

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-64491
(P2015-64491A)

(43) 公開日 平成27年4月9日(2015.4.9)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G02B 15/20 (2006.01)	G02B 15/20	2H087
G02B 13/18 (2006.01)	G02B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2013-198787 (P2013-198787)
(22) 出願日 平成25年9月25日 (2013.9.25)

(71) 出願人 000001270
コニカミノルタ株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(74) 代理人 100085501
弁理士 佐野 静夫
(74) 代理人 100128842
弁理士 井上 温
(72) 発明者 相馬 祥人
東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
ニカミノルタ株式会社内

最終頁に続く

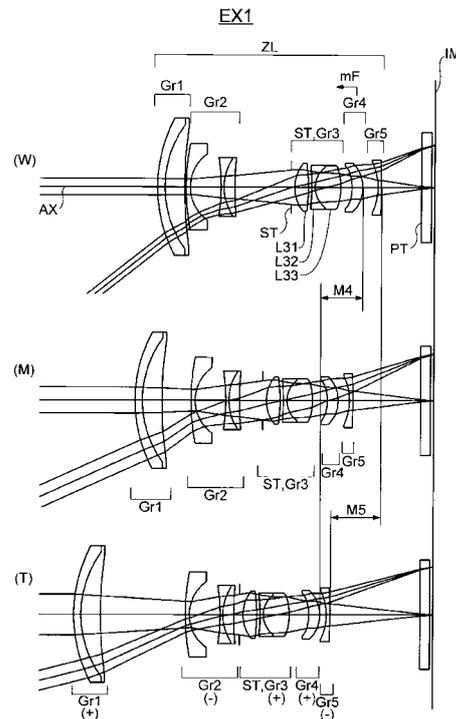
(54) 【発明の名称】 変倍光学系、撮像光学装置及びデジタル機器

(57) 【要約】

【課題】 光学系全体のサイズがコンパクトで高性能な変倍光学系、それを備えた撮像光学装置及びデジタル機器を提供する。

【解決手段】 ズームレンズ ZL は、物体側から順に正の第 1 群 Gr 1 と負の第 2 群 Gr 2 と正の第 3 群 Gr 3 と正の第 4 群 Gr 4 と負の第 5 群 Gr 5 から成る。変倍時に少なくとも第 3 群 Gr 3 ~ 第 5 群 Gr 5 が像面 IM に対して相対的に移動し、第 4 群 Gr 4 を光軸 AX 上で移動させることによりフォーカシングを行い、条件式： $-1.0 < M5 / f5 < -0.1$ (M5：広角端 (W) における第 5 群 Gr 5 位置から望遠端 (T) における第 5 群 Gr 5 位置までの光軸 AX 上の距離、f5：第 5 群 Gr 5 の焦点距離) を満足する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、正パワーを有する第 1 群と、負パワーを有する第 2 群と、正パワーを有する第 3 群と、正パワーを有する第 4 群と、負パワーを有する第 5 群と、を含み、各群の軸上間隔を変化させることにより変倍を行う変倍光学系であって、変倍時に少なくとも前記第 3 群、第 4 群及び第 5 群が像面に対して相対的に移動し、前記第 4 群を光軸上で移動させることによりフォーカシングを行い、以下の条件式 (1) を満足することを特徴とする変倍光学系；

$$- 1 . 0 < M 5 / f 5 < - 0 . 1 \quad \dots (1)$$

ただし、

M 5 : 広角端における第 5 群位置から望遠端における第 5 群位置までの光軸上の距離、

f 5 : 第 5 群の焦点距離、

である。

【請求項 2】

変倍時に前記第 3 群と前記第 5 群とが一体で移動することを特徴とする請求項 1 記載の変倍光学系。

【請求項 3】

変倍時に、前記第 3 群と、前記第 4 群をフォーカシングのために移動させる駆動手段と、前記第 5 群と、が一体で移動することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の変倍光学系。

【請求項 4】

以下の条件式 (2) を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系；

$$- 6 . 0 < f 5 / f w < - 1 . 0 \quad \dots (2)$$

ただし、

f 5 : 第 5 群の焦点距離、

f w : 変倍光学系の広角端における焦点距離、

である。

【請求項 5】

以下の条件式 (3) を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系；

$$1 . 0 < f 4 / f 3 < 6 . 0 \quad \dots (3)$$

ただし、

f 3 : 第 3 群の焦点距離、

f 4 : 第 4 群の焦点距離、

である。

【請求項 6】

以下の条件式 (4) を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系；

$$- 6 . 0 < f 5 / f 3 < - 0 . 8 \quad \dots (4)$$

ただし、

f 3 : 第 3 群の焦点距離、

f 5 : 第 5 群の焦点距離、

である。

【請求項 7】

以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系；

$$0 . 5 < M 4 / M 5 < 1 . 0 \quad \dots (5)$$

ただし、

M 4 : 広角端における第 4 群位置から望遠端における第 4 群位置までの光軸上の距離、

M 5 : 広角端における第 5 群位置から望遠端における第 5 群位置までの光軸上の距離、

10

20

30

40

50

である。

【請求項 8】

以下の条件式(6)及び(7)を満足することを特徴とする請求項1~7のいずれか1項に記載の変倍光学系；

$$0.3 < (3t / 3w) / (ft / fw) < 0.7 \quad \dots (6)$$

$$0.3 < (5t / 5w) / (ft / fw) < 0.5 \quad \dots (7)$$

ただし、

3w：広角端における第3群の近軸横倍率、

3t：望遠端における第3群の近軸横倍率、

5w：広角端における第5群の近軸横倍率、

5t：望遠端における第5群の近軸横倍率、

fw：変倍光学系の広角端における焦点距離、

ft：変倍光学系の望遠端における焦点距離、

である。

【請求項 9】

以下の条件式(8)を満足することを特徴とする請求項1~8のいずれか1項に記載の変倍光学系；

$$0.5 < (1 - 4t^2) \quad rt^2 < 6.0 \quad \dots (8)$$

ただし、

4t：望遠端における第4群の近軸横倍率、

rt：望遠端における第5群以降のすべての群による近軸横倍率、

である。

【請求項 10】

前記第3群が、物体側から順に、第1正レンズと、第1負レンズと、第2正レンズと、を含み、前記第1正レンズは周辺に行くに従って正のパワーが減少する非球面を少なくとも1面有していることを特徴とする請求項1~9のいずれか1項に記載の変倍光学系。

【請求項 11】

以下の条件式(9)を満足することを特徴とする請求項10記載の変倍光学系；

$$PgF > 0.015 \quad \dots (9)$$

ただし、PgFは前記第2正レンズの異常分散性を表し、

$$PgF = PgF - gF - gF \times d、$$

$PgF = (ng - nF) / (nF - nC)$ で定義され、

ng：g線に対する屈折率、

nF：F線に対する屈折率、

nC：C線に対する屈折率、

$$gF = 0.6483、$$

$$gF = -0.0018、$$

d：レンズ材料のアッベ数、

である。

【請求項 12】

請求項1~11のいずれか1項に記載の変倍光学系と、受光面上に形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備え、前記撮像素子の受光面上に被写体の光学像が形成されるように前記変倍光学系が設けられていることを特徴とする撮像光学装置。

【請求項 13】

請求項12記載の撮像光学装置を備えることにより、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方の機能が付加されたことを特徴とするデジタル機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は変倍光学系、撮像光学装置及びデジタル機器に関するものである。例えば、被

10

20

30

40

50

写体の映像を撮像素子で取り込むレンズ交換式デジタルカメラに適したコンパクトな変倍光学系と、その変倍光学系及び撮像素子で取り込んだ被写体の映像を電気的な信号として出力する撮像光学装置と、その撮像光学装置を搭載したデジタルカメラ等の画像入力機能付きデジタル機器と、に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一眼レフカメラ用の交換レンズとして用いられる従来の変倍光学系では、例えば特許文献1に記載されているような正負正正タイプや特許文献2, 3に記載されているような正負正負正タイプが、ズームタイプの主流となっている。また近年、一眼レフカメラから跳ね上げミラーを取り除いたミラーレスレンズ交換式カメラのコンパクト性がユーザーに受け入れられて、その市場が拡大しつつある。そのようなミラーレスカメラにおいては、不要となったミラースペースを有効に活用してレンズが取り付けられた状態のコンパクト性をさらに向上させる、即ち、短いレンズバックという特徴を生かして光学系のコンパクト化を実現するような光学解の創出が求められている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-271471号公報

【特許文献2】特開2011-221422号公報

【特許文献3】特開2011-237588号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

その点に関し、上記特許文献1及び2に記載されているレンズ系は、ミラースペースの確保を前提とした光学解となっているため、十分にコンパクトとは言い難い。一方、特許文献3に記載されている実施例1は、ミラースペースの確保を前提とせず、従来よりも短いレンズバックで光学系全体のコンパクト化を実現している。しかし、各群の移動量が大きく、依然、十分なコンパクト化が達成されているとは言い難い。

【0005】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、光学系全体のサイズがコンパクトで高性能な変倍光学系、それを備えた撮像光学装置及びデジタル機器を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、第1の発明の変倍光学系は、物体側から順に、正パワーを有する第1群と、負パワーを有する第2群と、正パワーを有する第3群と、正パワーを有する第4群と、負パワーを有する第5群と、を含み、各群の軸上間隔を変化させることにより変倍を行う変倍光学系であって、変倍時に少なくとも前記第3群、第4群及び第5群が像面に対して相対的に移動し、前記第4群を光軸上で移動させることによりフォーカシングを行い、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

40

$$-1.0 < M5 / f5 < -0.1 \quad \dots (1)$$

ただし、

M5：広角端における第5群位置から望遠端における第5群位置までの光軸上の距離、

f5：第5群の焦点距離、

である。

【0007】

第2の発明の変倍光学系は、上記第1の発明において、変倍時に前記第3群と前記第5群とが一体で移動することを特徴とする。

【0008】

第3の発明の変倍光学系は、上記第1又は第2の発明において、変倍時に、前記第3群

50

と、前記第4群をフォーカシングのために移動させる駆動手段と、前記第5群と、が一体で移動することを特徴とする。

【0009】

第4の発明の変倍光学系は、上記第1～第3のいずれか1つの発明において、以下の条件式(2)を満足することを特徴とする。

$$-6.0 < f_5 / f_w < -1.0 \quad \dots (2)$$

ただし、

f_5 : 第5群の焦点距離、

f_w : 変倍光学系の広角端における焦点距離、
である。

10

【0010】

第5の発明の変倍光学系は、上記第1～第4のいずれか1つの発明において、以下の条件式(3)を満足することを特徴とする。

$$1.0 < f_4 / f_3 < 6.0 \quad \dots (3)$$

ただし、

f_3 : 第3群の焦点距離、

f_4 : 第4群の焦点距離、

である。

【0011】

第6の発明の変倍光学系は、上記第1～第5のいずれか1つの発明において、以下の条件式(4)を満足することを特徴とする。

$$-6.0 < f_5 / f_3 < -0.8 \quad \dots (4)$$

ただし、

f_3 : 第3群の焦点距離、

f_5 : 第5群の焦点距離、

である。

20

【0012】

第7の発明の変倍光学系は、上記第1～第6のいずれか1つの発明において、以下の条件式(5)を満足することを特徴とする。

$$0.5 < M_4 / M_5 < 1.0 \quad \dots (5)$$

ただし、

M_4 : 広角端における第4群位置から望遠端における第4群位置までの光軸上の距離、

M_5 : 広角端における第5群位置から望遠端における第5群位置までの光軸上の距離、

である。

30

【0013】

第8の発明の変倍光学系は、上記第1～第7のいずれか1つの発明において、以下の条件式(6)及び(7)を満足することを特徴とする。

$$0.3 < (3_t / 3_w) / (f_t / f_w) < 0.7 \quad \dots (6)$$

$$0.3 < (5_t / 5_w) / (f_t / f_w) < 0.5 \quad \dots (7)$$

ただし、

3_w : 広角端における第3群の近軸横倍率、

3_t : 望遠端における第3群の近軸横倍率、

5_w : 広角端における第5群の近軸横倍率、

5_t : 望遠端における第5群の近軸横倍率、

f_w : 変倍光学系の広角端における焦点距離、

f_t : 変倍光学系の望遠端における焦点距離、

である。

40

【0014】

第9の発明の変倍光学系は、上記第1～第8のいずれか1つの発明において、以下の条件式(8)を満足することを特徴とする。

50

$$0.5 < (1 - 4t^2) \quad rt^2 < 6.0 \quad \dots (8)$$

ただし、

4t : 望遠端における第4群の近軸横倍率、

rt : 望遠端における第5群以降のすべての群による近軸横倍率、

である。

【0015】

第10の発明の変倍光学系は、上記第1～第9のいずれか1つの発明において、前記第3群が、物体側から順に、第1正レンズと、第1負レンズと、第2正レンズと、を含み、前記第1正レンズは周辺に行くに従って正のパワーが減少する非球面を少なくとも1面有していることを特徴とする。

10

【0016】

第11の発明の変倍光学系は、上記第10の発明において、以下の条件式(9)を満足することを特徴とする。

$$PgF > 0.015 \quad \dots (9)$$

ただし、PgFは前記第2正レンズの異常分散性を表し、

$$PgF = PgF - gF - gF \times d、$$

$PgF = (ng - nF) / (nF - nC)$ で定義され、

ng : g線に対する屈折率、

nF : F線に対する屈折率、

nC : C線に対する屈折率、

$$gF = 0.6483、$$

$$gF = -0.0018、$$

d : レンズ材料のアッベ数、

である。

20

【0017】

第12の発明の撮像光学装置は、上記第1～第11のいずれか1つの発明に係る変倍光学系と、受光面上に形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備え、前記撮像素子の受光面上に被写体の光学像が形成されるように前記変倍光学系が設けられていることを特徴とする。

【0018】

第13の発明のデジタル機器は、上記第12の発明に係る撮像光学装置を備えることにより、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方の機能が付加されたことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、高い光学性能を保持しつつ光学系全体のサイズをコンパクト化するための条件が適切に設定された構成になっているため、小型で高性能な変倍光学系及び撮像光学装置を実現することができる。その小型化された変倍光学系又は撮像光学装置をデジタル機器(例えばデジタルカメラ)に用いることによって、デジタル機器に対して高性能の画像入力機能をコンパクトに付加することが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】第1の実施の形態(実施例1)の光学構成図。

【図2】第2の実施の形態(実施例2)の光学構成図。

【図3】第3の実施の形態(実施例3)の光学構成図。

【図4】第4の実施の形態(実施例4)の光学構成図。

【図5】実施例1の収差図。

【図6】実施例2の収差図。

【図7】実施例3の収差図。

【図8】実施例4の収差図。

50

【図9】変倍光学系を搭載したデジタル機器の概略構成例を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明に係る変倍光学系、撮像光学装置及びデジタル機器を説明する。本発明に係る変倍光学系は、物体側から順に、正パワーを有する第1群と、負パワーを有する第2群と、正パワーを有する第3群と、正パワーを有する第4群と、負パワーを有する第5群と、を含み（パワー：焦点距離の逆数で定義される量）、各群の軸上間隔を変化させることにより変倍を行う変倍光学系であって、変倍時に少なくとも前記第3群、第4群及び第5群が像面に対して相対的に移動し、前記第4群を光軸上で移動させることによりフォーカシングを行う構成になっている。

10

【0022】

上記のように、物体側から正負正正負というパワー配置にすれば、第5群の負パワーによってレンズバックの確保は困難となるが、第1群～第4群までの合成焦点距離を短くすることが可能となる。つまり、第1群～第4群までの光学系のサイズを縮小して、コンパクト化を達成することができる。このとき、以下の条件式(1)を満足することで第5群の焦点距離と移動量との比を適切に設定すれば、光学系全体のコンパクト化とともに高性能化を達成することができる。

$$-1.0 < M5 / f5 < -0.1 \quad \dots (1)$$

ただし、

M5：広角端における第5群位置から望遠端における第5群位置までの光軸上の距離（図1参照）、

20

f5：第5群の焦点距離、
である。

【0023】

条件式(1)の下限を下回ると、第5群のパワーが強くなり過ぎるか、又は第5群の移動量が大きくなり過ぎるため、第5群の移動に伴う非点収差やコマ収差の変動を抑えることが困難となって望ましくない。逆に、条件式(1)の上限を上回ると、第5群の移動量が小さくなり過ぎるか、又は第5群のパワーが弱くなり過ぎるため、第5群による変倍作用が不十分となる。結果として、所望の変倍を得るためには1-2群間による変倍作用を増大させる必要が生じ、望遠端における光学系の全長が増大するか、あるいはそれを避けようとして第2群のパワーが増大し、変倍時の非点収差やコマ収差の変動を抑えることが困難となる。

30

【0024】

上記特徴的構成によると、高い光学性能を保持しつつ光学系全体のサイズをコンパクト化するための条件が適切に設定された構成になっているため、小型で高性能な変倍光学系及び撮像光学装置を実現することができる。その小型化された変倍光学系又は撮像光学装置をデジタルカメラ等のデジタル機器に用いれば、デジタル機器に対して高性能の画像入力機能をコンパクトに付加することが可能となり、デジタル機器のコンパクト化、低コスト化、高性能化、高機能化等に寄与することができる。例えば、本発明に係る変倍光学系は、ミラーレスタイプのレンズ交換式デジタルカメラ用の交換レンズとして好適であるため、持ち運びに便利な軽量・小型の交換レンズを実現することができる。こういった効果をバランス良く得るとともに、更に高い光学性能、小型化等を達成するための条件等を以下に説明する。

40

【0025】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(1a)を満足することが更に望ましい。

$$-0.7 < M5 / f5 < -0.2 \quad \dots (1a)$$

この条件式(1a)は、前記条件式(1)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(1a)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

【0026】

50

変倍時に前記第3群と前記第5群とが一体で移動することが望ましい。変倍時に第3群と第5群が一体で移動する構成とすることで、第3群と第5群を単一の移動手段に載せることが可能となる。したがって、このような構成とすることで製造誤差要素を減らして製造誤差による性能劣化を減らすことができる。

【0027】

変倍時に、前記第3群と、前記第4群をフォーカシングのために移動させる駆動手段と、前記第5群と、が一体で移動することが望ましく、前記駆動手段により、第3群と第4群との軸上間隔、及び第4群と第5群との軸上間隔が変化することが更に望ましい。変倍時に第3群、第4群駆動手段、及び第5群が一体で移動する構成とすることで、第3群、第4群移動手段、第5群を単一の移動群に載せることが可能となる。そして、このような構成とした場合には、純粹機構的な所謂マニュアルズームを搭載したレンズシステムにおいて、フォーカス状態によってはユーザーの急激な変倍操作によりフォーカシングレンズ群と隣接するレンズ群が衝突する可能性がある。このため、衝突してもレンズシステムが破壊されないような対策が必要となる。一方、上述のように第3群、第4群移動手段、第5群を単一の移動群に載せた構成では、如何なるフォーカシング状態においても第4群が第3群又は第5群と衝突しないことを完全に保証することができる。したがって、前記のような対策を講じる必要がなくなり、機構を簡素化することができる。

10

【0028】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$-6.0 < f_5 / f_w < -1.0 \quad \dots (2)$$

20

ただし、

f_5 : 第5群の焦点距離、

f_w : 変倍光学系の広角端における焦点距離、

である。

【0029】

条件式(2)の下限を下回ると、第5群のパワーが弱くなりすぎ、広角端において第2群で発生する大きな負の歪曲収差を打ち消す効果が不十分となって望ましくない。逆に、条件式(2)の上限を上回ると、第5群のパワーが強くなり過ぎて、第5群の移動による非点収差やコマ収差の変動を抑えることが困難となって望ましくない。

【0030】

30

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(2a)を満足することが更に望ましい。

$$-5.5 < f_5 / f_w < -1.1 \quad \dots (2a)$$

この条件式(2a)は、前記条件式(2)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(2a)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

【0031】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$1.0 < f_4 / f_3 < 6.0 \quad \dots (3)$$

ただし、

f_3 : 第3群の焦点距離、

f_4 : 第4群の焦点距離、

である。

40

【0032】

条件式(3)の下限を下回ると、第3群に対する第4群の相対的なパワーが強くなり過ぎて、フォーカシング時の第4群の移動に伴う非点収差の変動を抑えることが困難となって望ましくない、逆に、条件式(3)の上限を上回ると、光学系の収束作用の大部分を第3群に担わせることとなり、第3群で発生する球面収差やコマ収差が増大して望ましくない。

【0033】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(3a)を満足することが更に望ましい。

50

$$2.0 < f_4 / f_3 < 4.0 \quad \dots (3a)$$

この条件式(3a)は、前記条件式(3)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(3a)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

【0034】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$-6.0 < f_5 / f_3 < -0.8 \quad \dots (4)$$

ただし、

f_3 : 第3群の焦点距離、

f_5 : 第5群の焦点距離、

である。

【0035】

条件式(4)の下限を下回ると、第3群に対する第5群の相対的なパワーが弱くなり過ぎて、第5群の移動による変倍作用が不十分となる。逆に、条件式(4)の上限を上回ると、第3群に対する第5群の相対的なパワーが強くなり過ぎて、広角端における光学系全体の後ろ側主点位置を像面に近づけることが困難となって、所望の広角端焦点距離を得ることが困難となる。

【0036】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(4a)を満足することが更に望ましい。

$$-5.0 < f_5 / f_3 < -1.0 \quad \dots (4a)$$

この条件式(4a)は、前記条件式(4)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(4a)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

【0037】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$0.5 < M_4 / M_5 < 1.0 \quad \dots (5)$$

ただし、

M_4 : 広角端における第4群位置から望遠端における第4群位置までの光軸上の距離、

M_5 : 広角端における第5群位置から望遠端における第5群位置までの光軸上の距離、

である(図1参照。)

【0038】

条件式(5)の下限を下回ると、第5群の移動量に対する第4群の移動量が相対的に小さすぎるため、所望の変倍作用を得るのに必要な第5群の移動量を確保するために、広角端において4-5群間隔を大きく確保する必要が生じる。その結果、光学系全体の後ろ側主点位置が像面から離れてしまうため、所望の広角端焦点距離を得ることが困難となる。逆に、条件式(5)の上限を上回ると、第5群の移動量に対する第4群の移動量が相対的に大きすぎて、フォーカス移動量を確保するために、広角端において3-5群間隔を大きく確保しておく必要が生じる。結果として、光学系が大型化してしまう。あるいは、それを避けようとするれば第4群のパワーを強くする必要が生じ、フォーカス時の第4群の移動に伴う非点収差の変動を抑えることが困難となる。

【0039】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(5a)を満足することが更に望ましい。

$$0.6 < M_4 / M_5 < 0.9 \quad \dots (5a)$$

この条件式(5a)は、前記条件式(5)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(5a)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

【0040】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(6)及び(7)を満足することが望ましい。

$$0.3 < (3t / 3w) / (ft / fw) < 0.7 \quad \dots (6)$$

10

20

30

40

50

$$0.3 < (3t / 3w) / (ft / fw) < 0.5 \quad \dots (7)$$

ただし、

3w : 広角端における第3群の近軸横倍率、

3t : 望遠端における第3群の近軸横倍率、

5w : 広角端における第5群の近軸横倍率、

5t : 望遠端における第5群の近軸横倍率、

fw : 変倍光学系の広角端における焦点距離、

ft : 変倍光学系の望遠端における焦点距離、

である。

【0041】

10

条件式(6)の下限を下回ると、第3群による変倍作用が不十分となる。また、条件式(7)の下限を下回ると、第5群による変倍作用が不十分となる。その結果、所望の変倍比を得るためには1-2群間による変倍作用を増大させる必要が生じ、望遠端における光学系の全長が増大するか、あるいはそれを避けようとして第2群のパワーが増大し、変倍時の非点収差やコマ収差の変動を抑えることが困難となる。逆に、条件式(6)の上限を上回ると、第3群による変倍作用が強くなりすぎて、変倍時の非点収差やコマ収差を抑えることが困難となる。また、条件式(7)の上限を上回ると、第5群の移動量が大きすぎて、第5群の移動に伴う非点収差やコマ収差の変動を抑えることが困難となる。

【0042】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(6a)を満足することが更に望ましい。

20

$$0.4 < (3t / 3w) / (ft / fw) < 0.6 \quad \dots (6a)$$

この条件式(6a)は、前記条件式(6)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(6a)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

【0043】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$0.5 < (1 - 4t^2) / r t^2 < 6.0 \quad \dots (8)$$

ただし、

4t : 望遠端における第4群の近軸横倍率、

rt : 望遠端における第5群以降のすべての群による近軸横倍率、

30

である。

【0044】

条件式(8)の下限を下回ると、第4群のフォーカス敏感度が低すぎて、フォーカス移動領域を多く確保する必要が生じる。結果として、3-4群間隔を大きく確保する必要が生じて光学系が大型化してしまう。また、フォーカシング速度も低下してしまっ望ましくない。逆に、条件式(8)の上限を上回ると、第4群のフォーカス敏感度が高くなりすぎて、フォーカス群の止まり精度を確保することが困難となって望ましくない。

【0045】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(8a)を満足することが更に望ましい。

40

$$0.6 < (1 - 4t^2) / r t^2 < 4.0 \quad \dots (8a)$$

この条件式(8a)は、前記条件式(8)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(8a)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

【0046】

前記第3群が、物体側から順に、第1正レンズと、第1負レンズと、第2正レンズと、を含み、前記第1正レンズは周辺に行くに従って正のパワーが減少する非球面を少なくとも1面有していることが望ましい。第3群は光学系全体の主な収束作用を担う群であり、大きな正のパワーが必要となる。したがって、正レンズを少なくとも2枚配置して大きな収束パワーを確保することが望ましい。加えて、第1正レンズに周辺に行くほどパワーの弱くなる非球面を少なくとも1面を配置することで、球面収差の発生を抑えつつ第1正レ

50

ンズに強いパワーを与えることができる。その結果、第1負レンズに入射する軸上光線高さを下げることができ、第3群全体の収束パワーを落とすことなく球面収差を効果的に補正するのに必要なパワーを、第1負レンズに与えることが可能となる。よって、第1負レンズにおける球面収差の補正作用をより確実なものとするができる。

【0047】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(9)を満足することが望ましい。

$$P_g F > 0.015 \quad \dots (9)$$

ただし、 $P_g F$ は前記第2正レンズの異常分散性を表し、

$$P_g F = P_g F - g F - g F \times d、$$

$$P_g F = (n_g - n_F) / (n_F - n_C) \text{で定義され、}$$

n_g : g 線に対する屈折率、

n_F : F 線に対する屈折率、

n_C : C 線に対する屈折率、

$$g F = 0.6483、$$

$$g F = -0.0018、$$

d : レンズ材料のアッペ数、

である。

【0048】

第3群を構成する第2正レンズに条件式(9)を満足する材料を使用することにより、広角端の倍率色収差2次スペクトルと、望遠端における軸上色収差2次スペクトルと、を効果的に補正することができる。

【0049】

本発明に係る変倍光学系は、以下の条件式(9a)を満足することが更に望ましい。

$$P_g F > 0.030 \quad \dots (9a)$$

この条件式(9a)は、前記条件式(9)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(9a)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

【0050】

本発明に係る変倍光学系は、画像入力機能付きデジタル機器(例えば、デジタルカメラ)用の撮像レンズとしての使用に適しており、これを撮像素子等と組み合わせることにより、被写体の映像を光学的に取り込んで電気的な信号として出力する撮像光学装置を構成することができる。撮像光学装置は、被写体の静止画撮影や動画撮影に用いられるカメラの主たる構成要素を成す光学装置であり、例えば、物体(すなわち被写体)側から順に、物体の光学像を形成する変倍光学系と、その変倍光学系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えることにより構成される。そして、撮像素子の受光面(すなわち撮像面)上に被写体の光学像が形成されるように、前述した特徴的構成を有する変倍光学系が配置されることにより、小型・低コストで高い性能を有する撮像光学装置やそれを備えたデジタル機器を実現することができる。

【0051】

画像入力機能付きデジタル機器の例としては、デジタルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、車載カメラ、テレビ電話用カメラ等のカメラが挙げられる。また、パーソナルコンピュータ、携帯用デジタル機器(例えば、携帯電話、スマートフォン、モバイルコンピュータ等)、これらの周辺機器(スキャナー、プリンター等)、その他のデジタル機器等に内蔵又は外付けによりカメラ機能が搭載されたものが挙げられる。これらの例から分かるように、撮像光学装置を用いることによりカメラを構成することができるだけでなく、各種機器に撮像光学装置を搭載することによりカメラ機能を付加することが可能である。例えば、カメラ付き携帯電話等の画像入力機能付きデジタル機器を構成することが可能である。

【0052】

図9に、画像入力機能付きデジタル機器の一例として、デジタル機器DUの概略構成例

を模式的断面で示す。図 9 に示すデジタル機器 D U に搭載されている撮像光学装置 L U は、物体（すなわち被写体）側から順に、物体の光学像（像面）I M を変倍可能に形成するズームレンズ Z L（A X：光軸）と、平行平板 P T（撮像素子 S R のカバーガラス；必要に応じて配置される光学的ローパスフィルター、赤外カットフィルター等の光学フィルター等に相当する。）と、ズームレンズ Z L により受光面（撮像面）S S 上に形成された光学像 I M を電気的な信号に変換する撮像素子 S R と、を備えている。この撮像光学装置 L U で画像入力機能付きデジタル機器 D U を構成する場合、通常そのボディ内部に撮像光学装置 L U を配置することになるが、カメラ機能を実現するには必要に応じた形態を採用することが可能である。例えば、ユニット化した撮像光学装置 L U をデジタル機器 D U の本体に対して着脱自在又は回動自在に構成することが可能である。

10

【 0 0 5 3 】

ズームレンズ Z L は、正負正正負の 5 群を含むズーム構成になっており、各群の軸上間隔を変化させることにより変倍（すなわちズームング）を行い、第 4 群を光軸 A X に沿って移動させることによりフォーカシングを行う構成になっている。また、変倍時には少なくとも第 3 群、第 4 群及び第 5 群が像面 I M に対して相対的に移動し、撮像素子 S R の受光面 S S 上に光学像 I M を形成する構成になっている。

【 0 0 5 4 】

撮像素子 S R としては、例えば複数の画素を有する C C D (Charge Coupled Device) 型イメージセンサー、C M O S (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 型イメージセンサー等の固体撮像素子が用いられる。ズームレンズ Z L は、撮像素子 S R の光電変換部である受光面 S S 上に被写体の光学像 I M が形成されるように設けられているので、ズームレンズ Z L によって形成された光学像 I M は、撮像素子 S R によって電気的な信号に変換される。

20

【 0 0 5 5 】

デジタル機器 D U は、撮像光学装置 L U の他に、信号処理部 1、制御部 2、メモリ 3、操作部 4、表示部 5 等を備えている。撮像素子 S R で生成した信号は、信号処理部 1 で所定のデジタル画像処理や画像圧縮処理等が必要に応じて施され、デジタル映像信号としてメモリ 3（半導体メモリ、光ディスク等）に記録されたり、場合によってはケーブルを介したり赤外線信号等に変換されたりして他の機器に伝送される（例えば携帯電話の通信機能）。制御部 2 はマイクロコンピュータから成っており、撮影機能（静止画撮影機能、動画撮影機能等）、画像再生機能等の機能の制御；ズームング、フォーカシング、手ぶれ補正等のためのレンズ移動機構の制御等を集中的に行う。例えば、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方を行うように、制御部 2 により撮像光学装置 L U に対する制御が行われる。表示部 5 は液晶モニター等のディスプレイを含む部分であり、撮像素子 S R によって変換された画像信号あるいはメモリ 3 に記録されている画像情報を用いて画像表示を行う。操作部 4 は、操作ボタン（例えばリリースボタン）、操作ダイヤル（例えば撮影モードダイヤル）等の操作部材を含む部分であり、操作者が操作入力した情報を制御部 2 に伝達する。

30

【 0 0 5 6 】

ここで、第 1～第 4 の実施の形態を挙げて、ズームレンズ Z L の具体的な光学構成を更に詳しく説明する。図 1～図 4 は、第 1～第 4 の実施の形態を構成するズームレンズ Z L にそれぞれ対応する光学構成図であり、広角端（W）、中間焦点距離状態（M）、望遠端（T）でのレンズ配置、光路等を光学断面で示している。

40

【 0 0 5 7 】

第 1～第 4 の実施の形態（図 1～図 4）では、物体側から順に、正パワーを有する第 1 群 G r 1 と、負パワーを有する第 2 群 G r 2 と、正パワーを有する第 3 群 G r 3 と、正パワーを有する第 4 群 G r 4 と、負パワーを有する第 5 群 G r 5 と、を含み、各群の軸上間隔を変化させることにより変倍を行う構成になっている。変倍時には、少なくとも第 3 群 G r 3、第 4 群 G r 4 及び第 5 群 G r 5 が像面 I M に対して相対的に移動する。絞り S T は第 3 群 G r 3 の物体側に位置しており、ズームングにおいて第 3 群 G r 3 と共に移動す

50

る。フォーカシング時には、第4群Gr4が光軸AXに沿って移動する。つまり、第4群Gr4はフォーカシングレンズ群であり、矢印mFで示すように、近距離物体へのフォーカシングにおいて物体側へ移動する。

【0058】

ズームレンズZLの第1の実施の形態(図1)は、正負正正負の5群で変倍時に全群可動のズーム構成になっている。広角端(W)から望遠端(T)への変倍において、第1群Gr1は物体側へ単調に移動し、第2群Gr2は一旦像側へ移動し、その後物体側へ移動し、再度像側へ移動する。また、第3群Gr3~第5群Gr5は、物体側へ単調に移動し、望遠端(T)の少し手前で像側へ移動する。

【0059】

ズームレンズZLの第2の実施の形態(図2)は、正負正正負正の6群で変倍時に第1群Gr1~第5群Gr5が可動のズーム構成になっている。広角端(W)から望遠端(T)への変倍において、第1群Gr1~第5群Gr5が物体側へ単調に移動する。

【0060】

ズームレンズZLの第3の実施の形態(図3)は、正負正正負の5群で変倍時に全群可動のズーム構成になっている。広角端(W)から望遠端(T)への変倍において、第1群Gr1は物体側へ単調に移動し、第2群Gr2は一旦像側へ移動し、その後物体側へ移動する。また、第3群Gr3と第5群Gr5は物体側へ単調に移動し、第4群Gr4は一旦物体側へ移動し、望遠端(T)の少し手前で像側へ移動する。

【0061】

ズームレンズZLの第4の実施の形態(図4)は、正負正正負の5群で変倍時に全群可動のズーム構成になっている。広角端(W)から望遠端(T)への変倍において、第1群Gr1は物体側へ単調に移動し、第2群Gr2は一旦像側へ移動し、その後物体側へ移動する。また、第3群Gr3と第5群Gr5は物体側へ単調に移動し、第4群Gr4は一旦物体側へ移動し、望遠端(T)の少し手前で像側へ移動する。

【0062】

第1の実施の形態(図1)における各群は、物体側から順に以下のように構成されている。第1群Gr1は、像側に凹の負メニスカスレンズ及び物体側に凸の正メニスカスレンズから成る接合レンズ1枚で構成されている。第2群Gr2は、像側に凹の負メニスカスレンズと、両凹の負レンズ及び物体側に凸の正メニスカスレンズから成る接合レンズと、で構成されている。第3群Gr3は、両面非球面(周辺に行くに従って正のパワーが減少する非球面)から成る両凸の第1正レンズL31と、両凹の第1負レンズL32及び両凸の第2正レンズL33から成る接合レンズと、から成っており、第3群Gr3の物体側には絞りSTが配置されている。第4群Gr4は、両面非球面から成る像側に凸の正メニスカスレンズ1枚で構成されている。第5群Gr5は、物体側に凹の負メニスカスレンズ1枚で構成されている。

【0063】

第2の実施の形態(図2)における各群は、物体側から順に以下のように構成されている。第1群Gr1は、像側に凹の負メニスカスレンズ及び物体側に凸の正メニスカスレンズから成る接合レンズ1枚で構成されている。第2群Gr2は、像側に凹の負メニスカスレンズと、両凹の負レンズ及び物体側に凸の正メニスカスレンズから成る接合レンズと、で構成されている。第3群Gr3は、両面非球面(周辺に行くに従って正のパワーが減少する非球面)から成る両凸の第1正レンズL31と、両凹の第1負レンズL32及び両凸の第2正レンズL33から成る接合レンズと、から成っており、第3群Gr3の物体側には絞りSTが配置されている。第4群Gr4は、両面非球面から成る像側に凸の正メニスカスレンズ1枚で構成されている。第5群Gr5は、両凹の負レンズ1枚で構成されている。第6群Gr6は、像側に凸の正メニスカスレンズ1枚で構成されている。

【0064】

第3の実施の形態(図3)における各群は、物体側から順に以下のように構成されている。第1群Gr1は、像側に凹の負メニスカスレンズ及び物体側に凸の正メニスカスレン

10

20

30

40

50

ズから成る接合レンズ1枚で構成されている。第2群Gr2は、像側に凹の負メニスカスレンズと、両凹の負レンズ及び両凸の正レンズから成る接合レンズと、で構成されている。第3群Gr3は、両面非球面（周辺に行くに従って正のパワーが減少する非球面）から成る物体側に凸のメニスカス形状を有する第1正レンズL31と、像側に凹のメニスカス形状を有する第1負レンズL32及び両凸の第2正レンズL33から成る接合レンズと、から成っており、第3群Gr3の物体側には絞りSTが配置されている。第4群Gr4は、両面非球面から成る像側に凸の正メニスカスレンズ1枚で構成されている。第5群Gr5は、物体側に凹の負メニスカスレンズ1枚で構成されている。

【0065】

第4の実施の形態（図4）における各群は、物体側から順に以下のように構成されている。第1群Gr1は、像側に凹の負メニスカスレンズ及び物体側に凸の正メニスカスレンズから成る接合レンズ1枚で構成されている。第2群Gr2は、像側に凹の負メニスカスレンズと、両凹の負レンズ及び物体側に凸の正メニスカスレンズから成る接合レンズと、で構成されている。第3群Gr3は、両面非球面（周辺に行くに従って正のパワーが減少する非球面）から成る両凸の第1正レンズL31と、両凹の第1負レンズL32及び両凸の第2正レンズL33から成る接合レンズと、から成っており、第3群Gr3の物体側には絞りSTが配置されている。第4群Gr4は、両面非球面から成る両凸の正レンズ1枚で構成されている。第5群Gr5は、物体側に凹の負メニスカスレンズ1枚で構成されている。

10

【実施例】

20

【0066】

以下、本発明を実施した変倍光学系の構成等を、実施例のコンストラクションデータを挙げて更に具体的に説明する。ここで挙げる実施例1～4（EX1～4）は、前述した第1～第4の実施の形態にそれぞれ対応する数値実施例であり、第1～第4の実施の形態を表す光学構成図（図1～図4）は、対応する実施例1～4のレンズ構成、光路等をそれぞれ示している。

【0067】

各実施例のコンストラクションデータでは、面データとして、左側の欄から順に、面番号、曲率半径 r （mm）、軸上面間隔 d （mm）、 d 線（波長 587.56nm ）に関する屈折率 n_d 、 d 線に関するアッペ数 v_d を示す。面番号に*が付された面は非球面であり、その面形状は面頂点を原点とするローカルな直交座標系（ x, y, z ）を用いた以下の式（AS）で定義される。非球面データとして、非球面係数等を示す。なお、各実施例の非球面データにおいて表記の無い項の係数は0であり、すべてのデータに関して $E - n = x \cdot 10^{-n}$ である。

30

$$z = (c \cdot h^2) / [1 + \{1 - (1 + K) \cdot c^2 \cdot h^2\}] + (A_j \cdot h^j) \dots (AS)$$

ただし、

h : z 軸（光軸AX）に対して垂直な方向の高さ（ $h^2 = x^2 + y^2$ ）、

z : 高さ h の位置での光軸AX方向のサグ量（面頂点基準）、

c : 面頂点での曲率（曲率半径 r の逆数）、

40

K : 円錐定数、

A_j : j 次の非球面係数、

である。

【0068】

各種データとして、ズーム比（変倍比）を示し、さらに各焦点距離状態 W, M, T について、全系の焦点距離（ f , mm）、Fナンバー（FNO）、半画角（ θ , °）、像高（ Y' , mm）、レンズ全長（TL, mm）、バックフォーカス（BF, mm）、及び可変面間隔 d_i （ i : 面番号, mm）を示し、ズームレンズ群データとして、各レンズ群の焦点距離（ $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$; mm）を示す。ただし、ここで使っているバックフォーカスBFは平行平板PTの像側面から像面IMまでの距離であり、レン

50

ズ全長TLはレンズ最前面から像面IMまでの距離である。また、表1に条件式の関連データを各実施例について示し、表2に条件式対応値を各実施例について示す。

【0069】

図5～図8は、実施例1～実施例4（EX1～EX4）にそれぞれ対応する収差図（無限遠合焦状態での縦収差図）であり、広角端（W）と中間（M）と望遠端（T）における諸収差（左から順に、球面収差等，非点収差，歪曲収差である。）を示している。図5～図8中、FNOはFナンバー、Y'（mm）は撮像素子SRの受光面SS上での最大像高（光軸AXからの距離に相当する。）である。球面収差図において、実線d，一点鎖線g，二点鎖線cはd線，g線，c線に対する球面収差（mm）をそれぞれ表しており、破線SCは正弦条件不満足量（mm）を表している。非点収差図において、破線DMはメリディオナル像面、実線DSはサジタル像面であり、d線に対する各非点収差（mm）を表している。また、歪曲収差図において実線はd線に対する歪曲（%）を表している。

10

【0070】

実施例1

単位：mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
1	43.920	2.200	1.84666	23.78
2	31.860	5.859	1.72916	54.66
3	128.093	可変		
4	70.710	1.200	1.83400	37.35
5	12.305	9.331		
6	-57.304	0.800	1.56732	42.85
7	15.475	3.288	1.84666	23.78
8	113.257	可変		
9(絞り)		1.000		
10*	11.255	4.134	1.58313	59.38
11*	-41.229	0.998		
12	-76.032	1.000	1.70154	41.15
13	7.695	7.744	1.49700	81.61
14	-17.959	可変		
15*	-15.747	3.259	1.49710	81.56
16*	-11.320	可変		
17	-17.404	1.000	1.72916	54.66
18	-181.898	可変		
19		3.000	1.51680	64.20
20		BF		

20

30

【0071】

非球面データ

	K	A4	A6	A8
第10面	0.0000	-1.91115E-05	-4.46317E-07	9.77551E-09
第11面	0.0000	7.87781E-05	-3.42308E-07	8.79927E-09
第15面	0.0000	-2.06680E-04	-1.67531E-06	-2.34208E-08
第16面	0.0000	-8.32799E-05	-7.41376E-07	-1.02402E-08

40

【0072】

各種データ

ズーム比	3.111			
	広角（W）	中間（M）	望遠（T）	
焦点距離	18.000	31.750	56.000	
Fナンバー	3.550	4.000	4.550	

50

半画角	38.270	24.096	14.229
像高	12.916	14.188	14.543
レンズ全長	83.000	89.486	107.818
BF	1.000	1.000	1.000
d3	0.500	8.676	25.427
d8	16.843	6.938	1.710
d14	3.261	4.366	5.824
d16	4.583	3.478	2.020
d18	12.000	20.215	27.024

【 0 0 7 3 】

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	96.021
2	4	-18.306
3	9	19.119
4	15	65.083
5	17	-26.462

【 0 0 7 4 】

実施例 2

20

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
1	42.371	2.200	1.84666	23.78
2	27.997	7.469	1.77250	49.65
3	208.393	可変		
4	98.898	1.200	1.83400	37.35
5	11.821	10.174		
6	-82.294	0.800	1.56384	60.82
7	13.917	2.746	1.84666	23.78
8	54.287	可変		
9(絞リ)		1.000		
10*	11.292	3.990	1.58313	59.38
11*	-37.006	1.579		
12	-38.215	1.011	1.72342	37.99
13	8.307	7.436	1.49700	81.61
14	-14.821	可変		
15*	-49.843	3.518	1.74330	49.33
16*	-19.928	可変		
17	-22.425	1.000	1.78590	43.93
18	85.580	可変		
19	-628.884	1.532	1.90366	31.31
20	-123.408	12.000		
21		3.000	1.51680	64.20
22		BF		

30

40

【 0 0 7 5 】

非球面データ

	K	A4	A6	A8
第10面	0.0000	-2.82861E-05	-2.80618E-07	9.22021E-09
第11面	0.0000	7.34941E-05	-1.10920E-07	7.43180E-09
第15面	0.0000	-1.93234E-04	-1.13457E-06	-2.45347E-08

50

第16面 0.0000 -1.41680E-04 -8.01688E-07 -9.50276E-09

【 0 0 7 6 】

各種データ

ズーム比	3.111		
	広角 (W)	中間 (M)	望遠 (T)
焦点距離	18.000	31.750	56.000
Fナンバー	3.550	4.000	4.550
半画角	38.270	24.097	14.229
像高	12.927	14.248	14.808
レンズ全長	83.000	90.399	108.000
BF	1.000	1.000	1.000
d3	0.500	6.627	19.439
d8	12.985	4.996	1.913
d14	2.491	2.909	4.905
d16	4.415	3.996	2.000
d18	0.955	10.217	18.089

10

【 0 0 7 7 】

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	71.177
2	4	-15.173
3	9	19.866
4	15	42.536
5	17	-22.518
6	19	169.662

20

【 0 0 7 8 】

実施例 3

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
1	56.021	2.200	1.84666	23.78
2	35.177	5.817	1.77250	49.65
3	322.567	可変		
4	37.447	1.200	1.90366	31.31
5	13.054	9.095		
6	-17.897	0.800	1.48749	70.45
7	23.009	2.412	1.84666	23.78
8	-5284.098	可変		
9(絞り)		1.000		
10*	14.100	2.647	1.58313	59.38
11*	166.870	0.806		
12	66.419	1.000	1.72342	37.99
13	11.739	10.724	1.49700	81.61
14	-13.942	可変		
15*	-23.916	2.217	1.49710	81.56
16*	-17.177	可変		
17	-14.128	1.000	1.90366	31.31
18	-33.139	可変		
19		3.000	1.51680	64.20
20		BF		

30

40

50

【 0 0 7 9 】
非球面データ

	K	A4	A6	A8
第10面	0.0000	2.19144E-05	5.65984E-07	4.44506E-09
第11面	0.0000	1.29414E-04	1.03284E-06	4.14428E-09
第15面	0.0000	-1.75687E-04	-3.31203E-08	-1.28446E-08
第16面	0.0000	-1.33265E-04	7.41900E-08	-8.73663E-09

【 0 0 8 0 】
各種データ

ズーム比	3.110				10
	広角 (W)	中間 (M)	望遠 (T)		
焦点距離	18.003	31.754	55.989		
Fナンバー	3.550	4.000	4.550		
半画角	38.265	24.094	14.232		
像高	12.982	14.219	14.814		
レンズ全長	83.002	87.391	107.996		
BF	1.002	1.001	0.996		
d3	0.723	6.780	24.395		
d8	15.564	5.395	1.500		
d14	5.680	4.463	7.797		20
d16	4.117	5.334	2.000		
d18	12.000	20.502	27.392		

【 0 0 8 1 】
ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離		
1	1	92.646		
2	4	-16.885		
3	9	18.436		
4	15	110.553		
5	17	-27.949		30

【 0 0 8 2 】
実施例 4

単位 : mm
面データ

面番号	r	d	nd	vd	
1	41.791	2.200	1.84666	23.78	
2	27.463	6.970	1.80420	46.49	
3	116.494	可変			
4	50.736	1.200	1.83481	42.72	
5	10.693	8.256			40
6	-40.325	0.800	1.48749	70.45	
7	14.459	4.306	1.90366	31.31	
8	48.408	可変			
9(絞り)		1.000			
10*	11.911	3.827	1.58313	59.38	
11*	-54.577	1.766			
12	-214.156	3.562	1.83400	37.35	
13	9.230	3.897	1.49700	81.61	
14	-19.179	可変			
15*	78.621	1.224	1.83441	37.28	50

16*	-1935.117	可変		
17	-21.758	1.000	1.49700	81.61
18	-43.189	可変		
19		3.000	1.51680	64.20
20		BF		

【 0 0 8 3 】

非球面データ

	K	A4	A6	A8
第10面	0.0000	-2.99911E-05	-7.41608E-07	1.28111E-08
第11面	0.0000	5.37650E-05	-6.96376E-07	1.63874E-08
第15面	0.0000	-8.91337E-05	-1.25301E-06	-1.27467E-08
第16面	0.0000	-8.99199E-05	-1.40522E-06	-8.90861E-09

10

【 0 0 8 4 】

各種データ

ズーム比	3.111		
	広角 (W)	中間 (M)	望遠 (T)
焦点距離	18.000	31.750	55.998
Fナンバー	3.550	4.000	4.550
半画角	38.270	24.097	14.229
像高	12.886	13.990	14.257
レンズ全長	83.000	91.534	107.998
BF	1.000	1.000	0.998
d3	0.500	9.118	22.200
d8	15.182	6.694	1.933
d14	3.217	4.878	8.737
d16	8.094	6.434	2.575
d18	12.000	20.404	28.549

20

【 0 0 8 5 】

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	79.91
2	4	-15.443
3	9	21.667
4	15	90.57
5	17	-89.615

30

【 0 0 8 6 】

【表 1】

関連データ	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
M5	15.024	17.133	15.392	16.549
fw	18.000	18.000	18.003	18.000
ft	56.000	56.000	55.989	55.998
f3	19.119	19.866	18.436	21.667
f4	65.083	42.536	110.553	90.570
f5	-26.462	-22.518	-27.949	-89.615
M4	12.461	14.719	13.275	11.030
$\beta 3t$	-0.795	-0.949	-0.827	-1.551
$\beta 3w$	-0.525	-0.691	-0.542	-0.890
$\beta 5t$	2.158	2.586	2.120	1.367
$\beta 5w$	1.590	1.826	1.570	1.182
$\beta 4t$	0.821	0.656	0.883	0.706
βrt	2.158	2.361	2.120	1.367
PgF	15.024	17.133	15.392	16.549

10

【 0 0 8 7 】

【表 2】

条件式対応値		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	M5/f5	-0.568	-0.761	-0.551	-0.185
(2)	f5/fw	-1.470	-1.251	-1.552	-4.979
(3)	f4/f3	3.404	2.141	5.997	4.180
(4)	f5/f3	-1.384	-1.133	-1.516	-4.136
(5)	M4/M5	0.829	0.859	0.862	0.666
(6)	$(\beta 3t/\beta 3w)/(ft/fw)$	0.487	0.441	0.491	0.560
(7)	$(\beta 5t/\beta 5w)/(ft/fw)$	0.436	0.455	0.434	0.372
(8)	$(1-\beta 4t^2)\beta rt^2$	1.522	3.179	0.993	0.936
(9)	ΔPgF	0.037	0.037	0.037	0.037

20

30

【符号の説明】

【 0 0 8 8 】

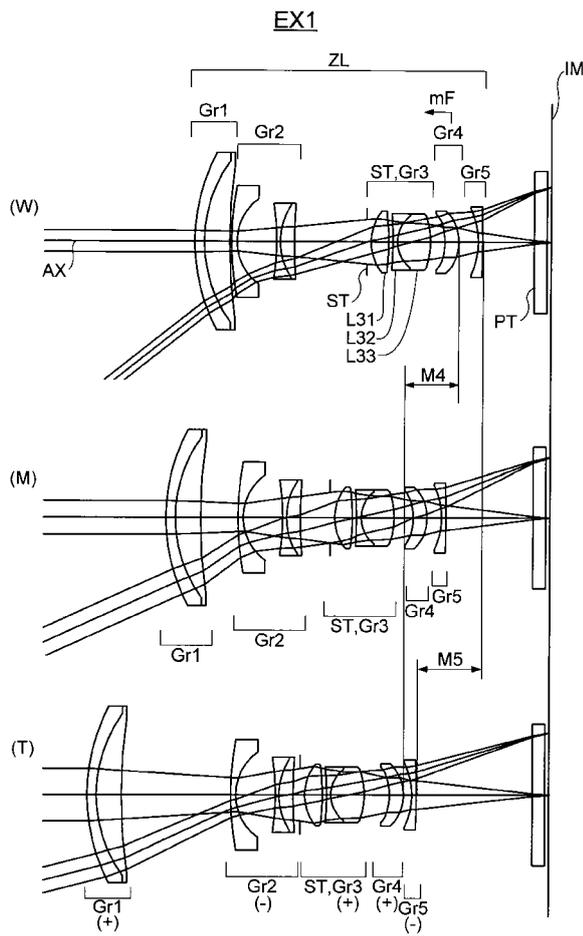
- D U デジタル機器
- L U 撮像光学装置
- Z L ズームレンズ（変倍光学系）
- G r 1 第1群
- G r 2 第2群
- G r 3 第3群
- G r 4 第4群
- G r 5 第5群
- G r 6 第6群
- L 3 1 第1正レンズ
- L 3 2 第1負レンズ
- L 3 3 第2正レンズ
- S T 絞り（開口絞り）
- S R 撮像素子
- S S 受光面（撮像面）
- I M 像面（光学像）
- A X 光軸
- 1 信号処理部

40

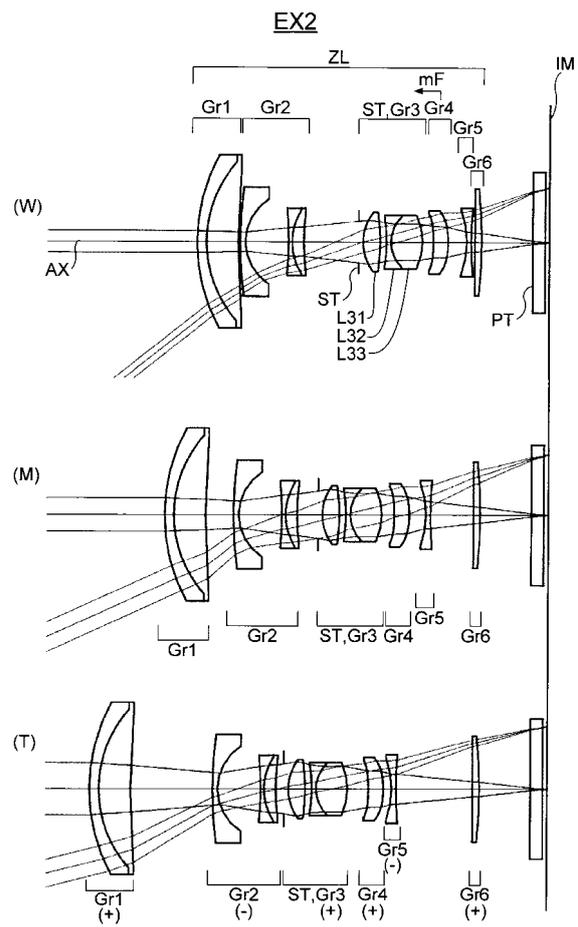
50

- 2 制御部
- 3 メモリ
- 4 操作部
- 5 表示部

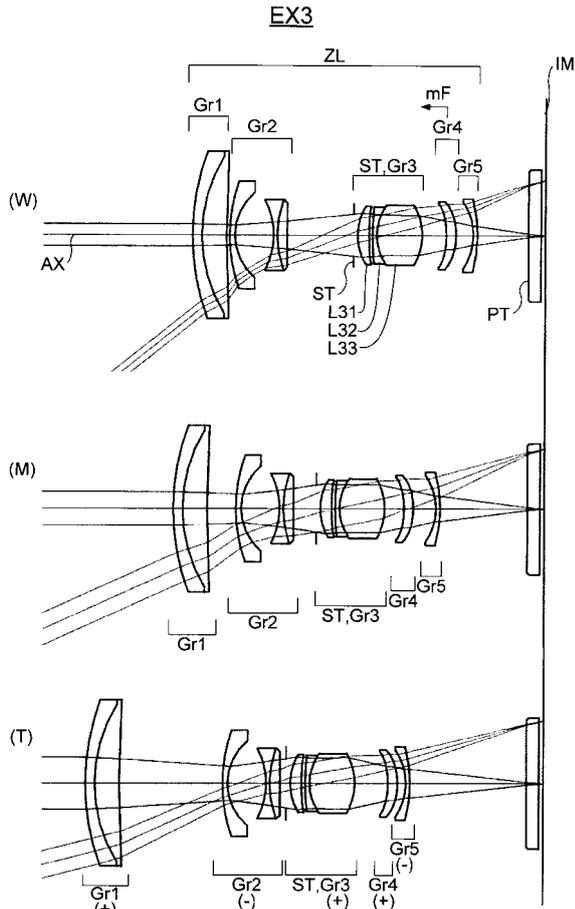
【 図 1 】



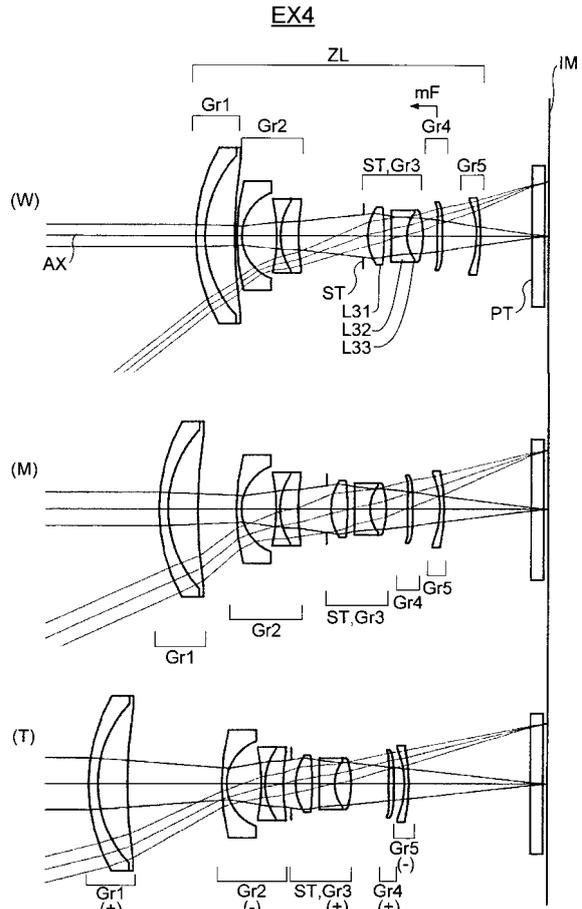
【 図 2 】



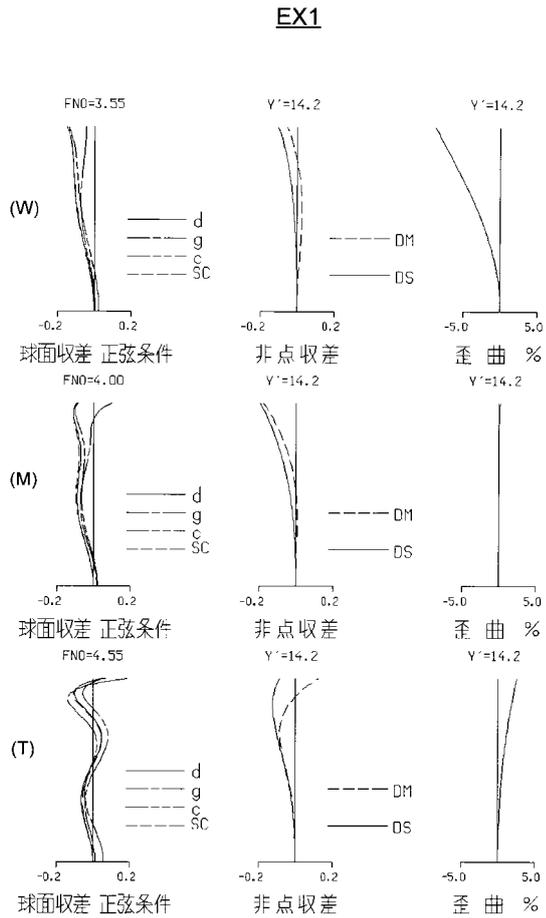
【 图 3 】



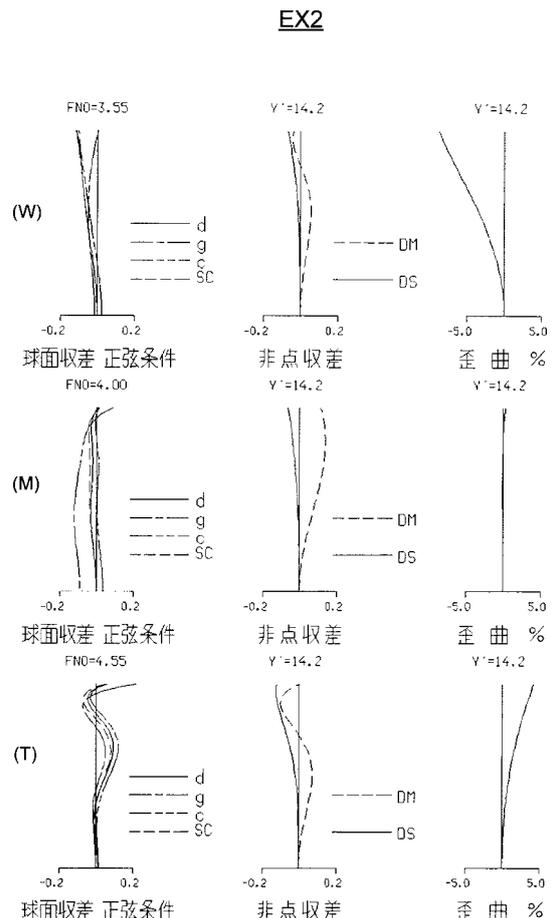
【 图 4 】



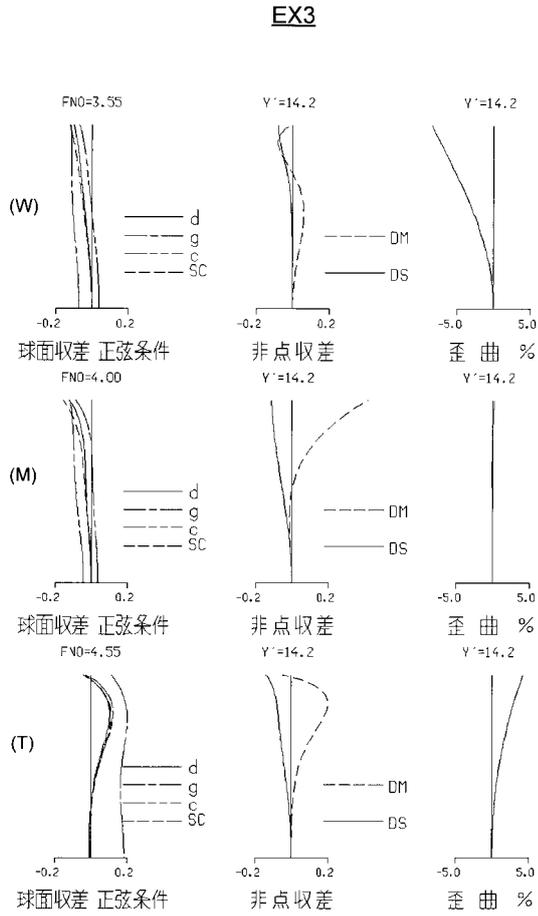
【 图 5 】



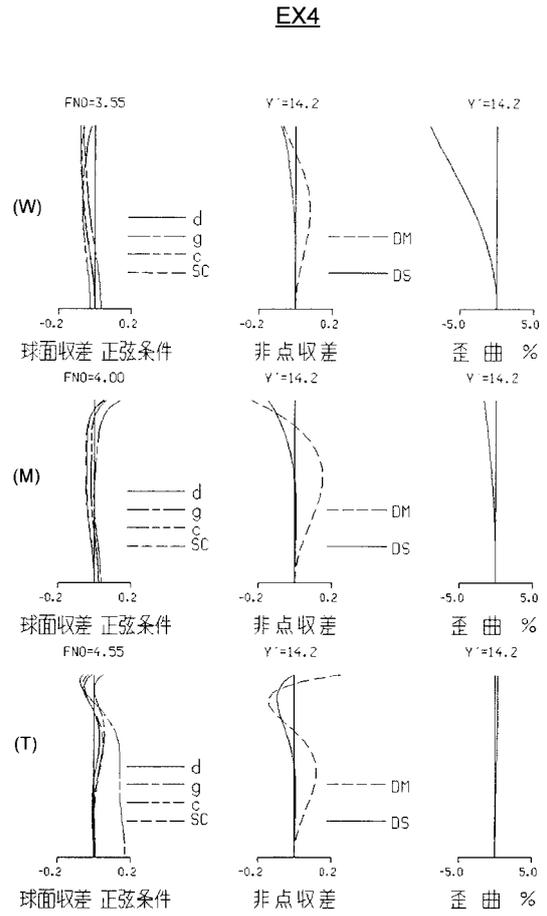
【 图 6 】



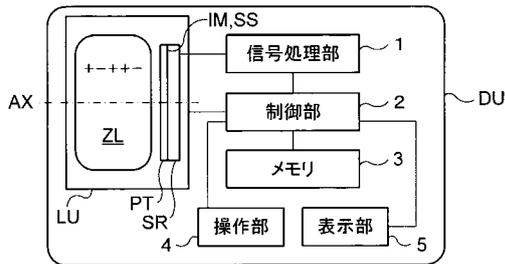
【 图 7 】



【 图 8 】



【 图 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA15 NA15 PA07 PA08 PA20 PB10 PB11 QA02 QA07
QA17 QA21 QA26 QA32 QA37 QA41 QA42 QA45 RA05 RA12
RA13 RA32 RA42 RA43 SA43 SA47 SA49 SA52 SA56 SA57
SA62 SA63 SA64 SA65 SA66 SB03 SB14 SB24 SB32 SB42