉
(74)代理人　100092495
弁理士　蛭川　昌信
(74)代理人　100095120
弁理士　内田　亘彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】変倍光学系及びそれを用いた撮像装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
３つのレンズ群からなり、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行う変倍光学系において、
前記３つのレンズ群は、物体側から順に負屈折力を有する第１レンズ群と、正屈折力を有する第２レンズ群と、正屈折力を有する第３レンズ群からなり、
前記第１レンズ群は、広角端から望遠端への変倍時や無限撮影から至近撮影に至る撮影時に固定であり、
絞りよりも像面側に、複数枚のレンズからなる全体として正の屈折力を有する前記第２レンズ群を有し、
前記正の屈折力を有する前記第２レンズ群内に、空気両凸レンズを有し、
前記空気両凸レンズは、以下の条件式（１）を満足し、
且つ、前記第３レンズ群は、以下の条件式（３）’を満足する
ことを特徴とする変倍光学系。
　－０．５　≦（Ra１＋Ra２）/（Ra１－Ra２）≦　０．５　　（１）
　１．７８　≦（R４a＋R４b）/（R４a－R４b）≦　５．０　　（３）’
ただし、
Ra１は空気レンズの物体側の面の曲率半径、
Ra２は空気レンズの像面側の面の曲率半径、
R４aは第３レンズ群の物体側の面の曲率半径、

Ｒ４ｂは第３レンズ群の像面側の面の曲率半径、
である。
【請求項２】
前記第２レンズ群は、連続した２つの負の屈折力を有するレンズを有する
ことを特徴とする請求項１に記載の変倍光学系。
【請求項３】
前記第２レンズ群は、少なくとも４つのレンズからなり、物体側から順に正・正・負・負の屈折力を有するレンズで構成される
ことを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の変倍光学系。
【請求項４】
前記第３レンズ群は、メニスカス形状の正単レンズである
ことを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１つに記載の変倍光学系。
【請求項５】
請求項１乃至請求項４のいずれか１つに記載の変倍光学系、
及び前記変倍光学系の像側に配置され光学像を電気信号に変換する撮像面を持つ撮像素子を有する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、小型で良好な光学性能を有する変倍光学系及びそれを用いた撮像装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、小型で駆動機構の少ない変倍撮像レンズとして、２焦点切り替え型結像レンズが提案されている（特許文献１参照）。特許文献１に記載された光学系は、負正正の３群よりなり、第２レンズ群のみを光軸方向に移動させることで変倍を行うものである。そして、通常のズームレンズと異なり、広角端、望遠端の２焦点の結像性能を満足すればよいため、変倍時にだい１レンズ群と第３レンズ群とを固定することができ、機構を簡素化することが可能であった。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００７－９３９６１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、特許文献１に記載された光学系は、変倍比が２．５倍以下であって、全長も長く、大型であった。
【０００５】
本発明は、このような状況を鑑み発明されたものであって、近年の薄く小型化した携帯モバイル等に搭載する撮影レンズに適合するような低背化、高性能化した変倍光学系を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
上記課題を解決するために、本発明に係る変倍光学系は、
３つのレンズ群からなり、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行う変倍光学系において、
前記３つのレンズ群は、物体側から順に負屈折力を有する第１レンズ群と、正屈折力を有する第２レンズ群と、正屈折力を有する第３レンズ群からなり、
前記第１レンズ群は、広角端から望遠端への変倍時や無限撮影から至近撮影に至る撮影

時に固定であり、
絞りよりも像面側に、複数枚のレンズからなる全体として正の屈折力を有する前記第２レンズ群を有し、
前記正の屈折力を有する前記第２レンズ群内に、空気両凸レンズを有し、
前記空気両凸レンズは、以下の条件式（１）を満足し、
且つ、前記第３レンズ群は、以下の条件式（３）’を満足する
ことを特徴とする変倍光学系。
－０．５　≦（Ra１＋Ra２）/（Ra１－Ra２）≦　０．５　　（１）
１．７８　≦（R４a＋R４b）/（R４a－R４b）≦　５．０　　（３）’
ただし、
Ra１は空気レンズの物体側の面の曲率半径、
Ra２は空気レンズの像面側の面の曲率半径、
R４aは第３レンズ群の物体側の面の曲率半径、
R４bは第３レンズ群の像面側の面の曲率半径、
である。
【０００７】
以下、このような構成をとった理由と作用を説明する。
【０００８】
本発明に係る変倍光学系は、撮像レンズを構成する正の屈折力を有する変倍群に両凸形状の空気レンズ、ずなわち、像面側に凹面を向けたレンズと物体側に凹面を向けたレンズの凹面同士を向かい合わせて配置することで、変倍レンズ群の前側主点位置を物体側へ移動することができると共に、変倍レンズ群の後側主点位置との間隔いわゆる主点間隔を広げることができる。
【０００９】
すなわち、変倍レンズ群の光軸方向への大きな移動を伴わずに物体像を像面へ伝達することが可能となる。したがって、光軸方向への小さいレンズ群の移動により、大きな倍率を確保することができる。つまりは、レンズの全長方向への小型化と、高変倍比の両立が可能となる。
【００１０】
さらには、変倍レンズ群の主点間隔が広がることで、その前後に配置されるレンズ群の焦点距離を大きくすることができるため、パワーが少なくて済みレンズ厚を小さくでき、小型化や屈折率の低い硝材で構成できるため、低コスト化につながり好ましい。また、偏心感度も小さくなり好ましい。
【００１１】
また、前記空気両凸レンズは、以下の条件式（１）を満足することが好ましい。
－０．５　≦（Ra１＋Ra２）/（Ra１－Ra２）≦　０．５　　（１）
ただし、Ra１は空気レンズの物体側の面の曲率半径、Ra２は空気レンズの像面側の面の曲率半径である。
【００１２】
条件式（１）は、第２レンズ群内に形成される両凸空気レンズのシェーピングファクターを示している。
【００１３】
条件式（１）の上限を上回ると、空気レンズの物体面の曲率半径が大きくなりすぎ、前側主点位置をより物体側へ配置できなくなる。また、条件式（１）の下限を下回ると、空気レンズの像面の曲率半径が大きくなりすぎ、後側主点位置がより物体側へ配置される。いずれの場合も変倍レンズ群の主点間隔が狭くなり全長短縮化と高変倍化の両立が困難となる。条件式（１）の範囲内を保つことで、球面収差、コマ収差の変動を良好に補正できるため好ましい。
【００１４】
また、条件式（１）は、以下の条件式（１）’又は（１－１）であればより良好な性能

を保ったまま全長短縮が可能となる。

$$-0.2 \leqq (Ra1+Ra2)/(Ra1-Ra2) \leqq 0.5 \quad (1)'$$

$$-0.2 \leqq (Ra1+Ra2)/(Ra1-Ra2) \leqq 0.2 \quad (1-1)$$

【００１５】

また、前記第３レンズ群が以下の条件式（３）を満足することが好ましい。

$$0.2 \leqq (R4a+R4b)/(R4a-R4b) \leqq 5.0 \quad (3)$$

ただし、

R４aは第３レンズ群の物体側の面の曲率半径、

R４bは第３レンズ群の像面側の面の曲率半径、

である。

【００１６】

条件式（３）は、第３レンズ群の正レンズのシェーピングファクターを示している。

【００１７】

条件式（３）は、上限を上回る、又は下限を下回ると、ディストーション、像面湾曲の悪化を招くため好ましくない。条件式（３）の範囲内を保つことで、収差変動を良好に保ったまま第３レンズ群の主点の位置を像側へ移動できるため全長短縮が可能となる。

【００１８】

また、条件式（３）は、以下の条件式（３）’、（３）”、又は（３－１）であればより良好な性能を保ったまま全長短縮が可能となる。

$$1.78 \leqq (R4a+R4b)/(R4a-R4b) \leqq 5.0 \quad (3)'$$

$$1.0 \leqq (R4a+R4b)/(R4a-R4b) \leqq 5.0 \quad (3)''$$

$$1.0 \leqq (R4a+R4b)/(R4a-R4b) \leqq 2.5 \quad (3-1)$$

【００２４】

また、前記第２レンズ群は、連続した２つの負の屈折力を有するレンズを有することが好ましい。

【００２５】

変倍レンズ群に連続した２枚の負レンズが配置されることにより、合成凹レンズで見たときの主点間隔が広がると共に、変倍レンズ群の前側主点位置をより物体側へ配置することが可能となる。

【００２６】

また、前記第２レンズ群は、少なくとも４つのレンズからなり、物体側から順に正・正・負・負の屈折力を有するレンズで構成されることが好ましい。

【００２７】

変倍レンズ群を物体側より順に正正負負の屈折力を有するレンズで構成することで、少ないレンズ枚数で、変倍レンズ群の主点位置を最も物体側へ配置することが可能となる。

【００２８】

また、前記第１レンズ群は、広角端から望遠端への変倍時や無限撮影から至近撮影に至る撮影時に固定であることが好ましい。

【００２９】

変倍時に全長固定であることで鏡枠の強度を容易に確保することが可能であり、鏡枠の構成を簡素にすることができ、小型化が可能である。

【００３０】

変倍光学系の像側に配置され光学像を電気信号に変換する撮像面を持つ撮像素子を有する撮像装置において、その撮像装置の変倍光学系は、上記いずれかの変倍光学系とすることが好ましい。

【００３１】

また、上述の各発明は任意に複数を同時に満足することがより好ましい。

【発明の効果】

【００３２】

以上のように、本発明の変倍光学系によれば、レンズの全長方向への小型化と、高変倍比

の両立が可能となる。また、パワーが少なくて済みレンズ厚を小さくでき、小型化や屈折率の低い硝材で構成できるため、低コスト化することが可能となる。また、偏心感度も小さくなり好ましい。さらに、このような変倍光学系を用いた撮像装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００３３】

【図１】実施例１の光学系の断面図である。
【図２】実施例１の光学系の断面図である。
【図３】実施例２の光学系の断面図である。
【図４】実施例２の光学系の断面図である。
【図５】実施例１の光学系の収差図である。
【図６】実施例１の光学系の収差図である。
【図７】実施例２の光学系の収差図である。
【図８】実施例２の光学系の収差図である。
【図９】デジタルカメラの外観を示す前方斜視図である。
【図１０】デジタルカメラの外観を示す後方斜視図である。
【図１１】デジタルカメラの構成を示す断面図である。
【図１２】パソコンのカバーを開いた前方斜視図である。
【図１３】パソコンの撮影光学系の断面図である。
【図１４】図１２の状態の側面図である。
【図１５】携帯電話の正面図である。
【図１６】携帯電話の側面図である。
【図１７】携帯電話の撮影光学系の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００３４】

本発明の実施例１及び実施例２の光学系について説明する。

【００３５】

図１は実施例１の光学系の広角端及び広角端至近の時の断面図、図２は実施例１の光学系の望遠端及び望遠端至近の時の断面図である。図１（ａ）は実施例１の光学系の広角端の時の断面図、図１（ｂ）は光学系の広角端至近の時の断面図、図２（ａ）は実施例１の光学系の望遠端の時の断面図、図２（ｂ）は実施例１の光学系の望遠端至近の時の断面図である。

【００３６】

実施例１の光学系は、図１及び図２に示すように、物体側より順に負の屈折力の第１レンズ群Ｇ１、正の屈折力の第２レンズ群Ｇ２、正の屈折力の第３レンズ群Ｇ３とを有している。

【００３７】

第１レンズ群Ｇ１は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ１と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ２を接合した接合レンズで構成されており、全体で負の屈折力を有している。第１レンズ群Ｇ１は変倍時に固定である。

【００３８】

第２レンズ群Ｇ２は、物体側より順に、両凸正レンズＬ３、両凸正レンズＬ４と両凹負レンズＬ５を接合した接合レンズ、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズＬ６から構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【００３９】

第３レンズ群Ｇ３は、物体面に凹面を向けた正メニスカスレンズＬ７の１枚で構成されている。第３レンズ群Ｇ３は変倍時に固定である。

【００４０】

また、ＣＧはカバーガラス、Ｉは像面である。

【００４１】

図１（ａ）に示す広角端の状態から、図２（ａ）に示す望遠端の状態へは、第２レンズ群Ｇ２を物体側へ移動する。広角端から望遠端への変倍比は２．５５倍であり、光学全長は変倍時に一定であり８．９㎜である。

【００４２】

広角端における至近物点の撮影時には、図１（ｂ）に示すように、第２レンズ群Ｇ２を物体側へ移動することで合焦を行う。

【００４３】

望遠端における至近物点の撮影時には、図２（ｂ）に示すように、第２レンズ群Ｇ２を像側へ移動することで合焦を行う。

【００４４】

非球面は、第１レンズ群Ｇ１の負メニスカスレンズＬ１の物体側の面及び正メニスカスレンズＬ２の像側の面、第２レンズ群Ｇ２の最も物体側に配置された両凸正レンズＬ３の両面、両凹負レンズＬ５の像側の面及び負メニスカスレンズＬ６の両面、並びに第３レンズ群Ｇ３の正メニスカスレンズＬ７の両面の９面に用いている。

【００４５】

図３は実施例２の光学系の広角端及び広角端至近の時の断面図、図４は実施例２の光学系の望遠端及び望遠端至近の時の断面図である。図３（ａ）は実施例２の光学系の広角端の時の断面図、図３（ｂ）は実施例２の光学系の広角端至近の時の断面図、図４（ａ）は実施例２の光学系の望遠端の時の断面図、図４（ｂ）は実施例２の光学系の望遠端至近の時の断面図である。

【００４６】

実施例２の光学系は、図３及び図４に示すように、物体側より順に負の屈折力の第１レンズ群Ｇ１、正の屈折力の第２レンズ群Ｇ２、正の屈折力の第３レンズ群Ｇ３とを有している。

【００４７】

第１レンズ群Ｇ１は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ１と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ２を接合した接合レンズで構成されており、全体で負の屈折力を有している。

【００４８】

第２レンズ群Ｇ２は、物体側より順に、両凸正レンズＬ３、両凸正レンズＬ４と両凹負レンズＬ５を接合した接合レンズ、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズＬ６から構成されており、全体で正の屈折力を有している。

【００４９】

第３レンズ群Ｇ３は、物体面に凹面を向けた正メニスカスレンズＬ７の１枚で構成されている。第３レンズ群Ｇ３は変倍時に固定である。

【００５０】

また、ＣＧはカバーガラス、Ｉは像面である。

【００５１】

図３（ａ）に示す広角端の状態から、図４（ａ）に示す望遠端の状態へは、第１レンズ群Ｇ１を物体側へ移動し、第２レンズ群Ｇ２を物体側へ移動する。また、カバーガラスＣも物体側へ移動する。広角端から望遠端への変倍比は２．８倍である。

【００５２】

広角端における至近物点の撮影時には、図３（ｂ）に示すように、第２レンズ群Ｇ２を物体側へ移動することで合焦を行う。

【００５３】

望遠端における至近物点の撮影時には、図４（ｂ）に示すように、第２レンズ群Ｇ２を像側へ移動することで合焦を行う。

【００５４】

非球面は、第１レンズ群Ｇ１の負メニスカスレンズＬ１の物体側の面及び正メニスカスレンズＬ２の像側の面、第２レンズ群Ｇ２の最も物体側に配置された両凸正レンズＬ３の

両面、両凹負レンズＬ５の像側の面及び負メニスカスレンズＬ６の両面、並びに第３レンズ群Ｇ３の正メニスカスレンズＬ７の両面の９面に用いている。

【００５５】

以下に、実施例１及び実施例２の数値データを示す。実施例１及び実施例２の数値データにおいて、ｒはレンズ面の曲率半径，ｄはレンズ肉厚および空気間隔，Ｎｄおよびνｄはｄ線（λ＝５８７．６ｎｍ）における屈折率およびアッベ数、ERは有効径を示す。またFnoはＦナンバー、ωは半画角（°）である。

【００５６】

実施例の説明の諸元表中、（非球面）を付した面は非球面形状の面である。非球面形状を表す式は、光軸に垂直な高さをＨ，面頂を原点としたときの高さＨにおける光軸方向の変位量をＸ（Ｈ），近軸曲率半径をｒ，円錐係数をＫ，２次，４次，６次，８次，１０次，１２次の非球面係数をそれぞれA2，A4，A6，A8，A10,A12としたとき次の（９）式で表される。

$$X(H)=(H^2/r)/\{1+[1-(1+K)\cdot(H^2/r^2)]^{1/2}\}+A4H^4+A6H^6+A8H^8+A10H^{10}+A12H^{12}$$

【００５７】

数値実施例 1

単位　　ｍｍ

面データ

面番号	r	d	ｎｄ	νｄ	ER
1（非球面）	284.077	0.30	1.69350	53.20	1.81
2	3.822	0.28	1.63387	23.38	1.61
3（非球面）	3.814	D3	1.00000		1.58
4（絞り）	∞	0.00	1.00000		1.58
5（非球面）	2.077	0.76	1.59201	67.02	0.95
6（非球面）	-24.100	0.10	1.00000		1.04
7	2.224	0.56	1.83400	37.16	1.05
8	-9.331	0.21	1.61000	25.60	1.00
9（非球面）	1.619	D9	1.00000		0.90
10（非球面）	-2.350	0.27	1.54454	55.90	0.88
11（非球面）	-17868.043	D11	1.00000		1.05
12（非球面）	-5.803	1.42	1.54454	55.90	2.00
13（非球面）	-1.777	D13	1.00000		2.22
14	∞	0.30	1.51633	64.14	2.50
15	∞	D15	1.00000		2.50
像面	∞				

非球面データ

第1面

K=-1.000,A4=-3.27261E-02,A6=7.59290E-03,A8=-4.42538E-04,A10=-6.84510E-05

第3面

K=-1.000,A4=-4.03320E-02,A6=1.10490E-02,A8=-3.36010E-04,A10=-3.26020E-04

第5面

K=0.000,A4=-2.68318E-02,A6=-2.49567E-02,A8=7.31686E-03,A10=-1.52062E-02

第6面

K=0.000,A4=-4.27094E-02,A6=-2.02273E-02,A8=1.03398E-03,A10=-7.25287E-03

第9面

K=0.000,A4=7.35129E-02,A6=8.47754E-04,A8=7.68574E-02

第10面

K=0.000,A4=-1.44219E-01,A6=8.68545E-03,A8=1.08777E-01,A10=-1.08300E-01
第11面
K=-1.000,A4=-6.99290E-02,A6=8.61586E-02,A8=-1.22815E-02,A10=-6.73050E-03
第12面
K=0.000,A4=-2.97803E-02,A6=9.93186E-03,A8=-1.40598E-03,A10=-4.49689E-07
第13面
K=-0.491,A4=5.60354E-03,A6=1.33571E-03,A8=3.98382E-04,A10=-7.33348E-05

ズームデータ

ズーム比　　2.55

	広角端	広角端至近	望遠端	望遠端至近
焦点距離	3.12	3.40	7.96	7.74
Fno	2.81	2.98	4.97	4.92
画角２ω	75.33	68.32	31.85	32.74
像高	2.25	2.25	2.25	2.25
レンズ全長	8.90	8.90	8.90	8.90
BF	0.90	0.90	0.90	0.90
入射瞳位置	2.22	2.11	0.54	0.64
射出瞳位置A(レンズ最終面からの射出瞳位置)				
	-10.39	-14.16	16.52	17.42
射出瞳位置B(像面からの射出瞳位置)				
	-11.19	-14.96	15.72	16.62
前側主点位置	4.47	4.74	12.53	11.96
後側主点位置	-2.82	-3.21	-7.65	-7.56
D3	2.83	2.60	0.20	0.30
D9	0.78	0.78	0.78	0.78
D11	0.48	0.72	3.12	3.01
D13	0.30	0.30	0.30	0.30
D15	0.30	0.30	0.30	0.30

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離
L1	1	-5.59
L2	2	227.80
L3	5	3.27
L4	7	2.20
L5	8	-2.25
L6	10	-4.32
L7	12	4.18

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長
G1	1	-5.5661	0.5800
G2	4	2.3649	1.6274
G3	10	-4.3153	0.2726
G4	12	4.1830	2.0245

群	前側主点位置	後側主点位置	広角倍率	中間倍率	望遠倍率
G1	0.3382	-0.0101	0.0000	0.0000	0.0526
G2	-0.2279	-1.0366	-0.4065	-0.7426	-0.4472
G3	-0.0000	-0.1765	1.5404	2.1504	1.5951
G4	1.1820	-0.1358	0.8952	0.8951	0.8952

【００５８】
数値実施例 2
単位　　ｍｍ

面データ

面番号	r	d	ｎｄ	νｄ	ER
1（非球面）	275.896	0.30	1.69350	53.20	1.83
2	3.904	0.28	1.63387	23.38	1.64
3（非球面）	3.625	D3	1.00000		1.61
4（絞り）	∞	-0.10	1.00000		0.85
5（非球面）	2.082	0.77	1.59201	67.02	0.88
6（非球面）	-24.177	0.10	1.00000		0.98
7	2.237	0.56	1.83400	37.16	1.00
8	-9.389	0.21	1.61000	25.60	0.94
9（非球面）	1.627	D9	1.00000		0.90
10（非球面）	-2.333	0.27	1.54454	55.90	0.94
11（非球面）	-13612.925	D11	1.00000		1.09
12（非球面）	-6.222	1.42	1.54454	55.90	2.00
13（非球面）	-1.750	D13	1.00000		2.22
14	∞	0.30	1.51633	64.14	2.50
15	∞	D15	1.00000		2.50
像面	∞				

非球面データ
第1面
K=-1.000,A4=-3.61788E-02,A6=9.84129E-03,A8=-9.01148E-04,A10=-4.87278E-05
第3面
K=-1.000,A4=-4.39300E-02,A6=1.27250E-02,A8=-9.19580E-05,A10=-5.33170E-04
第5面
K=0.000,A4=-3.42899E-02,A6=-4.60442E-02,A8=2.41371E-02,A10=-3.36031E-02
第6面
K=0.000,A4=-7.20113E-02,A6=-2.65029E-02,A8=-1.13623E-03,A10=-5.51827E-03
第9面
K=0.000,A4=1.34179E-01,A6=2.12632E-02,A8=1.91144E-01
第10面
K=0.000,A4=-7.40533E-02,A6=7.78628E-02,A8=1.07051E-01,A10=-5.08971E-02
第11面

K=-1.000,A4=-3.31306E-02,A6=8.65468E-02,A8=8.12362E-04,A10=-1.95356E-02
第12面
K=0.000,A4=-2.56061E-02,A6=6.27279E-03,A8=-9.11807E-04,A10=3.62897E-06
第13面
K=-0.515,A4=9.31569E-03,A6=8.69481E-04,A8=3.44678E-05,A10=-1.09508E-05

ズームデータ

ズーム比 2.77

	広角端	広角端至近	望遠端	望遠端至近
焦点距離	3.10	3.43	8.57	8.47
Fno	2.84	3.04	5.43	5.43
画角２ω	75.28	67.39	29.48	30.10
像高	2.25	2.25	2.25	2.25
レンズ全長	9.01	9.01	9.66	9.66
BF	0.92	0.92	1.04	1.04
入射瞳位置	2.25	2.13	0.63	0.70
射出瞳位置A(レンズ最終面からの射出瞳位置)	-11.23	-16.89	11.82	12.10
射出瞳位置B(像面からの射出瞳位置)	-12.05	-17.71	10.89	11.17
前側主点位置	4.55	4.89	15.95	15.50
後側主点位置	-2.77	-3.22	-8.13	-8.17
D3	2.96	2.69	0.30	0.38
D9	0.80	0.80	0.80	0.80
D11	0.51	0.79	3.71	3.63
D13	0.30	0.30	0.30	0.30
D15	0.32	0.32	0.44	0.44

レンズ単体データ

レンズ	始面	焦点距離
L1	1	-5.71
L2	2	-131.48
L3	5	3.27
L4	7	2.21
L5	8	-2.26
L6	10	-4.29
L7	12	4.02

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長
G1	1	-5.3218	0.5800
G2	4	2.3761	1.5412
G3	10	-4.2857	0.2726
G4	12	4.0193	2.0223

群	前側主点位置	後側主点位置	広角倍率	中間倍率	望遠倍率
G1	0.3391	-0.0093	0.0000	0.0000	0.0504
G2	-0.3259	-1.0430	-0.4249	-0.8112	-0.4707
G3	-0.0000	-0.1765	1.5608	2.3444	1.6253
G4	1.1519	-0.1740	0.8769	0.8470	0.8769

【００５９】
図５～図８は実施例１及び実施例２の光学系の無限遠合焦状態の諸収差図である。図５（ａ）は実施例１の広角端における収差図、図５（ｂ）は実施例１の広角端至近における収差図である。図６（ａ）は実施例１の望遠端における収差図、図６（ｂ）は実施例１の望遠端至近における収差図である。また、図７（ａ）は実施例２の広角端における収差図、図７（ｂ）は実施例２の広角端至近における収差図である。図８（ａ）は実施例２の望遠端における収差図、図８（ｂ）は実施例２の望遠端至近における収差図である。
【００６０】
球面収差と倍率色収差は、４８６．１ｎｍ（Ｆ線：一点鎖線），５８７．６ｎｍ（ｄ線：破線），６５６．３ｎｍ（Ｃ線：実線）の各波長における数値を示してある。また、非点収差は、実線がサジタル像面、点線がメリジオナル像面を示している。なお、ＦＮＯはＦナンバー、ＦＩＹは像高を示す。
【００６１】
次に、上記各実施例における条件式の要素値及び条件式（１）～（３）の値を示す。
【００６２】

条件式	実施例１	実施例２
(1)	-0.18	-0.18
(2)	0.47	0.67
(3)	1.88	1.78

【００６３】
さて、以上のような本発明の撮像装置は、変倍光学系で物体像を形成しその像をＣＣＤ等の撮像素子に受光させて撮影を行う撮影装置、とりわけデジタルカメラやビデオカメラ、情報処理装置の例であるパソコン、電話、特に持ち運びに便利な携帯電話等に用いることができる。以下に、その実施形態を例示する。
【００６４】
図９～図１１は、本発明にかかる変倍光学系をデジタルカメラの撮影光学系４１に組み込んだ構成の概念図を示す。図９はデジタルカメラ４０の外観を示す前方斜視図、図１０は同後方斜視図、図１１はデジタルカメラ４０の構成を示す断面図である。デジタルカメラ４０は、この例の場合、撮影用光路４２を有する撮影光学系４１、ファインダー用光路４４を有するファインダー光学系４３、シャッター４５、フラッシュ４６、液晶表示モニター４７等を含み、カメラ４０の上部に配置されたシャッター４５を押圧すると、それに連動して撮影光学系４１、例えば実施例１の変倍光学系を通して撮影が行われる。撮影光学系４１によって形成された物体像が、近赤外カットコートを設けローパスフィルター作用を持たせたカバーガラスＣＧを介してＣＣＤ４９の撮像面上に形成される。このＣＣＤ４９で受光された物体像は、処理手段５１を介し、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター４７に表示される。また、この処理手段５１には記録手段５２が接続され、撮影された電子画像を記録することもできる。なお、この記録手段５２は処理手段５１と別体に設けてもよいし、メモリーカード、ＭＯ等の記録媒体により電子的に記録書

込を行うように構成してもよい。また、ＣＣＤ４９に代わって銀塩フィルムを配置した銀塩カメラとして構成してもよい。

【００６５】

さらに、ファインダー用光路４４上にはファインダー用対物光学系５３が配置してある。このファインダー用対物光学系５３によって形成された物体像は、像正立部材であるポロプリズム５５の視野枠５７上に形成される。このポリプリズム５５の後方には、正立正像にされた像を観察者眼球Ｅに導く接眼光学系５９が配置されている。なお、撮影光学系４１及びファインダー用対物光学系５３の入射側、接眼光学系５９の射出側にそれぞれカバー部材５０が配置されている。

【００６６】

このように構成されたデジタルカメラ４０は、撮影光学系４１が高性能で小型であるので、高性能・小型化が実現できる。

【００６７】

なお、図１１の例では、カバー部材５０として平行平面板を配置しているが、パワーを持ったレンズを用いてもよい。

【００６８】

次に、本発明にかかる変倍光学系が対物光学系として内蔵された情報処理装置の１例であるパソコンが図１２～図１４に示される。図１２はパソコン３００のカバーを開いた前方斜視図、図１３はパソコン３００の撮影光学系３０３の断面図、図１４は図１２の状態の側面図である。図１２～図１４に示されるように、パソコン３００は、外部から繰作者が情報を入力するためのキーボード３０１と、図示を省略した情報処理手段や記録手段と、情報を操作者に表示するモニター３０２と、操作者自身や周辺の像を撮影するための撮影光学系３０３とを有している。ここで、モニター３０２は、図示しないバックライトにより背面から照明する透過型液晶表示素子や、前面からの光を反射して表示する反射型液晶表示素子や、ＣＲＴディスプレイ等であってよい。また、図中、撮影光学系３０３は、モニター３０２の右上に内蔵されているが、その場所に限らず、モニター３０２の周囲や、キーボード３０１の周囲のどこであってもよい。

【００６９】

この撮影光学系３０３は、撮影光路３０４上に、本発明にかかる変倍光学系（図では略記）からなる対物レンズ１１２と、像を受光する撮像素子チップ１６２とを有している。これらはパソコン３００に内蔵されている。

【００７０】

ここで、撮像素子チップ１６２上にはローパスフィルター作用を持たせたカバーガラスＣＧが付加的に貼り付けられて撮像ユニット１６０として一体に形成され、対物レンズ１１２の鏡枠１１３の後端にワンタッチで嵌め込まれて取り付け可能になっているため、対物レンズ１１２と撮像素子チップ１６２の中心合わせや面間隔の調整が不要であり、組立が簡単となっている。また、鏡枠１１３の先端には、対物レンズ１１２を保護するためのカバーガラス１１４が配置されている。

【００７１】

撮像素子チップ１６２で受光された物体像は、端子１６６を介して、パソコン３００の処理手段に入力され、電子画像としてモニター３０２に表示される、図１２には、その１例として、操作者の撮影された画像３０５が示されている。また、この画像３０５は、処理手段を介し、インターネットや電話を介して、遠隔地から通信相手のパソコンに表示されることも可能である。

【００７２】

次に、本発明にかかる変倍光学系が撮影光学系として内蔵された情報処理装置の１例である電話、特に持ち運びに便利な携帯電話が図１５に示される。図１５は携帯電話４００の正面図、図１６は側面図、図１７は撮影光学系４０５の断面図である。図１５～図１７に示されるように、携帯電話４００は、操作者の声を情報として入力するマイク部４０１と、通話相手の声を出力するスピーカ部４０２と、操作者が情報を入力する入力ダイアル

４０３と、操作者自身や通話相手等の撮影像と電話番号等の情報を表示するモニター４０４と、撮影光学系４０５と、通信電波の送信と受信を行うアンテナ４０６と、画像情報や通信情報、入力信号等の処理を行う処理手段（図示せず）とを有している。ここで、モニター４０４は液晶表示素子である。また、図中、各構成の配置位置は、特にこれらに限られない。この撮影光学系４０５は、撮影光路４０７上に配置された本発明による結像光学系（図では略記）からなる対物レンズ１１２と、物体像を受光する撮像素子チップ１６２とを有している。これらは、携帯電話４００に内蔵されている。

【００７３】

ここで、撮像素子チップ１６２上にはローパスフィルター作用を持たせたカバーガラスＣＧが付加的に貼り付けられて撮像ユニット１６０として一体に形成され、対物レンズ１１２の鏡枠１１３の後端にワンタッチで嵌め込まれて取り付け可能になっているため、対物レンズ１１２と撮像素子チップ１６２の中心合わせや面間隔の調整が不要であり、組立が簡単となっている。また、鏡枠１１３の先端には、対物レンズ１１２を保護するためのカバーガラス１１４が配置されている。

【００７４】

撮影素子チップ１６２で受光された物体像は、端子１６６を介して、図示していない処理手段に入力され、電子画像としてモニター４０４に、又は、通信相手のモニターに、又は、両方に表示される。また、通信相手に画像を送信する場合、撮像素子チップ１６２で受光された物体像の情報を、送信可能な信号へと変換する信号処理機能が処理手段には含まれている。

【００７５】

以上の各実施例は、特許請求の範囲の構成に合わせて種々変更することができる。

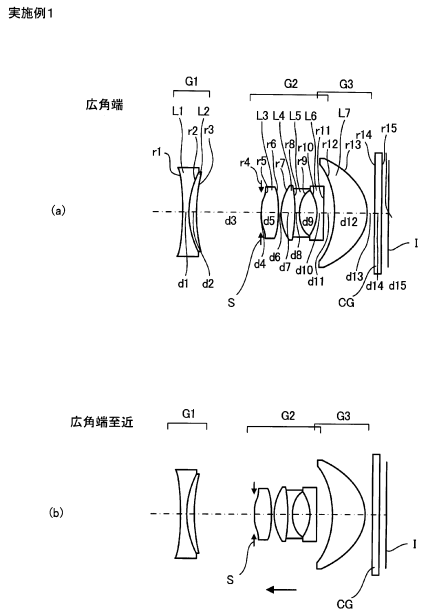
【符号の説明】

【００７６】

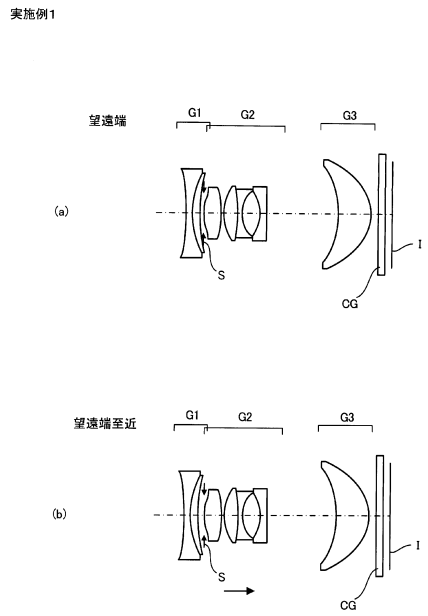
Ｓ …明るさ絞り
Ｌ１…第１正レンズ
Ｌ２…第２負レンズ
Ｌ３…第３正レンズ
ＣＧ…カバーガラス
Ｉ …像面
４０…デジタルカメラ
４１…撮影光学系
４２…撮影用光路
４３…ファインダー光学系
４４…ファインダー用光路
４５…シャッター
４６…フラッシュ
４７…液晶表示モニター
４９…ＣＣＤ
５０…カバー部材
５１…処理手段
５２…記録手段
５３…ファインダー用対物光学系
５５…ポロプリズム
５７…視野枠
５９…接眼光学系
１１２…対物レンズ
１１３…鏡枠
１１４…カバーガラス
１６０…撮像ユニット

１６２…撮像素子チップ
１６６…端子
３００…パソコン
３０１…キーボード
３０２…モニター
３０３…撮影光学系
３０４…撮影光路
３０５…画像
４００…携帯電話
４０１…マイク部
４０２…スピーカ部
４０３…入力ダイアル
４０４…モニター
４０５…撮影光学系
４０６…アンテナ
４０７…撮影光路

【図１】

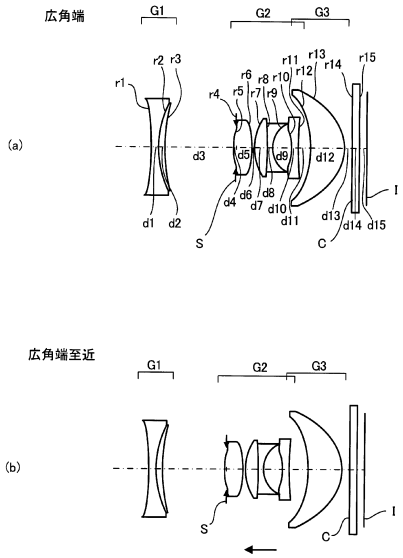


【図２】



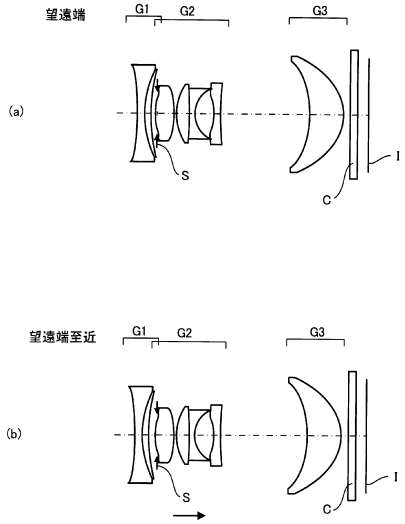
【図３】

実施例2



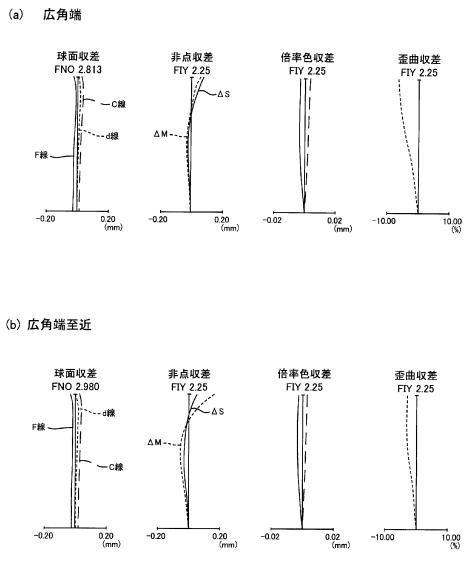
【図４】

実施例2



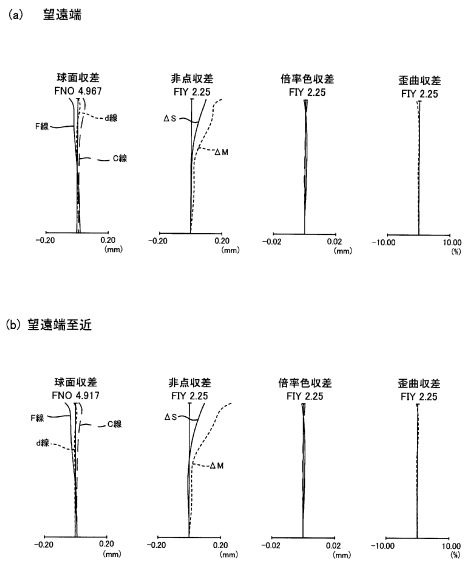
【図５】

実施例1



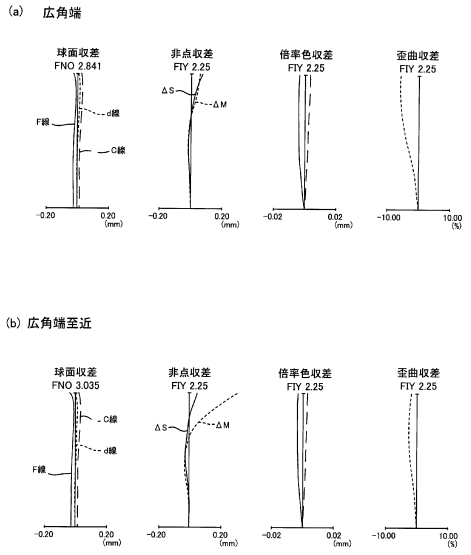
【図６】

実施例1



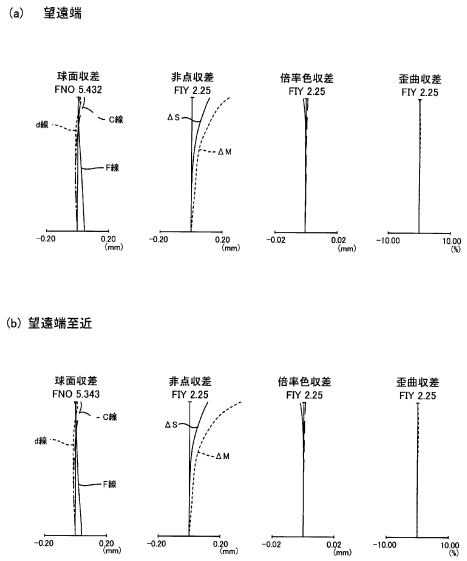
【図７】

実施例2

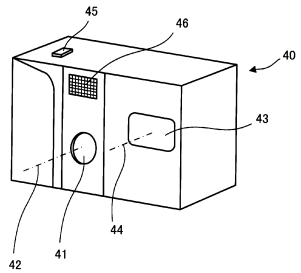


【図８】

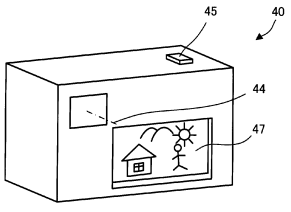
実施例2



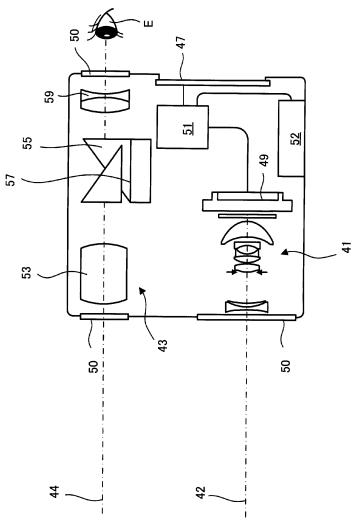
【図９】



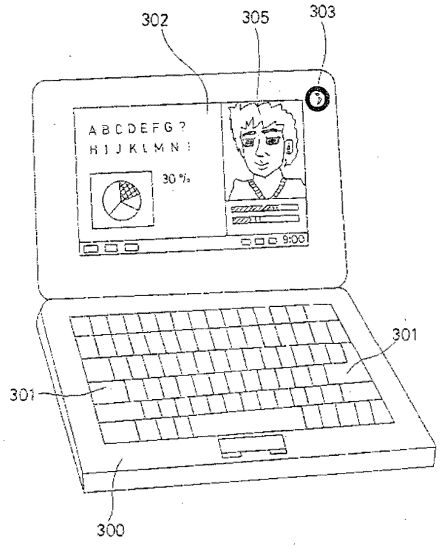
【図１０】



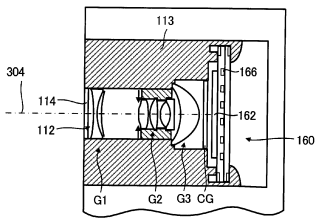
【図１１】



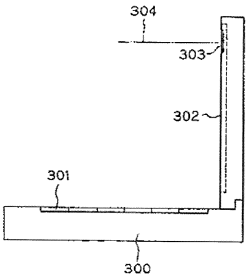
【図１２】



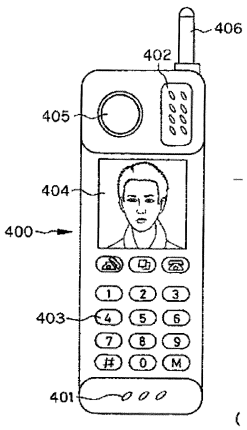
【図１３】



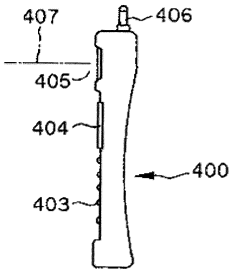
【図１４】



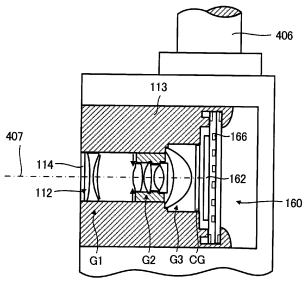
【図１５】



【図１６】



【図１７】



フロントページの続き

(74)代理人 100095980
弁理士 菅井 英雄
(74)代理人 100094787
弁理士 青木 健二
(74)代理人 100091971
弁理士 米澤 明
(72)発明者 足立 要人
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号 オリンパス株式会社内

審査官 小倉 宏之

(56)参考文献 特開２００４－２７１６６８（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－３０９８６５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－１８１７１７（ＪＰ，Ａ）
特表平０３－５００５８２（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０３３７０１（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－３１７６４５（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２５８０６４（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－３０９９５１（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０９０６２５（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２５８５１６（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０２０７９９（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－１８８６１１（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２５８１５７（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－１９５６１２（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１３８９６９（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２８３７０９（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１７０８２６（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
Ｇ０２Ｂ １／１１