

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4564625号
(P4564625)

(45) 発行日 平成22年10月20日(2010.10.20)

(24) 登録日 平成22年8月6日(2010.8.6)

(51) Int.Cl.

G02B 15/20 (2006.01)

F 1

G 02 B 15/20

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2000-138906 (P2000-138906)
 (22) 出願日 平成12年5月11日 (2000.5.11)
 (65) 公開番号 特開2001-318315 (P2001-318315A)
 (43) 公開日 平成13年11月16日 (2001.11.16)
 審査請求日 平成19年4月27日 (2007.4.27)

(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 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 堀内 昭永
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

審査官 森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、開口絞り、正の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群、負の屈折力の第5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群は物体側に移動し、前記第2群は像面側に移動し、該開口絞りは移動し、前記第3群は固定であり、前記第4群は物体側に凸状の軌跡で移動し、前記第5群は固定であり、前記第4群を移動させてフォーカスを行い、広角端と望遠端における全系の焦点距離を f_w 、 f_t 、前記第2群の焦点距離を f_2 、前記第2群を構成する負レンズの屈折率の平均値を N_n とするとき、

$$0.19 < |f_2 / (f_w \cdot f_t)| < 0.25$$

$$1.80 < N_n < 1.96$$

10

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記開口絞りは、広角端から望遠端への変倍に際して、像面側に移動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】

前記開口絞りは、広角端から望遠端への変倍に際して、変倍範囲の中間位置から望遠端にかけて像面側に移動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 4】

前記開口絞りは、広角端から望遠端への変倍に際して、変倍範囲の中間位置で最も物体

20

側に位置するように移動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 5】

前記第 3 群に対して前記開口絞りが光軸上最も離れる変倍位置と望遠端における前記第 2 群と該開口絞りの間隔を各々 L_{2s} 、 L_{2t} 、前記第 3 群に対して前記開口絞りが光軸上最も離れる変倍位置と望遠端における前記開口絞りと前記第 3 群の間隔を各々 L_{s3} 、 L_{3t} とするとき、

$$0.4 < (L_{2s} - L_{2t}) / (L_{s3} - L_{3t}) < 1.3$$

を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記ズームレンズの広角端における最も物体側のレンズ面と像面の間隔を L 、広角端と望遠端における全系の焦点距離をそれぞれ f_w 、 f_t とするとき、

$$2.22 < L / (f_w + f_t) < 3.36$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 7】

広角端から望遠端への変倍における前記第 1 群と前記第 2 群の移動量をそれぞれ S_1 、 S_2 とするとき、

$$0.6 < S_1 / S_2 < 1.2$$

なる条件式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 項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 8】

前記第 3 群を光軸に対して垂直方向に移動させて、前記ズームレンズが振動したときの結像位置の変動を補正することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 2 群は、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより成り、前記第 2 群を構成する正レンズのアッペ数の平均値を p 、前記第 2 群を構成する負レンズのアッペ数の平均値を n とするとき、

$$2.0 < p < 3.5$$

30

$$3.6 < n < 6.5$$

を満足することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

第 2 群の物体側から第 i 番目のレンズ面の曲率半径を R_{2i} としたとき、

$$0.6 < |R_{22} / R_{23}| < 0.82$$

を満足することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを有することを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

40

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関し、特にビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の電子カメラに好適なものである。この他本発明はズーム比が 10 倍と高変倍比でありながら、広角端の F ナンバーが 1.6 程度と大口径比で全長の短いズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、レンズ系全体が小型であって比較的高い変倍比を有したズームレンズが例え特開昭 56-114920 号公報や特開昭 58-160913 号公報で提案されている。

50

これらは物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、そして正の屈折力の第4群から構成され、変倍に際して第1群と第2群更に第4群を移動させており、これによってレンズ系全体が小型でありながらも比較的高いズーム比を得ている。

【0003】

一方、特開昭62-24213号公報や特開昭63-247316号公報では、物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有し、第2群を移動させて変倍を行ない、変倍に伴う像面変動を第4群を移動させて補正すると共に第4群でフォーカスを行なっている。

【0004】

また、特開平4-14007号公報では、物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、絞り、正の屈折力の第3群、そして正の屈折力の第4群で構成され、広角端から望遠端へのズーミングのために第1群を物体側へ第2群を像側へ移動させ、第4群をズーミングとフォーカシングのために移動させ、更に開口絞りを中間焦点距離から望遠端へのズーミングで像面側に移動するズームレンズを開示している。

【0005】

特開昭58-129404号公報、特開昭61-258217号公報では物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群、そして負の屈折力の第5群の5つのレンズ群より成るズームレンズにおいて、該第5群または該第5群を含む複数のレンズ群を移動させてフォーカスを行なっている。

【0006】

また、特開平4-301811号公報では、物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群そして負の屈折力の第5群の5つのレンズ群を有し、該第1群を物体側へ、該第2群を像面側へ移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面変動を該第4群を移動させて補正すると共に該第4群を移動させてフォーカスを行っている。

【0007】

米国再発行特許明細書第32923号には、物体側より順に第1正レンズ群、第2負レンズ群、絞り、そして第3正レンズ群、第4正レンズ群を配し、第1と第4レンズ群は変倍の際、同じ方向に動き、絞りは変倍の際に固定されるズームレンズが開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

一般にズームレンズにおいて、レンズ系全体の小型化を図りつつ高変倍比を有し、かつ全変倍範囲において高い光学性能を得るために、レンズ構成、各群の屈折力等を適切に設定する必要がある。

【0009】

例えば変倍に伴う各レンズ群の移動条件や各レンズ群の屈折力そして変倍作用をするレンズ群のレンズ構成、フォーカスを行う為のレンズ群の選定及びそのレンズ構成そして開口絞りの光学的作用等を適切に設定しないと変倍およびフォーカスの際に諸収差の発生が増大し、高変倍化を図りつつ良好なる画質の映像を得るのが難しくなってくる。

【0010】

本発明は変倍に伴う所定のレンズ群の移動条件や各レンズ群の屈折力、そしてレンズ構成等を適切に設定することにより、レンズ構成の簡素化を図りつつ、全変倍範囲にわたり、また、高い光学性能を有するレンズ全長の短い小型ズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【0011】

この他本発明は、ズーム比が10倍と高変倍比にもかかわらずレンズ系全体を小型化することを目的とする。また、Fナンバーが1.6程度と大口径比でありながら、高い光学性能を有しレンズの構成枚数が少ないズームレンズを提供することである。

【0012】

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、開口絞り、正の屈折力の第 3 群、正の屈折力の第 4 群、負の屈折力の第 5 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 群は物体側に移動し、前記第 2 群は像面側に移動し、該開口絞りは移動し、前記第 3 群は固定であり、前記第 4 群は物体側に凸状の軌跡で移動し、前記第 5 群は固定であり、前記第 4 群を移動させてフォーカスを行い、広角端と望遠端における全系の焦点距離を f_w 、 f_t 、前記第 2 群の焦点距離を f_2 、前記第 2 群を構成する負レンズの屈折率の平均値を N_n とするとき、

$$0.19 < |f_2 / (f_w \cdot f_t)| < 0.25$$

$$1.80 < N_n < 1.96$$

10

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0013】

請求項 2 の発明は請求項 1 の発明において、前記開口絞りは、広角端から望遠端への変倍に際して、像面側に移動することを特徴としている。

【0014】

請求項 3 の発明は請求項 1 の発明において、前記開口絞りは、広角端から望遠端への変倍に際して、変倍範囲の中間位置から望遠端にかけて像面側に移動することを特徴としている。

【0015】

請求項 4 の発明は請求項 1 の発明において、前記開口絞りは、広角端から望遠端への変倍に際して、変倍範囲の中間位置で最も物体側に位置するように移動することを特徴としている。

20

【0016】

請求項 5 の発明は請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項の発明において、前記第 3 群に対して前記開口絞りが光軸上最も離れる変倍位置と望遠端における前記第 2 群と該開口絞りの間隔を各々 L_{2s} 、 L_{2t} 、前記第 3 群に対して前記開口絞りが光軸上最も離れる変倍位置と望遠端における前記開口絞りと前記第 3 群の間隔を各々 L_{s3} 、 L_{3t} とするとき、

$$0.4 < (L_{2s} - L_{2t}) / (L_{s3} - L_{3t}) < 1.3$$

を満足することを特徴としている。

【0017】

30

請求項 6 の発明は請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項の発明において、前記ズームレンズの広角端における最も物体側のレンズ面と像面の間隔を L 、広角端と望遠端における全系の焦点距離をそれぞれ f_w 、 f_t とするとき、

$$2.22 < L / (f_w \cdot f_t) < 3.36$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0018】

請求項 7 の発明は請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項の発明において、広角端から望遠端への変倍における前記第 1 群と前記第 2 群の移動量をそれぞれ S_1 、 S_2 とするとき、

$$0.6 < S_1 / S_2 < 1.2$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

40

【0019】

請求項 8 の発明は請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項の発明において、前記第 3 群を光軸に対して垂直方向に移動させて、前記ズームレンズが振動したときの結像位置の変動を補正することを特徴としている。

【0020】

請求項 9 の発明は請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項の発明において、前記第 2 群は、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより成り、前記第 2 群を構成する正レンズのアッベ数の平均値を p 、前記第 2 群を構成する負レンズのアッベ数の平均値を n とするとき、

50

2 0 < p < 3 5

3 6 < n < 6 5

を満足することを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 0 の発明は請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項の発明において、第 2 群の物体側から第 i 番目のレンズ面の曲率半径を R_{2i} としたとき、

$0.6 < |R_{22}/R_{23}| < 0.82$

を満足することを特徴としている。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 1 の発明の光学機器は、請求項 1 から 1 0 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを有することを特徴としている。 10

【 0 0 3 6 】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明の数値実施例 1 のレンズ断面図、図 2 ~ 図 4 は本発明の数値実施例 1 の広角端、中間、望遠端の収差図である。図 5 は本発明の数値実施例 2 のレンズ断面図、図 6 ~ 図 8 は本発明の数値実施例 2 の広角端、中間、望遠端の収差図である。図 9 は本発明の数値実施例 3 のレンズ断面図、図 10 ~ 図 12 は本発明の数値実施例 3 の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【 0 0 3 7 】

レンズ断面図において L_1 は正の屈折力の第 1 群、 L_2 は負の屈折力の第 2 群、 L_3 は正の屈折力の第 3 群、 L_4 は正の屈折力の第 4 群、 L_5 は負の屈折力の第 5 群、 SP は絞り（開口絞り）であり第 2 群と第 3 群の間に設けている。絞り SP は変倍に伴って所定の条件で移動している。 20

【 0 0 3 8 】

G は赤外カットフィルター、ローパスフィルター等のフィルターであり、ガラスブロックとして示している。 IP は像面である。

【 0 0 3 9 】

本実施形態では広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第 1 群を物体側へ第 2 群を象面側へ移動させると共に、変倍に伴う象面変動を第 4 群を物体側に凸状の軌跡を有しつつ移動させて補正している。 30

また、第 4 群を光軸上移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式を採用している。同図に示す第 4 群の実線の曲線 $4a$ と点線の曲線 $4b$ は各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う際の像面変動を補正する為の移動軌跡を示している。なお、第 3 群と第 5 群は変倍及びフォーカスの際固定である。

【 0 0 4 0 】

本実施形態において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合は、同図の直線 $4c$ に示すように第 4 群を前方へ繰り出すことにより行っている。

【 0 0 4 1 】

また、広角端から望遠端への変倍に際して絞り SP を所定の条件下で移動させている。

【 0 0 4 2 】

次に具体的に各数値実施例のズームレンズのレンズ構成を説明する。 40

【 0 0 4 3 】

図 1 の数値実施例 1 は、物体側から順に正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、開口絞り、常時固定の正の屈折力の第 3 群、正の屈折力の第 4 群、そして常時固定の負の屈折力の第 5 群の 5 つのレンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように該第 1 群を物体側に、該第 2 群を像面側へ移動させると同時に該開口絞りも像面側に移動させ、変倍に伴う像面変動を該第 4 群を移動させて補正している。また、第 4 群を光軸上移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式を採用している。

【 0 0 4 4 】

図 5 の数値実施例 2 は物体側から順に正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、開口絞り 50

り、常時固定の正の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群、そして常時固定の負の屈折力の第5群の5つのレンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように該第1群を物体側に、該第2群を像面側へ移動させると共に変倍に伴う像面変動を該第4群を移動させて補正している。そして該開口絞りは、変倍に際して広角端から中間焦点距離まではほぼ不動の状態で、中間焦点距離から望遠端にかけては像面側に移動させている。また、第4群を光軸上移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式を採用している。

【0045】

図9の数値実施例3は物体側から順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、開口絞り、常時固定の正の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群、そして常時固定の負の屈折力の第5群の5つのレンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように該第1群を物体側に、該第2群を像面側へ移動させると共に変倍に伴う像面変動を該第4群を移動させて補正している。そして該開口絞りは、変倍に際して広角端から中間焦点距離までは物体側に移動させ、中間焦点距離から望遠端にかけては像面側に移動させている。また、第4群を光軸上移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式を採用している。

10

【0046】

また、いずれの実施例においても、ズーミング中固定の第3群を光軸方向に略垂直に移動させて、被写体像の像面変動を補正することも可能である。

【0047】

本発明のズームレンズでは、このように変倍の際に第1、第2、第4のレンズ群そして絞りを移動させることにより複数のレンズ群に変倍をバランス良く分担させ、レンズ系全体の小型化を図りつつ効率よく変倍を行うと共に、全ズーム領域での収差補正を良好に行っている。

20

【0048】

本発明の目的とするズームレンズは以上の構成により達成されるが、更に本発明において広角端から望遠端に至り、また、物体距離全般にわたり良好なる光学性能を有し、小型のズームレンズを得るには次の諸条件のうちの少なくとも1つを満足させるのが良い。

【0049】

(ア-1) 前記第1群は物体側に移動して広角端から望遠端への変倍を行なうことを特徴とすることである。これにより該第1群にも増倍作用を持たせてズーム比の高倍化を図っている。

30

【0050】

(ア-2) 変倍に伴う像面変動を該第4群を移動させて補正すると共に該第4群を移動させてフォーカスを行なうことを特徴とすることである。つまりリアフォーカス方式を採用することである。第1群を移動させてフォーカスを行うズームレンズに比べて第1群の有効径が小さくなり、レンズ系全体の小型化が容易になる。また、近接撮影、特に超至近撮影が容易となる。更に比較的軽量のレンズ群を移動させて行うため、レンズ群の駆動力が小さくてすみ迅速な焦点合わせを行うことができる等の特長がある。

【0051】

(ア-3) 該第4群は、変倍に際して物体側に凸状の軌跡で移動することを特徴とする。これによれば(ア-2)と同様の効果が得られる。

40

【0052】

(ア-4) 前記開口絞りは、広角端から望遠端への変倍の際、像面側に移動することを特徴とすることである。

【0053】

(ア-5) 前記開口絞りは、広角端から望遠端への変倍の際、変倍範囲の中間位置から望遠端にかけて像面側に移動することを特徴とすることである。

【0054】

(ア-6) 前記開口絞りは、広角端から望遠端への変倍の際、変倍範囲の中間位置でもっとも物体側に位置するような軌跡で移動することを特徴とすることである。前記構成のズームレンズの重量の大部分を決めているのは、第1群であり全体の約90%を占めている

50

。これをいかに小さくするかがレンズの軽量小型化に大きく寄与してくる。

【0055】

該ズームレンズにおいて、第1群の有効径を決定しているのは変倍の中間位置における周辺の光線束である。これをレンズ光軸に近づけることにより第1群を小型化することが可能となる。すなわち開口絞りを可能な限り第1群に近づけることである。ただし近づけすぎると逆に像面近傍のレンズ系が大きくなったり、光学性能が劣化してしまうことがある。

【0056】

構成 (p-4), (p-5), (p-6) は以上の理由により第1群の有効径を小さくしつつ、画面周辺で十分な光量を得るためのものである。

10

【0057】

(ア-7) 前記第3群に対して前記開口絞りが光軸上最も離れる変倍位置と望遠端における第2群と該開口絞りの間隔を各々 L_{2s} 、 L_{2t} 、該変倍位置と望遠端における該開口絞りと第3群の間隔を各々 L_{s3} 、 L_{3t} とするとき、

$$0.4 < (L_{2s} - L_{2t}) / (L_{s3} - L_{3t}) < 1.3 \quad \dots (1)$$

を満足する該開口絞りの位置が存在することを特徴とすることである。

【0058】

条件式 (1) の上限値を超えて開口絞りを第3群側に近づけると、第1群と開口絞りの距離が大きくなり、第1群の有効径の小型化を図るのが困難になってくる。逆に、下限値を越えて第2群に近づきすぎると、像面近傍のレンズ群の有効径が大きくなり、光学性能を良好に保つことが困難になってくるので好ましくない。

20

【0059】

(ア-8) 広角端と望遠端における全系の焦点距離を f_w 、 f_t 、第2群の焦点距離を f_2 とおいたとき、

【0060】

【数7】

$$f_A = \sqrt{f_w \cdot f_t}$$

【0061】

30

とする。

【0062】

$$0.19 < |f_2 / f_A| \leq 0.25 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満足することを特徴とすることである。これは第2群の焦点距離を適正にするための条件である。条件式 (2) の上限値を超えて第2群の焦点距離が長くなると、収差上は好ましいが所望のズーム比を得るためにには該第2群の移動量を大きくしなくてはならず、レンズ系全体の大型化を招き好ましくない。逆に下限値を越えるとペツツバール和が負の方向に大きくなり、像面が倒れてくるので良好な光学性能を保つのが困難になる。

【0063】

(ア-9) 広角端で無限遠物体の合焦状態において最終レンズ面から像面までの距離を空気に換算し、物体側の第1レンズ面から近軸像面までの距離 (最も物体側のレンズ面と像面の間隔) を L 、広角端と望遠端における全系の焦点距離を f_w 、 f_t 、

40

【0064】

【数8】

$$f_A = \sqrt{f_w \cdot f_t}$$

【0065】

とおいたとき

$$2.22 < L / f_A < 3.36 \quad \dots (3)$$

50

なる条件式を満足することを特徴とすることである。条件式(3)の上限値を超えるとレンズ全長が長くなり好ましくない。逆に下限値を越えるとペツツバール和が負に大きくなり、像面が倒れてくるので良好な光学性能を保つのが困難になる。

【0066】

(ア-10) 広角端から望遠端への変倍における前記第1群と第2群の移動量をS1、S2とおいたとき、

$$0.6 < S1 / S2 < 1.2 \quad \dots (4)$$

なる条件式を満足することを特徴とすることである。条件式(4)は広角端から望遠端への変倍の際の第1群と第2群の移動量の比に関し、主に変倍の際の収差変動を良好に補正しつつ第1群の有効径の小型化及びレンズ全長の短縮化の両方をバランス良く行うための条件である。上限値を越えて第1群の移動量が増加すると、中間焦点距離から望遠端において該開口絞りからの距離が遠くなり、軸外光束がレンズ光軸から離れて第1群の有効径が大きくなってくるので好ましくない。逆に下限値を越えて第1群の移動量が少なくなると広角端でのレンズ全長を短くすることが難しくなったり、所望の変倍比を売るのが困難となってくる。

10

【0067】

(ア-11) 前記第5群は、変倍に際し常時固定であることを特徴とすることである。

【0068】

(ア-12) 前記第3群を光軸方向にほぼ垂直に移動させて、前記ズームレンズが振動したときの被写体象の像面位置を補正することを特徴とすることである。

20

【0069】

(ア-13) 該第2群は物体側より順に像面側に強い凹面を向けた負の第21レンズ、両レンズ面が凹面の負の第22レンズ、そして像側に比べ物体側に強い凸面を向けた正レンズと負レンズとを接合した正の第23接合レンズを有することが望ましい。

【0070】

本発明のようなズームタイプで変倍比を上げる場合、変倍機能に大きく寄与する第2群の移動量を大きくするか、該第2群の焦点距離を短くする必要がある。

【0071】

前記の方法は、ズームレンズの大型化を招き好ましくなく、後記の方法はレンズは大きくならないものの第2群に負担が大きくかかり、光学性能を良好に保つ事が困難になってくる。そこで上述の如く第2群を構成することにより光学性能を良好に補正することができる。

30

【0072】

(ア-14) 第2群は少なくとも1つの非球面を有することである。非球面を配置することにより軸外の光学性能を向上することができる。また、第2群の屈折力を強くすることも可能になり、結果的に第2群の移動量を少なくすることができ、レンズ全長を短くすることができる。また、該第2群中の非球面は、曲率半径の小さい、負の第21レンズの像面側の面、または負の第22レンズの物体側の面、または正の第23レンズの物体側の面に配置することにより、より効果的に収差を補正することができる。特に軸外のフレアーアを良好に補正できる。なお、非球面は、レンズの周辺部にいくにしたがって屈折力が弱くなる形状となることが望ましい。

40

【0073】

(ア-15) 該第2群の正レンズの材質の平均アッベ数をp、負レンズの材質の平均アッベ数をnとおいたとき

$$2.0 < p < 3.5 \quad \dots (5)$$

$$3.6 < n < 6.5 \quad \dots (6)$$

なる条件式を少なくとも1つ満足することが望ましい。これは第2群で発生する色収差を良好に補正している。該第2群は変倍に大きく寄与しているのでここで発生する収差は良好に補正しておかなければならない。特に変倍比が10倍程度の高変倍比のズームレンズにおいては色収差も良好に補正することが重要である。

50

【0074】

条件式(5)の上限値を超えると軸上色収差がオーバーになり補正過剰となる。逆に、下限値を超えると軸上色収差がアンダーになり補正不足となる。条件式(6)は条件式(5)の場合と現象の発生は逆になるが、上限値あるいは下限値を超えるとやはり色収差を良好に補正することが難しい。

【0075】

(ア-16) 前記第2群の負レンズの材質の平均屈折力をNnとおいたとき、
 $1.80 < Nn < 1.96 \dots (7)$

なる条件式を満足することである。これは条件式(2)とも関係してくるが、負レンズに高屈折率ガラスを用いてペツツバール和の悪化を防ぐ為の条件で、限界値を超えると像面湾曲が悪化してくる。10

(ア-17) 該第2群のレンズの曲率半径を物体側から順にR2iとおいたとき

$0.60 < |R22/R23| < 0.82 \dots (8)$

なる条件式を満足することである。これらはコマ収差と像面湾曲そしてフレアをバランス良く補正する条件である。条件式(8)の上限値を超えるとコマ収差が大きくなってくる。逆に下限値を超えると像面が物体側に凹となるように湾曲し好ましくない。更に、上限値または下限値を超えると共にフレアが大きくなり好ましくない。

【0076】

次に本発明のズームレンズを用いたビデオカメラ(光学機器)の実施形態を図13を用いて説明する。20

【0077】

図13において、10はビデオカメラ本体、11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、12は撮影光学系11によって被写体像を受光するCCD等の撮像素子、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。

【0078】

このように本発明のズームレンズをビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の電子カメラ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を実現している。

【0079】

以下に、本発明の各数値実施例を記載する。

【0080】

数値実施例において、R_iは物体側より順に第i番目の面の曲率半径、D_iは物体側より順に第i番目のレンズ厚及び空気間隔、N_iと_iはそれぞれ物体側より順に第i番目の光学部材の材質の屈折率とアッベ数である。

【0081】

非球面形状は、光軸方向にX軸、光軸と垂直方向H軸、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径、各非球面係数をK,B,C,D,E,Fとしたとき、

【0082】

【数9】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12}$$

【0083】

なる式で表している。

【0084】

また、例えば「e-Z」の表示は「10^{-Z}」を意味する。前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す。

【0085】

【外1】

10

20

30

40

50

数值実施例 1

$f = 1 \sim 9.66 \quad F n o = 1.65 \sim 3.25 \quad 2\omega = 57.5 \sim 6.5$

R 1 = 11.656	D 1 = 0.17	N 1 = 1.846660	ν 1 = 23.8
R 2 = 3.415	D 2 = 0.83	N 2 = 1.772499	ν 2 = 49.6
R 3 = -28.421	D 3 = 0.04		
R 4 = 3.038	D 4 = 0.44	N 3 = 1.804000	ν 3 = 46.6
R 5 = 6.343	D 5 = 可変		
R 6 = 2.172	D 6 = 0.12	N 4 = 1.882997	ν 4 = 40.8
R 7 = 0.736	D 7 = 0.31		
R 8 = -1.116	D 8 = 0.12	N 5 = 1.882997	ν 5 = 40.8
R 9 = 2.540	D 9 = 0.02		
R10*= 1.764	D10 = 0.35	N 6 = 1.846660	ν 6 = 23.8
R11 = -1.655	D11 = 0.12	N 7 = 1.834807	ν 7 = 42.7
R12 = -8.048	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 可変		
R14*= 1.558	D14 = 0.65	N 8 = 1.583130	ν 8 = 59.4
R15*= -35.214	D15 = 可変		
R16 = 1.809	D16 = 0.12	N 9 = 1.922860	ν 9 = 18.9
R17 = 1.073	D17 = 0.77	N10 = 1.677900	ν 10 = 55.3
R18*= -2.930	D18 = 可変		
R19 = -11.272	D19 = 0.12	N11 = 1.834807	ν 11 = 42.7
R20 = 3.507	D20 = 0.18		
R21 = ∞	D21 = 0.90	N12 = 1.516330	ν 12 = 64.2
R22 = ∞			

10

20

焦点距離 可変間隔	1.00	5.62	9.66
D 5	0.12	2.43	2.82
D12	0.79	0.16	0.10
D13	0.96	0.35	0.17
D15	0.84	0.59	0.99
D18	0.34	0.60	0.20

30

*は非球面

非球面係数

R10 $k = -2.53361e+00 \quad B = 8.27549e-04 \quad C = -4.35550e-02 \quad D = 1.25833e+00$
 $E = -6.76378e+00 \quad F = 4.04097e+00$

R14 $k = -5.06820e-01 \quad B = -2.48837e-02 \quad C = 2.11642e-02 \quad D = -8.84008e-03$

R15 $k = -2.31311e+03 \quad B = 2.51760e-03 \quad C = 3.37468e-02 \quad D = -2.18694e-02$
 $E = 3.00891e-03$

40

R18 $k = -3.33565e+01 \quad B = -7.38446e-02 \quad C = 2.23090e-01 \quad D = -2.34178e-01$
 $E = 9.84420e-02 \quad F = 1.72948e-02$

【 0 0 8 6 】

【 外 2 】

数值実施例 2

$f = 1 \sim 9.66 \quad F \text{ n o} = 1.65 \sim 3.19 \quad 2\omega = 57.5 \sim 6.5$

R 1 = 11.036	D 1 = 0.17	N 1 = 1.846660	ν 1 = 23.8
R 2 = 3.331	D 2 = 0.82	N 2 = 1.772499	ν 2 = 49.6
R 3 = -31.931	D 3 = 0.04		
R 4 = 2.974	D 4 = 0.44	N 3 = 1.804000	ν 3 = 46.6
R 5 = 6.271	D 5 = 可変		
R 6 = 2.306	D 6 = 0.12	N 4 = 1.882997	ν 4 = 40.8
R 7 = 0.738	D 7 = 0.33		
R 8 = -1.105	D 8 = 0.12	N 5 = 1.882997	ν 5 = 40.8
R 9 = 2.522	D 9 = 0.02		
R10*= 1.809	D10 = 0.35	N 6 = 1.846660	ν 6 = 23.8
R11 = -1.625	D11 = 0.12	N 7 = 1.834807	ν 7 = 42.7
R12 = -6.628	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 可変		
R14*= 1.540	D14 = 0.65	N 8 = 1.583130	ν 8 = 59.4
R15*= -34.653	D15 = 可変		
R16 = 1.819	D16 = 0.12	N 9 = 1.922860	ν 9 = 18.9
R17 = 1.073	D17 = 0.77	N10 = 1.677900	ν 10 = 55.3
R18*= -2.945	D18 = 可変		
R19 = -9.817	D19 = 0.12	N11 = 1.834807	ν 11 = 42.7
R20 = 3.595	D20 = 0.18		
R21 = ∞	D21 = 0.90	N12 = 1.516330	ν 12 = 64.2
R22 = ∞			

10

20

焦点距離 可変間隔	1.00	1.29	9.66
D 5	0.12	0.62	2.74
D12	1.00	0.73	0.10
D13	0.73	0.76	0.15
D15	0.78	0.70	0.92
D18	0.34	0.42	0.20

30

*は非球面

非球面係数

R10 $k = -2.91648e+00 \quad B = 9.10989e-03 \quad C = -2.70626e-02 \quad D = 1.10055e+00$
 $E = -7.88245e+00 \quad F = 1.46459e+01$

R14 $k = -5.26692e-01 \quad B = -2.46206e-02 \quad C = 2.15409e-02 \quad D = -7.61379e-03$

R15 $k = -2.68427e+03 \quad B = 1.54406e-03 \quad C = 3.39283e-02 \quad D = -2.06359e-02$
 $E = 3.09788e-03$

40

R18 $k = -3.22054e+01 \quad B = -6.72196e-02 \quad C = 2.19698e-01 \quad D = -2.31523e-01$
 $E = 9.58875e-02 \quad F = 2.65508e-02$

【 0 0 8 7 】

【 外 3 】

数值実施例 3

$f = 1 \sim 9.66 \quad F \text{ n o} = 1.65 \sim 3.12 \quad 2\omega = 57.5 \sim 6.5$

R 1 =	12.691	D 1 =	0.17	N 1 =	1.846660	ν 1 =	23.8
R 2 =	3.562	D 2 =	0.83	N 2 =	1.772499	ν 2 =	49.6
R 3 =	-21.876	D 3 =	0.04	N 3 =	1.804000	ν 3 =	46.6
R 4 =	3.046	D 4 =	0.41	N 4 =	1.882997	ν 4 =	40.8
R 5 =	5.919	D 5 =	可変	N 5 =	1.882997	ν 5 =	40.8
R 6 =	2.599	D 6 =	0.12	N 6 =	1.846660	ν 6 =	23.8
R 7 =	0.782	D 7 =	0.34	N 7 =	1.834807	ν 7 =	42.7
R 8 =	-1.158	D 8 =	0.12	N 8 =	1.583130	ν 8 =	59.4
R 9 =	2.450	D 9 =	0.02	N 9 =	1.922860	ν 9 =	18.9
R10*=	1.830	D10 =	0.35	N10 =	1.622977	ν 10 =	58.2
R11 =	-1.706	D11 =	0.12	N11 =	1.882997	ν 11 =	40.8
R12 =	-6.229	D12 =	可変	N12 =	1.516330	ν 12 =	64.2
R13 =	絞り	D13 =	可変				
R14*=	1.520	D14 =	0.65				
R15*=	-28.125	D15 =	可変				
R16 =	1.768	D16 =	0.12				
R17 =	1.073	D17 =	0.77				
R18*=	-2.936	D18 =	可変				
R19 =	-6.186	D19 =	0.12				
R20 =	8.143	D20 =	0.18				
R21 =	∞	D21 =	0.90				
R22 =	∞						

10

20

可変間隔 \ 焦点距離	1.00	1.76	9.66
D 5	0.13	1.17	2.93
D12	1.24	0.47	0.10
D13	0.53	0.79	0.16
D15	0.81	0.61	0.95
D18	0.34	0.54	0.20

30

*は非球面

非球面係数

R10 $k = -1.18947e+00 \quad B = -1.27818e-02 \quad C = -1.17842e-01 \quad D = 1.01956e+00$
 $E = -4.29624e+00 \quad F = 6.68912e+00$

R14 $k = -4.99445e-01 \quad B = -2.63210e-02 \quad C = 2.24463e-02 \quad D = -8.13702e-03$

R15 $k = -2.03761e+03 \quad B = -9.32678e-04 \quad C = 3.40787e-02 \quad D = -1.94903e-02$
 $E = 2.95735e-03$

R18 $k = -3.13859e+01 \quad B = -6.96114e-02 \quad C = 2.26976e-01 \quad D = -2.41488e-01$
 $E = 9.86735e-02 \quad F = 4.34007e-02$

40

【 0 0 8 8 】

【表 1】

条件式	数値実施例		
	1	2	3
(1)	0.86	1.02	0.58
(2)	0.24	0.24	0.25
(3)	2.79	2.77	2.80
(4)	0.83	0.77	0.85
(5)	23.8	23.8	23.8
(6)	41.4	41.4	41.4
(7)	1.87	1.87	1.87
(8)	0.66	0.67	0.68

10

【0089】

【発明の効果】

本発明によれば、変倍に伴う所定のレンズ群の移動条件や各レンズ群の屈折力、そしてレンズ構成等を適切に設定することにより、レンズ構成の簡素化を図りつつ、全変倍範囲にわたり、また、高い光学性能を有するレンズ全長の短い小型ズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【0090】

この他本発明によれば、以上説明したように構成することにより、ズーム比が10倍と高変倍比にもかかわらずレンズ系全体を小型化し、さらにFナンバーが1.6程度と大口径比でありながら、高い光学性能を有しレンズの構成枚数が少ないズームレンズを実現することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【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の広角端における収差図

【図3】 本発明の数値実施例1の中間における収差図

【図4】 本発明の数値実施例1の望遠端における収差図

【図5】 本発明の数値実施例2のレンズ断面図

【図6】 本発明の数値実施例2の広角端における収差図

【図7】 本発明の数値実施例2の中間における収差図

30

【図8】 本発明の数値実施例2の望遠端における収差図

【図9】 本発明の数値実施例3のレンズ断面図

【図10】 本発明の数値実施例3の広角端における収差図

【図11】 本発明の数値実施例3の中間における収差図

【図12】 本発明の数値実施例3の望遠端における収差図

【図13】 本発明の光学機器の要部概略図

【符号の説明】

L 1 第1群

L 2 第2群

L 3 第3群

L 4 第4群

L 5 第5群

d d線

g g線

40

M メリディオナル像面

S サジタル像面

1 0 ビデオカメラ本体

1 1 ズームレンズ

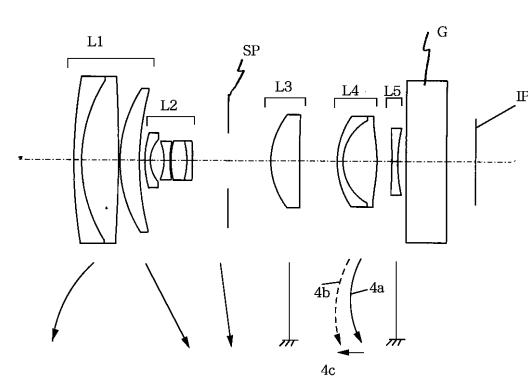
1 2 撮像素子

1 3 記録手段

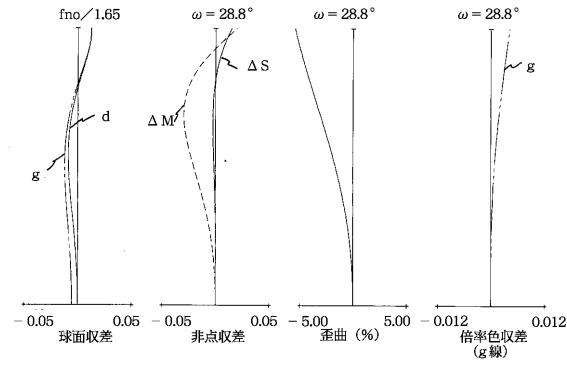
50

1 4 ファインダー

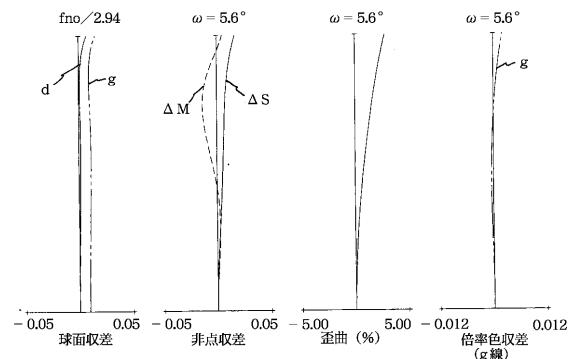
【図1】



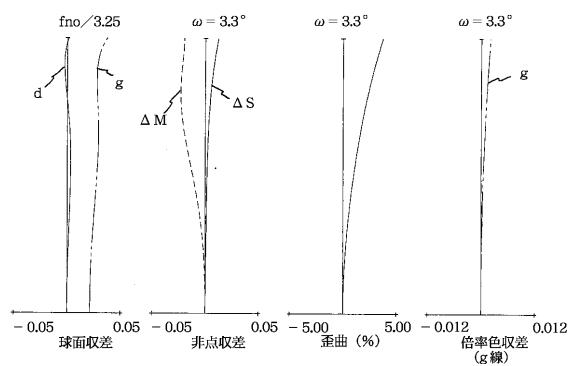
【図2】



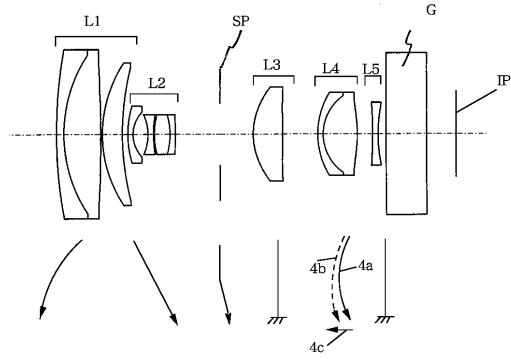
【図3】



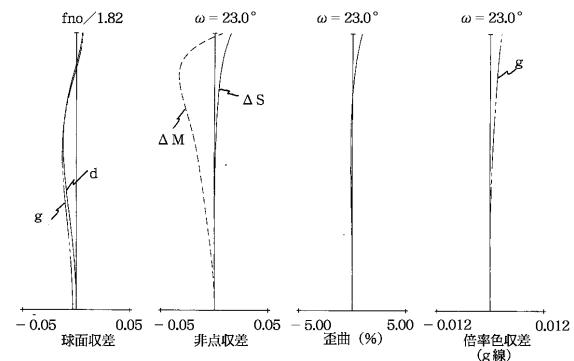
【図4】



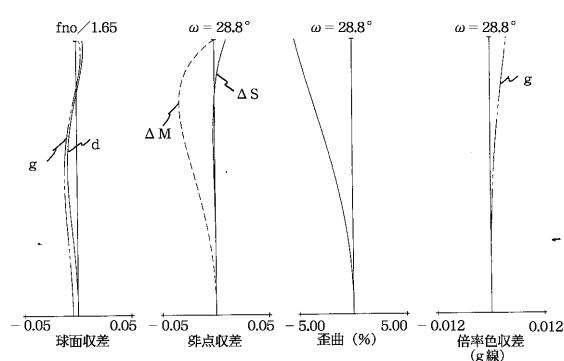
【図5】



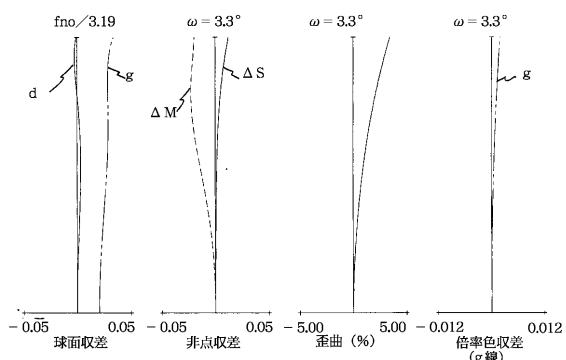
【図7】



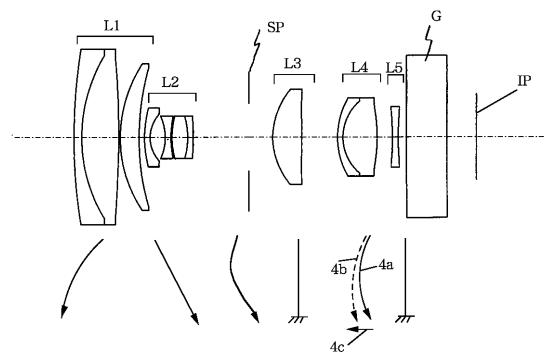
【図6】



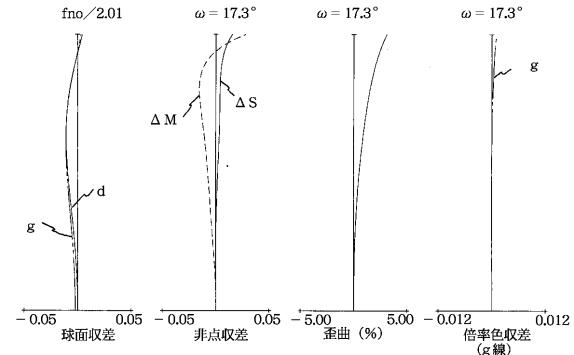
【図8】



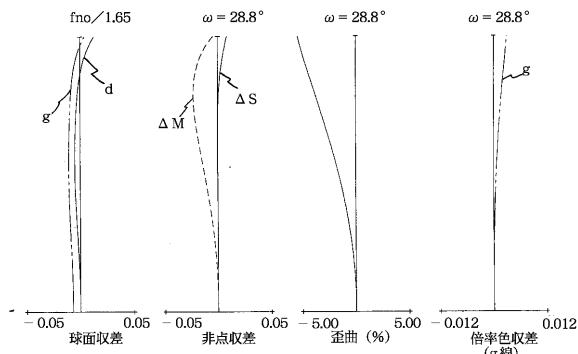
【図9】



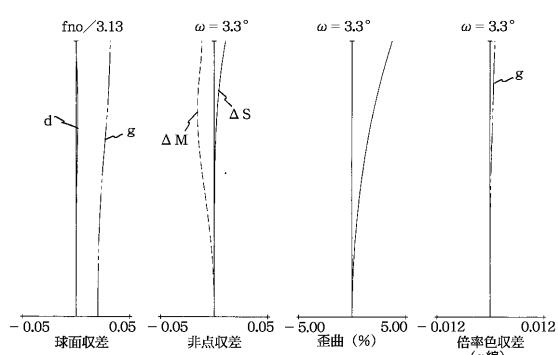
【図11】



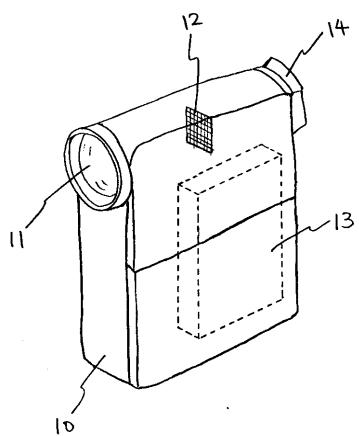
【図10】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平4-301811(JP,A)
特開平11-109233(JP,A)
特開昭61-259217(JP,A)
特開平4-294311(JP,A)
特開平3-215810(JP,A)
特開平7-199124(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