

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4654482号
(P4654482)

(45) 発行日 平成23年3月23日(2011.3.23)

(24) 登録日 平成23年1月7日(2011.1.7)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/20
G02B 13/18

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-103832 (P2000-103832)
 (22) 出願日 平成12年4月5日 (2000.4.5)
 (65) 公開番号 特開2001-290077 (P2001-290077A)
 (43) 公開日 平成13年10月19日 (2001.10.19)
 審査請求日 平成19年3月7日 (2007.3.7)

(73) 特許権者 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
 (74) 代理人 100077919
 弁理士 井上 義雄
 (74) 代理人 100109221
 弁理士 福田 充広
 (72) 発明者 大竹 基之
 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
 (72) 発明者 小濱 昭彦
 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

審査官 吉川 陽吾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】可変焦点距離レンズ系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より順に、負屈折力を有する第1レンズ群と、正屈折力を有する第2レンズ群と、負屈折力を有する第3レンズ群とを有し、

広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が減少し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、少なくとも前記第2レンズ群と前記第3レンズ群がそれぞれ物体側へ移動して、

前記第2レンズ群は、少なくとも2枚の正レンズ成分と、該2枚の正レンズ成分の間に配置される少なくとも1枚の負レンズ成分とを有し、

前記2枚の正レンズ成分の間に開口絞りが配置され、近距離合焦時に前記第2レンズ群が物体側へ移動し、以下の条件式(1)、(2)、(4)、及び(5)を満足することを特徴とする可変焦点距離レンズ系。

$$(1) \quad 0.1 < (f_3 + f_2) / (f_1 + f_2) < 0.5 \\ (f_1 < 0, f_2 > 0, f_3 < 0)$$

$$(2) \quad 0.4 < D_2 / f_w < 0.6$$

$$(4) \quad 1.2 < f_{21} / f_{22} < 3.0$$

$$(5) \quad 1.0 < f_{2N} / f_2 < 1.4 \quad (f_2 < 0)$$

但し、

f₁ : 前記第1レンズ群の焦点距離 ,

10

20

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離 ,
 f_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離 ,
 D_2 : 前記第2レンズ群のレンズ厚 ,
 f_{2N} : 前記第2レンズ群中の前記負レンズ成分の焦点距離 ,
 f_{21} : 前記第2レンズ群中で、前記開口絞りよりも物体側に配置される前記正レンズ成分の焦点距離 ,
 f_{22} : 前記第2レンズ群中で、前記開口絞りよりも像側に配置される前記正レンズ成分の焦点距離 .

【請求項2】

前記第1レンズ群は、像側に凹面を向けた負レンズとその像側に配置され、物体側に凸面を向けた正レンズとで構成され、以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項1に記載の可変焦点距離レンズ系。 10

$$(3) \quad 1.3 < f_{1P} / f_w < 3.0$$

但し、

f_{1P} : 前記第1レンズ群中の正レンズの焦点距離 ,
 f_w : 広角端状態における前記可変焦点距離レンズ系の焦点距離 .

【請求項3】

前記第1レンズ群は、非球面を有することを特徴とする請求項1または2に記載の可変焦点距離レンズ系。 20

【請求項4】

前記第2レンズ群は、非球面を有することを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の可変焦点距離レンズ系。 20

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、広角端状態における画角が80度を超える、口径比3.5程度の可変焦点距離レンズ系に関し、特に近距離合焦時にも高い光学性能を有する可変焦点距離レンズ系に関する。 20

【0002】**【従来の技術】**

レンズシャッター式カメラの特徴は携帯性に優れることである。この携帯性は小型であること、軽量であることに分類される。撮影レンズの長さがカメラ本体の厚みに影響し、レンズ径がカメラ本体の高さと横幅に影響するので、撮影レンズ系の小型化がカメラの小型化に直接影響を与えてきた。 30

【0003】

ズームレンズは被写体により近づいた撮影が可能であり、撮影者に自由度を与えるため、ズームレンズ付カメラが主流になってきた。そして、望遠端状態の焦点距離が大きいほど被写体に近付いた撮影が可能になるので、望遠端状態での焦点距離が長くなるように変倍比が高まる傾向であった。 30

【0004】

ところで、レンズシャッター式カメラは携帯性に優れる点から旅行等に出掛ける際に使われる機会が多いが、一眼レフカメラのユーザー層がレンズシャッター式カメラを携行する場合、口径比の明るい単焦点レンズ付カメラを携行する場合が多い。 40

【0005】

そして、一眼レフカメラのユーザー層が旅行時に携行する場合、口径比が大きく、画角が広い撮影系が好まれる。前者はストロボなしで自然な発色での撮影ができるからであり、後者は撮影者と被写体との距離が近い状態でも画角が広いため撮影できるからである。 40

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、従来のレンズシャッター式カメラ用ズームレンズは、旅行に携行するのに 50

不向きな面があった。それは、望遠端状態での焦点距離が長くなるに従って、望遠端状態での開放Fナンバーが大きくなる傾向で、遠近感に乏しい写真に仕上がってしまうこと、また、ストロボ撮影が多いこと等である。

【0007】

旅行に携行するカメラは上述の通り、画角が広く、口径比が大きなレンズ系が好まれるが、画角が広がるとレンズ径が大きくなりがちなこと、さらに軸外光束がフォーカシング群に入射する入射角度が大きく、近距離合焦時にフォーカシング群が移動すると、通過する高さが大きく変化して軸外収差変動が大きくなること等の問題があった。

【0008】

本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、広角端状態での画角が80度を超える、明るく小型で、且つ近距離合焦時にも高い光学性能が得られる可変焦点距離レンズ系を提供することを目的とする。 10

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明は、物体側より順に、負屈折力を有する第1レンズ群と、正屈折力を有する第2レンズ群と、負屈折力を有する第3レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が減少し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するよう 20 に、少なくとも前記第2レンズ群と前記第3レンズ群がそれぞれ物体側へ移動して、前記第2レンズ群は少なくとも2枚の正レンズ成分と、該2枚の正レンズ成分の間に配置される少なくとも1枚の負レンズ成分を有し、前記2枚の正レンズ成分の間に開口絞りが配置され、近距離合焦時に前記第2レンズ群が物体側へ移動して、以下の条件式(1)、(2)、(4)、及び(5)を満足する可変焦点距離レンズ系を提供する。

$$(1) \quad 0.1 < (f_3 + f_2) / (f_1 + f_2) < 0.5 \\ (f_1 < 0, f_2 > 0, f_3 < 0)$$

$$(2) \quad 0.4 < D_2 / f_w < 0.6$$

$$(4) \quad 1.2 < f_{21} / f_{22} < 3.0$$

$$(5) \quad 1.0 < f_{2N} / f_2 < 1.4 \quad (f_2 < 0)$$

但し、

f_1 ：前記第1レンズ群の焦点距離，

30

f_2 ：前記第2レンズ群の焦点距離，

f_3 ：前記第3レンズ群の焦点距離，

D_2 ：前記第2レンズ群のレンズ厚，

f_{2N} ：前記第2レンズ群中の前記負レンズ成分の焦点距離，

f_{21} ：前記第2レンズ群中で、前記開口絞りよりも物体側に配置される前記正レンズ成分の焦点距離，

f_{22} ：前記第2レンズ群中で、前記開口絞りよりも像側に配置される前記正レンズ成分の焦点距離。

【0010】

【発明の実施の形態】

従来より可変焦点距離レンズ系は、レンズ系のもっとも物体側に正屈折力を有するレンズ群を配置する正先行型と負屈折力を有するレンズ群を配置する負先行型とに大別される。 40

【0011】

正先行型は主に画面対角長よりも焦点距離が長いレンズ系に用いられ、レンズ全長の短縮に適している。また、負先行型は主に画角が広いレンズ系に用いられている。

【0012】

負先行型は広角端状態で（もっとも物体側に配置される）第1レンズ群を通過する軸外光束が正先行型に比べて光軸に近い位置を通過するのでレンズ径の小型化が図れる。しかし、変倍比を高めると望遠端状態において、（第1レンズ群の像側に配置される）第2レンズ群を軸上光束が広がって通過するので、画面中心部で所定の光学性能を確保するのが困 50

難である。

【0013】

また、レンズシャッター式カメラに用いられるレンズ系は、レンズ系のもっとも像側に負レンズ群を配置することで、レンズ全長の短縮化とレンズ径の小型化を実現している。

【0014】

本発明においては、ズーム比よりも大口径比と広い画角を優先し、レンズ系のもっとも物体側に負屈折力を有する第1レンズ群、その像側に正屈折力を有する第2レンズ群、さらにその像側に負屈折力を有する第3レンズ群を配置している。そして、広角端状態では第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔がそれぞれ広がった状態に配置して、望遠端状態に向かってレンズ位置状態が変化するに従って、各レンズ群同士の間隔が狭まるように、少なくとも第2レンズ群、第3レンズ群とを物体側へ移動させている。これにより、第1レンズ群と第3レンズ群を通過する軸外光束が光軸から大きく離れないようにしてレンズ径を小型化している。10

【0015】

また、画角の広い光学系では、開口絞りを配置する位置が重要であり、本発明では、第2レンズ群の内部に開口絞りを配置している。

【0016】

このように開口絞りを配置して、広角端状態では各レンズ群同士の間隔を充分広げることで、第1レンズ群及び第3レンズ群を通過する軸外光束が光軸からやや離れるので、軸外収差の補正が充分良好に行なうことができる。また、望遠端状態へ向かってレンズ位置状態が変化するに従って、各レンズ群同士の間隔を狭めることで、第1レンズ群と第3レンズ群を通過する軸外光束の高さを積極的に変化させて、レンズ位置状態の変化に伴って発生する軸外収差の変動を良好に補正することができる。20

【0017】

また、本発明では第2レンズ群の物体側と像側に負屈折力の第1レンズ群と第3レンズ群をそれぞれ配置することにより、光学系全体での屈折力配置を対称型に近づけて、歪曲収差及び倍率色収差を良好に補正できる。

【0018】

そして、第2レンズ群が主に軸上収差の補正を担っている。この第2レンズ群を物体側から順に、正レンズ成分、負レンズ成分、正レンズ成分の3レンズ成分を配置することで、軸上収差を特に良好に補正し、軸外収差の発生も抑えることができる。30

【0019】

以上の構成により、本発明では各レンズ群で発生する諸収差をある程度補正しながら、第1レンズ群と第3レンズ群が主に軸外収差を補正する機能、そして第2レンズ群が主に軸上収差を補正する機能をそれぞれ有するように、収差補正上の機能を明確にすることで小型化と高性能化とを適切に図ることができる。

【0020】

ところで、可変焦点距離レンズ系の近距離合焦方法としては、レンズ系を構成するレンズ群のうち1つのレンズ群を光軸方向に移動させるのが一般的である。そして、近距離合焦方法は以下の3通りに大別される。40

- (A) 1群繰出し方式 ,
- (B) リアーフォーカス方式 ,
- (C) インナーフォーカス方式 .

1群繰出し方式はもっとも物体側に配置される第1レンズ群を移動させる方式、リアーフォーカス方式はもっとも像側に配置される最終レンズ群を移動させる方式、インナーフォーカス方式は第1レンズ群より像側で、最終レンズ群より物体側に配置されるレンズ群を移動させる方式である。

【0021】

画角の大きなレンズ系では開口絞りから離れて配置されるレンズ群を通過する軸外光束が光軸から離れるため、レンズ径が大きく、フォーカシング時の仕事量が大きくなってしま50

う。このため、フォーカシング動作の高速化が難しく、撮影者が写したいと思った瞬間から、実際に撮影が行われるまでのタイムラグが大きく、違和感を与えてしまう。従って、(A) や (B) の方式は不向きである。

【0022】

(C) の方式で近距離合焦を行う場合、第1レンズ群で光束が広げられて第2レンズ群に入射するので、近距離合焦時に発生する軸上収差の変動が大きくなってしまう。

【0023】

本発明においては、上述のように第2レンズ群中に開口絞りを配置して、第1レンズ群の屈折力を弱めることで、第1レンズ群を通過する軸外光束が光軸から大きく離れないようにして、且つ、第2レンズ群に入射する軸上光束が広がらないようにした。

10

【0024】

また、近距離合焦時に第2レンズ群を移動させることで、近距離合焦時に第1レンズ群を通過する軸外光束が光軸に近づき、逆に第3レンズ群を通過する軸外光束が光軸から離れるので、結果的に両方で引き起こされる軸外収差変動が打ち消しあう。このため、無限遠合焦状態から近距離合焦状態まで良好なる性能を維持することができる。

【0025】

従来より、物体側より順に、負屈折力を有する第1レンズ群、正屈折力を有する第2レンズ群、負屈折力を有する第3レンズ群を配置した負正負3群型のズームレンズが知られている。例えば、特開昭64-72114号公報では広角端状態で72度程度の画角のズームレンズを提案しているが、第2レンズ群の像側に開口絞りが配置されたため、80度を超える画角を包括すると、第1レンズ群のレンズ径が非常に大きくなってしまっている。

20

【0026】

本発明では、以上のことから、広角端状態での画角が80度を超える広い画角と、F3.5程度の大口径比化を実現しながら、近距離合焦時にも高い光学性能が達成できている。

【0027】

以下、各条件式について説明する。

【0028】

条件式(1)は第1レンズ群と第3レンズ群との屈折力のバランス化を図る条件式である。上述の通り、本発明では第2レンズ群を近距離合焦時に移動させる場合、軸上収差の変動を抑えるために第1レンズ群と第3レンズ群との屈折力を適切に設定することが肝要である。

30

【0029】

条件式(1)の上限値を上回った場合、つまり、第1レンズ群の屈折力が負に強まり、第3レンズ群の屈折力が負に弱まる場合、近距離合焦時に発生する軸上収差の変動が大きくなってしまうため、良好なる光学性能が得られなくなってしまう。

【0030】

逆に、条件式(1)の下限値を下回った場合、つまり、第1レンズ群の屈折力が負に弱まり、第3レンズ群の屈折力が負に強まる場合、第1レンズ群のレンズ径が大きくなつて、ゴーストが目立ちやすくなる。これは、画角が大きなレンズ系では、第1レンズ群が画角の大きな光線がスムーズに入射する形状になっていることに起因する。撮影範囲外に強い光源があった場合にも、第1レンズ群内のレンズ面で反射した光束がフィルム上に到達して、ゴーストになるが、レンズ径が大きいほど、より多くの光束が入射できるため、ゴーストが起こりやすく、良好なる結像性能を阻害してしまう。

40

【0031】

条件式(2)は第2レンズ群のレンズ厚を規定する条件式である。第2レンズ群は2つの正レンズの間に開口絞りを配置する構造であるため、開口絞り位置を通過する軸外光束が光軸に対して大きな角度をなす。このため、レンズ厚が大きくなると開口絞りから離れたレンズを通過する軸外光束が光軸から離れてしまうので、広角端状態で画面周辺部におけるコマ収差が多大に発生してしまう。

【0032】

50

条件式(2)の上限値を上回った場合、広角端状態で画面周辺部におけるコマ収差が多大に発生して所定の性能を満足できなくなってしまう。本発明では、上記2つの正レンズだけでは第2レンズ群単独で発生する負の球面収差を良好に補正することができない。従つて、これら正レンズの他に少なくとも1枚の負レンズが必要である。

【0033】

逆に、条件式(2)の下限値を下回った場合、レンズ厚を考慮すると、開口絞りを配置する充分なスペースが確保できなくなってしまう。

【0034】

また、本発明においては、良好なる結像性能を得ながらも、第1レンズ群のレンズ径を小型化するために、

第1レンズ群が像側に凹面を向けた負レンズとその像側に配置され、物体側に凸面を向けた正レンズで構成され、以下の条件式(3)を満足するように構成することが望ましい。

$$(3) 1.3 < f_{1P} / f_w < 3.0$$

但し、

f_{1P} ：前記第1レンズ群中の正レンズの焦点距離，

f_w ：広角端状態における前記可変焦点距離レンズ系の焦点距離。

条件式(3)は第1レンズ群中の正レンズの焦点距離を規定する条件式である。条件式(3)の下限値を下回った場合、第1レンズ群を構成する負レンズと正レンズの屈折力がそれぞれ強まって、微小量の相互偏心でも周辺画像が劣化しまうので、製造時に安定した品質を確保できなくなってしまう。

【0035】

逆に、条件式(3)の上限値を上回った場合、第1レンズ群に入射する軸外光束が光軸から大きく離れて、広角端状態で画面周辺部におけるコマ収差が多大に発生してしまう。

【0036】

また、本発明においては、第2レンズ群中に開口絞りを挟んで物体側と像側にそれぞれ1枚以上の正レンズ成分を配置しているが、レンズ全長を短縮し、且つより良好なる結像性能を得るには以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$(4) 1.2 < f_{21} / f_{22} < 3.0$$

但し、

f_{21} ：前記第2レンズ群中で、前記開口絞りよりも物体側に配置される前記正レンズ成分の焦点距離，

f_{22} ：前記第2レンズ群中で、前記開口絞りよりも像側に配置される前記正レンズの焦点距離。

条件式(4)の上限値を上回った場合、レンズ全長が大きくなってしまうので、カメラ本体の携帯性を損ねてしまう。逆に、条件式(4)の下限値を下回った場合、開口絞りの物体側に配置される正レンズを通過する軸外光束が光軸から離れるので、広角端状態において、画角によるコマ収差の変動が大きくなってしまう。

【0037】

また、本発明においては、第2レンズ群が物体側より順に、正レンズ成分、負レンズ成分、正レンズ成分の3つのレンズ成分で構成されるとき、充分高い光学性能とレンズ系の小型化とが両立できる。そして、製造時に安定した光学品質を確保するために、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) 1.0 < f_{2N} / f_2 < 1.4 \quad (f_2 < 0)$$

但し、

f_{2N} ：前記第2レンズ群中の前記負レンズの焦点距離

本発明においては、各レンズ群それぞれで発生する諸収差を補正することが、より良い光学性能を得る上で重要である。第1レンズ群と第2レンズ群を上述のように構成することで、良好なる光学性能が得られる。さらに、第3レンズ群が像側に凸面を向けた正レンズとその像側に配置され、物体側に凹面を向けた負レンズで構成するのが、小型化と高い光学品質とのバランス化に適している。

10

20

30

40

50

【0038】

以下の各実施例では、第1レンズ群に非球面レンズを配置しているが、例えばさらに第3レンズ群中に非球面レンズを配置することで更なる高性能化が実現できるのは言うまでもない。

【0039】

また、第3実施例及び第4実施例では、第2レンズ群を構成する正レンズ成分の1つを接合レンズとしているように、単レンズを接合レンズとすることでより高性能化が図れ、更に、他のレンズ成分を接合化することでより高性能化が達成できるのは言うまでもない。

【0040】

さらに、以下の各実施例は3つのレンズ群で構成されるが、第3レンズ群の像側に屈折力 10
が弱い他のレンズ群を付加することも容易である。

【0041】

本発明においては、別の観点によれば、撮影を行う際に、発生しがちな手ブレ等が原因の像ブレによる失敗を防ぐために、ブレを検出するブレ検出系と駆動手段とをレンズ系に組み合わせ、レンズ系を構成するレンズ群のうち、1つのレンズ群を全体か、あるいはその一部を偏心レンズ群として偏心させることにより、ブレをブレ検出系により検出し、検出されたブレを補正するように駆動手段により偏心レンズ群を偏心させ像をシフトさせて、像ブレを補正することで防振光学系とすることが可能である。

【0042】**【実施例】**

以下、添付図面に基いて数値実施例について説明する。 20

【0043】

なお、各実施例において、非球面は以下の式で表される。

【0044】**【数1】**

$$x = c y^2 / \{ 1 + (1 - c^2 y^2)^{1/2} \} + C_4 y^4 + C_6 y^6 + \dots$$

【0045】

ここで、yは光軸からの高さ、xはサグ量、cは曲率、 は円錐定数、C₄, C₆, ... は非球面係数である。

【0046】

図1は、本発明の各実施例にかかる可変焦点距離レンズ系の屈折力配分を示す図である。物体側より順に、負屈折力を有する第1レンズ群G1、正屈折力を有する第2レンズ群G2、負屈折力を有する第3レンズ群G3で構成され、広角端状態より望遠端状態まで焦点距離が変化する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少するように、少なくとも第2レンズ群G2と第3レンズ群G3が物体側へ移動する。 30

【0047】**(第1実施例)**

図2は、本発明の第1実施例にかかる可変焦点距離レンズ系のレンズ構成を示す図である。第1レンズ群G1は両凹レンズL11と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12とで構成され、第2レンズ群G2は物体側より順に、両凸レンズL21と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状のL22と、両凸レンズL23とで構成され、第3レンズ群G3は像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL31と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL32とで構成される。 40

【0048】

本実施例では、開口絞りSが両凸レンズL21と負レンズL22との間に配置され、レンズ位置状態が変化する際に、第2レンズ群G2と一緒に移動する。

【0049】

以下の表1に、本実施例の諸元の値を掲げる。諸元表中のfは焦点距離、FNOはFナンバー、2 は画角をそれぞれ表し、屈折率はd線(=587.6nm)に対する値である。なお、 50

表1中で曲率半径0とは平面を示す。また、以下全ての実施例の諸元値において本実施例の諸元値と同様の符号を用いる。

【0050】

(表1)

(全体諸元)

f	25.20	~	28.00	~	34.00
F NO	3.70	~	3.70	~	3.70
2	83.51	~	77.45	~	65.93°

(レンズデータ)

面	曲率半径	間 隔	屈折率	アッペ数	10
1	-68.0802	1.2000	1.74430	49.23	
2	19.2543	2.2092	1.0		
3	28.5714	2.7295	1.77250	49.61	
4	-1406.0063	(D4)	1.0		
5	18.6706	2.5833	1.62041	60.35	
6	-256.5988	6.3790	1.0		
7	0.0000	1.3335	1.0	開口絞り	
8	-10.7645	0.8000	1.80518	25.46	
9	-24.8063	0.7261	1.0		
10	73.9918	2.8329	1.69680	55.48	20
11	-12.2915	(D11)	1.0		
12	-19.0494	2.1406	1.69680	55.48	
13	-14.2857	4.3377	1.0		
14	-11.5265	1.0000	1.58913	61.24	
15	-111.8463	(Bf)	1.0		

(非球面係数)

第3面，第11面の各レンズ面は非球面であり、非球面係数は以下に示す通りである。

[第3面]

$$\begin{aligned} &= 1.000 \quad C_4 = -1.1331 \times 10^{-6} \quad C_6 = +8.6403 \times 10^{-8} \\ &\quad C_8 = -3.6633 \times 10^{-10} \quad C_{10} = +9.6406 \times 10^{-13} \end{aligned}$$

30

[第11面]

$$\begin{aligned} &= 1.000 \quad C_4 = +8.1237 \times 10^{-5} \quad C_6 = +1.0121 \times 10^{-6} \\ &\quad C_8 = -2.2792 \times 10^{-8} \quad C_{10} = +2.9493 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

(可変間隔データ)

f	25.2000	28.0000	<u>34.0000</u>
D4	3.3766	3.6103	1.5982
D11	6.8515	4.1928	1.2000
BF	9.5000	14.4237	22.4298

(フォーカシング時の第2レンズ群の移動量 2)

ただし、撮影倍率-1/30倍状態に合焦する場合である。

40

$$\begin{aligned} f & 25.2000 \quad 28.0000 \quad 34.0000 \\ 2 & 0.5863 \quad 0.5216 \quad 0.4690 \end{aligned}$$

なお、物体側への移動を正とする。

(条件式対応値)

$$\begin{aligned} f_1 & = -52.726 \\ f_2 & = +19.790 \\ f_3 & = -32.766 \\ f_{1P} & = +35.279 \\ f_{21} & = +28.154 \\ f_{22} & = +15.334 \end{aligned}$$

50

$f_{2N} = -24.234$

$$(1) (f_3 + f_2) / (f_1 + f_2) = 0.394$$

$$(2) D_2 / f_w = 0.582$$

$$(3) f_{1P} / f_w = \underline{1.400}$$

$$(4) f_{21} / f_{22} = 1.836$$

$$(5) f_{2N} / f_2 = 1.225$$

【0051】

図3(a)より図3(c)は本実施例の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、それぞれ広角端状態($f = 25.20$)、中間焦点距離状態($f = 28.00$)、望遠端状態($f = 34.00$)における諸収差図を示す。

10

【0052】

図4(a)より図4(c)は本実施例の近距離合焦状態(撮影倍率-1/30倍)での諸収差図をそれぞれ示し、それぞれ広角端状態($f = 25.20$)、中間焦点距離状態($f = 28.00$)、望遠端状態($f = 34.00$)における諸収差図を示す。

10

【0053】

各収差図において、球面収差図中の実線は球面収差、点線はサイン・コンディション、yは像高をそれぞれ示している。また、非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。さらに、コマ収差図は、像高 $y = 0, 10.8, 15.12, 18.34, 21.6$ でのコマ収差を表し、Aは画角、Hは物体高をそれぞれ示す。なお、以下全ての実施例の収差図において、本実施例と同様の符号を用いる。

20

【0054】

各収差図から、本実施例は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は明らかである。

【0055】

(第2実施例)

図5は、本発明の第2実施例にかかる可変焦点距離レンズ系のレンズ構成を示す図である。第1レンズ群G1は両凹レンズL11と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12とで構成され、第2レンズ群G2は物体側より順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL21と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状のL22と、両凸レンズL23とで構成され、第3レンズ群G3は像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL31と物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL32とで構成される。

30

【0056】

本実施例では、開口絞りSが正レンズL21と負レンズL22との間に配置され、レンズ位置状態が変化する際に、第2レンズ群G2と一緒に移動する。

【0057】

以下の表2に、本実施例の諸元の値を掲げる。

【0058】

(表2)

(全体諸元)

$f = 25.20 \sim 28.00 \sim 34.00$

40

FNO 3.70 ~ 3.70 ~ 3.70

2 83.04 ~ 76.65 ~ 64.91 °

(レンズデータ)

面	曲率半径	間隔	屈折率	アッベ数
1	-65.4521	1.2000	1.65844	50.84
2	25.7844	1.5000	1.0	
3	25.0000	2.2500	1.79450	45.50
4	78.5031 (D4)	1.0		
5	17.1172	2.1500	1.62041	60.35
6	2729.9303	2.5000	1.0	

50

7	0.0000	2.2000	1.0	開口絞り
8	-12.1697	0.8000	1.80518	25.46
9	-34.8530	1.4500	1.0	
10	50.3454	2.7000	1.69680	55.48
11	-14.1272	(D11)	1.0	
12	-22.2222	2.0500	1.69680	55.48
13	-15.6344	5.0000	1.0	
14	-11.1111	1.0000	1.58913	61.24
15	-156.1951	(Bf)	1.0	

(非球面係数)

10

第3面，第11面の各レンズ面は非球面であり、非球面係数は以下に示す通りである。

[第3面]

$$\begin{aligned} &= 1.000 \quad C_4 = -6.0968 \times 10^{-6} \quad C_6 = +1.5234 \times 10^{-7} \\ &\quad C_8 = -1.4934 \times 10^{-9} \quad C_{10} = +6.1161 \times 10^{-12} \end{aligned}$$

[第11面]

$$\begin{aligned} &= 1.000 \quad C_4 = +7.4274 \times 10^{-5} \quad C_6 = +7.0858 \times 10^{-7} \\ &\quad C_8 = -1.3234 \times 10^{-8} \quad C_{10} = +1.2553 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

(可変間隔データ)

f	25.2000	28.0000	34.0000
D4	6.2994	4.9183	1.6168
D11	6.1006	4.1673	1.3155
BF	8.8000	12.3728	19.2679

20

(フォーカシング時の第2レンズ群の移動量 2)

ただし、撮影倍率-1/30倍状態に合焦する場合である。

f	25.2000	28.0000	34.0000
2	0.5596	0.5233	0.4742

なお、物体側への移動を正とする。

(条件式対応値)

$f_1 = -77.950$
 $f_2 = +19.575$
 $f_3 = -30.807$
 $f_{1P} = +45.325$
 $f_{21} = +27.756$
 $f_{22} = +16.109$
 $f_{2N} = -23.594$
(1) $(f_3 + f_2) / (f_1 + f_2) = 0.192$
(2) $D_2 / f_w = 0.468$
(3) $f_{1P} / f_w = 1.800$
(4) $f_{21} / f_{22} = 1.723$
(5) $f_{2N} / f_2 = 1.205$

30

【0059】

図6(a)より図6(c)は本実施例の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、それぞれ広角端状態($f = 25.20$)、中間焦点距離状態($f = 28.00$)、望遠端状態($f = 34.00$)における諸収差図を示す。

【0060】

図7(a)より図7(c)は本実施例の近距離合焦状態(撮影倍率-1/30倍)での諸収差図をそれぞれ示し、それぞれ広角端状態($f = 25.20$)、中間焦点距離状態($f = 28.00$)、望遠端状態($f = 34.00$)における諸収差図を示す。

【0061】

各収差図から、本実施例は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は

50

明らかである。

【0062】

(第3実施例)

図8は、本発明の第3実施例にかかる可変焦点距離レンズ系のレンズ構成を示す図である。第1レンズ群G1は両凹レンズL11と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12とで構成され、第2レンズ群G2は物体側より順に、両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの接合正レンズL21と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状のL22と、両凸レンズL23とで構成され、第3レンズ群G3は像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL31と物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL32とで構成される。

10

【0063】

本実施例では、開口絞りSが接合正レンズL21と負レンズL22との間に配置され、レンズ位置状態が変化する際に、第2レンズ群G2と一緒に移動する。

【0064】

以下の表3に、本実施例の諸元の値を掲げる。

【0065】

(表3)

(全体諸元)

f	25.20	~	28.00	~	34.00	
FNO	3.70	~	3.70	~	3.70	20
2	83.06	~	76.12	~	64.38	°

(レンズデータ)

面	曲率半径	間隔	屈折率	アッペ数	
1	-60.2717	1.2000	1.62041	60.35	
2	28.1025	1.5000	1.0		
3	25.0000	2.0500	1.83500	42.97	
4	49.3557	(D4)	1.0		
5	17.4148	2.8500	1.71300	53.93	
6	-37.8130	0.8000	1.78472	25.70	
7	-417.6123	2.8500	1.0		30
8	0.0000	2.3500	1.0		開口絞り
9	-11.6583	0.8000	1.80518	25.46	
10	-35.2519	0.8000	1.0		
11	85.4876	2.5000	1.74400	44.90	
12	-13.4807	(D12)	1.0		
13	-22.2268	2.2000	1.69680	55.48	
14	-14.7519	3.9500	1.0		
15	-11.1111	1.0000	1.62041	60.35	
16	-102.6898	(Bf)	1.0		

(非球面係数)

40

第3面、第12面の各レンズ面は非球面であり、非球面係数は以下に示す通りである。

[第3面]

$$\begin{aligned} &= 1.000 \quad C_4 = -8.9883 \times 10^{-6} \quad C_6 = +1.0862 \times 10^{-7} \\ &\quad C_8 = -1.0524 \times 10^{-9} \quad C_{10} = +3.8757 \times 10^{-12} \end{aligned}$$

[第12面]

$$\begin{aligned} &= 1.000 \quad C_4 = +6.8930 \times 10^{-5} \quad C_6 = +1.0220 \times 10^{-6} \\ &\quad C_8 = -2.5729 \times 10^{-8} \quad C_{10} = +3.0895 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

(可変間隔データ)

f	25.2000	28.0000	34.0000	
D4	6.3573	4.7616	1.7264	50

D11 5.9927 4.1320 1.2000
 BF 8.8000 12.5665 19.2238

(フォーカシング時の第 2 レンズ群の移動量 2)

ただし、撮影倍率-1/30倍状態に合焦する場合である。

f 25.2000 28.0000 34.0000
 2 0.5879 0.5594 0.5148

なお、物体側への移動を正とする。

(条件式対応値)

f 1 = -66.337

f 2 = +19.235

f 3 = -32.920

f 1P = +58.434

f 21 = +24.454

f 22 = +15.822

f 2N = -21.966

(1) (f 3 + f 2) / (f 1 + f 2) = 0 . 2 9 1

(2) D 2 / f w = 0 . 5 1 4

(3) f 1P / f w = 2 . 3 1 9

(4) f 21 / f 22 = 1 . 5 4 6

(5) f 2N / f 2 = 1 . 1 4 2

【 0 0 6 6 】

図 9 (a) より図 9 (c) は本実施例の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、それぞれ広角端状態 (f = 25.20) 、中間焦点距離状態 (f = 28.00) 、望遠端状態 (f = 34.00) における諸収差図を示す。

【 0 0 6 7 】

図 10 (a) より図 10 (c) は本実施例の近距離合焦状態 (撮影倍率-1/30倍) での諸収差図をそれぞれ示し、それぞれ広角端状態 (f = 25.20) 、中間焦点距離状態 (f = 28.00) 、望遠端状態 (f = 34.00) における諸収差図を示す。

【 0 0 6 8 】

各収差図から、本実施例は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は明らかである。

【 0 0 6 9 】

(第 4 実施例)

図 11 は、本発明の第 4 実施例にかかる可変焦点距離レンズ系のレンズ構成を示す図である。第 1 レンズ群 G 1 は両凹レンズ L 1 1 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 2 とで構成され、第 2 レンズ群 G 2 は物体側より順に、両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの接合正レンズ L 2 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の L 2 2 と、両凸レンズ L 2 3 とで構成され、第 3 レンズ群 G 3 は像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 と物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 3 2 とで構成される。

【 0 0 7 0 】

本実施例では、開口絞り S が接合正レンズ L 2 1 と負レンズ L 2 2 との間に配置され、レンズ位置状態が変化する際に、第 2 レンズ群 G 2 と一緒に移動する。

【 0 0 7 1 】

以下の表 4 に、本実施例の諸元の値を掲げる。

【 0 0 7 2 】

(表 4)

(全体諸元)

f 24.70 ~ 28.00 ~ 34.00

F NO 3.70 ~ 3.70 ~ 3.70

10

20

30

40

50

2 84.19 ~ 76.23 ~ 65.06 °

(レンズデータ)

面	曲率半径	間 隔	屈折率	アッベ数	
1	-57.4077	1.0000	1.62041	60.35	
2	29.2764	1.5000	1.0		
3	25.0000	2.0000	1.83500	42.97	
4	47.8820	(D4)	1.0		
5	18.1004	2.7500	1.72000	50.35	
6	-38.9036	0.8000	1.80518	25.46	
7	-240.6798	2.8500	1.0		10
8	0.0000	1.8500	1.0	開口絞り	
9	-11.6649	0.8000	1.84666	23.83	
10	-33.2916	1.0000	1.0		
11	82.8214	2.4500	1.74400	44.90	
12	-13.3522	(D12)	1.0		
13	-22.2222	2.2500	1.69350	53.31	
14	-14.9416	4.1000	1.0		
15	-11.1111	1.0000	1.62041	60.35	
16	-91.4973	(Bf)	1.0		

(非球面係数)

20

第3面, 第12面の各レンズ面は非球面であり、非球面係数は以下に示す通りである。

[第3面]

$$= 1.000 \quad C_4 = -9.2627 \times 10^{-6} \quad C_6 = +1.3781 \times 10^{-7}$$

$$C_8 = -1.2223 \times 10^{-9} \quad C_{10} = +4.3623 \times 10^{-12}$$

[第12面]

$$= 1.000 \quad C_4 = +6.5534 \times 10^{-5} \quad C_6 = +1.2767 \times 10^{-6}$$

$$C_8 = -3.7166 \times 10^{-8} \quad C_{10} = +4.7557 \times 10^{-10}$$

(可変間隔データ)

f	24.7000	28.0000	34.0000	
D4	5.6746	3.9449	1.6987	30
D11	6.7754	4.4708	1.2000	
BF	8.0000	12.1648	19.7718	

(フォーカシング時の第2レンズ群の移動量 2)

ただし、撮影倍率-1/30倍状態に合焦する場合である。

$$f \quad 24.7000 \quad 28.0000 \quad 34.0000$$

$$2 \quad 0.5994 \quad 0.5624 \quad 0.5034$$

なお、物体側への移動を正とする。

(条件式対応値)

f 1 = -65.600				
f 2 = +19.013				40
f 3 = -32.940				
f 1P = +60.255				
f 21 = +24.507				
f 22 = +15.625				
f 2N = -21.575				
(1) (f 3 + f 2) / (f 1 + f 2) = 0 . 2 9 9				
(2) D 2 / f w = 0 . 5 0 6				
(3) f 1P / f w = 2 . 4 3 9				
(4) f 21 / f 22 = 1 . 5 6 9				
(5) f 2N / f 2 = 1 . 1 3 5				50

【0073】

図12(a)より図12(c)は本実施例の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、それぞれ広角端状態($f = 24.70$)、中間焦点距離状態($f = 28.00$)、望遠端状態($f = 34.00$)における諸収差図を示す。

【0074】

図13(a)より図13(c)は本実施例の近距離合焦状態(撮影倍率-1/30倍)での諸収差図をそれぞれ示し、それぞれ広角端状態($f = 24.70$)、中間焦点距離状態($f = 28.00$)、望遠端状態($f = 34.00$)における諸収差図を示す。

【0075】

各収差図から、本実施例は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は明らかである。 10

【0076】**【発明の効果】**

本発明によれば、広角端状態での画角が80度を超え、F3.5程度の明るく、小型の可変焦点距離レンズ系が達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による可変焦点距離レンズ系の屈折力配置図

【図2】第1実施例にかかる可変焦点距離レンズ系の構成を示す断面図

【図3】第1実施例の、(a)は広角端状態における収差図(無限遠合焦状態)、(b)は中間焦点距離状態における収差図(無限遠合焦状態)、(c)は望遠端状態における収差図(無限遠合焦状態) 20

【図4】第1実施例の、(a)は広角端状態における収差図(近距離合焦状態)、(b)は中間焦点距離状態における収差図(近距離合焦状態)、(c)は望遠端状態における収差図(近距離合焦状態)

【図5】第2実施例にかかる可変焦点距離レンズ系の構成を示す断面図

【図6】第2実施例の、(a)は広角端状態における収差図(無限遠合焦状態)、(b)は中間焦点距離状態における収差図(無限遠合焦状態)、(c)は望遠端状態における収差図(無限遠合焦状態)

【図7】第2実施例の、(a)は広角端状態における収差図(近距離合焦状態)、(b)は中間焦点距離状態における収差図(近距離合焦状態)、(c)は望遠端状態における収差図(近距離合焦状態) 30

【図8】第3実施例にかかる可変焦点距離レンズ系の構成を示す断面図

【図9】第3実施例の、(a)は広角端状態における収差図(無限遠合焦状態)、(b)は中間焦点距離状態における収差図(無限遠合焦状態)、(c)は望遠端状態における収差図(無限遠合焦状態)

【図10】第3実施例の、(a)は広角端状態における収差図(近距離合焦状態)、(b)は中間焦点距離状態における収差図(近距離合焦状態)、(c)は望遠端状態における収差図(近距離合焦状態)

【図11】第4実施例にかかる可変焦点距離レンズ系の構成を示す断面図

【図12】第4実施例の、(a)は広角端状態における収差図(無限遠合焦状態)、(b)は中間焦点距離状態における収差図(無限遠合焦状態)、(c)は望遠端状態における収差図(無限遠合焦状態) 40

【図13】第4実施例の、(a)は広角端状態における収差図(近距離合焦状態)、(b)は中間焦点距離状態における収差図(近距離合焦状態)、(c)は望遠端状態における収差図(近距離合焦状態)

【符号の説明】

G1：第1レンズ群

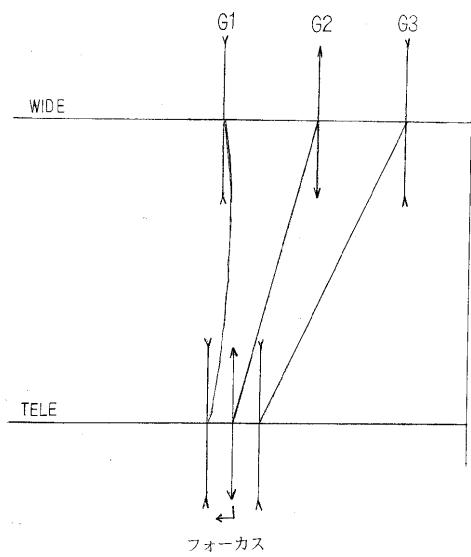
G2：第2レンズ群

G3：第3レンズ群

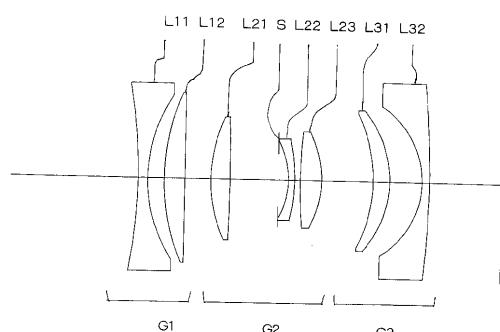
S：開口絞り

L 1 1 ~ L 3 2 各レンズ成分

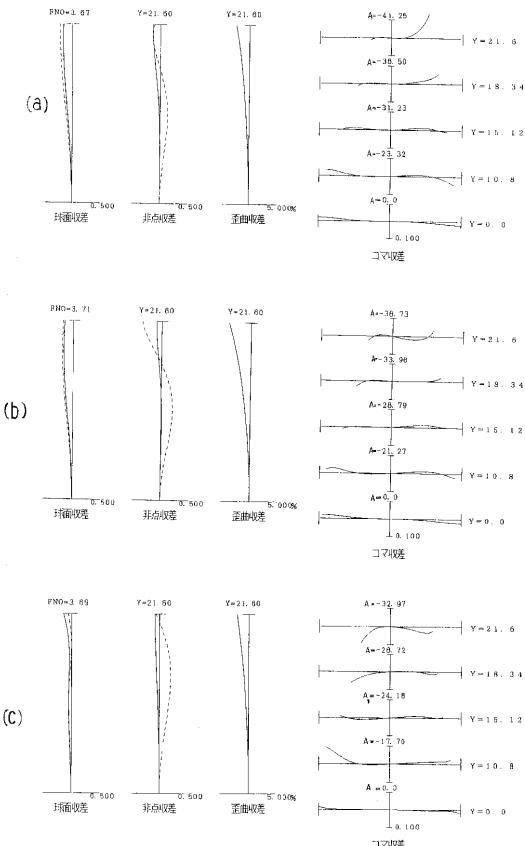
【図1】



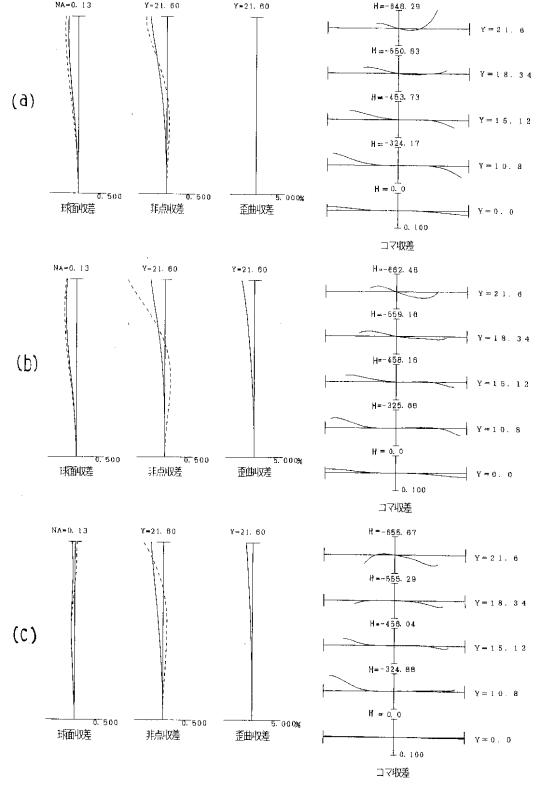
【図2】



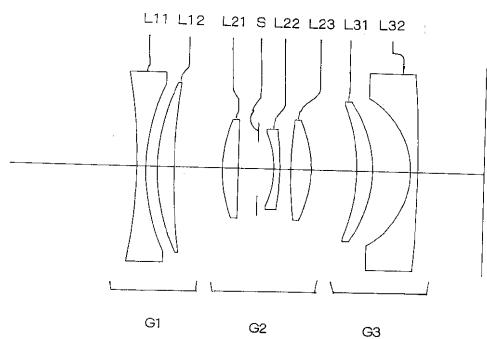
【図3】



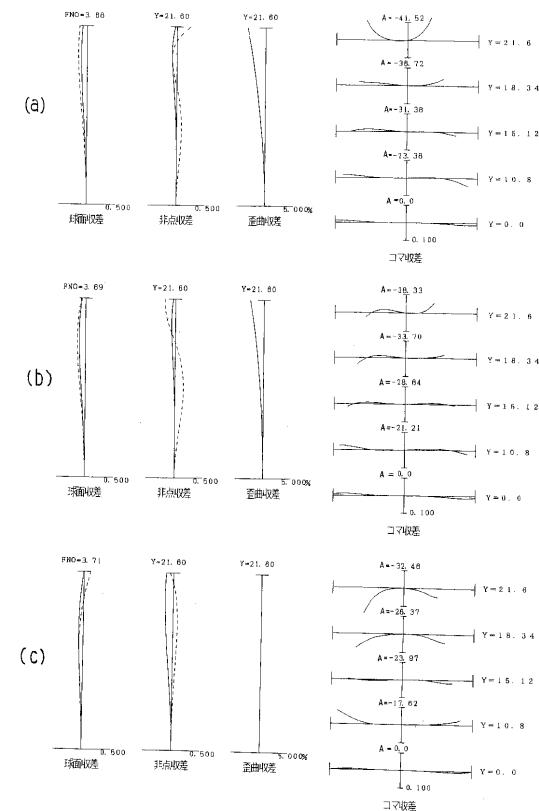
【図4】



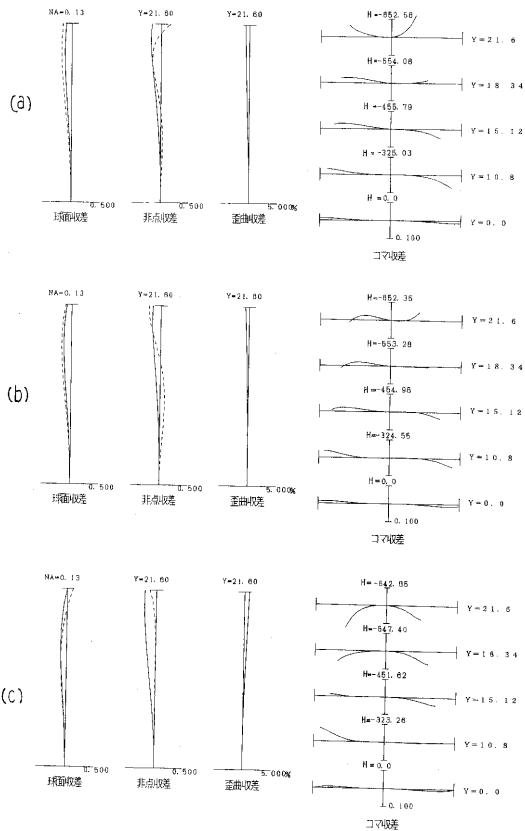
【図5】



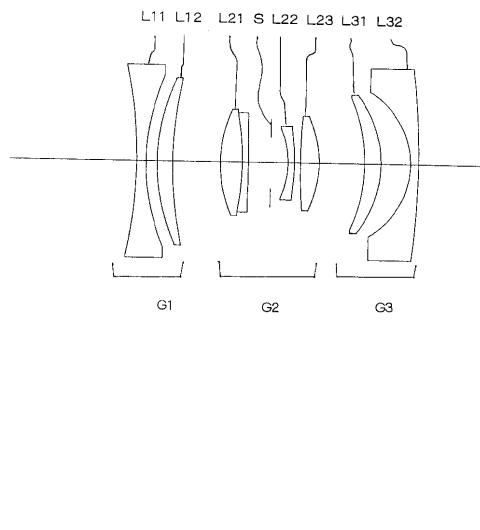
【図6】



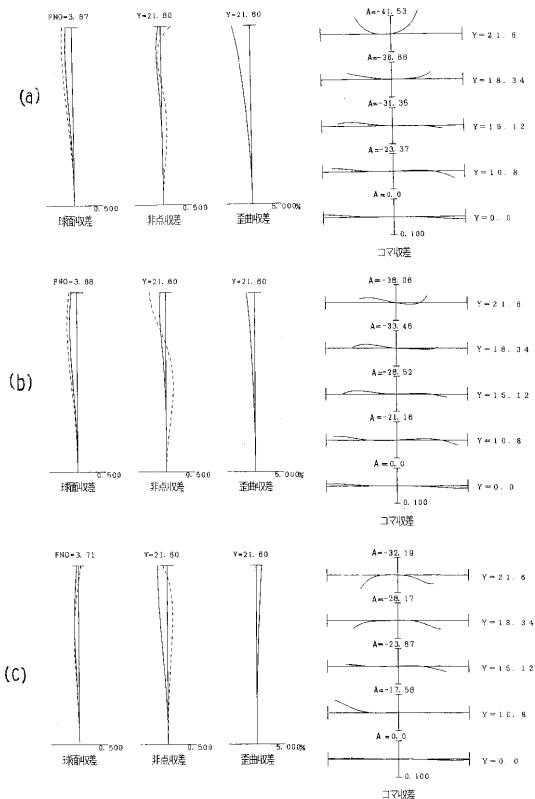
【図7】



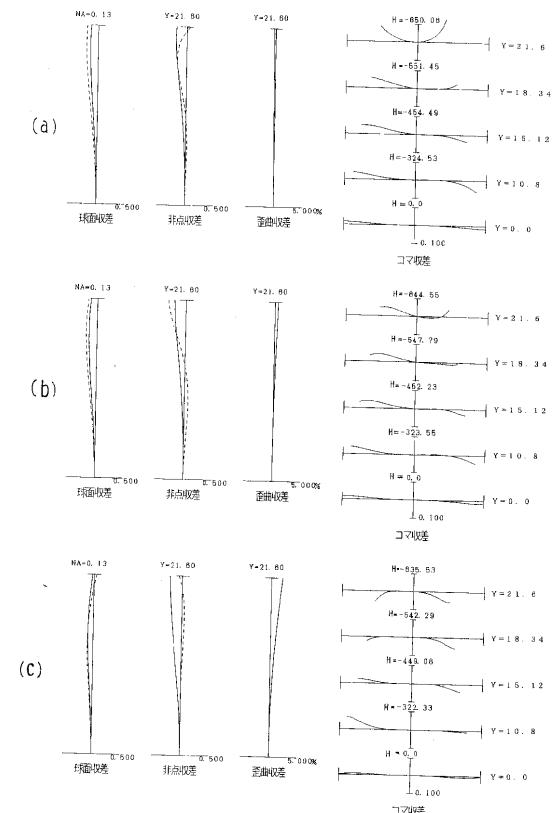
【図8】



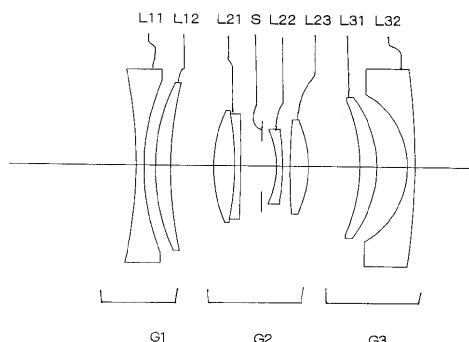
【図9】



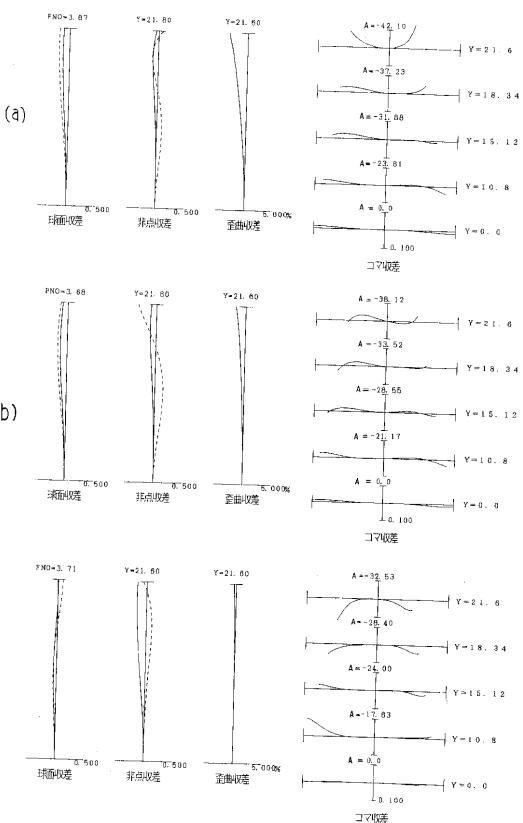
【図10】



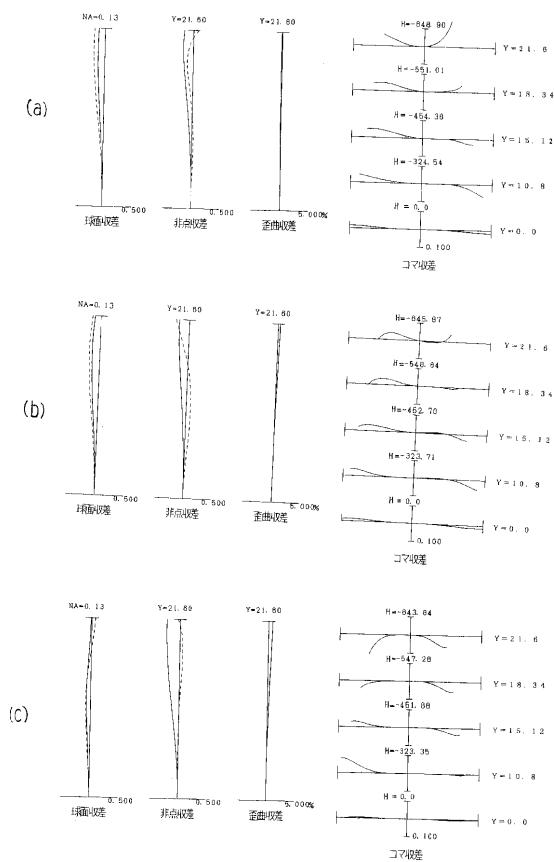
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-175027(JP,A)
特開平06-160716(JP,A)
特開昭64-074521(JP,A)
特開平02-136811(JP,A)
特開平07-253541(JP,A)
特開平07-151974(JP,A)
特開平01-163715(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/00-15/28