(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3706644号
(P3706644)
(45)発行日　平成17年10月12日(2005.10.12)　(24)登録日　平成17年8月5日(2005.8.5)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02B 15/16　G02B 15/16
G02B 27/64　G02B 27/64

請求項の数 1　(全 18 頁)

(21)出願番号　特願平6-222443
(22)出願日　平成6年8月24日(1994.8.24)
(65)公開番号　特開平8-62541
(43)公開日　平成8年3月8日(1996.3.8)
審査請求日　平成13年8月23日(2001.8.23)

(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　早川　慎吾
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　吉野　公夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】防振機能を有した変倍光学系

(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、負の屈折力の第２群、正の屈折力の第３群、負の屈折力の第４群、正の屈折力の第５群、そして負の屈折力の第６群の６つのレンズ群から成り、第ｉ群と第（ｉ＋１）群の広角端と望遠端での間隔を各々ＤｉＷ，ＤｉＴとするとき、
Ｄ１Ｗ＜Ｄ１Ｔ
Ｄ２Ｗ＞Ｄ２Ｔ
Ｄ３Ｗ＜Ｄ３Ｔ
Ｄ５Ｗ＞Ｄ５Ｔ
なる条件を満足するように、該第２群は移動せずに他の所定のレンズ群が移動することで各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行うズームレンズであって、該第２群を光軸と略垂直方向に移動させて撮影画像のブレを補正すると共に、前記第２群の焦点距離をｆａ、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々ｆＷ，ｆＴとするとき、
【数１】

$$0.15<|fa/\sqrt{fW\cdot fT}|<0.5$$

なる条件を満足することを特徴とする防振機能を有した変倍光学系。
【発明の詳細な説明】

【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は光学系の振動による撮影画像のブレを補正する機能、所謂防振機能を有した変倍光学系に関し、特に防振用の可動レンズ群を例えば光軸と直交する方向に移動させて、防振効果を発揮させたときの光学性能の低下の防止を図った防振機能を有した変倍光学系に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
進行中の車や航空機等移動物体上から撮影をしようとすると撮影系に振動が伝わり撮影画像にブレが生じる。
【０００３】
従来より撮影画像のブレを防止する機能を有した防振光学系が、例えば特開昭５０－８０１４７号公報や特公昭５６－２１１３３号公報、特開昭６１－２２３８１９号公報等で提案されている。
【０００４】
特開昭５０－８０１４７号公報では２つのアフォーカルの変倍系を有するズームレンズにおいて第１の変倍系の角倍率をM_1、第２の変倍系の角倍率をM_2としたとき$M_1 = 1 - 1/M_2$なる関係を有するように各変倍系で変倍を行うと共に、第２の変倍系を空間的に固定して画像のブレを補正して画像の安定化を図っている。
【０００５】
特公昭５６－２１１３３号公報では光学装置の振動状態を検知する検知手段からの出力信号に応じて、一部の光学部材を振動による画像の振動的変位を相殺する方向に移動させることにより画像の安定化を図っている。
【０００６】
特開昭６１－２２３８１９号公報では最も被写体側に屈折型可変頂角プリズムを配置した撮影系において、撮影系の振動に対応させて該屈折型可変頂角プリズムの頂角を変化させて画像を偏向させて画像の安定化を図っている。
【０００７】
この他、特公昭５６－３４８４７号公報、特公昭５７－７４１４号公報等では撮影系の一部に振動に対して空間的に固定の光学部材を配置し、この光学部材の振動に対して生ずるプリズム作用を利用することにより撮影画像を偏向させ結像面上で静止画像を得ている。
【０００８】
又、加速度センサーを利用して撮影系の振動を検出し、このとき得られる信号に応じ、撮影系の一部のレンズ群を光軸と直交する方向に振動させることにより静止画像を得る方法も行なわれている。
【０００９】
【発明が解決しようとする課題】
一般に撮影系の一部のレンズ群を振動させて撮影画像のブレをなくし、静止画像を得る機構には画像のブレの補正量が大きいことやブレ補正の為に振動させるレンズ群（可動レンズ群）の移動量や回転量が少ないこと、そして駆動手段が小型軽量であること等が要望されている。
【００１０】
又、可動レンズ群を偏心させたとき偏心コマ、偏心非点収差、偏心色収差、そして偏心像面湾曲収差等が多く発生すると画像のブレを補正したとき偏心収差の為、画像がボケてくる。例えば偏心歪曲収差が多く発生すると光軸上の画像の移動量と周辺部の画像の移動量が異なってくる。この為、光軸上の画像を対象に画像のブレを補正しようと可動レンズ群を偏心させると、周辺部では画像のブレと同様な現象が発生してきて光学特性を著しく低下させる原因となってくる。
【００１１】
このように防振機能を有した変倍光学系においては可動レンズ群を光軸と直交する方向に

移動させて偏心状態にしたとき偏心収差発生量が少なく光学性能の低下の少ないこと、可動レンズ群の少ない移動量で大きな画像のブレを補正することができる、所謂偏心敏感度（単位移動量ΔＨに対する画像のブレの補正量Δｘとの比Δｘ／ΔＨ）が大きいこと等が要求されている。

【００１２】

これに対して従来の防振光学系として振動に対して空間的に固定となる光学部材を配置する構成の防振光学系は、この光学部材の支持方法が難しく、また小型の光学系を実現することが困難であるため、小型軽量の装置の構成には適していない。また撮影光学系の最も被写体側に可変頂角プリズムを配置する防振光学系は、防振補正時に偏心色収差以外の収差の発生がほとんどないという利点はあるが、駆動部材が大型になり、またプリズムによって発生する偏心色収差の簡易的な補正が困難であるという問題点があった。

【００１３】

また撮影光学系の一部のレンズ群を偏心させる防振光学系では、偏心させるレンズ群を適切に選択、配置することにより、装置を小型にすることが可能と考えられるが、偏心によって発生する諸収差、即ち偏心コマ収差、偏心非点収差、偏心像面湾曲等を良好に補正しつつ、十分に少ない駆動量で十分に大きい防振補正を実現することが難しいという問題点があった。

【００１４】

本発明は変倍光学系の一部のレンズ群を光軸と直交する方向に移動させて画像のブレを補正する際、可動レンズ群として小型軽量のレンズ群を用い、かつ少ない移動量で大きな画像のブレを補正することができ、更に可動レンズ群を移動させて平行偏心させたときの前述の各種の偏心収差の発生量が少なく良好なる光学性能が得られる防振機能を有した変倍光学系の提供を目的とする。

【００１５】

【課題を解決するための手段】

請求項１の発明の防振機能を有した変倍光学系は

物体側より順に、正の屈折力の第１群、負の屈折力の第２群、正の屈折力の第３群、負の屈折力の第４群、正の屈折力の第５群、そして負の屈折力の第６群の６つのレンズ群から成り、第ｉ群と第（ｉ＋１）群の広角端と望遠端での間隔を各々ＤｉＷ，ＤｉＴとするとき、

ＤｌＷ＜ＤｌＴ

Ｄ２Ｗ＞Ｄ２Ｔ

Ｄ３Ｗ＜Ｄ３Ｔ

Ｄ５Ｗ＞Ｄ５Ｔ

なる条件を満足するように、該第２群は移動せずに他の所定のレンズ群が移動することで各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行うズームレンズであって、該第２群を光軸と略垂直方向に移動させて撮影画像のブレを補正すると共に、前記第２群の焦点距離をｆａ、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々ｆＷ，ｆＴとするとき、

【数２】

$$0.15 < \left| fa / \sqrt{fW \cdot fT} \right| < 0.5$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【００１８】

【実施例】

図１，図２は各々本発明に係る変倍光学系に対して参考例として示す５つのレンズ群より成る後述する数値実施例１の近軸屈折力配置とレンズ断面図である。図３，図４は各々本発明に係る変倍光学系の後述する数値実施例２の近軸屈折力配置とレンズ断面図である。図１，図３の近軸屈折力配置において（Ａ）は広角端、（Ｂ）は望遠端を示している。また矢印は広角端から望遠端への変倍に伴う各レンズ群の移動軌跡を示している。図２，

図４のレンズ断面図において（Ａ）は広角端、（Ｂ）は中間、（Ｃ）は望遠端を示している。

【００１９】

図１，図２の数値実施例１において、Ｌ１は正の屈折力の第１群、Ｌ２は負の屈折力の第２群、Ｌ３は正の屈折力の第３群、Ｌ４は正の屈折力の第４群、Ｌ５は負の屈折力の第５群、ＳＰは絞り、ＩＰは像面である。広角端から望遠端への変倍は第２群を固定とし、第１，第３，第４，第５群を矢印の如く移動させて各レンズ群間隔を変えることにより行っている。また第２群を偏心レンズ群として光軸と垂直方向に移動させて、光学系が振動したときの撮影画像のブレを補正している。

【００２０】

図３，図４の数値実施例２において、Ｌ１は正の屈折力の第１群、Ｌ２は負の屈折力の第２群、Ｌ３は正の屈折力の第３群、Ｌ４は負の屈折力の第４群、Ｌ５は正の屈折力の第５群、Ｌ６は負の屈折力の第６群、ＳＰは絞り、ＩＰは像面である。広角端から望遠端への変倍は第２群と第４群を固定とし、第１，第３，第５，第６群を矢印の如く移動させて各レンズ群間隔を変えることにより行っている。また第２群を偏心レンズ群として光軸と垂直方向に移動させて光学系が振動したときの撮影画像のブレを補正している。

【００２１】

以上のように本発明では変倍光学系を全体として少なくとも３つ以上のレンズ群で構成し、このうち少なくとも２つ以上のレンズ群を光軸上を移動させることによって変倍を行い、変倍の際に移動する複数のレンズ群の間に変倍の際に固定のレンズ群を有するようにしている。そして変倍の際に固定のレンズ群を光軸と垂直な方向に移動させることによって光学系が振動したときの撮影画像のブレを補正している。

【００２２】

特に本発明では変倍光学系を物体側から順に変倍に際して光軸上を移動する正の屈折力を有する第１群、変倍に際して固定の負の屈折力を有する第２群、そして変倍に際して光軸上を移動する少なくとも１つ又は複数のレンズ群で構成され全体として正の屈折力を有する像側レンズ群の６つのレンズ群で構成し、第２群を光軸と垂直な方向に移動させることによって、光学系が振動したときの撮影画像のブレを補正している。

【００２３】

本発明は以上のような構成により、撮影画像のブレを補正すると共に第２群を光軸と垂直方向に移動（偏心）させたときの偏心収差の発生を少なくし、光学性能を良好に維持している。

【００２４】

図１，図２の数値実施例１では、広角端から望遠端の変倍に際して、該第ｉ群と第（ｉ＋１）群の広角端と望遠端での間隔を各々ＤｉＷ，ＤｉＴとしたとき、

Ｄ１Ｗ＜Ｄ１Ｔ　　・・・・（１ａ）

Ｄ２Ｗ＞Ｄ２Ｔ　　・・・・（２ａ）

Ｄ４Ｗ＞Ｄ４Ｔ　　・・・・（３ａ）

なる条件を満足するように所定のレンズ群を移動させている。

【００２５】

数値実施例１では変倍に際して、条件式（１ａ）～（３ａ）を満足するように各レンズ群を移動させており、これによりレンズ系全体の小型化を図りつつ、高変倍比の変倍光学系を得ている。尚、本実施例において第２群を変倍に際して光軸上移動させても良い。これによれば高変倍化が容易になり、また変倍に伴う収差変動を良好に補正することができる。

【００２６】

また図３，図４の数値実施例２では、広角端から望遠端の変倍に際して、該第ｉ群と第（ｉ＋１）群の広角端と望遠端での間隔を各々ＤｉＷ，ＤｉＴとしたとき、

Ｄ１Ｗ＜Ｄ１Ｔ　　・・・・（１ｂ）

Ｄ２Ｗ＞Ｄ２Ｔ　　・・・・（２ｂ）

Ｄ３Ｗ＜Ｄ３Ｔ　　・・・・（３ｂ）
Ｄ５Ｗ＞Ｄ５Ｔ　　・・・・（４ｂ）
なる条件を満足するように所定のレンズ群を移動させている。
【００２７】
数値実施例２では変倍に際して条件式（１ｂ）～（４ｂ）を満足するように各レンズ群を移動させており、これによりレンズ系全体の小型化を図りつつ、高変倍比の変倍光学系を得ている。尚、数値実施例２において第２群を変倍に際して光軸上移動させても良い。これによれば高変倍化が容易になり、また変倍に伴う収差変動を良好に補正することができる。
【００２８】
本発明の数値実施例２においては更に次の条件を満足させるのが、レンズ系全体の小型化図りつつ、撮影画像のブレを補正する際の偏心収差の発生を少なくし、光学性能を良好に維持するのに好ましい。
【００２９】
（２－１）前記第２群の焦点距離をｆａ、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々ｆＷ，ｆＴとしたとき、
【００３０】
【数３】

$$0.15<\left|fa/\sqrt{fW\cdot fT}\right|<0.5 \qquad \cdots\cdots(5)$$

なる条件を満足することである。
【００３１】
条件式（５）は、変倍光学系の広角端、及び望遠端の焦点距離に対する偏心レンズ群（第２群）の焦点距離の比を規定する式である。条件式（５）の下限値を越えて偏心レンズ群の焦点距離が短くなると、変倍の際の諸収差の変動を良好に補正することが難しくなり、変倍比を大きくすることができないという問題や、偏心レンズ群を少枚数のレンズで構成できなくなる為にコンパクト化に向かないという問題点が生じてくる。
【００３２】
また、逆に条件式（５）の上限値を越えて偏心レンズ群の焦点距離が長くなると、諸収差の補正の為には有利となるが、偏心レンズ群の偏心敏感度（撮影画像の変位量に対する偏心レンズ群の変位量の比）を大きくすることができなくなり、この為振動補償の為の偏心レンズ群の駆動量を大きくすることが必要となるという問題や、変倍の際の各レンズ群の移動量が大きくなってコンパクト化に向かないという問題点が生じてくる。
【００３７】
次に本発明の防振機能を有した変倍光学系の光学的特徴について説明する。
【００３８】
一般に光学系の一部のレンズ群を平行偏心させて画像のブレを補正しようとすると偏心収差の発生により結像性能が低下してくる。そこで次に任意の屈折力配置において可動レンズ群を光軸と直交する方向に移動させて画像のブレを補正するときの偏心収差の発生について収差論的な立場より、第２３回応用物理学講演会（１９６２年）に松居より示された方法に基づいて説明する。
【００３９】
変倍光学系の一部のレンズ群ＰをＥだけ平行偏心させたときの全系の収差量ΔＹ１は（ａ）式の如く偏心前の収差量ΔＹと偏心によって発生した偏心収差量ΔＹ（Ｅ）との和になる。ここで収差量ΔＹは球面収差（Ｉ）、コマ収差（II）、非点収差（III）、ペッツバール和（Ｐ）、歪曲収差（Ｙ）で表される。又偏心収差ΔＹ（Ｅ）は（Ｃ）式に示すように１次の偏心コマ収差（II Ｅ）、１次の偏心非点収差（III Ｅ）、１次の偏心像面弯曲（ＰＥ）、１次の偏心歪曲収差（ＶＥ１）、１次の偏心歪曲附加収差（ＶＥ２）、そして１次の原点移動（ΔＥ）で表される。

【００４０】
又（ｄ）式から（ｉ）式の（ΔＥ）～（ＶＥ２）までの収差はレンズ群Ｐを平行偏心させる変倍光学系においてレンズ群Ｐへの光線の入射角をα_P，αa_Pとしたときにレンズ群Ｐの収差係数I_P，II_P，III_P，P_P，V_Pと、又同様にレンズ群Ｐより像面側に配置したレンズ群を全体として１つの第ｑレンズ群としたときの収差係数をI_q，II_q，III_q，P_q，V_qを用いて表される。
【００４１】
【数４】

$$\Delta Y1 = \Delta Y + \Delta Y(E) \quad \cdots\cdots (a)$$

$$\Delta Y = -\frac{1}{2\alpha_K'}\Big[(N_1\tan\omega)^3 \cos\phi\omega \cdot V + (N_1\tan\omega)^2 R\{2\cos\phi\omega \cos(\phi_R - \phi\omega)\cdot III + \cos\phi_R (III + P)\} + (N_1\tan\omega) R^2\{2\cos\phi_R \cos(\phi_R - \phi\omega) + \cos\phi\omega\}\cdot II + R^3 \cos\phi \cdot I \Big] \quad \cdots\cdots (b)$$

$$\Delta Y(E) = -\frac{E}{2\alpha_K'}\Big[\Big[(N_1\tan\omega)^2\{(2+\cos2\phi\omega)(VE1) - (VE2)\} + 2(N_1\tan\omega) R\Big[\{2\cos(\phi_R - \phi\omega) + \cos(\phi_R + \phi\omega)\}(IIIE) + \cos\phi_R \cos\phi\omega\cdot(PE)\Big] + R^2(2 + \cos2\phi_R)(IIE)\Big] - \frac{E}{2\alpha_K'}(\Delta E) \quad \cdots\cdots (c)$$

$$(\Delta E) = -2(\alpha'_p - \alpha_p) = -2 h_p \phi_p \quad \cdots\cdots (d)$$

$$(IIE) = \alpha a_p II_q - \alpha_p(II_p + II_q) - \alpha a_p' I_q + \alpha a_p(I_p + I_q) = h_p \phi_p II_q - \alpha_p II_p - (h a_p \phi_p I_q - \alpha a_p I_p) \quad \cdots\cdots (e)$$

$$(IIIE) = \alpha'_p III_q - \alpha_p(III_p + III_q) - \alpha a_p' II_q + \alpha a_p (II_p + II_q) = h_p \phi_p III_q - \alpha_p III_p - (h a_p \phi_p II_q - \alpha a_p II_p) \quad \cdots\cdots (f)$$

$$(PE) = \alpha'_p P_q - \alpha_p(P_p + P_q) = h_p \phi_p P_q - \alpha_p P_p \quad \cdots\cdots (g)$$

$$(VE1) = \alpha'_p V_q - \alpha_p(V_p+V_q) - \alpha a_p' III_q + \alpha a_p(III_p+III_q)$$
$$= h_p \phi_p V_q - \alpha_p V_p - (h a_p \phi_p III_q - \alpha a_p III_p) \quad \cdots\cdots(h)$$

$$(VE2) = \alpha a_p P_q - \alpha a_p(P_p + P_q)$$
$$= h a_p \phi_p P_q - \alpha a_p P_p \quad \cdots\cdots(i)$$

以上の式から偏心収差の発生を小さくする為にはレンズ群Ｐの諸収差係数I_p,II_p，III_p,P_p,V_pを小さな値とするか、若しくは（ａ）式～（ｉ）式に示すように諸収差係数を互いに打ち消し合うようにバランス良く設定することが必要となってくる。

【００４２】

次に本発明の防振機能を有した変倍光学系の光学的作用を図１７に示した撮影光学系の一部のレンズ群を光軸と直交する方向に偏心駆動させて撮影画像の変位を補正する防振光学系を想定したモデルについて説明する。

【００４３】

まず十分に少ない偏心駆動量で十分に大きい変位補正を実現する為には上記の１次の原点移動（ΔＥ）を十分に大きくする必要がある。このことを踏まえた上で１次の偏心像面湾曲（ＰＥ）を補正する条件を考える。図１７は撮影光学系を物体側から順に第ｏ群、第ｐ群、第ｑ群の３つのレンズ群で構成し、このうち第ｐ群を光軸と直交する方向に平行移動させて画像のブレを補正している。

【００４４】

ここで第ｏ群、第ｐ群、第ｑ群の屈折力をそれぞれϕ_o，ϕ_p，ϕ_qとし、各レンズ群への近軸軸上光線と軸外光線の入射角をα，αａ、近軸軸上光線と軸外光線の入射高をｈ，ｈａ及び収差係数にも同様のｓｕｆｆｉｘを付して表記する。又各レンズ群はそれぞれ少ないレンズ枚数で構成されるものとし、各収差係数はそれぞれ補正不足の傾向を示すものとする。

【００４５】

このような前提のもとに各レンズ群のペッツバール和に着目すると各レンズ群のペッツバール和P_o,P_p,P_qは各レンズ群の屈折力ϕ_o,ϕ_p,ϕ_qに比例し、略

$P_o = C\phi_o$

$P_p = C\phi_p$

$P_q = C\phi_q$　　（但しＣは定数）

なる関係を満足する。従って第ｐ群を平行偏心させたときに発生する１次の偏心像面湾曲（ＰＥ）は上式と代入して次のように整理することができる。

【００４６】

$(PE) = C\phi_p(h_p \phi_q - \alpha_p)$

従って偏心像面湾曲（ＰＥ）を補正するためには$\phi_p = 0$または$\phi_q = \alpha_p / h_p$とすることが必要となる。ところが$\phi_p = 0$とすると１次の原点移動（ΔＥ）が０となって変位補正ができなくなるため$\phi_q = \alpha_p / h_p$を満足する解を求めなければならない。即ち$h_p > 0$であるため、少なくともα_pとϕ_qを同符号とすることが必要となるわけである。

【００４７】

（イ）　$\alpha_p > 0$のとき

偏心像面湾曲の補正のため$\phi_q > 0$、又必然的に$\phi_o > 0$となる。更にこのとき$\phi_p > 0$とすると$0 < \alpha_p < \alpha'_p < 1$、１次の原点移動（ΔＥ）は次のようになる。

【００４８】

$(\Delta E) = -2(\alpha_p' - \alpha_p) > -2$

即ち偏心敏感度（偏心レンズ群の単位変位量に対する撮影画像のブレの変位量との比）が１より小さくなる。又前述のように$\phi_p = 0$では偏心敏感度は０となる。従って、このような場合には$\phi_p < 0$としなければならない。

【００４９】
（ロ）　α_p ＜０のとき
偏心像面湾曲（ＰＥ）の補正の為ϕ_q ＜０、又必然的にϕ_o＜０、従って更に必然的にϕ_p ＞０となる。
【００５０】
以上より１次の原点移動（ΔＥ）を十分に大きくしつつ、１次の偏心像面湾曲（ＰＥ）を補正することの可能となる光学系の屈折力配置は次のようなものが適する。
【００５１】
【表１】

レンズ群		o	p	q
屈折力配置	a	正	負	正
	b	負	正	負

このような屈折力配置のレンズ構成を図示すると、それぞれ図１８（Ａ）及び図１８（Ｂ）のようになる。
【００５２】
本発明では、このような屈折力配置を利用して変倍光学系を構成している。一般に変倍光学系においては、各レンズ群の屈折力を適切に設定することにより、コンパクトなレンズ構成で十分に大きい変倍効果を実現すると同時に、諸収差を良好に補正している。この際、変倍光学系の変倍に寄与する各レンズ群は、レンズ系全体をコンパクトなレンズ構成とする為に比較的強い屈折力を有するのが良い。また変倍時の諸収差の変動を良好に補正する為に各レンズ群内の残存収差量を少なくしたものが良い。
【００５３】
変倍光学系の一部のレンズ群を光軸と直交する方向に平行偏心させて撮影画像の変位を補正する防振機能を有した変倍光学系を構成する方法として、偏心敏感度を十分に大きくすることができるという点と、偏心収差の補正が比較的容易になるという点から、平行偏心させるレンズ群として、変倍に寄与するレンズ群をそのまま適用する方法がある。
【００５４】
一方、装置自体のコンパクト化を図る為、平行偏心させるレンズ群として、レンズ外径の比較的小さなレンズ群を選択するのが望ましい。また機構の複雑化を防止する為、平行偏心させる偏心レンズ群として、変倍に際して固定のレンズ群を選択するのが機構上望ましい。
【００５５】
本発明では以上の観点から、基本的なレンズ構成を図１８（Ａ），（Ｂ）に示す屈折力配置を有すると共に、第ｏ群及び第ｑ群を変倍に際して光軸上移動させ、第ｐ群を固定とする変倍光学系を採用している。
【００５６】
本発明において変倍に際して可動とするレンズ群はこのような基本的なレンズ構成のみではなく、前述の第ｏ群及び第ｑ群をそれぞれ１つまたは複数のレンズ群に分割しても良く、これによれば諸収差を良好に補正した変倍光学系を実現することができる。尚、以上の各実施例において、第２群を平行偏心させると共に、または平行偏心の代わりに光軸上の一点を中心に回動させることにより撮影画像のブレを補正するようにしても良い。
【００５７】
次に参考例と本発明の数値実施例を示す。数値実施例においてＲｉは物体側より順に第ｉ番目のレンズ面の曲率半径、Ｄｉは物体側より第ｉ番目のレンズ厚及び空気間隔、Ｎｉとνｉは各々物体側より順に第ｉ番目のレンズのガラスの屈折率とアッベ数である。
（参考例）

（数値実施例１）

R 1= 101.63	D 1= 2.8	N 1=1.80518	ν 1= 25.4
R 2= 65.89	D 2= 6.8	N 2=1.51633	ν 2= 64.2
R 3= 1548.66	D 3= 0.2		
R 4= 207.11	D 4= 4.2	N 3=1.48749	ν 3= 70.2
R 5= -337.94	D 5=可変		
R 6= -125.77	D 6= 1.5	N 4=1.77250	ν 4= 49.6
R 7= 151.03	D 7= 2.8		
R 8= -67.50	D 8= 1.5	N 5=1.61800	ν 5= 63.4
R 9= 44.49	D 9= 3.4	N 6=1.84666	ν 6= 23.8
R10= 125.21	D10=可変		
R11=（絞り）	D11= 1.5		
R12= 157.70	D12= 3.7	N 7=1.48749	ν 7= 70.2
R13= -86.24	D13= 0.2		
R14= 46.44	D14= 5.7	N 8=1.60311	ν 8= 60.7
R15= -78.17	D15= 1.5	N 9=1.83400	ν 9= 37.2
R16= 308.70	D16=可変		
R17= 159.74	D17= 4.6	N10=1.60311	ν 10= 60.7
R18= -35.11	D18= 1.5	N11=1.80518	ν 11= 25.4
R19= -118.95	D19= 0.2		
R20= 38.80	D20= 4.0	N12=1.51633	ν 12= 64.2
R21= 2284.84	D21=可変		
R22= -68.32	D22= 1.5	N13=1.77250	ν 13= 49.6
R23= 34.06	D23= 3.6		
R24= -162.72	D24= 1.5	N14=1.69680	ν 14= 55.5
R25= 98.00	D25= 0.2		
R26= 49.20	D26= 4.3	N15=1.80518	ν 15= 25.4
R27= -185.92			

【００５８】

【表２】

焦点距離 可変間隔	76.72	135.00	291.89
D 5	3.50	28.15	58.50
D10	37.00	21.31	2.00
D16	40.60	40.85	52.20
D21	9.70	8.40	2.00

【００５９】

【数５】

$$|fa/\sqrt{fW \cdot fT}| = 0.295$$

（本発明の数値実施例２）

R 1= 104.82	D 1= 2.8	N 1=1.80518	ν 1= 25.4
R 2= 65.22	D 2= 6.6	N 2=1.51633	ν 2= 64.2
R 3= 1064.41	D 3= 0.2		
R 4= 157.35	D 4= 4.6	N 3=1.51633	ν 3= 64.2

R 5= -339.86　　D 5=可変
R 6= -172.44　　D 6= 1.5　　N 4=1.77250　　ν 4= 49.6
R 7= 63.56　　D 7= 4.9
R 8= -34.89　　D 8= 1.5　　N 5=1.51633　　ν 5= 64.2
R 9= 78.96　　D 9= 3.5　　N 6=1.84666　　ν 6= 23.8
R10= -270.70　　D10=可変
R11= 63.23　　D11= 4.4　　N 7=1.60311　　ν 7= 60.7
R12= -77.78　　D12= 0.2
R13= 57.33　　D13= 4.8　　N 8=1.48749　　ν 8= 70.2
R14= -59.18　　D14= 1.5　　N 9=1.83400　　ν 9= 37.2
R15= 210.50　　D15= 3.0
R16=（絞り）　　D16=可変
R17= -58.16　　D17= 2.5　　N10=1.60311　　ν 10= 60.7
R18= -77.22　　D18=可変
R19= 177.20　　D19= 4.2　　N11=1.60311　　ν 11= 60.7
R20= -42.39　　D20= 1.5　　N12=1.80518　　ν 12= 25.4
R21= -88.25　　D21= 0.2
R22= 56.85　　D22= 2.8　　N13=1.51633　　ν 13= 64.2
R23= 218.49　　D23=可変
R24= -44.17　　D24= 1.5　　N14=1.77250　　ν 14= 49.6
R25= 51.97　　D25= 3.3　　N15=1.80518　　ν 15= 25.4
R26= 2229.01

【００６０】
【表３】

焦点距離 可変間隔	76.12	135.00	291.49
D 5	4.00	33.38	59.00
D10	31.30	20.57	2.00
D16	4.00	14.73	33.30
D18	23.80	18.20	21.60
D23	22.40	17.35	3.99

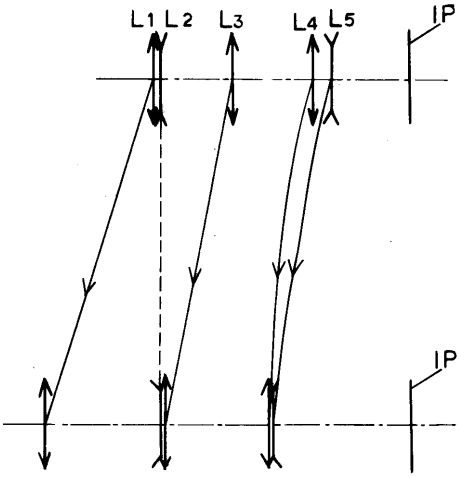
【００６１】
【数６】

$$|fa/\sqrt{fW \cdot fT}| = 0.275$$

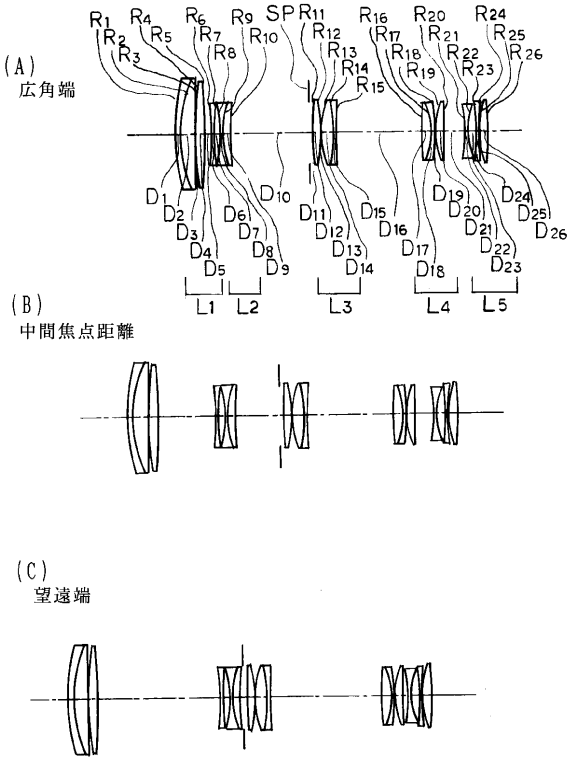
【００６２】
【発明の効果】
本発明によれば以上のように各要素を設定することにより、変倍光学系の一部のレンズ群を光軸と直交する方向に移動させて画像のブレを補正する際、可動レンズ群として小型軽量のレンズ群を用い、かつ少ない移動量で大きな画像のブレを補正することができ、更に可動レンズ群を移動させて略平行偏心させたときの前述の各種の偏心収差の発生量が少なく良好なる光学性能が得られる防振機能を有した変倍光学系を達成することができる。

【００６３】
特に本発明によれば、各種の偏心収差を良好に補正しつつ、十分に少ない偏心駆動量で十分に大きい変位補正を実現し、また偏心駆動させるレンズ群以外のレンズ群を光軸方向に移動させて変倍を行う構成として、小型計量で良好な画像の得られる防振機能を有した変倍光学系を達成することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】　本発明の参考例の数値実施例１の近軸屈折力配置の説明図
【図２】　本発明の参考例の数値実施例１のレンズ断面図
【図３】　本発明の数値実施例２の近軸屈折力配置の説明図
【図４】　本発明の数値実施例２のレンズ断面図
【図５】　本発明の参考例の数値実施例１の広角端での基準状態の収差図
【図６】　本発明の参考例の数値実施例１の広角端での１度の振動を補正したときの収差図
【図７】　本発明の参考例の数値実施例１の中間での基準状態の収差図
【図８】　本発明の参考例の数値実施例１の中間での１度の振動を補正したときの収差図
【図９】　本発明の参考例の数値実施例１の望遠端での基準状態の収差図
【図１０】　本発明の参考例の数値実施例１の望遠端での１度の振動を補正したときの収差図
【図１１】　本発明の数値実施例２の広角端での基準状態の収差図
【図１２】　本発明の数値実施例２の広角端での１度の振動を補正したときの収差図
【図１３】　本発明の数値実施例２の中間での基準状態の収差図
【図１４】　本発明の数値実施例２の中間での１度の振動を補正したときの収差図
【図１５】　本発明の数値実施例２の望遠端での基準状態の収差図
【図１６】　本発明の数値実施例２の望遠端での１度の振動を補正したときの収差図
【図１７】　本発明において偏心収差補正を説明する為のレンズ構成の摸式図
【図１８】　本発明において偏心収差補正を説明する為のレンズ構成の摸式図

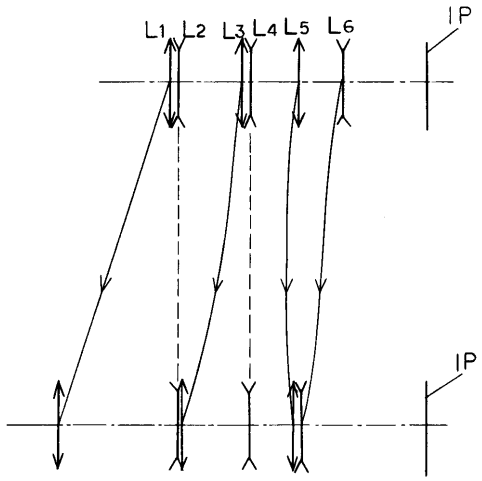
【図１】


L1 L2 L3 L4 L5
IP
IP

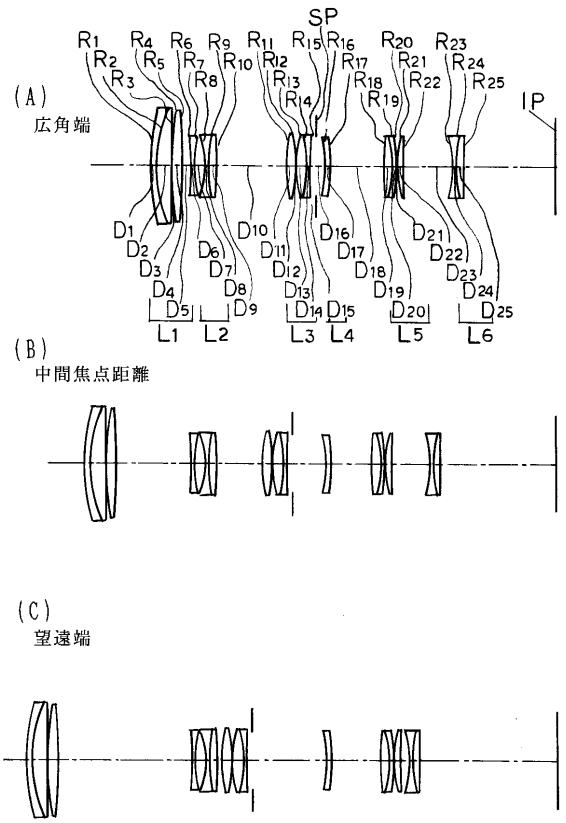
【図２】


(A)
広角端
(B)
中間焦点距離
(C)
望遠端
L1 L2 L3 L4 L5

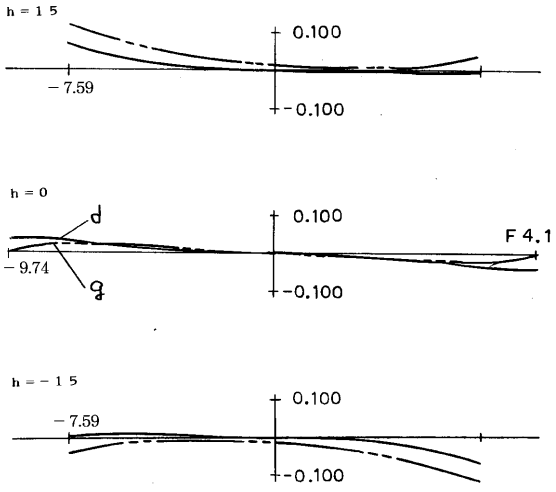
【図３】


L1 L2 L3 L4 L5 L6
IP
IP

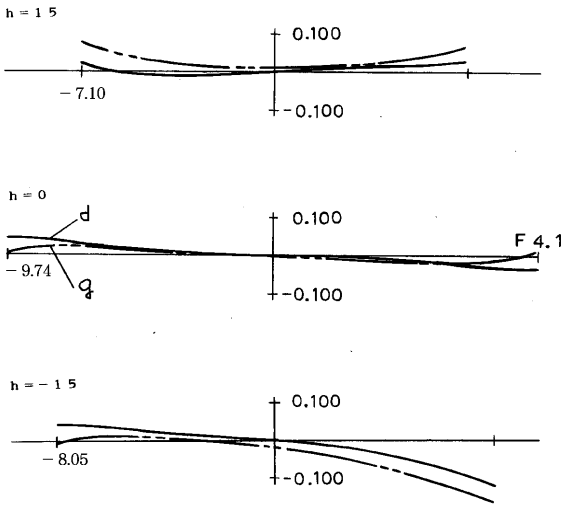
【図４】


SP
(A)
広角端
IP
(B)
中間焦点距離
(C)
望遠端
L1 L2 L3 L4 L5 L6

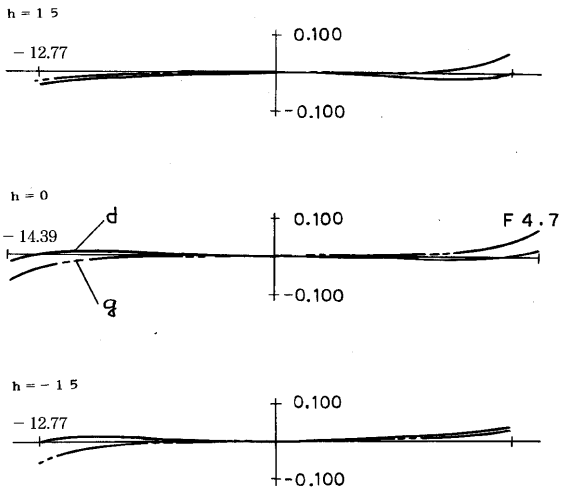
【図５】


h＝１５
0.100
－7.59
-0.100
h＝0
d
0.100
F 4.1
－9.74
q
-0.100
h＝－１５
0.100
－7.59
-0.100

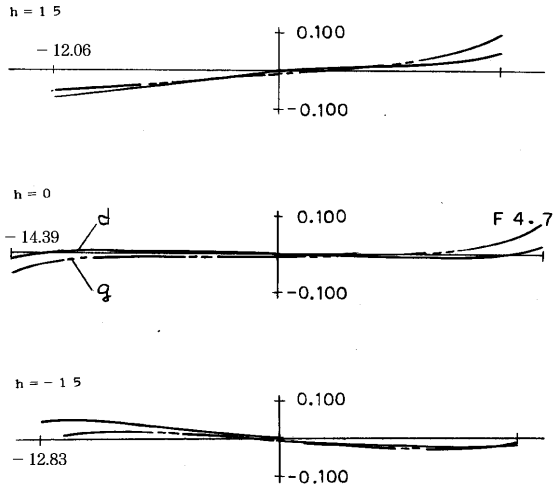
【図６】


h＝１５
0.100
－7.10
-0.100
h＝0
d
0.100
F 4.1
－9.74
q
-0.100
h＝－１５
0.100
－8.05
-0.100

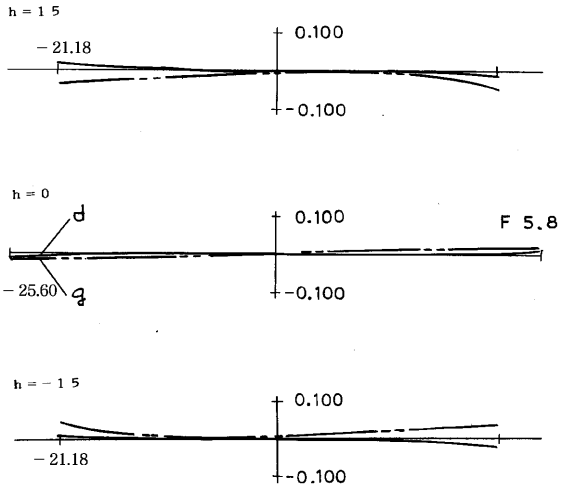
【図７】


h＝１５
0.100
－12.77
-0.100
h＝0
d
0.100
F 4.7
－14.39
q
-0.100
h＝－１５
0.100
－12.77
-0.100

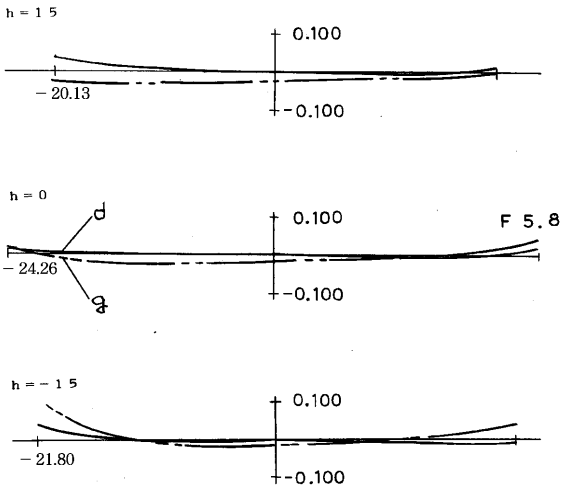
【図８】


h＝１５
0.100
－12.06
-0.100
h＝0
d
0.100
F 4.7
－14.39
q
-0.100
h＝－１５
0.100
－12.83
-0.100

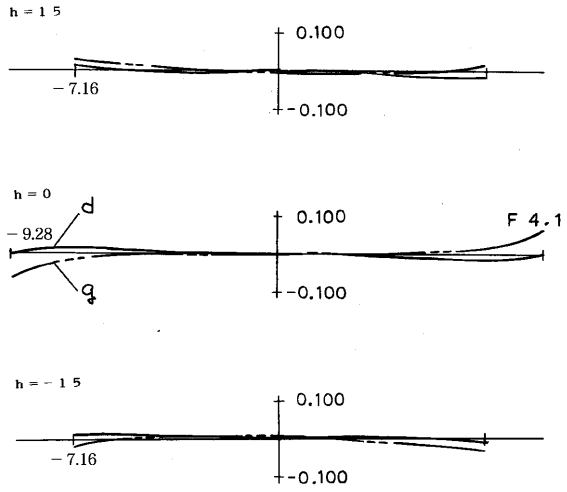
【図９】



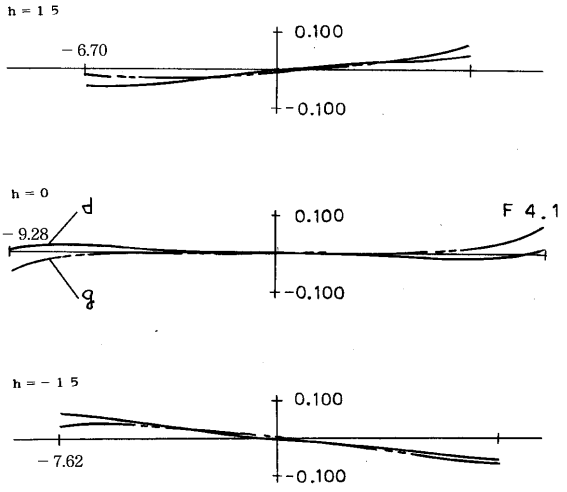
【図１０】



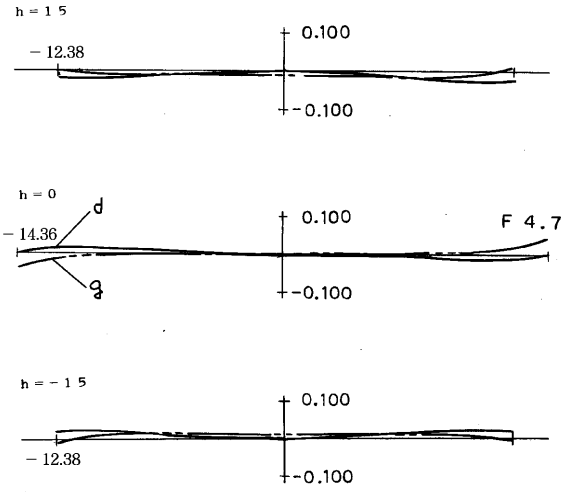
【図１１】



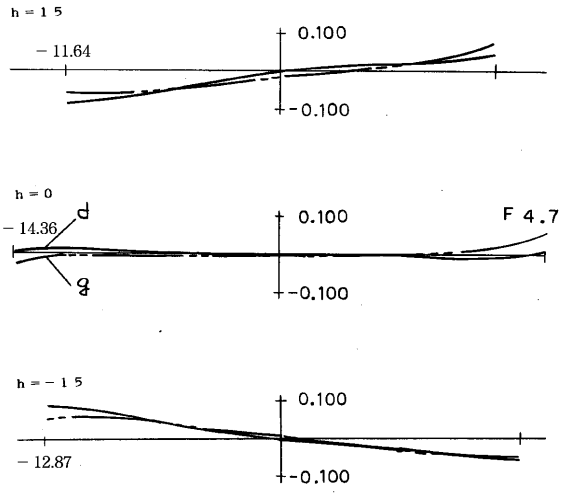
【図１２】



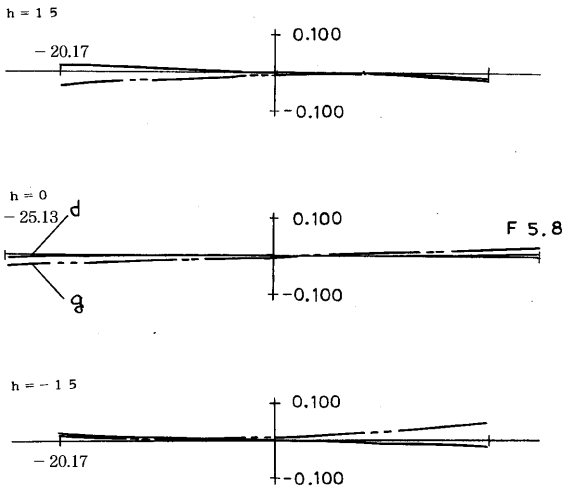
【図１３】



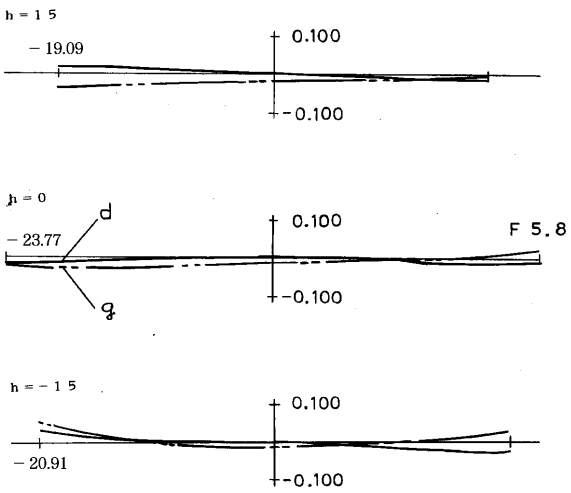
【図１４】



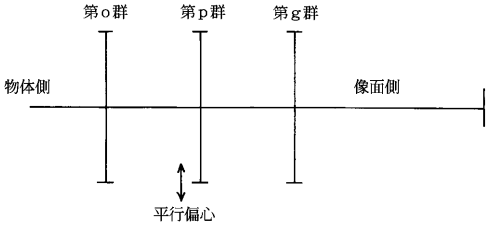
【図１５】



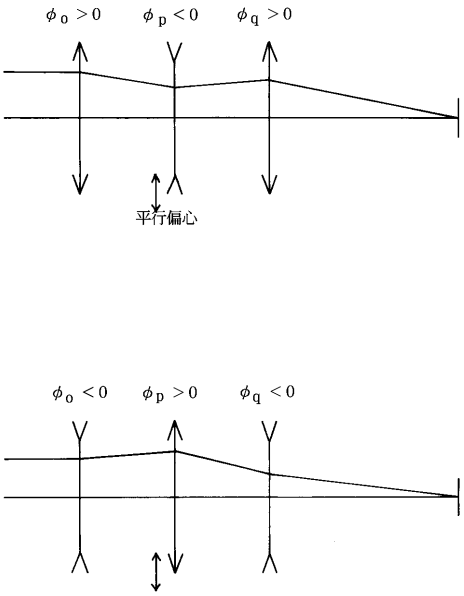
【図１６】



【図１７】



【図１８】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０２－１３５４０８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３３７３７５（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－３０６３６３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１９９０７０（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２２９４２５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－１８９８１９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G02B 15/16
G02B 27/64