

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4989235号
(P4989235)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 15/20 (2006.01)

G O 2 B 13/18 (2006.01)

G O 2 B 15/20

G O 2 B 13/18

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-2056 (P2007-2056)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成19年1月10日 (2007.1.10)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2008-170576 (P2008-170576A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成20年7月24日 (2008.7.24)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成21年12月22日 (2009.12.22)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	藤崎 豊克
			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
		(72) 発明者	田中 常文
			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	森内 正明
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群と、正の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群は像面側へ凸状の軌跡を描くように移動し、前記第2レンズ群が物体側へ移動するズームレンズであって、前記第1レンズ群の物体側主点位置は前記第1レンズ群内部にあり、前記第1レンズ群の像側主点位置の広角端から望遠端への変倍における移動軌跡と、前記第2レンズ群の物体側主点位置の広角端から望遠端への変倍における移動軌跡とが交差し、望遠端における前記ズームレンズの最も物体側の光学面から最も像側の光学面までの距離をLT、望遠端における前記ズームレンズの焦点距離をfTとするととき、

$$0.3 < LT / fT < 0.662958$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記第1レンズ群の焦点距離をf1、前記第2レンズ群の焦点距離をf2とするととき、
$$0.3 < |f1 / f2| < 1$$

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。

【請求項 3】

前記第1レンズ群は1枚または2枚のレンズで構成されており、前記第1レンズ群が少なくとも1面の非球面を含んで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 レンズ群を構成するレンズの間に開口絞りが配置されており、広角端から望遠端への変倍に際して、前記開口絞りが前記第 2 レンズ群と一体的に移動することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群の最も像側のレンズは負レンズであり、前記第 2 レンズ群は、前記負レンズ以外に、2 枚の正レンズを有していることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 2 レンズ群の最も物体側の面が、物体側に凸の非球面であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のズームレンズ。

10

【請求項 7】

前記第 3 レンズ群は正レンズと負レンズを含む少なくとも 2 枚のレンズからなることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のズームレンズ。

【請求項 8】

広角端から望遠端への変倍に際して、前記第 3 レンズ群は像面側から物体側へ単調に移動することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のズームレンズ。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のズームレンズと、前記ズームレンズを透過した光束を受光する撮像素子とを有することを特徴とする撮像装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズに関し、特に小型の撮像装置（例えばデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等）に用いられる小型で高い光学性能を有するズームレンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

物体側から像側へ順に、負正正の 3 つのレンズ群からなり、これらレンズ群を移動させて変倍を行うズームレンズは、比較的枚数が少なく小型化が容易であるため、小型のデジタルカメラ用のズームレンズとして多く利用されている（特許文献 1 - 4）。

30

【0003】

特許文献 1 においては、第 2、3 レンズ群のパワーおよび合成倍率を特定することで、レンズ 7 - 10 枚で 3 倍程度の変倍比を達成している。

【0004】

特許文献 2 においては、ズームの軌跡および各群のパワーを特定し、レンズ 7 枚でコンパクトな変倍比 3 倍程度のズームレンズを達成している。

【0005】

特許文献 3 においては、第 1、2 レンズ群の屈折力および、レンズ構成を特定することにより、7 - 8 枚構成と小型ながら 6 倍程度の変倍比を達成している。

40

【0006】

特許文献 4 においては、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第 3 群を固定群とし、各群のパワーおよび間隔を適切にすることにより、広角端状態で 60° 以上の画角を有する 5 倍程度のズームレンズを 9 - 10 枚で達成している。

しかしながら、これらのレンズはいずれも変倍比が 3 - 6 倍程度であり、高倍化が進み変倍比が 6 倍を超えるような小型の撮像装置の要求に応えられない。

【特許文献 1】特開 2002 - 23053 号公報

【特許文献 2】特開平 11 - 194274 号公報

【特許文献 3】特開平 4 - 114116 号公報

【特許文献 4】特開 2001 - 42218 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

近年、小型のデジタルカメラやデジタルビデオカメラ用のズームレンズは、小型でかつ高倍なものが求められている。一般に高倍化するためには、各レンズ群のパワーを強め、ズーミングにおける移動量を大きくしなければならない。しかしながら、各レンズ群のパワーを強めて行くと少ない枚数で全変倍範囲にわたり良好なる光学性能を得るのが難しくなり、光学性能を得るためにはレンズ枚数を増加しなければならず、レンズ系全体の小型化が難しくなる。一方、ズーミングによる移動量が大きくなるとレンズ全長が長くなり、レンズ系全体の小型化が難しくなる。

10

【0008】

本発明は、構成レンズ枚数が比較的少なく、且つ変倍比が6倍を超える、全変倍範囲にわたり高い光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群と、正の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群は像面側へ凸状の軌跡を描くように移動し、前記第2レンズ群が物体側へ移動するズームレンズであって、前記第1レンズ群の物体側主点位置は前記第1レンズ群内部にあり、前記第1レンズ群の像側主点位置の広角端から望遠端への変倍における移動軌跡と、前記第2レンズ群の物体側主点位置の広角端から望遠端への変倍における移動軌跡とが交差し、望遠端における前記ズームレンズの最も物体側の光学面から最も像側の光学面までの距離を L_T 、望遠端における前記ズームレンズの焦点距離を f_T とすると、

20

$0.3 < L_T / f_T < 0.662958$
を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、変倍比が6倍を超えるズームレンズであっても、構成レンズ枚数を比較的少なく、全長を短くすることが可能となる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例および参考例について説明する。

【0012】

図1(A)、(B)、(C)は本発明の実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図、図2(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0013】

図3(A)、(B)、(C)は本発明の実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図、図4(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

40

【0014】

図5(A)、(B)、(C)は本発明の実施例3のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図、図6(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0015】

図7(A)、(B)、(C)は本発明の参考例のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図、図8(A)、(B)、(C)はそれぞれ参考例のズ

50

ームレンズの広角端，中間のズーム位置，望遠端における収差図である。

【0016】

図9は、本発明の実施例1のズームレンズの広角端から望遠端への変倍を行う際の、第1レンズ群の像側主点の移動軌跡(m1)と、第2、3レンズ群の物体側主点の移動軌跡(m2、m3)を示した図である。

【0017】

図10、11、12は図9と同様に、本発明の実施例2、3および参考例のズームレンズの広角端から望遠端への変倍を行う際の、第1レンズ群の像側主点の移動軌跡(m1)と、第2、3レンズ群の物体側主点の移動軌跡(m2、m3)を示した図である。

【0018】

図13は、本発明のズームレンズを有した撮像装置の概略図である。

各実施例および参考例のズームレンズは、撮像装置(光学機器)に用いられる撮影レンズ系であり、レンズ断面図において、左方が物体側(拡大共役側、被写体側)で、右方が像側(縮小共役側、像側、撮像素子側)である。

【0019】

レンズ断面図において、L1は負の屈折力(光学的パワー=焦点距離の逆数)の第1レンズ群、L2は正の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群である。

【0020】

SPは開口絞りであり、第2レンズ群L2中に配置されている。勿論、この絞りは第2レンズ群の最も物体側に配置されていても、最も像側に配置されていても構わないが、第2レンズ群内のレンズとレンズとの間に配置されているのが望ましい。

【0021】

IPは像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面に相当する感光面が置かれる。

【0022】

収差図において、S.A.は球面収差、A.S.は非点収差、D.I.S.T.は歪曲収差を示す。d、Fは各々d線及びF線、M、Sはメリディオナル像面、サジタル像面、 ω は半画角(2ω は全画角)、FnoはFナンバーである。

【0023】

尚、以下の各実施例および参考例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群(第2レンズ群L2)が機構上、光軸上移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

尚、フォーカスは第3群または第1群を移動して行っている。

【0024】

近年、デジタル撮像装置に用いられる撮影光学系においては、レンズ全長が短く、変倍比が6倍を超えるものが求められている。そのためには各群のパワーを強め、移動量を大きくする必要がある。しかしながら、各群のパワーを強めると諸収差を補正するために各群のレンズ枚数が多くなり、レンズ全長が増大してくる。一方、各群の移動量を大きくすると、やはりレンズ全長が増大する。レンズ全長の短縮化のためには各群のパワーを強め、広角端において主点間隔eをできるだけ小さくする必要がある。

【0025】

そこで、本実施例および参考例のズームレンズは、以下のような特徴を有している。本実施例および参考例のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群と、正の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群より構成されている。そして、広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群は像面側へ凸状の軌跡を描くように移動し(途中までは像側へ移動し、その後物体側へ移動し)、第2レンズ群が物体側へ移動する(像側には移動せず、物体側に単調に移動する)。そして、第1レンズ群の物体側主点位置は第1レンズ群内部にある。このような構成のズームレンズにおいて、第1レンズ群の像側主点位置の広角端から望遠端への変倍における移動軌跡と、前記第2レンズ群の物体側主点位置の広角端から望遠端への変倍における移動軌跡とが交差するように

10

20

30

40

50

構成されている。

【 0 0 2 6 】

より具体的には、第 1 レンズ群 L 1 の物体側主点位置および像側主点位置を第 1 レンズ群 L 1 の最前面（最も物体側の光学面）よりも像側にし、第 2 レンズ群 L 2 の物体側主点位置を第 2 レンズ群 L 2 の最前面（最も物体側の光学面）より物体側にする。これによって、広角端において第 1 レンズ群 L 1 の像側主点位置に近づける。そして、広角端から望遠端の変倍に際し、第 1 レンズ群は物体側から像面側へ凸状の軌跡を描くように移動させ、第 2 レンズ群 L 2 は像面側から物体側へ移動（単調に移動）させる。更に、望遠端において第 2 レンズ群 L 2 の物体側主点位置が第 1 群の像側主点位置より前方にくるように、広角端から望遠端への変倍の途中で、第 1 レンズ群の像側主点位置と第 2 レンズ群の物体側主点位置とが入れ替わるように構成している。言い方を変えると、広角端から望遠端へ変倍する際の、第 1 レンズ群の像側主点位置の移動軌跡と第 2 レンズ群の物体側主点位置の移動軌跡とを交差させている。

10

【 0 0 2 7 】

具体的には、図 9 ~ 1 2（実施例 1 ~ 3 および参考例）に示すように、広角端から望遠端への変倍を行う際の、第 1 レンズ群の像側主点の移動軌跡（m 1）と、第 2 レンズ群の物体側主点の移動軌跡（m 2）とを交差させている。

【 0 0 2 8 】

レンズ系全体のパワーは各レンズ群（2つの群の場合 1、2）のパワーと主点間隔 e（第 1 レンズ群の像側主点と第 2 レンズ群の物体側主点との間隔）とで決定される。（2群の場合 $= 1 + 2 - e$ 1 2 で表わされる。）第 1 レンズ群 L 1 の像側主点位置がレンズ群内部又はその前方にあり、第 2 レンズ群 L 2 の物体側主点位置がレンズ群内部又はその後方にある場合、第 1、2 レンズ群の実間隔 d が主点間隔 e より小さくなる。このような構成においては、高倍化するにつれ第 1、2 レンズ群の間隔を小さくしていくと、主点間隔 e が交差する前にレンズ同士が干渉してしまう。高倍化するためには広角端においてできるだけ主点間隔 e を広げておき、望遠端において実間隔 d を小さくする必要があるため、小型化が難しくなってしまう。一方、本実施例および参考例のような構成においては第 2 レンズ群 L 2 の物体側主点位置を第 2 レンズ群 L 2 の最前面（最も物体側の光学面）より物体側にし、広角端において各群のパワーを強め、主点間隔 e を近づけている。このような構成にすると、第 1、2 レンズ群の実間隔 d が主点間隔 e より大きくなるため、高倍化していくと各群のレンズを干渉させずに主点間隔のみを交差させることができ、小型で高倍（変倍比が 6 倍を超える）のズームレンズが達成可能となる。

20

30

【 0 0 2 9 】

また本構成では第 2 レンズ群 L 2 の物体側主点位置を第 2 レンズ L 2 の最前面（最も物体側の光学面）より物体側にしているが、同様の効果として、第 1 レンズ群 L 1 の像側主点位置を第 1 レンズ群 L 1 の最終面（最も像側の光学面）より後方へ出し、第 2 レンズ群 L 2 の物体側主点位置に近づけても良い。

【 0 0 3 0 】

上述のような構成とすることにより、前述したような本発明の課題を解決することが可能となる。その上で、更に以下のような（ア）～（サ）等の条件を満足すると、より好ましい。

40

【 0 0 3 1 】

（ア）第 1 レンズ群の焦点距離を f 1、第 2 レンズ群の焦点距離を f 2 とするとき、
 $0.3 < |f 1 / f 2| < 1 \cdots \text{条件式 (1)}$
 を満足するように構成すると良い。

【 0 0 3 2 】

このように第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離の比を条件式（1）の範囲にして、バックフォーカスの確保および、レンズ全長のコンパクト化をはかっている。条件式（1）の下限値を超えると第 1 レンズ群 L 1 のパワーが強くなりすぎ、全長のコンパクト化が不十分になりかねない。また、主に非点収差が補正困難となる。上限値を超える

50

と第2レンズ群L2のパワーが強くなりすぎ、主に球面収差、コマ収差の補正が困難となる。さらに第1レンズ群、および第2レンズ群の焦点距離をこの範囲に設定することで、広角端で画角60°を超えるズームレンズを達成できる。

【0033】

(イ) また、各実施例および参考例では変倍比を大きくするために、第3レンズ群L3は、広角端から望遠端への変倍に際して像面側から物体側へ単調に移動している。これにより第3レンズ群L3は変倍に寄与しつつ、像面位置を補正している。尚、ここで言う単調移動とは、逆向き、すなわち像側へ移動しなければ足りる。より詳細に言えば、広角端から望遠端への移動に際して、常に物体側へ移動し続けることが望ましいがこの限りでは無く、少なくとも物体側へ移動する領域が存在し、その他の変倍領域においては停止していても構わない。

10

【0034】

(ウ) また開口絞りSPを第2レンズ群L2中のレンズとレンズとの間に設けて、ズームングに際して第2レンズ群L2と一体的に移動している。変倍の際に第2レンズ群L2の前方に配置するよりも第1レンズ群L1に第2レンズ群L2を近づける際に機械的な干渉を極力少なくし、高倍化を実現している。さらに、これにより主にズームング中、像面湾曲、色収差などの諸収差を絞りの前後でほぼ対称に発生させ補正している。

【0035】

(エ) また、第2レンズ群L2は物体側から像面側へ向かって正レンズ、正レンズ、負レンズの少なくとも3枚のレンズを含んでおり、第2レンズ群L2の最終レンズ(最も像側に配置されたレンズ)を負レンズとしている。これにより、開口絞りSPに入る軸外の光線の角度を緩和し、コマ収差などの軸外の収差を良好に補正している。また、最終レンズを負レンズとすることで第2レンズ群L2の正レンズで発生する収差を同じ第2レンズ群内で補正している。尚、後述する数値実施例および参考例においては、第2レンズ群は3枚構成のものしか開示していないが、最も像側に配置されたレンズが負レンズであり、その負レンズ以外に2枚の正レンズを含んでいれば、更に他のレンズやフィルタ等を含んでいても構わない。

20

【0036】

(オ) 第2レンズ群L2の最も物体側に配置されたレンズを物体側に凸面を向けた非球面レンズとする。ここでは第2レンズ群内の最も物体側の光学面を非球面としている。これにより、第1レンズ群で発散した光線を収束させ、絞りに入射する軸外の光線の角度を緩和して諸収差を良好に補正している。

30

【0037】

(カ) 第1レンズ群L1を1乃至2枚のレンズで構成し、それらのレンズが有する光学面のうち少なくとも一面を非球面にすることで、広角側のレンズ径の増大を抑えている。またこれにより、ズームング中移動する第1レンズ群の重さを軽減し、メカ機構も単純にしている。さらに、第2レンズ群中に入射する軸外の光線の角度を緩和し、主に像面湾曲など軸外の収差を抑えている。

【0038】

(キ) 第3レンズ群は負レンズおよび正レンズを含む少なくとも2枚のレンズで構成することで、ズーム変動に伴う光線の角度の変動を抑え、変倍に伴う色収差などの変動を少なくしている。ここで、後述する数値実施例において、第3レンズ群は2枚の正レンズと1枚の負レンズから構成された例しか開示が無い。しかしながら、本実施例および参考例はそれに限定されず、第3レンズ群が1枚の正レンズと1枚の負レンズから構成されていても、或いは3枚の正レンズと1枚の負レンズから構成されていても構わない。

40

【0039】

(ク) 望遠端においてズームレンズの最も物体側の光学面から最も像側の光学面までの距離をLT、望遠端における前記ズームレンズの焦点距離をfTとするとき、

$$0.3 < LT / fT \leq 6.62958 \dots \text{条件式(2)}$$

を満足すると尚好ましい。

50

【 0 0 4 0 】

このように、望遠端におけるレンズ長を条件式(2)の範囲とすることで、デジタルカメラを沈胴する際に沈胴長を短くできる。ここで、条件式(2)の下限を超えると各群の屈折力が強くなり、収差補正が困難になる。また条件式(2)の上限を超えると各群の屈折力が弱くなり、変倍比をあまり稼げなくなってしまう。

【 0 0 4 1 】

(ク)高画素化に伴い、撮像素子の画素ピッチが小さくなるため、ズーム中、固定の開放絞りにすると高倍化とともに回折の影響による性能劣化が無視できなくなる。それを防ぐために各実施例および参考例においてはズームステートごとに絞り径が可変となる絞りを備えている。具体的には広角端よりも望遠端で絞り径が大きくしている。これによって回折による性能劣化を軽減している。また、さらにズームステートごとに絞り径を可変にすることによりズームステートごとに光線をケルことができ、効果的に諸収差も補正できる。

10

【 0 0 4 2 】

(ケ)尚、各実施例および参考例において第2レンズ群L2の最終レンズは両凹の負レンズで構成するのが望ましい。これにより、第3レンズ群L3との合成系で考えた時に、主に望遠側で球面収差などの収差を補正できる。

【 0 0 4 3 】

(コ)全長を短くするために、後述する数値実施例1、3のように(図9、11に示したように)、第3レンズ群L3の物体側主点と第1レンズ群L1の像側主点が交差することが好ましい。この際、図9、11に示したように、第1レンズ群L1の像側主点の移動軌跡が第2レンズ群L2の物体側主点の移動軌跡と交差していることが好ましい。しかしながら、第1レンズ群の像側主点の移動軌跡と第2レンズ群の物体側主点の移動軌跡とが交差せず、第2レンズ群の物体側主点の移動軌跡と第3レンズ群の物体側主点の移動軌跡とが交差していても構わない。

20

【 0 0 4 4 】

(サ)後述する数値実施例1～3および参考例に記載したように、本実施例および参考例のズームレンズの倍率は、6.3倍(より好ましくは6.6倍)より大きく、50倍(より好ましくは30倍、さらに好ましくは20倍)より小さいことが望ましい。

【 0 0 4 5 】

勿論上記した(ア)～(サ)以外であっても、本実施例および参考例中に記載した要件を付加的な要件として追加しても構わない。

30

【 0 0 4 6 】

次に本発明の数値実施例1～3および参考例を示す。尚、数値実施例および参考例においてiは物体側からの順番を示し、R_iは物体側より順にi番目の面の曲率半径、d_iは物体側より順にi番目のレンズ厚および空気間隔、n_{d i}とiはそれぞれ物体側より順にi番目の材料のd線での屈折率とアッペ数である。

【 0 0 4 7 】

非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径、kを離心率、A、B、C、D、Eを各々非球面係数としたとき、

40

【数1】

$$X = \frac{\left(\frac{1}{r}\right)H^2}{1 + \sqrt{\left(1 - (1+k)\left(\frac{H}{r}\right)^2\right)}} + AH^2 + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

なる式で表している。

【 0 0 4 8 】

また例えば「e-Z」の表示は「10^{-Z}」を意味する。fは焦点距離、FnoはFナ

50

ンバー、 ω は半画角 (2ω は全画角) を示す。

【0049】

前述の各条件式および第1レンズ群L1の物体側主点位置H1(像面側を正としたときの第1面からの距離)と数値実施例における諸数値との関係を表1に示す。ここで、このH1は、 $0.2 < H1 < 6$ (より好ましくは $0.29 < H1 < 3.8$) を満足することが望ましい。

【0050】

【数2】

(数値実施例1)

倍率: 約10倍

	広角端	中間	望遠端
f	6.24	20.8	62.4
Fno	2.84	4.4	5.8
2ω	74度	24度	8.2度

s	R	d	nd	v
1	-48.9993	0.6	1.497	81.5448
2	12.6581	variable	1	0
3	8.5	3.5	1.65764	45.2598
4	39.5992	2.35892	1	0
5	stop	0.2	1	0
6	11.302	3.8	1.59643	65.8229
7	-13.1388	0.6	2.0017	20.5996
8	9.64273	variable	1	0
9	32.8178	4	2.0017	20.5996
10	-7.72887	0.2	1	0
11	-36.3668	3.7	1.56529	69.7505
12	-16.0753	0.6	2.0017	20.5996
13	11.424	variable	1	0
14	infinity	0	1	0

(非球面係数)

s	R	k	A	B	C	D	E
1	-48.9993	-121.843	-0.00005	4.27128E-07	-1.08254E-09	0	0
2	12.6581	0.0908082	-0.000009	-0.000002	2.09238E-08	-1.02865E-10	-4.25751E-19
3	8.5	-0.474113	-0.000015	-4.4624E-07	-2.224E-08	0	0
4	39.5992	23.8196	-0.000149298	-0.000003	1.09398E-08	0	0
6	11.302	0.647008	-0.000032	-0.00001	-6.09693E-08	0	0
8	9.64273	1.50524	0.000888709	-0.000026	-2.72613E-07	0	0
9	32.8178	-33.2208	0.000377104	-0.000018	1.9122E-07	0	0
10	-7.72887	-5.67872	-0.000226852	-0.000003	2.47158E-09	0	0
11	-36.3668	-203.159	0.000812369	0.000003	8.42258E-08	0	0
13	11.424	3.93056	-0.000892394	0.000043	-0.000001	0	0

(ズーム間隔)

f	6.2405	20.7996	62.3944
d2	38.26296667	9.510659434	0.4
d8	1.2	2.713592499	3.400618063
d13	4.049412351	13.38475624	41.64046491

【0051】

10

20

30

40

【数 3】

(数値実施例 2)

倍率：約 8.93 倍

	広角端	中間	望遠端
f	2.91	10.4	26
Fno	1.86	3.12	5.83
2 ω	78度	24.5度	9.8度

s	R	d	nd	v
1	20.1971	3.5	1.90681	21.1513
2	-39.3721	0.6	1.883	40.778
3	5.29564	variable	1	0
4	4.25366	2	1.62183	54.4869
5	11.7386	1.45891	1	0
6	stop	0.2	1	0
7	11.0851	1.8	1.8061	40.7337
8	-5.15828	0.6	1.90681	21.1513
9	6.37789	variable	1	0
10	25.317	2	2.0017	20.5996
11	-4.99361	0.2	1	0
12	-89.4864	1.95625	1.68893	31.0749
13	-5.29023	0.6	1.90681	21.1513
14	8.3768	variable	1	0
15	infinity	0	1	0

(非球面係数)

s	R	k	A	B	C
1	20.1971	2.37998	-0.000358477	0.000004	-1.80565E-08
3	5.29564	-2.21749	0.000478753	-0.000004	2.08808E-07
4	4.25366	-0.108533	-0.000545463	0.000043	-0.000001
5	11.7386	9.99212	-0.0021867	0.000182872	-0.000016
7	11.0851	-7.97238	-0.00240839	0.000031	-0.000027
9	6.37789	4.5459	0.000574774	-0.000215105	-0.000057
10	25.317	-21.714	0.00124965	-0.000163744	0.000016
11	-4.99361	-3.65995	0.000853755	-0.000083	0.000007
12	-89.4864	-99.9664	0.00593075	0.000289131	-0.000014
14	8.3768	-3.81685	0.000889176	0.000599129	-0.000007

(ズーム間隔)

f	2.9123	10.3992	25.9994
d3	21.88483836	4.9771187	0.6
d9	0.6	1.366960035	1.721361567
d14	2.599996116	8.358025408	21.01722599

【数 4】

(数値実施例 3)

倍率：約 8.97 倍

	広角端	中間	望遠端
f	5.8	20.8	52
Fno	2.8	4.22	5.64
2 ω	78度	24.4度	9.8度

s	R	d	nd	v
1	35.2377	3.5	1.90696	22.5007
2	-47.8721	0.6	1.88299	40.7644
3	10.42	variable	1	0
4	6.88417	3.48319	1.67695	54.1493
5	23.7779	1.60223	1	0
6	stop	1.64014	1	0
7	23.4205	2.4	1.81128	43.9171
8	-6.08448	1	1.90855	22.2808
9	9.47953	variable	1	0
10	42.1498	2.5	2.0017	20.5996
11	-6.53016	0.458327	1	0
12	-17.1421	2.5	1.67837	33.946
13	-11.4353	0.6	1.9091	22.269
14	12.5976	variable	1	0
15	infinity	0	1	0

10

(非球面係数)

s	R	k	A	B	C
1	35.2377	-38.4895	-0.000047	2.38E-07	-2.80E-10
3	10.42	-3.90855	0.000096	-0.000001	5.36E-09
4	6.88417	-0.16134	-0.000047	6.84E-08	-2.88E-08
5	23.7779	13.2248	-0.00016512	-0.000003	-1.12E-07
7	23.4205	-14.5329	-0.000497945	-0.000027	-0.000001
9	9.47953	3.27162	0.000458345	-0.000036	-0.000002
10	42.1498	44.2206	0.000195805	-0.000024	4.08E-07
11	-6.53016	-4.90072	-0.000297074	-0.000002	1.43E-09
12	-17.1421	-41.9792	0.00148873	0.000023	-4.23E-07
14	12.5976	6.90253	-0.000633084	0.00006	-0.000002

30

(ズーム間隔)

f	5.824	20.7997	51.9987
d3	34.5664589	7.290082034	0.4
d9	0.913213797	2.134713845	2.487032684
d14	4.236439112	13.97247149	35.24552978

40

【 0 0 5 3 】

【数 5】

(参考例)

倍率：約 6.94 倍

	広角端	中間	望遠端
f	2.88	8.8	20.0
Fno	2.0	3.2	5.4
2 ω	84度	28.9度	12.8度

10

s	R	d	nd	v
1	-33.7573	3	1.90681	21.1513
2	-10	0.6	1.883	40.7645
3	10.0984	variable	1	0
4	5.19905	1.8	1.6779	55.3368
5	11.6882	1.4	1	0
6	stop	0.3	1	0
7	-256.427	2	1.8061	40.7337
8	-5.5696	0.6	1.90681	21.1513
9	41.5138	variable	1	0
10	21.9728	2	1.90681	21.1513
11	-9.45901	0.732335	1	0
12	7.66652	2.4	1.68893	31.0749
13	-5.26913	0.6	1.90681	21.1513
14	6.24939	variable	1	0
15	infinity	0	1	0

20

(非球面係数)

s	R	k	A	B	C
3	10.0984	-8.48841	0.000916404	-0.00002	2.48034E-07
4	5.19905	-0.342056	-0.00008	0.000002	1.79802E-07
9	41.5138	59.8093	0.00123537	0.000009	0.000001
12	7.66652	2.58814	-0.000185155	-0.000012	0

30

(ズーム間隔)

f	2.8881	8.8318	20.016
d3	20.44091107	5.233162814	0.4
d9	0.7	1.671239098	2.634418645
d14	3.426753907	8.716864779	19.43501222

【 0 0 5 4 】

40

【表 1】

	H1	$ f1/f2 $	LT/FT
数値実施例1	0.317492	0.860475	0.374385
数値実施例2	3.40544	0.717527	0.662958
数値実施例3	3.37439	0.959834	0.445606
参考例	1.3906	0.458459	0.922601

10

【0055】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルスチルカメラ（撮像装置）の実施例について図13を用いて説明する。

【0056】

図13において、20はカメラ本体、21は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系である。22はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系21によって形成された被写体像（撮影光学系を介した光束）を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。そして、23は撮像素子22によって光電変換された被写体像に対応する情報を記録するメモリ、24は液晶ディスプレイパネル等によって構成され、固体撮像素子22上に形成された被写体像を観察するためのファインダーである。

20

【0057】

このように本発明のズームレンズをデジタルスチルカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明の数値実施例1のレンズ断面図

【図2】本発明の数値実施例1の諸収差

【図3】本発明の数値実施例2のレンズ断面図

30

【図4】本発明の数値実施例2の諸収差

【図5】本発明の数値実施例3のレンズ断面図

【図6】本発明の数値実施例3の諸収差

【図7】本発明の参考例のレンズ断面図

【図8】本発明の参考例の諸収差

【図9】本発明の数値実施例1の主点位置の軌跡

【図10】本発明の数値実施例2の主点位置の軌跡

【図11】本発明の数値実施例3の主点位置の軌跡

【図12】本発明の参考例の主点位置の軌跡

【図13】本発明の撮像装置の実施例の要部概略図

40

【符号の説明】

【0059】

L1 第1レンズ群

L2 第2レンズ群

L3 第3レンズ群

m1 第1レンズ群の主点位置の軌跡（像面側主点位置）

m2 第2レンズ群の主点位置の軌跡（物体側主点位置）

m3 第3レンズ群の主点位置の軌跡（物体側主点位置）

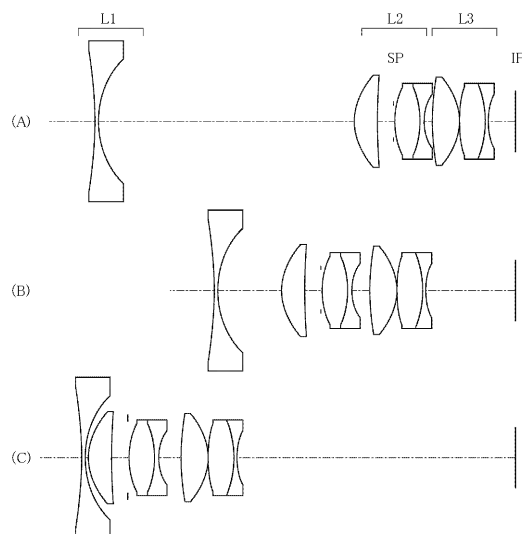
SP 絞り

IP 像面

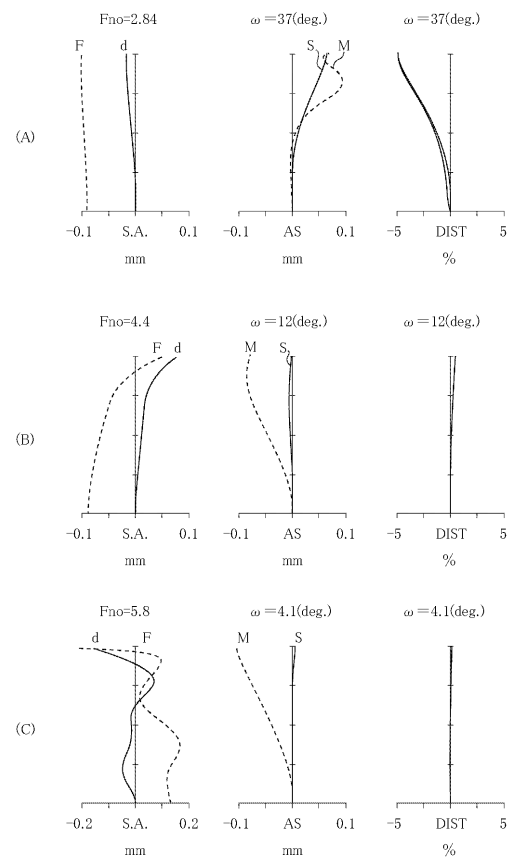
50

d d 線
 F F 線
 S サジタル像面
 M メリディオナル像面
 G ガラスブロック

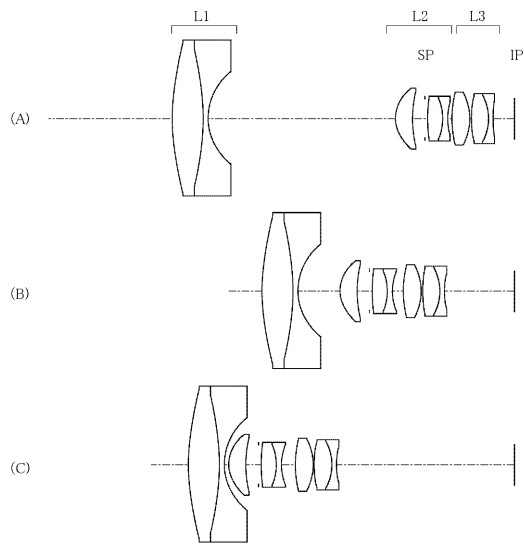
【図 1】



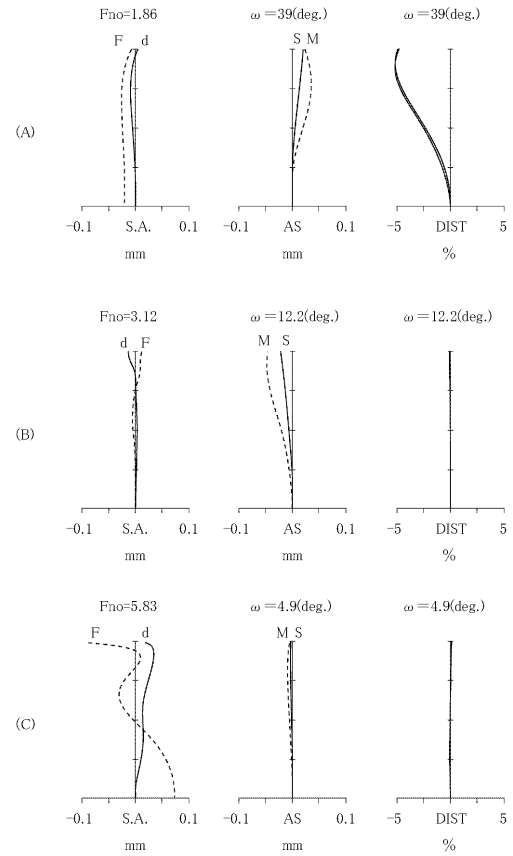
【図 2】



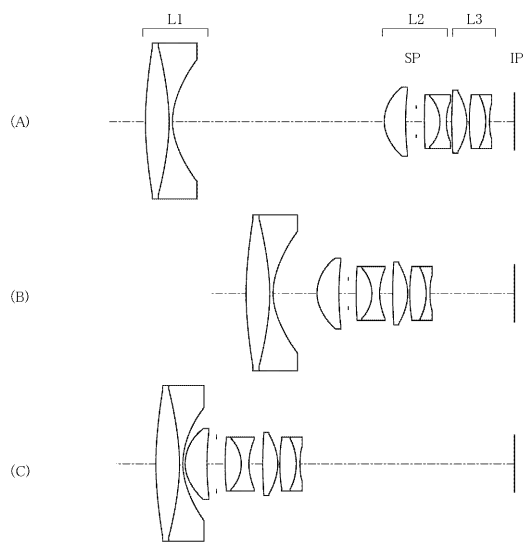
【図 3】



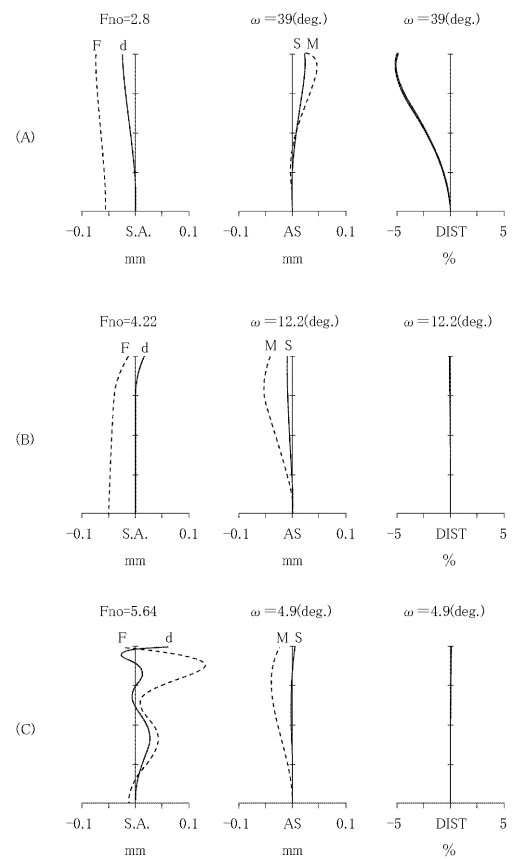
【図 4】



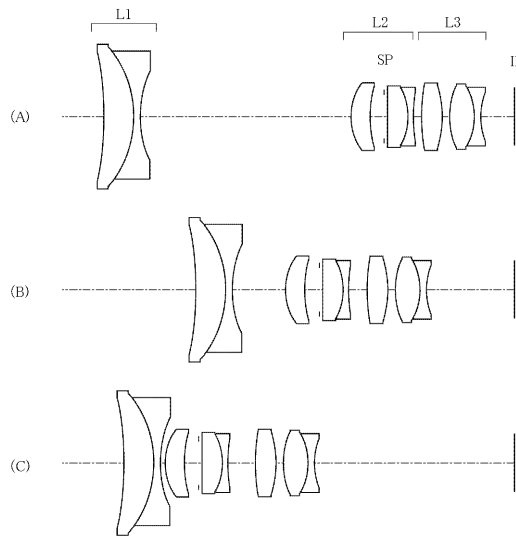
【図 5】



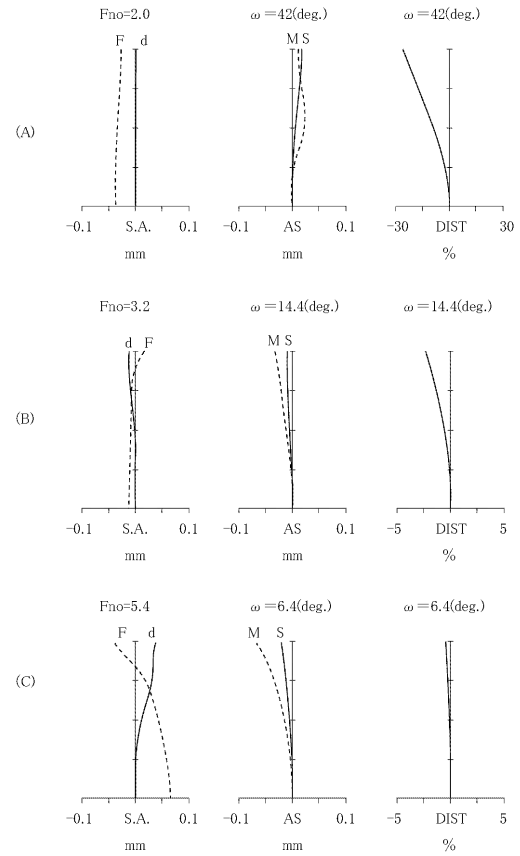
【図 6】



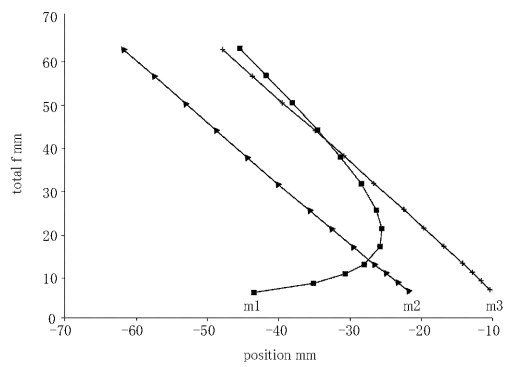
【図 7】



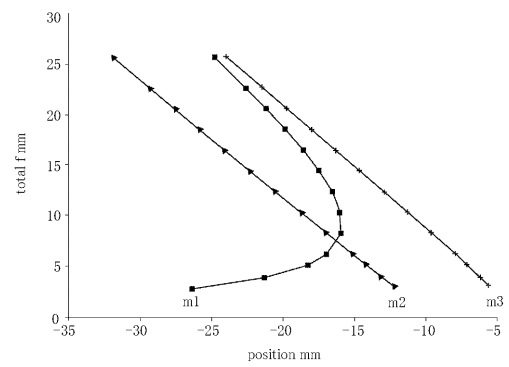
【図 8】



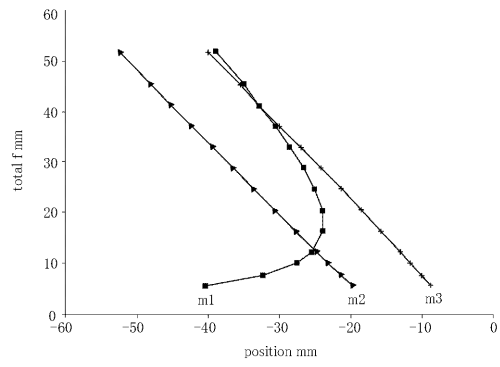
【図 9】



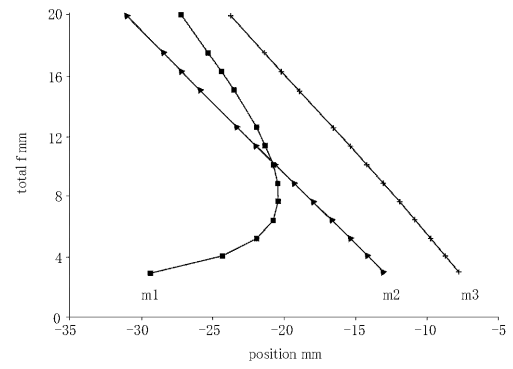
【図 10】



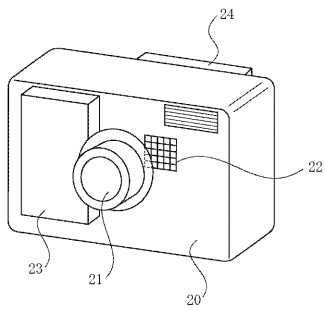
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 8 4 2 4 3 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 4 2 3 7 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 4 9 5 5 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B	9 / 0 0	-	1 7 / 0 8
G 0 2 B	2 1 / 0 2	-	2 1 / 0 4
G 0 2 B	2 5 / 0 0	-	2 5 / 0 4