

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4725156号
(P4725156)

(45) 発行日 平成23年7月13日(2011.7.13)

(24) 登録日 平成23年4月22日(2011.4.22)

(51) Int.Cl. F I
GO 2 B 15/10 (2006.01) GO 2 B 15/10
HO 4 N 5/225 (2006.01) HO 4 N 5/225 D
HO 4 N 101/00 (2006.01) HO 4 N 101:00

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-92103 (P2005-92103)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン
(22) 出願日	平成17年3月28日 (2005.3.28)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(65) 公開番号	特開2006-276220 (P2006-276220A)	(74) 代理人	100077919 弁理士 井上 義雄
(43) 公開日	平成18年10月12日 (2006.10.12)	(72) 発明者	大下 孝一 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
審査請求日	平成20年1月17日 (2008.1.17)	審査官	原田 英信
		(56) 参考文献	特開平08-043732 (JP, A) 特開平07-013074 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイドコンバータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、物体側に凸面を向けた第1負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた第2負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正レンズとからなり、マスターレンズの物体側に装着され、マスターレンズの焦点距離をより短い焦点距離にし、以下の条件を満足することを特徴とするワイドコンバータ。

$$0.24 < d5 / d < 0.32$$

但し、

d5 : 前記正メニスカスレンズの中心厚、
 d : 前記ワイドコンバータの光軸上の総厚。

10

【請求項2】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載のワイドコンバータ。

$$-0.3 < SF3 < 0.3$$

但し、

SF3 : 前記正メニスカスレンズの形状因子、
 形状因子は、レンズの物体側面の曲率半径を r1、像側面の曲率半径を r2 として、
 $SF = (r2 - r1) / (r2 + r1)$

【請求項3】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載のワイドコンバータ。

20

$$\frac{3 < 2}{3 < 4}$$

但し、

- 2：前記第2負メニスカスレンズのd線(波長 = 587.6nm)におけるアッペ数、
 3：前記正メニスカスレンズのd線(波長 = 587.6nm)におけるアッペ数、
 4：前記正レンズのd線(波長 = 587.6nm)におけるアッペ数。

【請求項4】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のワイドコンバータ。

$$\frac{0.9 < r_a / r_b < 1.1}{0.8 < r_c / r_d < 1.4}$$

10

但し、

- r_a ：前記第2負メニスカスレンズの像側面の曲率半径、
 r_b ：前記正メニスカスレンズの物体側面の曲率半径、
 r_c ：前記正メニスカスレンズの像側面の曲率半径、
 r_d ：前記正レンズの物体側面の曲率半径。

【請求項5】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載のワイドコンバータ。

$$-1.1 < S F 1 + S F 2 < -0.8$$

20

但し、

- $S F 1$ ：前記第1負メニスカスレンズの形状因子、
 $S F 2$ ：前記第2負メニスカスレンズの形状因子、

形状因子は、レンズの物体側面の曲率半径を r_1 、像側面の曲率半径を r_2 として、
 $S F = (r_2 - r_1) / (r_2 + r_1)$

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルカメラ等のマスターレンズに装着されるフロントコンバータに関し、特にワイドコンバータに関する。

30

【背景技術】

【0002】

CCDをはじめとする固体撮像素子を利用したいわゆるデジタルスチルカメラやビデオカメラが、従来のフィルムカメラにかわって普及を見せている。これら固体撮像素子用レンズは、従来のフィルムカメラのレンズに比べて、画面サイズが小さいため、マスターレンズの大きさが小さく、フロントコンバータを小型化しやすいという特徴をもっている。この特徴を利用して、マスターレンズの焦点距離を変化させるためのフロントワイドコンバータがいくつか提案されている(例えば、特許文献1、特許文献2参照。)

【特許文献1】特開平8-43732号公報

【特許文献2】特開平7-13074号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、特許文献1に開示されたワイドコンバータは装着されるマスターレンズの画角が40°前後の標準レンズに取り付けることを前提としており、80°以上の画角を有するマスターレンズに装着すると、周辺結像性能が低下するという問題がある。また、ズームレンズに装着したときには、広角側では良好な結像性能が得られても、望遠側では色収差が増大するため良好な結像性能が得られないという問題がある。

【0004】

また、特許文献2に開示されたワイドコンバータでは、ズームレンズに装着し望遠側に

50

ズームングした際にも収差補正の良好なコンバータが提案されている。しかし、レンズ構成枚数が5枚とレンズ構成が複雑で、かつ負レンズの前群に正レンズを配置する構成のため、マスターレンズの画角が80°以上の場合は前玉径が巨大化するという問題がある。

【0005】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであって、広角端状態の画角が80°以上のズームレンズに装着され、広角端状態における画角を100°以上に拡大する小型で高性能なワイドコンバータ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、本発明は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた第1負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた第2負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正レンズとからなり、マスターレンズの物体側に装着され、マスターレンズの焦点距離をより短い焦点距離にし、以下の条件を満足することを特徴とするワイドコンバータを提供する。

$$0.24 < d_5 / d < 0.32$$

但し、 d_5 は前記正メニスカスレンズの中心厚、 d は前記ワイドコンバータの光軸上の総厚である。

【0007】

また、本発明のワイドコンバータは、以下の条件を満足することが好ましい。

$$-0.3 < SF_3 < 0.3$$

但し、 SF_3 は前記正メニスカスレンズの形状因子であり、形状因子は、レンズの物体側面の曲率半径を r_1 、像側面の曲率半径を r_2 として、

$$SF = (r_2 - r_1) / (r_2 + r_1)$$

で表されるものとする。

【0008】

また、本発明のワイドコンバータは、以下の条件を満足することが好ましい。

$$3 < \frac{d_2}{d_3}$$

$$3 < \frac{d_3}{d_4}$$

但し、 d_2 は前記第2負メニスカスレンズのd線(波長 = 587.6nm)におけるアッペ数、

d_3 は前記正メニスカスレンズのd線(波長 = 587.6nm)におけるアッペ数、 d_4 は前記正レンズのd線(波長 = 587.6nm)におけるアッペ数である。

【0009】

また、本発明のワイドコンバータは、以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.9 < r_a / r_b < 1.1$$

$$0.8 < r_c / r_d < 1.4$$

但し、 r_a は前記第2負メニスカスレンズの像側面の曲率半径、 r_b は前記正メニスカスレンズの物体側面の曲率半径、 r_c は前記正メニスカスレンズの像側面の曲率半径、 r_d は前記正レンズの物体側面の曲率半径である。

【0010】

また、本発明のワイドコンバータは、以下の条件を満足することが好ましい。

$$-1.1 < SF_1 + SF_2 < -0.8$$

但し、 SF_1 は前記第1負メニスカスレンズの形状因子、 SF_2 は前記第2負メニスカスレンズの形状因子であり、形状因子は、レンズの物体側面の曲率半径を r_1 、像側面の曲率半径を r_2 として、

$$SF = (r_2 - r_1) / (r_2 + r_1)$$

で表されるものとする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、広角端状態の画角が80°以上のズームレンズに装着され、広角端状態における画角を100°以上に拡大する小型で高性能なワイドコンバータを提供するこ

10

20

30

40

50

とができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態に関し説明する。

【0013】

本発明の実施の形態にかかるワイドコンバータは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた第1負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた第2負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のレンズと、物体側に凸面を向けた正レンズとから構成され、後述する条件式を満足することによって、100°以上の広い画角にわたって良好な収差補正を達成したものである。

10

【0014】

また、最も物体側に2枚の負メニスカスレンズを配置することによって、前玉径を増大させることなく歪曲収差を最小に抑える構成としたことと、その像側に物体側に凸面を向けた比較的厚肉のメニスカス形状のレンズを配置したことである。このメニスカス形状のレンズの物体側の凸面の作用によって、最も物体側の2枚の負メニスカスレンズで発生する歪曲収差および倍率色収差を補正し、同時にメニスカス形状のレンズの像側の凹面の作用によって、正レンズで発生する軸上色収差を補正することによって、ズーム全域にわたる良好な収差補正を可能にしたものである。

【0015】

本発明の実施の形態にかかるワイドコンバータでは、倍率色収差と歪曲収差を良好に補正するために、以下の条件式(1)、および(2)を満足することが望ましい。

20

$$(1) \quad -0.3 < SF3 < 0.3$$

$$(2) \quad 0.24 < d5 / d < 0.32$$

但し、 $d5$ はメニスカス形状のレンズの中心厚、 d は前記ワイドコンバータの光軸上の総厚、 $SF3$ は前記メニスカス形状のレンズの形状因子をそれぞれ表し、形状因子はレンズの物体側面の曲率半径を $r1$ 、像側面の曲率半径を $r2$ として、

$$SF = (r2 - r1) / (r2 + r1)$$

で表されるものとする。

【0016】

条件式(1)の上限値を超えても下限値を超えても倍率色収差と歪曲収差の良好な補正が困難となる。

30

【0017】

条件式(2)の下限値を超えると、メニスカス形状のレンズの物体側の面によって、この面の物体側の負メニスカスレンズで発生する歪曲収差および倍率色収差を補正する効果が減じ、またメニスカス形状のレンズの像側面によって、この面の像側の正レンズで発生する軸上色収差を補正する効果が減じるため、倍率色収差と軸上色収差を同時に補正することが困難となる。

【0018】

条件式(2)の上限値を超えると、メニスカス形状のレンズの厚さが厚くなるため、ワイドコンバータ全体が巨大化するか、各レンズのパワーが過大となり収差補正が困難となる。

40

【0019】

また、本発明の実施の形態にかかるワイドコンバータでは、良好な色収差補正のために以下の条件式(3)、および(4)を満足することが望ましい。

$$(3) \quad 3 < 2$$

$$(4) \quad 3 < 4$$

但し、 2 は第2負メニスカスレンズの d 線(波長 = 587.6nm)におけるアッペ数、 3 はメニスカス形状のレンズの d 線(波長 = 587.6nm)におけるアッペ数、 4 は正レンズの d 線(波長 = 587.6nm)におけるアッペ数をそれぞれ表す。

【0020】

50

条件式(3)の範囲を外れると倍率色収差の補正が困難となり、条件式(4)の範囲を外れると軸上色収差の良好な補正が困難となる。

【0021】

また、本発明の実施の形態にかかるワイドコンバータでは、歪曲収差およびコマ収差補正を良好に行うために、以下の条件式(5)、および(6)を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 0.9 < r_a / r_b < 1.1$$

$$(6) \quad 0.8 < r_c / r_d < 1.4$$

但し、 r_a は第2負メニスカスレンズの像側面の曲率半径、 r_b はメニスカス形状のレンズの物体側面の曲率半径、 r_c はメニスカス形状のレンズの像側面の曲率半径、 r_d は正レンズの物体側面の曲率半径をそれぞれ表す。

10

【0022】

条件式(5)、および(6)の上限値を超えても下限値を超えても、歪曲収差とコマ収差の補正が困難となる。

【0023】

また、本発明の実施の形態にかかるワイドコンバータでは、歪曲収差を抑えながら広い画角における像面の平坦性を確保するには条件式(7)を満足することが望ましい。

$$(7) \quad -1.1 < SF1 + SF2 < -0.8$$

但し、 $SF1$ は第1負メニスカスレンズの形状因子、 $SF2$ は第2負メニスカスレンズの形状因子をそれぞれ表し、形状因子は、レンズの物体側面の曲率半径を r_1 、像側面の曲率半径を r_2 として、 $SF = (r_2 - r_1) / (r_2 + r_1)$ で表されるものとする。

20

【0024】

条件式(7)の下限値を超えると、歪曲収差の良好な補正が困難となる。条件式(7)の上限値を超えると、像面湾曲が大きくなり像面の平坦性に問題が生じる。

【0025】

(実施例)

次に本発明の実施の形態にかかる各実施例について添付図面に基づいて説明する。

【0026】

(第1実施例)

図1は、本発明の第1実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズに装着した状態におけるレンズ構成を示す。

30

【0027】

図1において、ワイドコンバータは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた第1負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた第2負メニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のレンズL3と、物体側に凸面を向けた正レンズL4とから構成されている。ワイドコンバータはマスターレンズMの像面Iに対して固定されており、ワイドコンバータとマスターレンズMの間隔が可変に構成されている。なお、ワイドコンバータがマスターレンズMの最も物体側のレンズと一体に動くようにしてもよい。

【0028】

以下の表1に第1実施例のワイドコンバータの諸元の値を示す。表中、「全体諸元」の f は焦点距離、 $2A$ は画角(単位:度)、 m はコンバータ倍率をそれぞれ示す。「レンズデータ」の第1カラムは物体側からのレンズ面番号、 r は曲率半径、 d は面間隔、 d は d 線(波長 $\lambda = 587.6\text{nm}$)に対するアッペ数、 n_d は d 線(波長 $\lambda = 587.6\text{nm}$)に対する屈折率をそれぞれ表す。「可変間隔データ」には、焦点距離 f と、マスターレンズMにワイドコンバータを装着した際のマスターレンズMの可変間隔の値をそれぞれ示す。ここで D_0 は、正レンズL4の像面側からマスターレンズMの最も物体側のレンズ面までの距離を表す。[条件式対応値]は各条件式対応値をそれぞれ示す。

40

【0029】

なお、以下の全ての諸元値において、掲載されている焦点距離 f 、曲率半径 r 、面間隔 d その他の長さ等は、特記の無い場合一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また

50

、単位は「mm」に限定されること無く他の適当な単位を用いることもできる。さらに、これらの記号の説明は、以降の他の実施例においても同様とする。

【0030】

(表1)

「全体諸元」

f=4.71-15.57

2A=104.32-40.58

m=0.75

「レンズデータ」

	r	d	d	nd	
1)	71.3285	4.0000	49.61	1.772500	L1
2)	31.1312	11.0000		1.000000	
3)	88.1732	3.0000	49.61	1.772500	L2
4)	33.3000	6.0000		1.000000	
5)	32.6911	11.0000	22.76	1.808090	L3
6)	32.8863	9.0000	65.47	1.603000	L4
7)	-167.0206	(D0)		1.000000	

10

「可変間隔データ」

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	4.70991	8.57879	15.56950
D0	3.20000	10.27332	3.30281
D1	15.89963	0.34444	0.30000
D2	11.00000	11.00000	2.57862
D3	8.75192	17.12933	32.22837
D4	1.26829	1.37275	1.71005
Bf	0.99000	0.99000	0.99000

20

「条件式対応値」

1)	SF3	0.003
2)	d5/ d	0.250
3)	2	49.610
	3	22.760
4)	4	65.470
5)	ra/rb	1.019
6)	rc/rd	1.000
7)	SF1+SF2	-0.844

30

【0031】

図2は、本第1実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズMに装着した状態での諸収差図を示し、(a)はマスターレンズMが広角端状態における諸収差図、(b)はマスターレンズMが中間焦点距離状態における諸収差図、(c)はマスターレンズMが望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示す。

40

【0032】

また、各収差図において、FNOはFナンバー、Yは像高、dはd線(波長 = 587.6nm)、gはg線(波長 = 435.8nm)、CはC線(波長 = 656.3nm)、FはF線(波長 = 486.1nm)をそれぞれ示す。球面収差図において破線はサインコンデションを、非点収差図において実線はサジタル像面、破線はメリジオナル像面をそれぞれ示す。コマ収差図は各像高Yにおけるコマ収差をそれぞれ示す。なお、これらの記号は以降の他の実施例においても同様とし説明を省略する。

50

【 0 0 3 3 】

図 9 (a)、(b)、および (c) に示すマスターレンズ M のみの諸収差図と比較して、本第 1 実施例にかかるワイドコンバータを装着しても広い画角に亘って諸収差が良好に補正され優れた結像性能を有していることが明らかである。

【 0 0 3 4 】

(第 2 実施例)

図 3 は、本発明の第 2 実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズに装着した状態におけるレンズ構成を示す。

【 0 0 3 5 】

図 3 において、ワイドコンバータは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた第 1 負メ
 ニスカスレンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた第 2 負メニスカスレンズ L 2 と、物体側に
 凸面を向けたメニスカス形状のレンズ L 3 と、物体側に凸面を向けた正レンズ L 4 とから
 構成されている。ワイドコンバータはマスターレンズ M の像面 I に対して固定されており
 、ワイドコンバータとマスターレンズ M の間の間隔が可変に構成されている。なお、ワイド
 コンバータがマスターレンズ M の最も物体側のレンズと一体に動くようにしてもよい。

【 0 0 3 6 】

以下の表 2 に第 2 実施例のワイドコンバータの諸元の値を示す。

【 0 0 3 7 】

(表 2)

「全体諸元」

$f=4.71-15.59$

$2A=104.50-40.56$

$m=0.75$

「レンズデータ」

	r	d	d	nd	
1)	68.0000	4.0000	49.61	1.772500	L1
2)	30.0000	11.0000		1.000000	
3)	99.0320	3.0000	49.61	1.772500	L2
4)	29.3844	2.4000		1.000000	
5)	29.3245	11.6000	30.24	1.585180	L3
6)	50.6734	0.2000		1.000000	
7)	38.7416	7.2000	65.47	1.603000	L4
8)	-175.9427	(D0)		1.000000	

「可変間隔データ」

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠短状態
f	4.71148	8.58396	15.58338
D0	3.20000	10.27332	3.30281
D1	15.89963	0.34444	0.30000
D2	11.00000	11.00000	2.57862
D3	8.75422	17.13688	32.25242
D4	1.26599	1.36520	1.68600
Bf	0.99000	0.99000	0.99000

「条件式対応値」

1)	SF3	0.267
2)	d5/ d	0.294
3)	2	49.610
	3	30.240

10

20

30

40

50

- 4) 4 65.470
 5) ra/rb 1.002
 6) rc/rd 1.308
 7) SF1+SF2 -0.930

【 0 0 3 8 】

図 4 は、本第 2 実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズ M に装着した状態での諸収差図を示し、(a) はマスターレンズ M が広角端状態における諸収差図、(b) はマスターレンズ M が中間焦点距離状態における諸収差図、(c) はマスターレンズ M が望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示す。

【 0 0 3 9 】

図 9 (a)、(b)、および (c) に示すマスターレンズ M のみの諸収差図と比較して、本第 2 実施例にかかるワイドコンバータを装着しても広い画角に亘って諸収差が良好に補正され優れた結像性能を有していることが明らかである。

【 0 0 4 0 】

(第 3 実施例)

図 5 は、本発明の第 3 実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズに装着した状態におけるレンズ構成を示す。

【 0 0 4 1 】

図 3 において、ワイドコンバータは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた第 1 負メニスカスレンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた第 2 負メニスカスレンズ L 2 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のレンズ L 3 と、物体側に凸面を向けた正レンズ L 4 とから構成されている。ワイドコンバータはマスターレンズ M の像面 I に対して固定されており、ワイドコンバータとマスターレンズ M の間の間隔が可変に構成されている。なお、ワイドコンバータがマスターレンズ M の最も物体側のレンズと一体に動くようにしてもよい。

【 0 0 4 2 】

以下の表 3 に第 3 実施例のワイドコンバータの諸元の値を示す。

【 0 0 4 3 】

(表 3)

「全体諸元」

f=4.71-15.59

2A=104.66-40.52

m=0.75

「レンズデータ」

	r	d	d	nd	
1)	79.9145	5.0000	49.61	1.772500	L1
2)	35.5270	12.6000		1.000000	
3)	96.7537	4.0000	49.61	1.772500	L2
4)	37.1712	8.0000		1.000000	
5)	36.7350	13.6000	23.78	1.846660	L3
6)	35.1358	9.4000	61.18	1.589130	L4
7)	-188.8260	(D0)		1.000000	

「可変間隔データ」

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	4.70991	8.58462	15.59142
D0	3.30000	10.37332	3.40281
D1	15.89963	0.34444	0.30000
D2	11.00000	11.00000	2.57862
D3	8.75769	17.14827	32.28880

10

20

30

40

50

D4	1.26252	1.35381	1.64962
Bf	0.99000	0.99000	0.99000

「条件式対応値」

1)	SF3	-0.022
2)	d5/ d	0.259
3)	2	49.610
	3	23.780
4)	4	61.180
5)	ra/rb	1.012
6)	rc/rd	1.000
7)	SF1+SF2	-0.829

10

【0044】

図6は、本第3実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズMに装着した状態での諸収差図を示し、(a)はマスターレンズMが広角端状態における諸収差図、(b)はマスターレンズMが中間焦点距離状態における諸収差図、(c)はマスターレンズMが望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示す。

【0045】

図9(a)、(b)、および(c)に示すマスターレンズMのみの諸収差図と比較して、本第3実施例にかかるワイドコンバータを装着しても広い画角に亘って諸収差が良好に補正され優れた結像性能を有していることが明らかである。

20

【0046】

(第4実施例)

図7は、本発明の第4実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズに装着した状態におけるレンズ構成を示す。

【0047】

図7において、ワイドコンバータは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた第1負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた第2負メニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のレンズL3と、物体側に凸面を向けた正レンズL4とから構成されている。ワイドコンバータはマスターレンズMの像面Iに対して固定されており、ワイドコンバータとマスターレンズMの間隔が可変に構成されている。なお、ワイドコンバータがマスターレンズMの最も物体側のレンズと一体に動くようにしてもよい。

30

【0048】

以下の表4に第4実施例のワイドコンバータの諸元の値を示す。

【0049】

(表4)

「全体諸元」

f=4.71-15.58
2A=106.15-40.56
m=0.75

40

「レンズデータ」

	r	d	d	nd	
1)	81.1272	4.6000	49.61	1.772500	L1
2)	34.3463	12.0000		1.000000	
3)	87.1922	3.6000	49.61	1.772500	L2
4)	34.4078	6.4000		1.000000	
5)	34.4777	12.6000	22.76	1.808090	L3
6)	33.0749	10.0000	61.18	1.589130	L4
7)	-153.3901	(D0)		1.000000	

50

「可変間隔データ」

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	4.71022	8.58508	15.59208
D0	3.40000	10.47332	3.50281
D1	15.89963	0.34444	0.30000
D2	11.00000	11.00000	2.57862
D3	8.75759	17.14796	32.28782
D4	1.26262	1.35412	1.65060
Bf	0.99000	0.99000	0.99000

10

「条件式対応値」

- 1) SF3 -0.021
- 2) d5/ d 0.256
- 3) 2 49.610
- 3 22.760
- 4) 4 61.180
- 5) ra/rb 0.998
- 6) rc/rd 1.000
- 7) SF1+SF2 -0.839

20

【0050】

図8は、本第4実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズMに装着した状態での諸収差図を示し、(a)はマスターレンズMが広角端状態における諸収差図、(b)はマスターレンズMが中間焦点距離状態における諸収差図、(c)はマスターレンズMが望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示す。

【0051】

図8(a)、(b)、および(c)に示すマスターレンズMのみの諸収差図と比較して、本第1実施例にかかるワイドコンバータを装着しても広い画角に亘って諸収差が良好に補正され優れた結像性能を有していることが明らかである。

【0052】

次に、本実施の形態にかかる各実施例のワイドコンバータを装着するマスターレンズMの諸特性について説明する。なお、上記実施例のワイドコンバータを装着するマスターレンズMはこれに限られるものではない。

30

【0053】

図1、図3、図5、および図7に示されるように、マスターレンズMは、物体側より順に、負メニスカスレンズ、両凹形状の負レンズ、正メニスカスレンズからなる全体として負屈折力を持つ第1レンズ群G1と、両凸形状の正レンズと、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズと、負メニスカスレンズと両凸形状の正レンズとの接合レンズからなる全体として正屈折力を持つ第2レンズ群G2と、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズからなる全体として正屈折力を持つ第3レンズ群G3とを有し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間にはフレアを効果的にカットするための所謂フレアストッパーFS、第2レンズ群の物体側には第2レンズ群と一体に移動する開口絞りS、像面I近くの2枚の平行平板は、所謂オプチカルローパスフィルターOLPFと撮像素子のカバーガラスCGである。フォーカスは第3レンズ群G3を物体側に移動させることによって行う。

40

【0054】

なお、マスターレンズMにおいて非球面は以下の式で表される。

【0055】

$$x = (h^2/R) / (1 + (1 - K \times h^2/R^2)^{1/2}) + C4 \times h^4 + C6 \times h^6 + C8 \times h^8 + C10 \times h^{10}$$

ここで、光軸方向の面の深さをx、光軸と垂直方向の高さをh、基準球面の曲率半径をR

50

、円錐係数をK、n次の非球面係数をCnで表す。非球面は、以下の表5中のレンズデータにおいて最も左の欄に「*」で示す。

【0056】

以下の表5にマスターレンズの諸元の値を示す。表中、「全体諸元」のfは焦点距離、Bfはバックフォーカス、FNoはFナンバー、2Aは画角(単位:度)、yは像高をそれぞれ示す。「レンズデータ」の第1カラムは物体側からのレンズ面番号、rは曲率半径、dは面間隔、dはd線(波長=587.6nm)に対するアツベ数、ndはd線(波長=587.6nm)に対する屈折率をそれぞれ表す。なお、曲率半径rにおいて「」は平面を表す。「可変間隔データ」には、焦点距離fと、可変間隔の値をそれぞれ示す。

【0057】

(表5)

「全体諸元」

f=6.28-21.00

Bf=0.99

FNo=2.68-5.14

2A=87.29-30.34

y=5.70

「レンズデータ」

	r	d	d	nd
1)	33.2600	2.2000	45.53	1.754000
* 2)	8.2752	6.4000		1.000000
3)	-36.5301	1.3000	81.61	1.497000
4)	16.3217	2.2000		1.000000
5)	21.4070	2.7000	32.35	1.850260
6)	372.1116	(D1)		1.000000
7)		(D2)		1.000000 (FS)
8>		0.5000		1.000000 (開口絞りS)
* 9)	10.2651	2.6000	59.10	1.583320
10)	-74.0767	0.6000		1.000000
11)	11.2830	3.0000	50.88	1.658440
12)	-13.8170	0.9000	39.59	1.804400
13)	7.5054	0.9000		1.000000
14)	30.6648	0.9000	37.95	1.723420
15)	8.3512	2.6000	81.61	1.497000
16)	-19.1954	(D3)		1.000000
* 17)	15.4428	3.9000	57.44	1.606020
18)	-51.2130	1.0000	23.78	1.846660
19)	452.1588	(D4)		1.000000
20)		1.7200	64.20	1.516800 (OLPF)
21)		0.7640		1.000000
22)		0.5000	64.20	1.516800 (CG)
23)		(Bf)		1.000000

「非球面係数」

面	K	C4	C6	C8	C10
(1) 2	0.3333	1.41260E-05	2.17950E-07	5.15730E-11	1.61800E-12
(2) 9	0.3833	1.69550E-06	1.45000E-07	5.86320E-09	-4.19770E-11
(3) 17	1.2219	-4.70030E-06	-1.53280E-07	1.02090E-08	-9.81410E-11

10

20

30

40

50

「可変間隔データ」

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	6.28000	11.50000	21.00000
D1	15.89963	0.34444	0.30000
D2	11.00000	11.00000	2.57862
D3	8.79701	17.27888	32.71522
D4	1.22320	1.22320	1.22320
Bf	0.99000	0.99000	0.99000

【0058】

図9は、マスターレンズMのみの諸収差図を示し、(a)は広角端状態における諸収差図、(b)は中間焦点距離状態における諸収差図、(c)は望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示す。

10

【0059】

このように本発明によれば、広角端状態の画角が80°以上のズームレンズに装着され、広角端状態の画角を100°以上に拡大する小型で高性能なワイドコンバータが得られる。

【0060】

なお、本発明の実施例として、4群構成のレンズ系を示したが、該4群を含む5群およびそれ以上の群構成のレンズ系も本発明の効果を内在した同等のレンズ系であることは言うまでもない。また、各レンズ群内の構成においても、実施例の構成に付加レンズを加えただけのレンズ群も本発明の効果を内在した同等のレンズ群であることは言うまでもない。

20

【0061】

また、上述の実施の形態は例に過ぎず、上述の構成や形状に限定されるものではなく、本発明の範囲内において適宜修正、変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】本発明の第1実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズに装着した状態におけるレンズ構成を示す。

【図2】本第1実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズMに装着した状態での諸収差図を示し、(a)はマスターレンズMが広角端状態における諸収差図、(b)はマスターレンズMが中間焦点距離状態における諸収差図、(c)はマスターレンズMが望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示す。

30

【図3】本発明の第2実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズに装着した状態におけるレンズ構成を示す。

【図4】本第2実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズMに装着した状態での諸収差図を示し、(a)はマスターレンズMが広角端状態における諸収差図、(b)はマスターレンズMが中間焦点距離状態における諸収差図、(c)はマスターレンズMが望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示す。

【図5】本発明の第3実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズに装着した状態におけるレンズ構成を示す。

40

【図6】本第3実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズMに装着した状態での諸収差図を示し、(a)はマスターレンズMが広角端状態における諸収差図、(b)はマスターレンズMが中間焦点距離状態における諸収差図、(c)はマスターレンズMが望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示す。

【図7】本発明の第4実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズに装着した状態におけるレンズ構成を示す。

【図8】本第4実施例にかかるワイドコンバータをマスターレンズMに装着した状態での諸収差図を示し、(a)はマスターレンズMが広角端状態における諸収差図、(b)はマスターレンズMが中間焦点距離状態における諸収差図、(c)はマスターレンズMが望遠

50

端状態における諸収差図をそれぞれ示す。

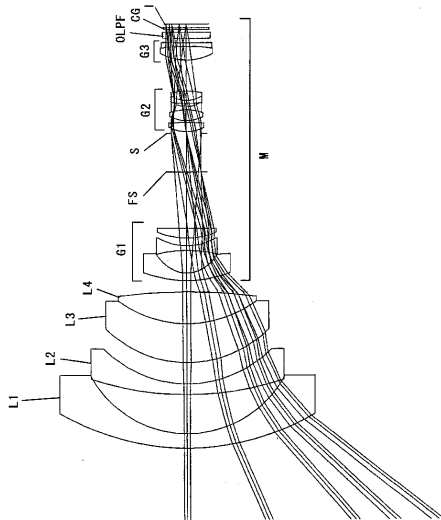
【図9】マスターレンズMのみの諸収差図を示し、(a)は広角端状態における諸収差図、(b)は中間焦点距離状態における諸収差図、(c)は望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示す。

【符号の説明】

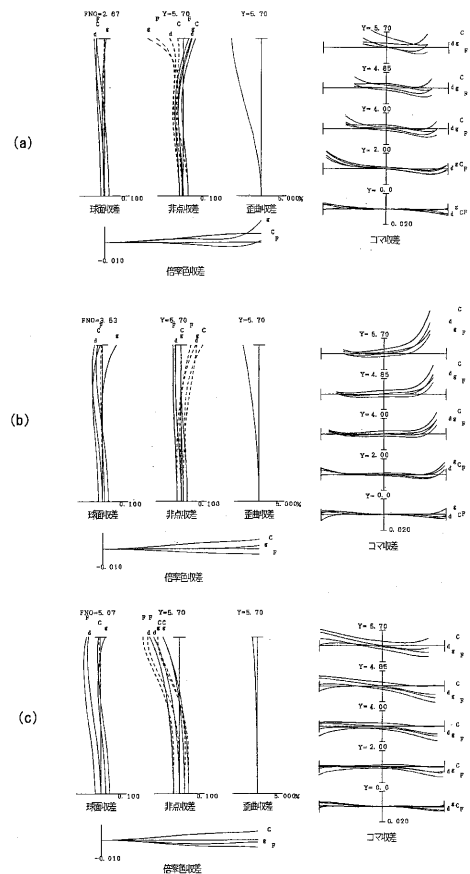
【0063】

- L_i レンズ
- G_i レンズ群
- F S フレアストッパー
- S 開口絞り
- M マスターレンズ
- O L P F オプティカルローパスフィルタ
- C G カバーガラス
- I 像面

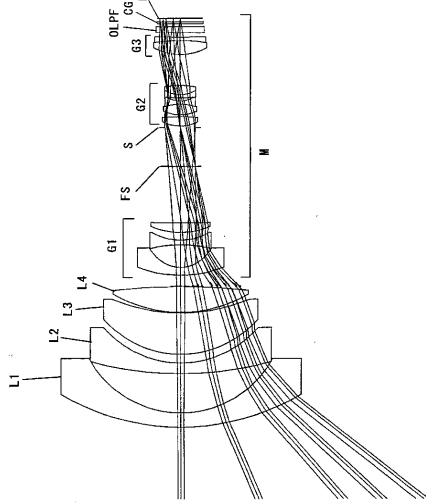
【図1】



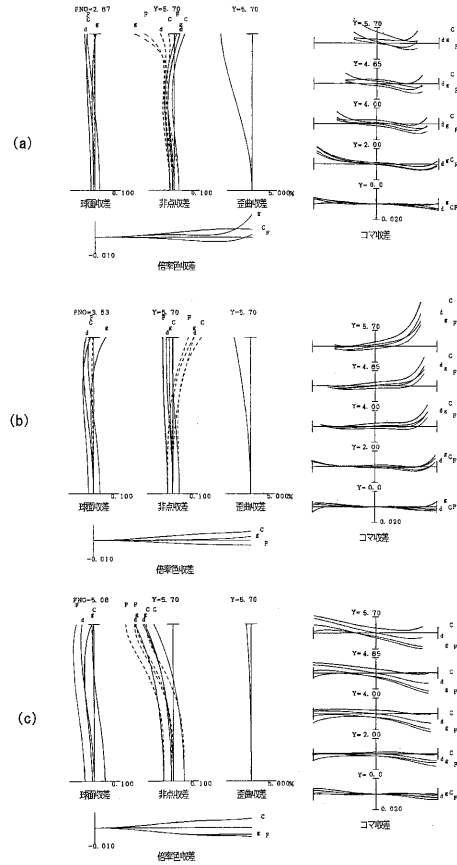
【図2】



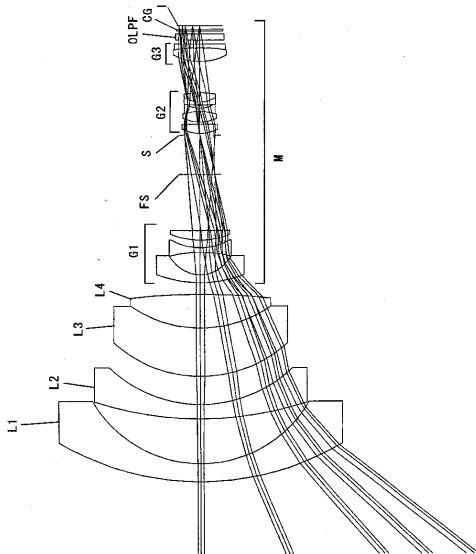
【 図 3 】



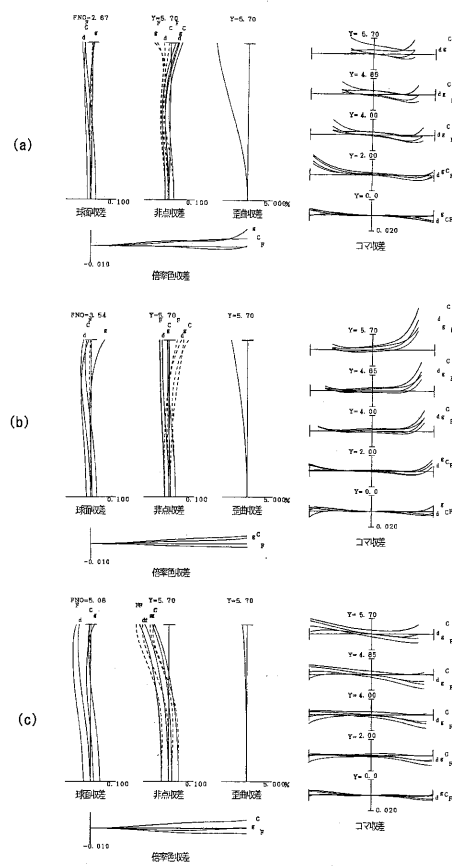
【 図 4 】



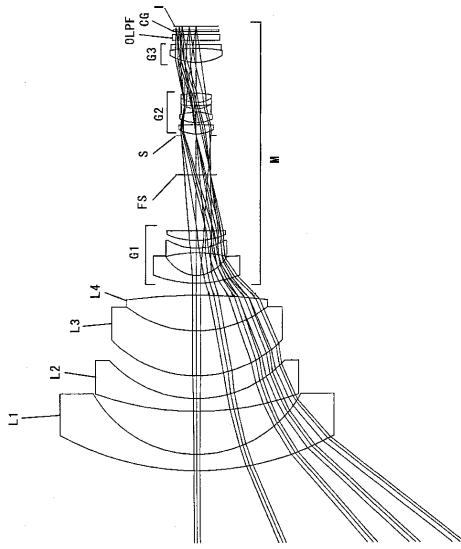
【 図 5 】



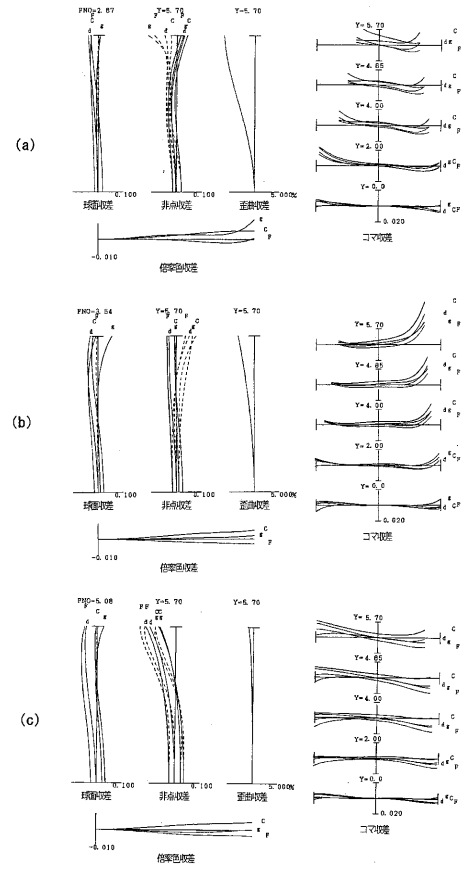
【 図 6 】



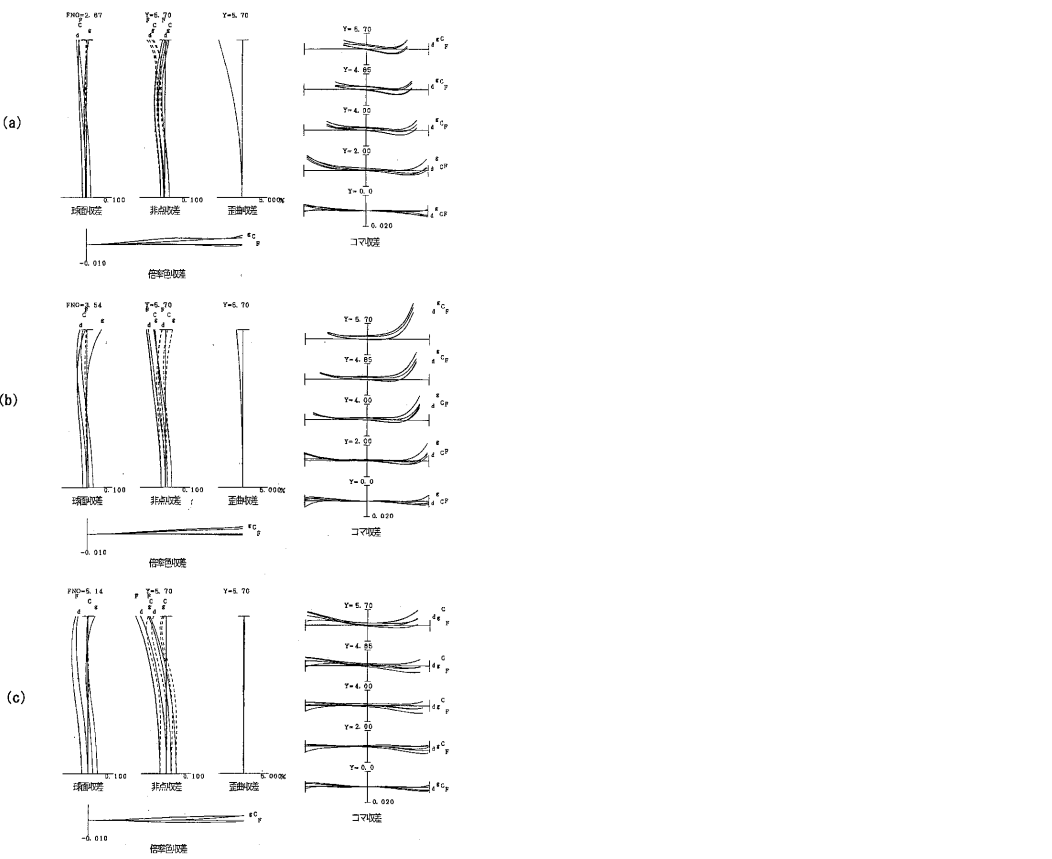
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB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