

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4478247号
(P4478247)

(45) 発行日 平成22年6月9日(2010.6.9)

(24) 登録日 平成22年3月19日(2010.3.19)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/167 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/167
G02B 13/18

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願平11-191514

(22) 出願日

平成11年7月6日(1999.7.6)

(65) 公開番号

特開2001-21804 (P2001-21804A)

(43) 公開日

平成13年1月26日(2001.1.26)

審査請求日

平成18年7月3日(2006.7.3)

(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 深見 清司

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 吉川 陽吾

(56) 参考文献 特開平09-015501 (JP, A)

特開平11-030749 (JP, A)

特開平06-242378 (JP, A)

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】

物体側より順に正の屈折力の第1群、変倍用の負の屈折力の第2群、変倍に伴う像面変動を補正する正又は負の屈折力の第3群、開口絞り、そして変倍中固定の結像作用を有する第4群とを有したズームレンズにおいて、該第2群は変倍の際に結像倍率が-1倍を含む領域内で変化し、該第1群は合焦時に固定で負の屈折力の第11群と、合焦時に光軸に沿って移動する第12群と、合焦時固定の正の屈折力の第13群を有し、第11群の焦点距離をf11、第12群の焦点距離をf12、第13群の焦点距離をf13、第1群の焦点距離をf1としたとき

1 . 2		f 1 1 / f 1		1 . 7	
4 . 4 5 1		f 1 2 / f 1		7 . 0	
<hr/>					
1 . 1		f 1 3 / f 1		1 . 7	

10

を満足し、更に第12群中、軸上光束の最大入射高をhT、広角端での最大画角の軸外光束の最大入射高をhWとしたとき、hW > hTを満足する少なくとも1つのレンズ面に、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が強くなる非球面又は負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が弱くなる形状の非球面を有し、かつ第13群には、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が弱くなる非球面又は負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が強くなる形状の非球面を少なくとも1面有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

20

前記第12群は1つの正の第12pレンズを有しており、該正の第12pレンズの材質の屈折力をN12pとし、前記第13群は1つの負の第13nレンズを有しており、該負の第13nレンズの材質の屈折力をN13nとし、広角端における前記第2群の横倍率をVWとしたとき

N12p 1.67
1.76 N13n
-0.4 VW -0.2

を満足することを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項3】

前記第11群は、物体側より順に、物体側へ凸面を向けたメニスカス状の少なくとも1つの負レンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、そして物体側へ凸面を向けた正レンズを有していることを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。 10

【請求項4】

前記第12群は、物体側より順に、像面側に凸面を向けた正レンズより成り、又は像面側に凸面を向けた正レンズ、正レンズと負レンズとの接合レンズより成り、又は2つの正レンズと負レンズと正レンズとの接合レンズより成っていることを特徴とする請求項1, 2又は3のズームレンズ。

【請求項5】

前記第13群は、物体側より順に、正レンズと負レンズとの接合レンズ、負レンズと正レンズとの接合レンズ、そして正レンズより成り、又は負レンズと正レンズとの接合レンズ、そして正レンズより成り、又は負レンズと正レンズとの接合レンズ、正レンズそして正レンズより成っていることを特徴とする請求項1, 2, 3又は4のズームレンズ。 20

【請求項6】

物体側より順に正の屈折力の第1群、変倍用の負の屈折力の第2群、変倍に伴う像面変動を補正する正又は負の屈折力の第3群、開口絞り、そして変倍中固定の結像作用を有する第4群とを有したズームレンズにおいて、該第2群は変倍の際に結像倍率が-1倍を含む領域内で変化し、該第1群は合焦時に固定で負の屈折力の第11群と、合焦時に光軸に沿って移動する第12群と、合焦時固定の正の屈折力の第13群を有し、第11群の焦点距離をf11、第12群の焦点距離をf12、第13群の焦点距離をf13、第1群の焦点距離をf1としたとき

1.2 | f11 / f1 | 1.259
4.0 f12 / f1 7.0
1.1 f13 / f1 1.7

を満足し、更に第12群中、軸上光束の最大入射高をhT、広角端での最大画角の軸外光束の最大入射高をhWとしたとき、hW > hTを満足する少なくとも1つのレンズ面に、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が強くなる非球面又は負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が弱くなる形状の非球面を有し、かつ第13群には、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が弱くなる非球面又は負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が強くなる形状の非球面を少なくとも1面有することを特徴とするズームレンズ。 40

【請求項7】

物体側より順に正の屈折力の第1群、変倍用の負の屈折力の第2群、変倍に伴う像面変動を補正する正又は負の屈折力の第3群、開口絞り、そして変倍中固定の結像作用を有する第4群とを有したズームレンズにおいて、該第2群は変倍の際に結像倍率が-1倍を含む領域内で変化し、該第1群は合焦時に固定で負の屈折力の第11群と、合焦時に光軸に沿って移動する第12群と、合焦時固定の正の屈折力の第13群を有し、第11群の焦点距離をf11、第12群の焦点距離をf12、第13群の焦点距離をf13、第1群の焦点距離をf1としたとき

1.2 | f11 / f1 | 1.7
4.0 f12 / f1 7.0

10

20

30

40

50

1 . 1 f 1 3 / f 1 1 . 6 0 5

を満足し、更に第12群中、軸上光束の最大入射高をhT、広角端での最大画角の軸外光束の最大入射高をhWとしたとき、hW > hTを満足する少なくとも1つのレンズ面に、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が強くなる非球面又は負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が弱くなる形状の非球面を有し、かつ第13群には、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が弱くなる非球面又は負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が強くなる形状の非球面を少なくとも1面有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項8】

請求項1乃至7のいずれか1項記載のズームレンズを備えたことを特徴とするカメラ。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はテレビカメラ、ビデオカメラ、写真用カメラ、そしてデジタルカメラ等に好適なズームレンズに関し、特に第1群中の一部のレンズ群でフォーカスを行う、いわゆるインナーフォーカス式を用いることにより至近撮影距離が短く、被写体距離全般にわたり、高い光学性能を有したズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来よりテレビカメラやビデオカメラ等のズームレンズにはカメラ全体の小型化に伴い、レンズ系全体が小型で、しかも大口径比、高変倍比、そして広角のものが要求されている。

20

【0003】

ズームレンズのうち物体側から順に合焦用の正の屈折力の第1群(合焦レンズ群)変倍用の負の屈折力の第2群(変倍レンズ群)、変倍に伴って変動する像面を補正する為の正又は負の屈折力の第3群(補正レンズ群)、開口絞り、そして結像用の正の屈折力の第4群(リレーレンズ群)の4つのレンズ群より成る、所謂4群ズームレンズにおいて、第1群中の一部のレンズを移動させてフォーカスを行う、インナーフォーカス式を採用したものが、特公昭59-4686号公報、特開平6-242378号公報等で提案されている。

【0004】

同公報等では第1群を負の屈折力の第11群、正の屈折力の第12群、そして正の屈折力の第13群の3つのレンズ群より構成し、無限遠物体から至近距離物体にかけてのフォーカスを第12群を像面側へ移動させて行っている。

30

【0005】

一般にインナーフォーカス式のズームレンズは第1群全体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となり、又近接撮影、特に極近接撮影が容易となり、更に比較的小型軽量のレンズ群を移動させて行っているのでレンズ群の駆動力が小さくてすみ、迅速な焦点合わせができるなどの特徴を有している。

【0006】

40

【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インナーフォーカス方式を採用すると前述の如くレンズ系全体が小型化され、又迅速なるフォーカスが可能となり、更に近接撮影が容易になるなどの特徴が得られる。

【0007】

しかしながら反面、大口径比(Fナンバー1.6)で高変倍比(ズーム比8~15程度)で至近物体距離を短縮しつつ広角化を行うと歪曲収差の増大、特に広角端における負の歪曲収差が増大してしまうという問題が顕著になる。

【0008】

これは、至近物体距離を短縮して広角化を達成しようと第1群中の最も物体側にあ

50

るレンズ群（第11群）のパワーを強める必要があり、これが広角端の負の歪曲収差を増大させるからである。

【0009】

一般に全変倍範囲にわたり高い光学性能を得るには、例えば各レンズ群のレンズ枚数を増加させて収差補正上の自由度を増やすことが必要となってくる。

【0010】

この為、大口径で広画角、高変倍比のズームレンズを達成しようとすると、レンズ枚数が増加し、レンズ系全体が大型化してくるという問題点が生じてきて、小型軽量化の要望に応えることができなくなってくる。

【0011】

本発明は、4群ズームレンズを構成するフォーカス用の第1群の一部のレンズ群を光軸上移動させてフォーカスを行うインナーフォーカスを採用しつつ、広画角化及び至近物体距離の短縮、及び高変倍化を図るとともに、レンズ系全体の小型化を図りつつ広角端の負の歪曲収差がよく補正された高い光学性能のズームレンズの提供を目的とする。

【0012】

請求項1の発明のズームレンズは、物体側より順に正の屈折力の第1群、変倍用の負の屈折力の第2群、変倍に伴う像面変動を補正する正又は負の屈折力の第3群、開口絞り、そして変倍中固定の結像作用を有する第4群とを有したズームレンズにおいて、該第2群は変倍の際に結像倍率が-1倍を含む領域内で変化し、該第1群は合焦時に固定で負の屈折力の第11群と、合焦時に光軸に沿って移動する第12群と、合焦時固定の正の屈折力の第13群を有し、第11群の焦点距離をf11、第12群の焦点距離をf12、第13群の焦点距離をf13、第1群の焦点距離をf1としたとき

$$1.2 \quad | \quad f11 / f1 \quad | \quad 1.7 \quad (1a)$$

$$4.451 \quad f12 / f1 \quad 7.0 \quad (2a)$$

$$1.1 \quad f13 / f1 \quad 1.7 \quad (3a)$$

を満足し、更に第12群中、軸上光束の最大入射高をhT、広角端での最大画角の軸外光束の最大入射高をhWとしたとき、hW > hTを満足する少なくとも1つのレンズ面に、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が強くなる非球面又は負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が弱くなる形状の非球面を有し、かつ第13群には、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が弱くなる非球面又は負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が強くなる形状の非球面を少なくとも1面有することを特徴としている。

請求項6の発明は、物体側より順に正の屈折力の第1群、変倍用の負の屈折力の第2群、変倍に伴う像面変動を補正する正又は負の屈折力の第3群、開口絞り、そして変倍中固定の結像作用を有する第4群とを有したズームレンズにおいて、該第2群は変倍の際に結像倍率が-1倍を含む領域内で変化し、該第1群は合焦時に固定で負の屈折力の第11群と、合焦時に光軸に沿って移動する第12群と、合焦時固定の正の屈折力の第13群を有し、第11群の焦点距離をf11、第12群の焦点距離をf12、第13群の焦点距離をf13、第1群の焦点距離をf1としたとき

$$1.2 \quad | \quad f11 / f1 \quad | \quad 1.259 \quad (1b)$$

$$4.0 \quad f12 / f1 \quad 7.0 \quad (2b)$$

$$1.1 \quad f13 / f1 \quad 1.7 \quad (3a)$$

を満足し、更に第12群中、軸上光束の最大入射高をhT、広角端での最大画角の軸外光束の最大入射高をhWとしたとき、hW > hTを満足する少なくとも1つのレンズ面に、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が強くなる非球面又は負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が弱くなる形状の非球面を有し、かつ第13群には、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が弱くなる非球面又は負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が強くなる形状の非球面を少なくとも1面有することを特徴としている。

請求項7の発明は、物体側より順に正の屈折力の第1群、変倍用の負の屈折力の第2群

10

20

30

40

50

、変倍に伴う像面変動を補正する正又は負の屈折力の第3群、開口絞り、そして変倍中固定の結像作用を有する第4群とを有したズームレンズにおいて、該第2群は変倍の際に結像倍率が-1倍を含む領域内で変化し、該第1群は合焦時に固定で負の屈折力の第11群と、合焦時に光軸に沿って移動する第12群と、合焦時固定の正の屈折力の第13群を有し、第11群の焦点距離を f_{11} 、第12群の焦点距離を f_{12} 、第13群の焦点距離を f_{13} 、第1群の焦点距離を f_1 としたとき

$$1.2 | f_{11} / f_1 | 1.7 \quad (1a)$$

$$4.0 f_{12} / f_1 7.0 \quad (2b)$$

$$1.1 f_{13} / f_1 1.605 \quad (3b)$$

を満足し、更に第12群中、軸上光束の最大入射高を h_T 、広角端での最大画角の軸外光束の最大入射高を h_W としたとき、 $h_W > h_T$ を満足する少なくとも1つのレンズ面に、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が強くなる非球面又は負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が弱くなる形状の非球面を有し、かつ第13群には、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が弱くなる非球面又は負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が強くなる形状の非球面を少なくとも1面有することを特徴としている。10

【0013】

請求項2の発明は請求項1の発明において、前記第12群は1つの正の第12pレンズを有しており、該正の第12pレンズの材質の屈折力を N_{12p} とし、前記第13群は1つの負の第13nレンズを有しており、該負の第13nレンズの材質の屈折力を N_{13n} とし、広角端における前記第2群の横倍率を VW としたとき20

$$N_{12p} 1.67 \quad (4)$$

$$1.76 N_{13n} \quad (5)$$

$$-0.4 VW -0.2 \quad (6)$$

を満足することを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態】

図1、図6、図11は各々本発明の参考例1と数値実施例1、2の広角端におけるレンズ断面図である。30

【0015】

図2、図3、図4、図5は本発明の参考例1の $f = 5.72$ で無限遠物体、 $f = 22.88$ で無限遠物体、 $f = 45.77$ で無限遠物体、 $f = 45.77$ で至近距離物体での収差図である。

【0016】

図7、図8、図9、図10は本発明の数値実施例1の $f = 5.72$ で無限遠物体、 $f = 22.88$ で無限遠物体、 $f = 45.77$ で無限遠物体、 $f = 45.77$ で至近距離物体での収差図である。

【0017】

図12、図13、図14、図15は本発明の数値実施例2の $f = 6.7$ で無限遠物体、 $f = 26.63$ で無限遠物体、 $f = 99.83$ で無限遠物体、 $f = 99.83$ で至近距離物体での収差図である。40

【0018】

図中、Fは第1群としての正の屈折力のフォーカス群（第1レンズ群）であり、合焦（フォーカス）時固定で負の屈折力の第11群 F_{11} と、正の屈折力で少なくとも1つの正の第12pレンズを有する光軸上移動してフォーカスを行う第12群 F_{12} 、そして合焦時固定で正の屈折力で少なくとも1つの負の第13nレンズを有する第13群 F_{13} とを有している。

【0019】

無限遠物体から至近距離物体へのフォーカスは第12群 F_{12} を像面側へ移動させて行っている。Vは第2群としての変倍用の負の屈折力のバリエーター（第2群）であり、光軸50

上像面側へ単調に移動させることにより、広角端（ワイド）から望遠端（テレ）への変倍を行っている。

【0020】

第2群Vは広角端から望遠端への変倍の際に結像倍率が-1倍を含む領域内で変化させている。Cは第3群としての正又は負の屈折力のコンペンセーターであり、変倍に伴う像面変動を補正する為に、物体側へ直線的に又は物体側へ凸状の軌跡を有して移動している。

【0021】

S Pは開口絞り、Rは第4群としての正の屈折力のリレー群である。Gは色分解プリズムや光学フィルター等であり、同図ではガラスブロックとして示している。

【0022】

本発明のような4群ズームレンズにおいて最も物体側の第1群全体を移動させて焦点合わせを行う、前玉フォーカス方式はどのような焦点距離においても同一物体距離であれば第1群の繰り出し量が一定になるため、レンズ鏡筒構造が簡単になるという特長がある。

【0023】

しかしながら第1群が正の屈折力を有し、広画角を含むズームレンズにおいては広角端において至近距離物体に焦点合わせをする際、第1群が物体側へ移動するため、軸外光束を確保するために第1群の有効径が増大し、又比較的重量の重い第1群を移動させるため駆動トルクが増大し、迅速なる合焦が難しくなってくる。

【0024】

又、4群ズームレンズにおいて、大口径化を図ろうとすると、前玉レンズ群（前玉）の有効径が著しく増大してくる。これは軸上光線の入射高が増加するためであり、これが原因となってズーミングやフォーカシングによる球面収差や色収差をはじめとする諸収差の発生量が多くなる。一般にこの時の諸収差を良好に補正するのが難しい。

【0025】

これに対しレンズ枚数を増やして設計の自由度を増加させると、レンズ系全体が大型化し重量や製造コストが増加してくる。

【0026】

そこで本発明においては各レンズ群を前述の如く構成し、かつ条件式（1a）、（2a）、（3a）又は（1b）、（2b）、（3a）又は（1a）、（2b）、（3b）を満足するとともに、無限遠物体から至近距離物体への焦点合わせを第1群中の第12群F12を像面側へ移動させて行うインナーフォーカス方式を採用することによって第1群Fのレンズ有効径の増大を防止し、レンズ系全体の小型化を図り、更に撮影可能な至近距離の短縮化を図っている。ここで条件式（1a）、（1b）を条件式（1）と、条件式（2a）、（2b）を条件式（2）と、条件式（3a）、（3b）を条件式（3）と総称する。

【0027】

特に第1群を構成する第11群F11、第12群F12、第13群F13の3つのレンズ群と第1群Fとの焦点距離の比を条件式（1）、（2）、（3）を満足するように設定することによりレンズ系全体の小型化と広画角化を同時に達成している。

【0028】

次に前述の条件式（1）～（3）の技術的意味について説明する。条件式（1）の下限値を越えるとレンズ系の小型化には有利になるが広角端において負の歪曲収差が増大し、後述する非球面を導入しても良好なる収差補正が難しくなる。

【0029】

条件式（2）の下限値を越えると望遠端において、物体距離が変化したときの球面収差の変動が増加し、良好な収差補正のためには、移動レンズ群の構成枚数を増やす必要が生じてくる。

【0030】

条件式（3）の下限値を越えると後述する非球面を導入したとしても望遠端の球面収差の良好なる補正が困難になるだけでなく、広角端からズーム中間にかけての歪曲収差の変動（樽型から糸巻き型への変化）が大きくなり好ましくない。

10

20

30

40

50

【0031】

又、条件式(1)、(2)及び(3)のいずれの上限値を越えると収差補正上は有利になるが前玉径が増大し、フォーカスの際の第12群の移動量が増大し、大きな空間が必要になり、レンズ系全体の小型軽量化が難しくなってくる。

【0032】

更に本発明では、第12群と第13群に非球面を導入することにより広画角化をはかりつつ、全変倍範囲にわたり画面全体の光学性能を良好に維持している。

【0033】

第12群に施す非球面は軸上光束の最大入射高を h_T 、広角端での最大画角の軸外光束の最大入射高を h_W としたとき、 $h_W > h_T$ を満足する少なくとも1つのレンズ面に、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が強くなるが非球面、負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が弱くなる形状の非球面を施している。

10

【0034】

この非球面により広角端で増大する負の歪曲収差を軽減している。又第13群に施す非球面は、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が弱くなる非球面、負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が強くなる形状の非球面とするのが良い。これにより望遠端における球面収差を良好に補正している。又、広角端からズーム中間へズームした時に歪曲収差が負から正へ大きく変化するのを軽減している。

20

【0035】

本発明に係るインナーフォーカス式を用いたズームレンズは以上の諸条件を満足することにより達成されるが、更に物体距離全般にわたり、かつ全変倍範囲にわたり良好なる光学性能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。

【0036】

(ア-1) 前記第12群は1つの正の第12pレンズを有しており、該正の第12pレンズの材質の屈折力を N_{12p} とし、前記第13群は1つの負の第13nレンズを有しており、該負の第13nレンズの材質の屈折力を N_{13n} とし、広角端における前記第2群の横倍率を VW としたとき

$$N_{12p} = 1.67 \quad (4)$$

$$1.76 \quad N_{13n} \quad (5)$$

$$-0.4 \quad VW \quad -0.2 \quad (6)$$

30

を満足することである。

【0037】

条件式(4)を外れて第12群の正の第12pレンズの材質の屈折率が高くなると、該第12pレンズの曲率が小さくなり、非球面を導入しても広角端での負の歪曲収差の補正が困難になり、又正のペツツバール和が減少し、第2群で発生する負のペツツバール和を補正するのが困難になる。

【0038】

条件式(5)は望遠端における球面収差の補正に関する式で、下限を超えて負の第13nレンズの材質の屈折率が低くなると良好な球面収差の補正が困難になる。

40

【0039】

条件式(6)は前玉に対する第2群以降のパワーを規定する条件式であり、下限を超えると収差補正上は有利になるが、高変倍比の達成が困難になり、上限を超えると小型化、高変倍比化には有利であるが、収差補正上の困難さが増大してしまうので良くない。

【0040】

(ア-2) 物体側より順に前記第11群は物体側へ凸面を向けたメニスカス状の少なくとも1つの負レンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、そして物体側へ凸面を向けた正レンズを有していることである。

【0041】

(ア-3) 物体側より順に前記第12群は像面側に凸面を向けた正レンズより成り、又

50

は像面側に凸面を向けた正レンズ、正レンズと負レンズとの接合レンズより成り、又は2つの正レンズと負レンズと正レンズとの接合レンズより成っていることである。

【0042】

(ア-4) 物体側より順に前記第13群は正レンズと負レンズとの接合レンズ、負レンズと正レンズとの接合レンズ、そして正レンズより成り、又は負レンズと正レンズとの接合レンズ、そして正レンズより成り、又は負レンズと正レンズとの接合レンズ、正レンズそして正レンズより成っていることである。

【0043】

(ア-5) 第12群の非球面と第13群の非球面に加えて、第2群V中のレンズ面に、正の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い正の屈折力が強くなる非球面、負の屈折面に施した場合はレンズ周辺に行くに従い負の屈折力が弱くなる形状の非球面を導入し、組み合わせるのが良い。これによれば広角端の負の歪曲収差と望遠端での球面収差の変動巾をより一層軽減することができる。

【0044】

次に前述の各実施例の特徴について説明する。

【0045】

(参考例1)

第12群を正の単レンズで構成している。そして第12群、第13群共正のパワー(屈折力)のレンズ面に非球面を導入している。

【0046】

(実施例1)

第12群を正の単レンズと正レンズと負レンズの張り合わせレンズで構成し、第12群の非球面は張り合わせレンズの負のパワーの面に、第13群の負のパワーの面に非球面を導入している。

【0047】

(実施例2)

ズーム比15倍の広角で高倍率のズームレンズである。第12群、第13群共に正のパワーの面に非球面を導入している。

【0048】

次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において r_i は物体側より順に第*i*番目のレンズ面の曲率半径、 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 ν_i は各々各物体面側より第*i*番目のレンズのガラスの屈折率とアッベ数である。

【0049】

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、A, B, C, D, Eを各々非球面係数としたとき

【0050】

【数1】

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

【0051】

なる式で表している。又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。

【0052】

【外1】

参考例1

f= 5.72~45.77 fno=1:1.65 イメージ対角長:11.0

r 1=	113.577	d 1=	2.40	n 1=1.77621	v 1= 49.6
r 2=	44.363	d 2=	18.83	n 2=1.60548	v 2= 60.7
r 3=	231.652	d 3=	2.00	n 3=1.62287	v 3= 60.3
r 4=	72.893	d 4=	14.97		
r 5=	-138.775	d 5=	2.00	n 4=1.76168	v 4= 27.5
r 6=	201.067	d 6=	0.20		
r 7=	86.927	d 7=	7.86	n 5=1.48915	v 5= 70.2
r 8=	262.711	d 8=	4.13(∞)		
r 9=	-3701.675	d 9=	10.32		
*r10=	-88.912	d10=	10.59(∞)		
r11=	-13586.569	d11=	11.14	n 6=1.48915	v 6= 70.2
r12=	-58.018	d12=	2.20	n 7=1.76168	v 7= 27.5
r13=	-95.909	d13=	0.20		
r14=	155.488	d14=	2.20	n 8=1.83932	v 8= 37.2
r15=	50.866	d15=	14.19	n 9=1.49845	v 9= 81.6
r16=	-123.918	d16=	0.20		
*r17=	45.871	d17=	11.62	n10=1.62287	v10= 60.3
r18=	-4289.933	d18=可変			
r19=	34.542	d19=	1.00	n11=1.88814	v11= 40.8
r20=	16.839	d20=	5.15		
r21=	-638.461	d21=	0.80	n12=1.80811	v12= 46.6
r22=	61.953	d22=	5.83		
r23=	-16.556	d23=	0.80	n13=1.77621	v13= 49.6
r24=	57.905	d24=	3.36	n14=1.93306	v14= 21.3
r25=	-44.899	d25=可変			
r26=	-26.199	d26=	0.90	n15=1.77621	v15= 49.6
r27=	29.282	d27=	3.70	n16=1.81265	v16= 25.4
r28=	-786.130	d28=可変			
r29=	0.000(絞り)	d29=	2.30		
r30=	-369.120	d30=	3.88	n17=1.53532	v17= 45.9
r31=	-34.188	d31=	0.15		
r32=	95.175	d32=	10.11	n18=1.57392	v18= 53.0
r33=	-22.019	d33=	1.50	n19=1.88814	v19= 40.8
r34=	-57.565	d34=	14.00		
r35=	63.627	d35=	6.20	n20=1.50349	v20= 56.4
r36=	-241.890	d36=	0.15		
r37=	88.509	d37=	6.90	n21=1.50349	v21= 56.4
r38=	-68.214	d38=	0.15		
r39=	-172.360	d39=	1.75	n22=1.88814	v22= 40.8
r40=	34.188	d40=	9.40	n23=1.50229	v23= 66.0
r41=	-52.472	d41=	0.15		
r42=	-261.120	d42=	1.60	n24=1.83932	v24= 37.2
r43=	28.109	d43=	8.70	n25=1.48915	v25= 70.2
r44=	-64.422	d44=	0.15		
r45=	31.768	d45=	5.00	n26=1.51356	v26= 51.0
r46=	0.000	d46=	8.27		
r47=	0.000	d47=	55.50	n27=1.51825	v27= 64.2
r48=	0.000				

【0053】

【外2】

焦点距離 可変間隔	5.72	22.88	45.77
d18	1.77	29.65	37.14
d25	37.46	6.40	2.09
d28	3.76	6.94	3.76

10

合焦時 可変間隔	無限遠	至近(R1頂点より-300mm)
d8	4.13	13.56
d10	10.59	1.16

20

No.	B	C	D	E
10	1.56214×10^{-7}	3.05113×10^{-11}	-3.74815×10^{-14}	2.32871×10^{-17}
17	-1.58587×10^{-7}	-6.6776×10^{-11}	-1.99034×10^{-13}	3.07794×10^{-17}

【 0 0 5 4 】

【 外 3 】

数値実施例1

f= 5.72~45.77 fno=1: 1.65 イメージ対角長: 11.0

r 1=	125.853	d 1=	2.40	n 1=	1.77621	v 1=	49.6
r 2=	53.278	d 2=	21.45	n 2=	1.60548	v 2=	60.7
r 3=	489.912	d 3=	2.00	n 3=	1.62287	v 3=	60.3
r 4=	74.729	d 4=	15.49	n 4=	1.81265	v 4=	25.4
r 5=	-283.348	d 5=	2.00	n 5=	1.51825	v 5=	64.2
r 6=	116.147	d 6=	0.20				
r 7=	93.586	d 7=	10.18	n 6=	1.48915	v 6=	70.2
r 8=	420.585	d 8=	4.13(∞)	n 7=	1.80642	v 7=	35.0
r 9=	-1465.234	d 9=	14.78	n 8=	1.49845	v 8=	81.6
r10=	-70.278	d10=	0.20	n 9=	1.93306	v 9=	
*r11=	-297.369	d11=	14.89	n10=	1.62287	v10=	60.3
r12=	-45.835	d12=	2.20	n11=	1.88814	v11=	40.8
r13=	-126.754	d13=	12.70(∞)	n12=	1.80811	v12=	46.6
r14=	87.235	d14=	2.20	n13=	1.77621	v13=	49.6
r15=	59.710	d15=	14.41	n14=	1.81265	v14=	21.3
r16=	-84.486	d16=	0.20	n15=	1.77621	v15=	49.6
r17=	46.680	d17=	7.55	n16=	1.81265	v16=	25.4
*r18=	142.070	d18=	可変	n17=	1.53532	v17=	45.9
r19=	38.267	d19=	1.00	n18=	1.57392	v18=	53.0
r20=	17.455	d20=	5.81	n19=	1.88814	v19=	40.8
r21=	153.983	d21=	0.80	n20=	1.50349	v20=	56.4
r22=	49.447	d22=	5.47	d22=	0.90	n21=	1.50349
r23=	-18.171	d23=	0.80	d23=	1.75	n22=	1.88814
r24=	43.398	d24=	3.41	d24=	9.40	n23=	1.50229
r25=	-62.995	d25=	可変	d25=	0.15	d25=	0.15
r26=	-26.199	d26=	0.90	d26=	14.00	d26=	14.00
r27=	29.282	d27=	3.70	d27=	6.20	d27=	6.20
r28=	-786.130	d28=	可変	d28=	0.15	d28=	0.15
r29=	0.000(絞り)	d29=	2.30	d29=	6.90	d29=	6.90
r30=	-369.120	d30=	3.88	d30=	0.15	d30=	0.15
r31=	-34.188	d31=	0.15	d31=	1.50	d31=	1.50
r32=	95.175	d32=	10.11	d32=	1.75	d32=	1.75
r33=	-22.019	d33=	1.50	d33=	9.40	d33=	9.40
r34=	-57.565	d34=	14.00	d34=	0.15	d34=	0.15
r35=	63.627	d35=	6.20	d35=	1.60	d35=	1.60
r36=	-241.890	d36=	0.15	d36=	8.70	d36=	8.70
r37=	88.509	d37=	6.90	d37=	0.15	d37=	0.15
r38=	-68.214	d38=	0.15	d38=	5.00	d38=	5.00
r39=	-172.360	d39=	1.75	d39=	55.50	d39=	55.50
r40=	34.188	d40=	9.40	d40=	55.50	d40=	55.50
r41=	-52.472	d41=	0.15	d41=	55.50	d41=	55.50
r42=	-261.120	d42=	1.60	d42=	55.50	d42=	55.50
r43=	28.109	d43=	8.70	d43=	55.50	d43=	55.50
r44=	-64.422	d44=	0.15	d44=	55.50	d44=	55.50
r45=	31.768	d45=	5.00	d45=	55.50	d45=	55.50
r46=	0.000	d46=	8.27	d46=	55.50	d46=	55.50
r47=	0.000	d47=	55.50	d47=	55.50	d47=	55.50
r48=	0.000						

【0055】

【外4】

10

20

30

40

焦点距離 可変間隔	5.72	22.88	45.77
d18	1.04	28.92	36.41
d25	37.87	6.81	2.49
d28	3.76	6.94	3.76

合焦時 可変間隔	無限遠	至近(R1頂点より-300mm)
d8	4.13	15.63
d13	12.7	1.20

10

No.	B	C	D	E
11	2.20797×10^{-7}	4.03237×10^{-11}	-1.12248×10^{-13}	7.20739×10^{-17}
18	4.53343×10^{-7}	1.04984×10^{-10}	-1.46159×10^{-13}	1.14652×10^{-16}

【 0 0 5 6 】

20

【外5】

数値実施例2

f= 6. 70~99. 83 fno=1: 1. 6~2. 1 イメージ対角長: 11. 0

r 1=	359. 279	d 1=	3. 50	n 1=	1. 69979	v 1=	55. 5
r 2=	64. 222	d 2=	34. 80	n 2=	1. 77621	v 2=	49. 6
r 3=	-311. 272	d 3=	3. 00	n 3=	1. 81265	v 3=	25. 4
r 4=	229. 826	d 4=	0. 15				
r 5=	165. 334	d 5=	12. 11	n 4=	1. 67279	v 4=	57. 3
r 6=	-32946. 945	d 6=	1. 24 (∞)	n 5=	1. 67279	v 5=	57. 3
r 7=	2079. 461	d 7=	9. 60	n 6=	1. 77621	v 6=	49. 6
* r 8=	-231. 370	d 8=	0. 20	n 7=	1. 49845	v 7=	81. 6
r 9=	783. 531	d 9=	11. 43	n 8=	1. 93306	v 8=	21. 3
r10=	-192. 022	d10=	0. 20	n 9=	1. 49845	v 9=	81. 6
r11=	-1063. 799	d11=	2. 50	n 10=	1. 43496	v10=	95. 1
r12=	88. 548	d12=	12. 33	n11=	1. 49845	v11=	81. 6
r13=	505. 152	d13=	16. 03 (∞)				
r14=	177. 316	d14=	2. 50	n12=	1. 77621	v12=	49. 6
r15=	120. 380	d15=	10. 00	n13=	1. 77621	v13=	49. 6
r16=	-909. 289	d16=	0. 20	n14=	1. 77621	v14=	49. 6
r17=	121. 736	d17=	16. 29	n15=	1. 93306	v15=	21. 3
r18=	-128. 379	d18=	0. 20	n16=	1. 48915	v16=	70. 2
* r19=	101. 219	d19=	5. 10	n17=	1. 64254	v17=	60. 1
r20=	191. 150	d20=	可変	n18=	1. 81265	v18=	25. 4
r21=	66. 911	d21=	1. 65	n19=	1. 48915	v19=	70. 2
r22=	34. 526	d22=	8. 98				
r23=	-92. 615	d23=	1. 51	n20=	1. 65425	v20=	58. 5
r24=	58. 670	d24=	6. 94	n21=	1. 70443	v21=	30. 1
r25=	-37. 964	d25=	1. 51	n22=	1. 64254	v22=	60. 1
r26=	936. 997	d26=	4. 51	n23=	1. 69417	v23=	31. 1
r27=	-66. 329	d27=	可変	n24=	1. 48915	v24=	70. 2
r28=	-535. 129	d28=	6. 13	n25=	1. 76168	v25=	27. 5
r29=	-50. 925	d29=	0. 21	n26=	1. 51678	v26=	27. 5
r30=	263. 617	d30=	8. 55	n27=	1. 48915	v27=	54. 7
r31=	-47. 422	d31=	1. 65	n28=	1. 51825	v28=	70. 2
r32=	-147. 421	d32=	0. 21				
r33=	53. 950	d33=	7. 03	n29=	1. 48915	v29=	64. 2
r34=	-646. 250	d34=	可変				
r35=	0. 000(絞り)	d35=	4. 10				
r36=	-34. 543	d36=	0. 96				
r37=	24. 781	d37=	3. 36				
r38=	49. 325	d38=	6. 58				
r39=	-29. 978	d39=	1. 03				
r40=	-2416. 741	d40=	6. 00				
r41=	-27. 453	d41=	23. 38				
r42=	99. 050	d42=	8. 48				
r43=	-29. 816	d43=	1. 51				
r44=	-39. 221	d44=	0. 14				
r45=	107. 374	d45=	1. 31				
r46=	26. 079	d46=	6. 72				
r47=	-5370. 786	d47=	0. 76				
r48=	46. 949	d48=	3. 99				
r49=	0. 000	d49=	5. 70				
r50=	0. 000	d50=	47. 57				
r51=	0. 000						

【0 0 5 7】

【外6】

焦点距離			
可変間隔	6.70	26.63	99.83
d20	0.99	48.99	70.65
d27	110.87	48.60	3.00
d34	2.05	16.32	40.25

合焦時 可変間隔	無限遠	至近(R1頂点より-300mm)
d6	1.24	15.27
d13	16.03	2.00

10

No.	B	C	D	E
8	5.80597×10^{-10}	-3.01423×10^{-12}	2.30853×10^{-15}	-1.03673×10^{-18}
19	-4.73826×10^{-8}	-2.70381×10^{-11}	5.63344×10^{-15}	-5.94302×10^{-18}

【0058】

【表1】

20

条件式	参考例1	数値実施例1	数値実施例2
(1) $f11/f1$	1.052	1.699	1.259
(2) $f12/f1$	5.571	6.166	4.451
(3) $f13/f1$	1.551	1.605	1.147
hT	24.47	24.7	35.18
hW	34.72	31.57	50.11
(4) $N12p$	1.489	1.518 1.489	1.673 1.498
(5) $N13n$	1.762 1.839	1.812	1.933
(6) β_{VW}	-0.353	-0.353	-0.282

30

【0059】

【発明の効果】

本発明によれば以上のように、4群ズームレンズを高瀬するフォーカス用の第1群の一部のレンズ群を光軸上移動させてフォーカスを行なインナーフォーカスを採用しつつ、広角化及び至近物体距離の短縮、及び高変倍化を図るとともに、レンズ系全体の小型化を図りつつ広角端の負の歪曲収差がよく補正された高い光学性能のズームレンズを達成することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の参考例1の広角端のレンズ断面図

【図2】本発明の参考例1の $f = 5.72$ で無限遠物体での収差図【図3】本発明の参考例1の $f = 22.88$ で無限遠物体での収差図【図4】本発明の参考例1の $f = 45.77$ で無限遠物体での収差図【図5】本発明の参考例1の $f = 45.77$ で至近距離物体での収差図

50

【図6】本発明の数値実施例1の広角端のレンズ断面図

【図7】本発明の数値実施例1のf = 5.72で無限遠物体での収差図

【図8】本発明の数値実施例1のf = 22.88で無限遠物体での収差図

【図9】本発明の数値実施例1のf = 45.77で無限遠物体での収差図

【図10】本発明の数値実施例1のf = 45.77で至近距離物体での収差図

【図11】本発明の数値実施例2の広角端のレンズ断面図

【図12】本発明の数値実施例2のf = 6.7で無限遠物体での収差図

【図13】本発明の数値実施例2のf = 26.63で無限遠物体での収差図

【図14】本発明の数値実施例2のf = 99.83で無限遠物体での収差図

【図15】本発明の数値実施例2のf = 99.83で至近距離物体での収差図

10

【符号の説明】

F 第1群

F11 第11群

F12 第12群

F13 第13群

V 第2群

C 第3群

R 第4群

SP 開口絞り

G 色分解プリズム及び光学フィルター等

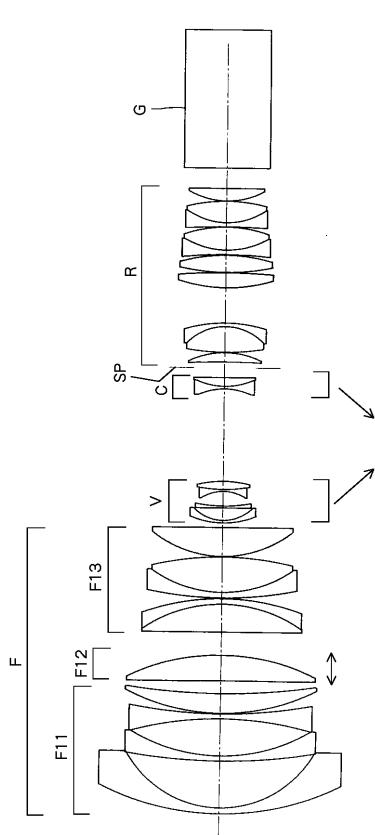
20

e e線

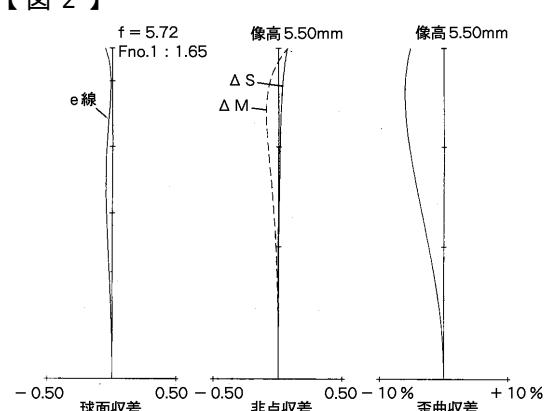
S サジタル像面

M メリディオナル像面

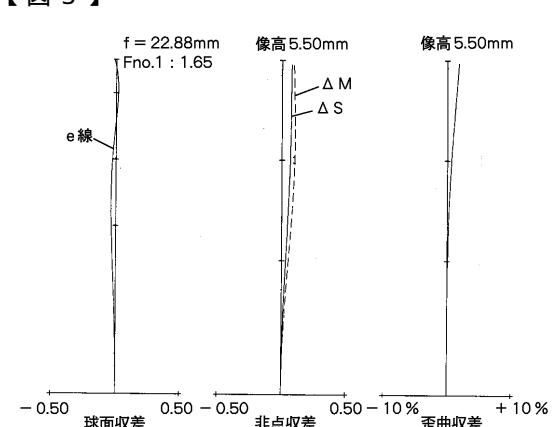
【図1】



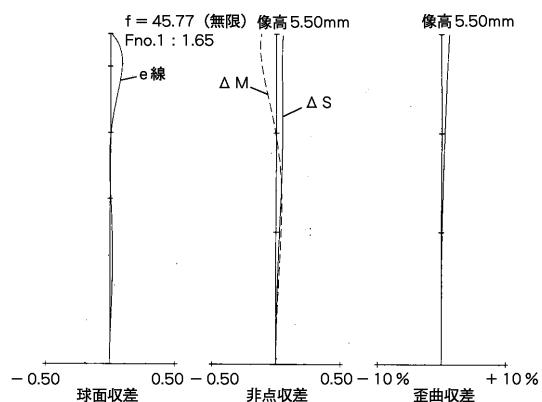
【図2】



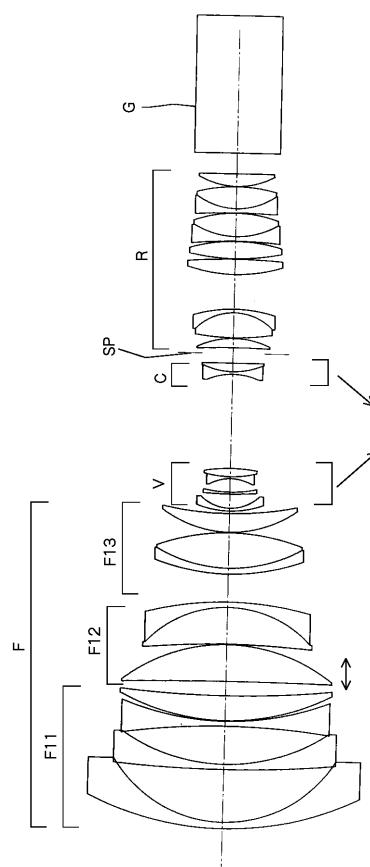
【図3】



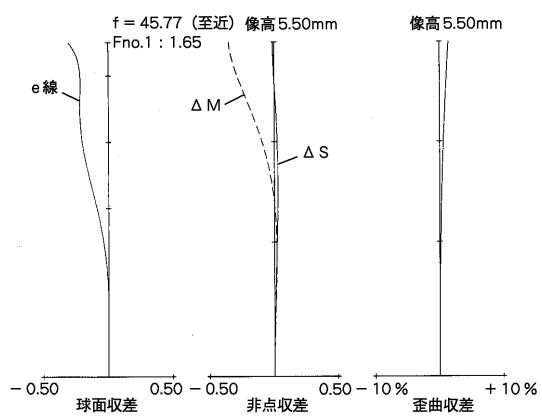
【図4】



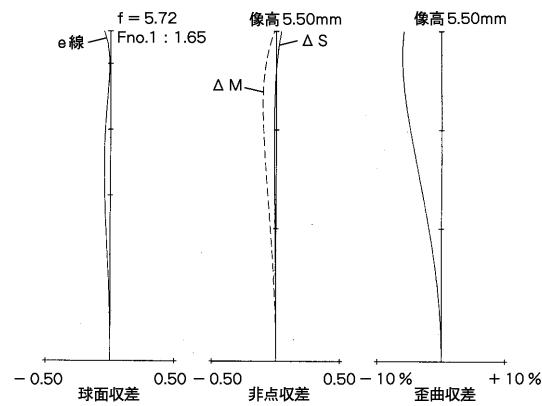
【図6】



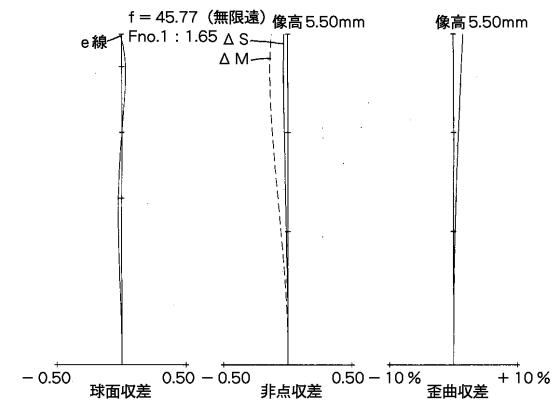
【図5】



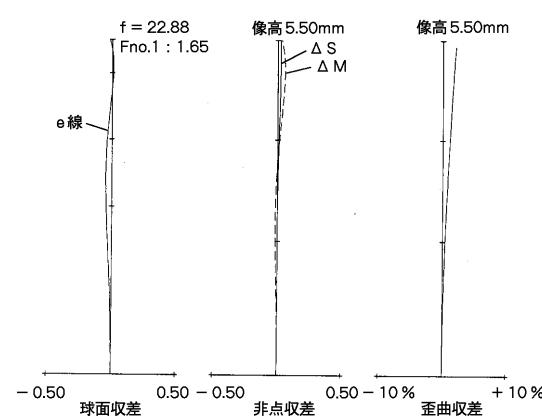
【図7】



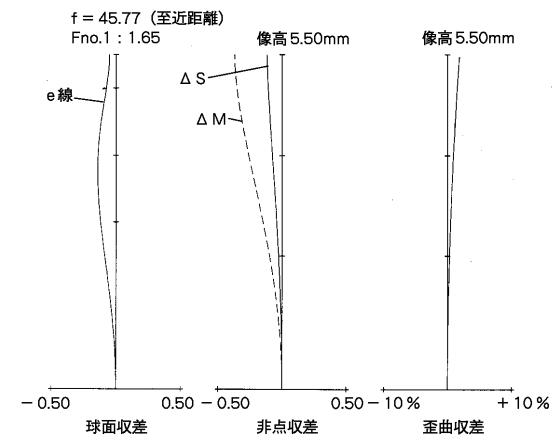
【図9】



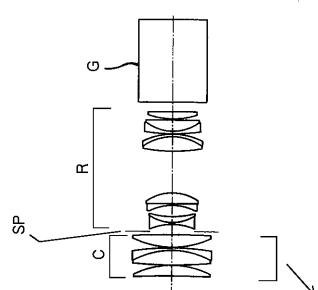
【図8】



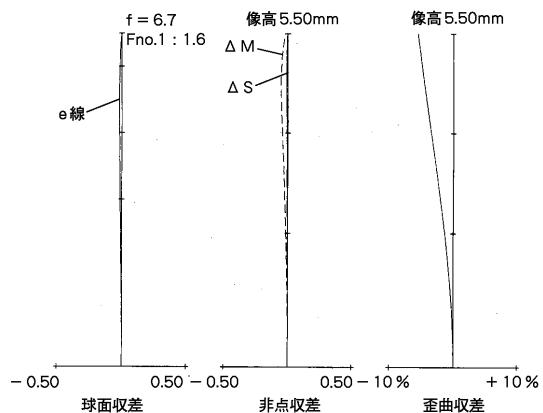
【図10】



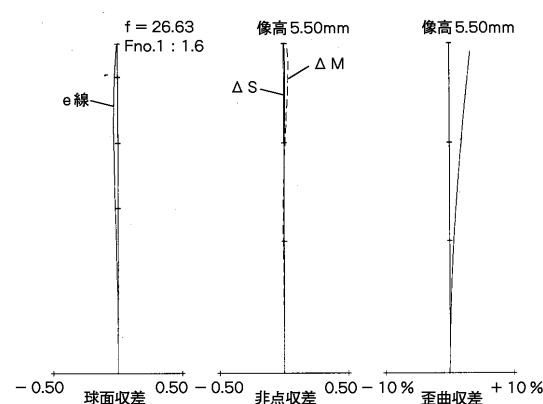
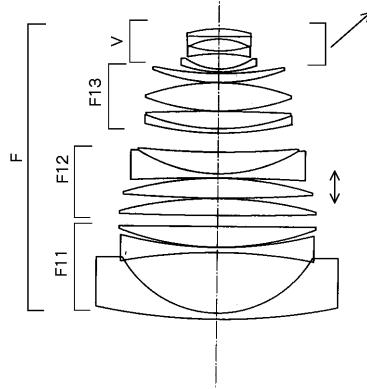
【図11】



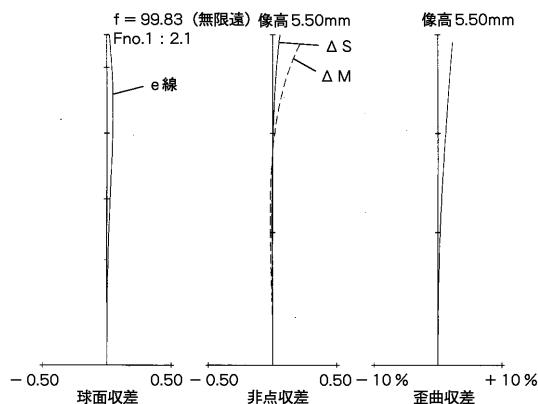
【図12】



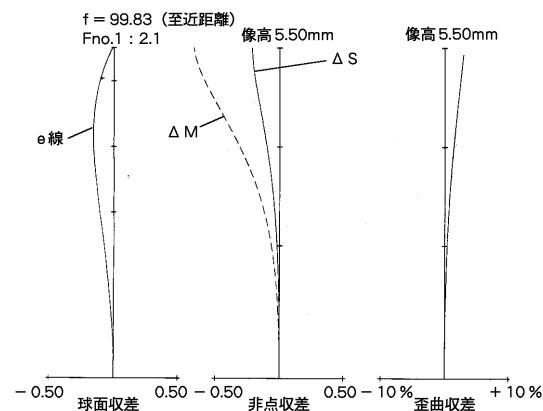
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G02B 15/00-15/28