

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4466028号
(P4466028)

(45) 発行日 平成22年5月26日(2010.5.26)

(24) 登録日 平成22年3月5日(2010.3.5)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 B 15/20 (2006.01) G O 2 B 15/20
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 10 (全 26 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-341869 (P2003-341869) (22) 出願日 平成15年9月30日 (2003.9.30) (65) 公開番号 特開2005-107273 (P2005-107273A) (43) 公開日 平成17年4月21日 (2005.4.21) 審査請求日 平成18年9月21日 (2006.9.21)</p>	<p>(73) 特許権者 000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 (74) 代理人 100077919 弁理士 井上 義雄 (72) 発明者 芝山 敦史 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 原田 英信 (56) 参考文献 特開2002-098893 (JP, A)</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変焦点距離レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とからなり、

広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が減少し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が増大し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群とは物体側へ移動し、

前記第4レンズ群は、物体側から順に、第1正レンズと第1負レンズとからなる第1接合レンズと、第2負レンズと第2正レンズとからなる第2接合レンズとを有し、

以下の条件式を満足することを特徴とする可変焦点距離レンズ。

$$5.5 < f_1 / f_w < 10.0$$

$$1.0 < (-f_2) / f_w < 2.0$$

$$4.1 < f_3 / f_w < 8.0$$

$$3.0 < f_4 / f_w < 5.5$$

但し、

f_w : 広角端状態における前記可変焦点距離レンズ全系の焦点距離

f₁ : 前記第1レンズ群の焦点距離

f₂ : 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

f 4 : 前記第 4 レンズ群の焦点距離

【請求項 2】

以下の条件式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。

$$0.15 < (D_{34w} - D_{34t}) / f_w < 0.3$$

但し、

D_{34w} : 広角端状態における前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との光軸上の空気間隔

D_{34t} : 望遠端状態における前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との光軸上の空気間隔

10

【請求項 3】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の可変焦点距離レンズ。

$$0.05 < N_{41} - N_{42}$$

$$1.5 < \frac{d_{44}}{d_{43}}$$

但し、

N₄₁ : 前記第 4 レンズ群中の前記第 1 正レンズの硝材の d 線 (λ = 587.6 nm) に対する屈折率

N₄₂ : 前記第 4 レンズ群中の前記第 1 負レンズの硝材の d 線 (λ = 587.6 nm) に対する屈折率

20

d₄₄ : 前記第 4 レンズ群中の前記第 2 正レンズの硝材の d 線 (λ = 587.6 nm) に対するアッペ数

d₄₃ : 前記第 4 レンズ群中の前記第 2 負レンズの硝材の d 線 (λ = 587.6 nm) に対するアッペ数

【請求項 4】

広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、前記第 1 レンズ群は、当該第 1 レンズ群の望遠端状態における位置が広角端状態における位置よりも物体側となるように移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の可変焦点距離レンズ。

$$0.5 < M_1 / f_w < 1.5$$

但し、

M₁ : 広角端状態と望遠端状態での前記第 1 レンズ群の像面からの距離の差

30

【請求項 5】

前記第 4 レンズ群中の前記第 1 正レンズは両凸形状の正レンズであり、前記第 4 レンズ群中の前記第 1 負レンズおよび前記第 2 負レンズは両凹形状の負レンズであり、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の可変焦点距離レンズ。

$$-3.5 < R_{S1} / f_w < -1.2$$

$$0.7 < R_{S2} / f_w < 2.0$$

但し、

R_{S1} : 前記第 4 レンズ群中の前記第 1 正レンズと前記第 1 負レンズとの接合面の曲率半径

R_{S2} : 前記第 4 レンズ群中の前記第 2 正レンズと前記第 2 負レンズとの接合面の曲率半径

40

【請求項 6】

前記第 4 レンズ群中の前記第 2 正レンズの像側のレンズ面は、光軸から離れるにしたがって負の屈折力が増大する非球面であることを特徴とする請求項 5 に記載の可変焦点距離レンズ。

【請求項 7】

前記第 4 レンズ群は、前記第 2 正レンズの像側に、像側のレンズ面が光軸から離れるに

50

したがって負の屈折力が増大する非球面を備える非球面レンズを有することを特徴とする請求項 5 に記載の可変焦点距離レンズ。

【請求項 8】

前記第 5 レンズ群を物体側へ移動させることによって、遠距離から近距離へのフォーカシングを行い、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の可変焦点距離レンズ。

$$2.0 < f_5 / f_w < 4.0$$

但し、

f_5 : 前記第 5 レンズ群の焦点距離

10

【請求項 9】

前記第 5 レンズ群は、単一の正レンズからなり、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 8 に記載の可変焦点距離レンズ。

$$0.6 < (r_R + r_F) / (r_R - r_F) < 1.5$$

但し、

r_F : 前記単一の正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径

r_R : 前記単一の正レンズの像側のレンズ面の曲率半径

【請求項 10】

前記第 3 レンズ群は、単一の正レンズからなることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の可変焦点距離レンズ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可変焦点距離レンズに関し、特に固体撮像素子などを用いたビデオカメラや電子スチルカメラなどに適した可変焦点距離レンズに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、固体撮像素子などを用いたビデオカメラや電子スチルカメラなどに適した可変焦点距離レンズが知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【特許文献 1】特開 2002 - 72087 号公報

30

【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、上記特許文献 1 に開示の各実施例に係る可変焦点距離レンズは、いずれも広角端状態において画角が 60°程度で口径比が $F/2.8$ 程度である。したがって、広角化および大口径比化が十分に図られていないという問題がある。

そこで本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、固体撮像素子などを用いたビデオカメラや電子スチルカメラなどに適し、広角端状態における画角が 70°以上、広角端状態における口径比が $F/2$ 程度、変倍比が 2.5 倍以上であり、優れた結像性能を有する可変焦点距離レンズを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記課題を解決するために本発明は、

物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群とからなり、

広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少し、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔が減少し、前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群との間隔が増大し、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群とは物体側へ移動し、

50

前記第4レンズ群は、物体側から順に、第1正レンズと第1負レンズとからなる第1接合レンズと、第2負レンズと第2正レンズとからなる第2接合レンズとを有し、

以下の条件式(1)~(4)を満足することを特徴とする可変焦点距離レンズを提供する。

$$(1) \quad 5.5 < f_1 / f_w < 10.0$$

$$(2) \quad 1.0 < (-f_2) / f_w < 2.0$$

$$(3) \quad 4.1 < f_3 / f_w < 8.0$$

$$(4) \quad 3.0 < f_4 / f_w < 5.5$$

但し、

f_w : 広角端状態における前記可変焦点距離レンズ全系の焦点距離

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

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

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離

【発明の効果】

【0005】

本発明によれば、固体撮像素子などを用いたビデオカメラや電子スチルカメラなどに適し、広角端状態における画角が70°以上、広角端状態における口径比がF/2程度、変倍比が2.5倍以上であり、優れた結像性能を有する可変焦点距離レンズを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

本発明の可変焦点距離レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が増大し、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が減少し、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が減少し、第4レンズ群と第5レンズ群との間隔が増大し、第3レンズ群と第4レンズ群とは物体側へ移動し、第4レンズ群は、物体側から順に、第1正レンズと第1負レンズとからなる第1接合レンズと、第2負レンズと第2正レンズとからなる第2接合レンズとを有し、以下の条件式(1)~(4)を満足するように構成されている。

$$(1) \quad 5.5 < f_1 / f_w < 10.0$$

$$(2) \quad 1.0 < (-f_2) / f_w < 2.0$$

$$(3) \quad 4.1 < f_3 / f_w < 8.0$$

$$(4) \quad 3.0 < f_4 / f_w < 5.5$$

但し、

f_w : 広角端状態における可変焦点距離レンズ全系の焦点距離

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離

f_2 : 第2レンズ群の焦点距離

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

f_4 : 第4レンズ群の焦点距離

【0007】

上記特許文献1に開示の各実施例に係る可変焦点距離レンズは、正負正正の4群方式を採用している。これに対し、本発明の可変焦点距離レンズは、第2レンズ群よりも像側に3つの正レンズ群を配置し、それぞれの空気間隔を変化させる構成としている。これにより、大口径化に伴い増大しがちな諸収差および収差の変動を良好に補正することが可能となる。

また、第4レンズ群は、物体側から順に、第1正レンズと第1負レンズとからなる第1接合レンズと、第2負レンズと第2正レンズとからなる第2接合レンズとを有する構成としている。これにより、大口径化に対応して球面収差および色収差を良好に補正するこ

10

20

30

40

50

とが可能となる。

【0008】

上記条件式(1)～(4)は、可変焦点距離レンズの広角化と大口径比化とを実現するため条件式であり、条件式(1)は第1レンズ群の焦点距離の適切な範囲を規定している。条件式(1)の上限値を上回ると、第1レンズ群の屈折力が弱くなり、大口径比化を図ることが困難となる。一方、条件式(1)の下限値を下回ると、第1レンズ群の焦点距離が小さくなり、球面収差や非点収差などを十分に補正することが困難となる。したがってこの結果、広角化と大口径比化とを図ることが困難となる。

尚、本発明の可変焦点距離レンズは、条件式(1)の上限値を9.0として満足することがより好ましい。また、下限値を6.0として満足することがより好ましい。

10

【0009】

上記条件式(2)は、第2レンズ群の焦点距離の適切な範囲を規定するものである。条件式(2)の下限値を下回ると、第2レンズ群の焦点距離が小さくなり、球面収差やコマ収差などを十分に補正することが困難となる。一方、条件式(2)の上限値を上回ると、第2レンズ群の焦点距離が大きくなり、第1レンズ群の有効径の大型化を招いてしまうため好ましくない。

尚、本発明の可変焦点距離レンズは、条件式(2)の上限値を1.8として満足することがより好ましい。また、下限値を1.2として満足することがより好ましい。

【0010】

上記条件式(3)は、第3レンズ群の焦点距離の適切な範囲を規定するものである。条件式(3)の下限値を下回ると、第3レンズ群の焦点距離が小さくなり、球面収差やコマ収差などを十分に補正することが困難となる。一方、条件式(3)の上限値を上回ると、第3レンズ群の屈折力が弱くなり、変倍の際の諸収差の変動を良好に補正することが困難となる。

20

尚、本発明の可変焦点距離レンズは、条件式(3)の上限値を7.0として満足することがより好ましい。また、下限値を4.2として満足することがより好ましい。

【0011】

上記条件式(4)は、第4レンズ群の焦点距離の適切な範囲を規定するものである。条件式(4)の下限値を下回ると、第4レンズ群の焦点距離が小さくなり、球面収差や非点収差などを十分に補正することが困難となる。一方、条件式(4)の上限値を上回ると、第4レンズ群の屈折力が弱くなり、変倍の際の諸収差の変動を良好に補正することが困難となる。

30

尚、本発明の可変焦点距離レンズは、条件式(4)の上限値を5.0として満足することがより好ましい。また、下限値を3.3として満足することがより好ましい。

【0012】

また、本発明の好ましい態様によれば、本発明の可変焦点距離レンズが以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 0.15 < (D_{34w} - D_{34t}) / f_w < 0.3$$

但し、

D_{34w} : 広角端状態における第3レンズ群と第4レンズ群との光軸上の空気間隔

40

D_{34t} : 望遠端状態における第3レンズ群と第4レンズ群との光軸上の空気間隔

【0013】

上記条件式(5)は、変倍に伴う第3レンズ群と第4レンズ群との光軸上の空気間隔変化の適切な範囲を規定するものである。本発明の可変焦点距離レンズは、変倍時に第3レンズ群と第4レンズ群との光軸上の空気間隔を変化させることによって像面湾曲を最適に補正した状態を達成している。条件式(5)の下限値を下回ると、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔変化が小さくなり、像面湾曲の変動を十分に補正することが困難となる。一方、条件式(5)の上限値を上回ると、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔変化が過大となり、レンズ全長の大型化を招いてしまう。

【0014】

50

また、本発明の好ましい態様によれば、本発明の変焦点距離レンズが以下の条件式(6)、(7)を満足することが望ましい。

$$(6) \quad 0.05 < N_{41} - N_{42}$$

$$(7) \quad 1.5 < 44 - 43$$

但し、

N_{41} : 第4レンズ群中の第1正レンズの硝材のd線($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)に対する屈折率

N_{42} : 第4レンズ群中の第1負レンズの硝材のd線($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)に対する屈折率

44 : 第4レンズ群中の第2正レンズの硝材のd線($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)に対するアッペ数

43 : 第4レンズ群中の第2負レンズの硝材のd線($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)に対するアッペ数

【0015】

上記条件式(6)は、第4レンズ群中の第1接合レンズを構成する第1正レンズと第1負レンズとの屈折率の差の適切な範囲を規定するものである。条件式(6)の下限値を下回ると、球面収差をはじめとする諸収差を補正することが困難となる。

【0016】

上記条件式(7)は、第4レンズ群中の第2接合レンズを構成する第2正レンズと第2負レンズとのアッペ数の差の適切な範囲を規定するものである。条件式(7)の下限値を下回ると、軸上色収差をはじめとする諸収差を補正することが困難となる。

【0017】

また、本発明の好ましい態様によれば、本発明の変焦点距離レンズを小型に構成するために、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第1レンズ群は、当該第1レンズ群の望遠端状態における位置が広角端状態における位置よりも物体側となるように移動し、以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$(8) \quad 0.5 < M1 / fw < 1.5$$

但し、

$M1$: 広角端状態と望遠端状態での第1レンズ群の像面からの距離の差

【0018】

上記条件式(8)は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際する第1レンズ群の移動量の適切な範囲を規定するものである。条件式(8)の上限値を上回ると、変倍に伴う第1レンズ群の移動量が過大となり、鏡筒の構造の複雑化を招いてしまうため好ましくない。一方、条件式(8)の下限値を下回ると、第1レンズ群の有効径の大型化を招いてしまうため好ましくない。

【0019】

また、本発明の好ましい態様によれば、本発明の変焦点距離レンズにおいて球面収差および色収差をさらに良好に補正するために、第4レンズ群中の第1正レンズが両凸形状の正レンズであり、第4レンズ群中の第1負レンズおよび第2負レンズが両凹形状の負レンズであり、以下の条件式(9)、(10)を満足することが望ましい。

$$(9) \quad -3.5 < RS1 / fw < -1.2$$

$$(10) \quad 0.7 < RS2 / fw < 2.0$$

但し、

$RS1$: 第4レンズ群中の第1正レンズと第1負レンズとの接合面の曲率半径

$RS2$: 第4レンズ群中の第2正レンズと第2負レンズとの接合面の曲率半径

【0020】

上記条件式(9)は、第4レンズ群中の第1正レンズと第1負レンズとの接合面の曲率半径の適切な範囲を規定するものである。条件式(9)の上限値または下限値を越えると、変倍時における球面収差および球面収差の変動を補正することが困難となる。

【0021】

10

20

30

40

50

上記条件式(10)は、第4レンズ群中の第2正レンズと第2負レンズとの接合面の曲率半径の適切な範囲を規定するものである。条件式(10)の上限値または下限値を越えると、変倍時における色収差および色収差の変動を補正することが困難となる。

【0022】

また、本発明の好ましい態様によれば、第4レンズ群中の第2正レンズの像側のレンズ面は、光軸から離れるにしたがって負の屈折力が増大する非球面であることが収差補正上望ましい。

また、本発明の好ましい態様によれば、第4レンズ群は、第2正レンズの像側に、像側のレンズ面が光軸から離れるにしたがって負の屈折力が増大する非球面を備える非球面レンズを有することが収差補正上望ましい。

10

【0023】

また、本発明の好ましい態様によれば、近距離撮影時の良好な性能の維持とフォーカシング機構の簡素化を図るために、第5レンズ群を物体側へ移動させることによって、遠距離から近距離へのフォーカシングを行い、以下の条件式(11)を満足することが望ましい。

$$(11) \quad 2.0 < f_5 / f_w < 4.0$$

但し、

f_5 : 第5レンズ群の焦点距離

【0024】

上記条件式(11)は、第5レンズ群の焦点距離の適切な範囲を規定するものである。条件式(11)の上限値または下限値を越えると、フォーカシングに伴う諸収差の変動が増大してしまうため好ましくない。

20

【0025】

また、本発明の好ましい態様によれば、近距離撮影時の良好な性能の維持とフォーカシング機構の簡素化を図るために、第5レンズ群は、単一の正レンズからなり、以下の条件式(12)を満足することが望ましい。

$$(12) \quad 0.6 < (r_R + r_F) / (r_R - r_F) < 1.5$$

但し、

r_F : 第5レンズ群を構成する単一の正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径

r_R : 第5レンズ群を構成する単一の正レンズの像側のレンズ面の曲率半径

30

【0026】

上記条件式(12)は、第5レンズ群を構成する単一の正レンズの形状を適切に規定するものである。条件式(12)の上限値または下限値を越えると、フォーカシングにともなう諸収差の変動が増大してしまうため好ましくない。

【0027】

また、本発明の好ましい態様によれば、本発明の変焦点距離レンズを簡素な構成とするために、第3レンズ群は、単一の正レンズからなることが望ましい。

【0028】

また、本発明の変焦点距離レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、1枚の正レンズのみからなる第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が増大し、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が減少し、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が減少し、第4レンズ群と第5レンズ群との間隔が増大し、第3レンズ群と第4レンズ群とは物体側へ移動し、以下の条件式(13)~(15)を満足するように構成されている。

40

$$(13) \quad 0.7 < H / f_w$$

$$(14) \quad 2.5 < f_t / f_w$$

$$(15) \quad FNW < 2.5$$

但し、

50

H : 最大像高
 f_w : 広角端状態における可変焦点距離レンズ全系の焦点距離
 f_t : 望遠端状態における可変焦点距離レンズ全系の焦点距離
 F_{NW} : 広角端状態におけるFナンバー

【0029】

上記条件式(13)は、最大像高の適切な範囲を規定するものである。条件式(13)の下限値を下回ると、広角化を十分に図ることが困難となる。

上記条件式(14)は、可変焦点距離レンズ全系の焦点距離の適切な範囲を規定するものである。条件式(14)の下限値を下回ると、十分な変倍比を得ることができなくなる。

10

上記条件式(15)は、広角端状態におけるFナンバーの適切な範囲を規定するものである。条件式(15)の上限値を上回ると、大口径比化を十分に図ることが困難となる。

【0030】

以下、本発明の各実施例に係る可変焦点距離レンズを添付図面(第1実施例のレンズ構成図である図1を参照。)に基づいて説明する。

本発明の各実施例に係る可変焦点距離レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成されている。

また、本発明の各実施例に係る可変焦点距離レンズにおいて、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増大するように、第1レンズ群、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、および第5レンズ群が望遠端状態において広角端状態よりも物体側に位置するように移動し、第2レンズ群G2は望遠端状態において広角端状態よりも像側に位置するように移動する。

20

さらに、開口絞りSは、第3レンズ群G3の中または近傍に配置されており、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第3レンズ群G3と一体的に移動する。尚、この開口絞りSの配置位置は、第3レンズ群G3中の最も物体側のレンズ面の物体側に隣接していることがより好ましい。

30

そして、第5レンズ群G5を物体側へ移動させることによって、遠距離から近距離へのフォーカシングが行われる。

また、第5レンズ群と像面Iとの間に、像面Iに配設された固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのフィルタ、すなわちローパスフィルタP1と、前記固体撮像素子を保護するカバーガラスP2を有する。

以上が各実施例に共通の構成であり、以下、実施例毎に詳細に説明する。

【0031】

(第1実施例)

図1は、本発明の第1実施例に係る可変焦点距離レンズのレンズ構成を示す図である。尚、本図および以下の各実施例のレンズ構成を示す図は、広角端状態Wから望遠端状態Tへの移動軌跡も示している。

40

図1に示すように、第1レンズ群G1は、物体側から順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL11と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL12との接合正レンズからなる。

また、第2レンズ群G2は、物体側から順に、両側のレンズ面が非球面で像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL23とからなる。

【0032】

また、第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL31からなる。

50

また、第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL41と両凹形状の負レンズL42との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL43と像側のレンズ面が非球面で物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL44との接合負レンズからなる。

また、第5レンズ群G5は、両凸形状の正レンズL51からなる。

また、開口絞りSは、第3レンズ群G3の物体側に隣接する。

【0033】

以下の表1に、本発明の第1実施例に係る可変焦点距離レンズの諸元の値を掲げる。

[全体諸元]において、fは焦点距離、FNOはFナンバー、2Aは画角をそれぞれ示す。

[レンズデータ]において、第1カラム面は物体側からのレンズ面の順序、第2カラムrはレンズ面の曲率半径、第3カラムdはレンズ面の間隔、第4カラムはd線(λ=587.6nm)に対するアッペ数、第5カラムnはd線(λ=587.6nm)に対する屈折率をそれぞれ示す。また、は平面、B.f.はバックフォーカスをそれぞれ示し、空気の屈折率1.0000はその記載を省略している。

10

【0034】

[非球面データ]には、非球面を次式で表した場合の非球面係数を示す。ここで、X(y)を非球面の頂点における接平面から高さyにおける非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離、rを近軸の曲率半径(基準球面の曲率半径)、を円錐定数、Ciを第i次の非球面係数とする。

$$X(y) = y^2 / [r \cdot \{ 1 + (1 - \dots \cdot y^2 / r^2)^{1/2} \}] + C4 \cdot y^4 + C6 \cdot y^6 + C8 \cdot y^8 + C10 \cdot y^{10}$$

20

尚、「E-n」は「×10⁻ⁿ」を示し、例えば「1.234E-05」は「1.234×10⁻⁵」を示す。

[変倍データ]には、広角端状態、中間焦点距離状態、および望遠端状態の各焦点距離状態における焦点距離f、近距離撮影状態での撮影倍率、および可変間隔の値を示す。

【0035】

ここで、以下の各実施例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、その他長さの単位は一般に「mm」が使われる。しかし光学系は、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ため、単位は「mm」に限られるものではない。

尚、以下の全実施例の諸元値においても、本実施例と同様の符号を用いる。

【0036】

30

(表1)

[全体諸元]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	= 7.300	~ 12.300	~ 20.700
FNO	= 2.02	~ 2.27	~ 2.60
2A	= 78.72°	~ 49.70°	~ 30.60°

[レンズ諸元]

面	r	d	n	
1	37.4766	1.0000	23.78	1.846660
2	24.2715	4.7532	46.58	1.804000
3	202.5738	(d 3)		
4	157.2454	1.1000	49.23	1.743300 非球面
5	8.3116	4.3670		非球面
6	-38.5769	1.0000	70.24	1.487490
7	20.1800	0.6885		
8	15.4643	2.3273	23.78	1.846660
9	38.8960	(d 9)		

40

50

10		1.0000			開口絞り S	
11	16.5411	2.1559	59.47	1.539960		
12	94.7573	(d12)				
13	9.6135	3.4440	52.67	1.741000		
14	-12.8610	0.9000	39.23	1.595510		
15	16.8904	1.0223				
16	-24.4618	0.9000	31.07	1.688930		
17	7.0516	3.1699	49.23	1.743300		
18	68.4565	(d18)			非球面	10
19	14.6032	2.8391	56.82	1.607380		
20	-131.4285	(d20)				
21		2.7600	64.14	1.516330		
22		1.0000				
23		0.5000	64.14	1.516330		
24		(B. f.)				

[非球面データ] 20

(第 4 面)

= 1.0000

C 4 = 9.20760E-5

C 6 = -1.23130E-6

C 8 = 7.63450E-9

C 1 0 = -1.86070E-11

(第 5 面)

= 1.0000

C 4 = 5.68220E-5

C 6 = 6.48390E-7

C 8 = -2.80270E-8

C 1 0 = -1.58280E-10

30

(第 1 8 面)

= -89.0000

C 4 = 5.76570E-4

C 6 = 3.73990E-6

C 8 = 1.84140E-7

C 1 0 = -1.29400E-9

40

[変倍データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態	
f	7.29996	12.29992	20.69989	
d3	1.00000	7.01644	15.52811	
d9	14.62402	5.92530	1.30000	
d12	2.99429	1.79177	1.50000	
d18	3.00000	4.82356	8.26002	
d20	2.94229	4.75810	5.77403	
B. f.	1.00000	1.00000	1.00000	50

【 0 0 3 7 】

図 2 , 3 , 4 はそれぞれ、本発明の第 1 実施例に係る可変焦点距離レンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の諸収差図である。

各収差図において、FNOはFナンバー、Aは半画角をそれぞれ示す。尚、球面収差図では最大口径に対応するFナンバーの値を示し、非点収差図および歪曲収差図では半画角の最大値をそれぞれ示し、コマ収差図では各半画角の値を示す。また、dはd線(= 587.6nm)、gはg線(= 435.8nm)をそれぞれ示す。非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面をそれぞれ示す。

尚、以下に示す各実施例の諸収差図において、本実施例と同様の符号を用いる。

【 0 0 3 8 】

各諸収差図より本実施例に係る可変焦点距離レンズは、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有することがわかる。

【 0 0 3 9 】

(第 2 実施例)

図 5 は、本発明の第 2 実施例に係る可変焦点距離レンズのレンズ構成を示す図である。

図 5 に示すように、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、像側に凹面を向けた平凹形状の負レンズ L 1 1 と両凸形状の正レンズ L 1 2 との接合負レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 1 3 とからなる。

また、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、両側のレンズ面が非球面で像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、両凹形状の負レンズ L 2 2 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 2 3 とからなる。

【 0 0 4 0 】

また、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 からなる。

また、第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 4 1 と両凹形状の負レンズ L 4 2 との接合正レンズと、両凹形状の負レンズ L 4 3 と像側のレンズ面が非球面で物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 4 4 との接合負レンズからなる。

また、第 5 レンズ群 G 5 は、両側のレンズ面が非球面で物体側のレンズ面は物体側に凸面を向けた正レンズ L 5 1 からなる。

また、開口絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 の物体側に隣接する。

以下の表 2 に、本発明の第 2 実施例に係る可変焦点距離レンズの諸元の値を掲げる。

【 0 0 4 1 】

(表 2)

[全体諸元]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	= 7.300	~ 12.300	~ 20.700
FNO	= 1.86	~ 2.13	~ 2.42
2A	= 78.72°	~ 49.28°	~ 30.08°

[レンズ諸元]

面	r	d	n	
1		1.0000	23.78	1.846660
2	71.8138	3.0007	46.58	1.804000
3	1998.0196	0.2000		
4	38.2620	3.4926	46.58	1.804000
5	234.2256	(d 5)		
6	68.5884	1.1000	49.23	1.743300 非球面
7	8.4215	5.1027		非球面

10

20

30

40

50

8	-20.7275	1.0000	70.24	1.487490	
9	25.9885	0.8167			
10	21.5262	2.0928	23.78	1.846660	
11	142.9580	(d11)			
12		1.2000			開口絞り S
13	19.7967	2.0975	52.67	1.741000	
14	55.4814	(d14)			
15	9.7565	3.5377	50.24	1.720000	10
16	-15.2538	0.9000	39.23	1.595510	
17	19.4095	0.9776			
18	-77.0605	0.9000	28.46	1.728250	
19	6.5760	2.7194	49.23	1.743300	
20	30.7456	(d20)			非球面
21	12.8269	3.1588	59.44	1.583130	非球面
22	-905.3549	(d22)			非球面
23		2.7600	64.14	1.516330	20
24		1.0000			
25		0.5000	64.14	1.516330	
26		(B.f.)			

[非球面データ]

(第 6 面)

= 1.0000

C 4 = 3.96020E-5

C 6 = -3.82290E-7

C 8 = 1.51560E-9

C 1 0 = -1.98910E-12

30

(第 7 面)

= 1.0000

C 4 = -5.12130E-6

C 6 = -8.85860E-8

C 8 = 6.01980E-9

C 1 0 = -3.59360E-10

(第 2 0 面)

= -89.0000

C 4 = 8.29170E-4

C 6 = -9.65600E-6

C 8 = 5.29470E-7

C 1 0 = -4.98980E-9

40

(第 2 1 面)

= 1.0000

C 4 = -6.96700E-7

C 6 = -4.77390E-7

50

C 8 = 4.30990E-8
C 1 0 = -7.22870E-10

(第22面)

= 1.0000
C 4 = 7.82940E-5
C 6 = -1.01700E-6
C 8 = 5.71370E-8
C 1 0 = -9.55900E-10

10

[変倍データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	7.29992	12.29986	20.69981
d5	1.00000	7.32286	16.08382
d11	14.96240	6.05476	1.30000
d14	3.12018	2.00647	1.50000
d20	3.60901	5.53587	8.93290
d22	3.03384	4.85035	5.86756
B. f.	1.00000	1.00000	1.00000

20

【0042】

図6, 7, 8はそれぞれ、本発明の第2実施例に係る可変焦点距離レンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の諸収差図である。

各諸収差図より本実施例に係る可変焦点距離レンズは、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有することがわかる。

【0043】

(第3実施例)

図9は、本発明の第3実施例に係る可変焦点距離レンズのレンズ構成を示す図である。

図9に示すように、第1レンズ群G1は、物体側から順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL11と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL12との接合正レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL13とからなる。

30

また、第2レンズ群G2は、物体側から順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21と、物体側のレンズ面が非球面で像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と、両凹形状の負レンズL24とからなる。

【0044】

また、第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL31からなる。

また、第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL41と両凹形状の負レンズL42との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL43と像側のレンズ面が非球面で物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL44との接合負レンズとからなる。

40

また、第5レンズ群G5は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL51からなる。

また、開口絞りSは、第3レンズ群G3の物体側に隣接する。

以下の表3に、本発明の第3実施例に係る可変焦点距離レンズの諸元の値を掲げる。

【0045】

(表3)

[全体諸元]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	= 7.500	~ 12.600	~ 21.250

50

F N O = 2.11 ~ 2.36 ~ 2.62
 2 A = 76.86 ° ~ 48.80 ° ~ 30.08 °

[レンズ諸元]

面	r	d	n		
1	65.5278	1.0000	23.78	1.846660	
2	34.2322	3.4880	46.58	1.804000	
3	88.2985	0.2000			
4	37.4619	3.3257	46.58	1.804000	
5	164.6768	(d 5)			10
6	96.8394	1.1000	46.58	1.804000	
7	9.3942	3.5143			
8	150.0000	1.2000	40.73	1.806100	非球面
9	16.0306	2.4600			
10	16.5325	2.6566	25.43	1.805180	
11	-278.9049	0.4435			
12	-63.0136	1.0000	64.14	1.516330	
13	28.7746	(d13)			20
14		1.2000			開口絞り S
15	18.3971	2.1204	52.67	1.741000	
16	75.9963	(d16)			
17	9.1323	4.0019	63.38	1.618000	
18	-11.6266	0.9000	52.42	1.517420	
19	21.0808	1.1070			
20	-25.5783	0.9000	28.46	1.728250	
21	6.8169	2.8430	49.23	1.743300	
22	74.1282	(d22)			非球面 30
23	13.8442	3.3451	47.25	1.670030	
24	230.0641	(d24)			
25		2.7600	64.14	1.516330	
26		1.0000			
27		0.5000	64.14	1.516330	
28		(B.f.)			

[非球面データ]

(第8面)

= 1.0000

C 4 = 3.12090E-5

C 6 = -1.75290E-7

C 8 = 6.34330E-9

C 1 0 = -3.43270E-11

(第22面)

= -89.0000

C 4 = 5.20840E-4

C 6 = 4.34050E-6

40

50

C 8 = 1.03810E-7

C 1 0 = 1.17140E-9

[変倍データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	7.50003	12.60005	21.25005
d5	1.15145	7.09654	15.01831
d13	13.00444	5.45903	1.30000
d16	3.34802	1.85137	1.50000
d22	3.00000	5.18311	8.51672
d24	3.03236	4.83459	5.84507
B. f.	1.00000	1.00000	1.00000

10

【 0 0 4 6 】

図 1 0 , 1 1 , 1 2 はそれぞれ、本発明の第 3 実施例に係る可変焦点距離レンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の諸収差図である。

各諸収差図より本実施例に係る可変焦点距離レンズは、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有することがわかる。

【 0 0 4 7 】

(第 4 実施例)

20

図 1 3 は、本発明の第 4 実施例に係る可変焦点距離レンズのレンズ構成を示す図である。

図 1 3 に示すように、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 1 1 と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 1 2 との接合正レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 1 3 とからなる。

また、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、両側のレンズ面が非球面で両凹形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の正レンズ L 2 3 とからなる。

【 0 0 4 8 】

また、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 からなる。

30

また、第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 4 1 と両凹形状の負レンズ L 4 2 との接合正レンズと、両凹形状の負レンズ L 4 3 と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 4 4 との接合負レンズと、像側のレンズ面が非球面で像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 4 5 とからなる。

また、第 5 レンズ群 G 5 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 5 1 からなる。

また、開口絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 の物体側に隣接する。

尚、第 3 レンズ群 G 3 中の正レンズ L 3 1 は異常低分散レンズであって、これにより色収差を良好に補正することが可能となる。

40

以下の表 4 に、本発明の第 4 実施例に係る可変焦点距離レンズの諸元の値を掲げる。

【 0 0 4 9 】

(表 4)

[全体諸元]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	= 7.500	~ 12.600	~ 21.250
F N O	= 2.10	~ 2.35	~ 2.60
2 A	= 77.08 °	~ 48.92 °	~ 30.28 °

[レンズ諸元]

50

面	r	d		n		
1	122.9142	1.0000	23.78	1.846660		
2	46.3190	3.3515	46.58	1.804000		
3	223.9420	0.2000				
4	34.7571	3.4097	46.58	1.804000		
5	126.0154	(d 5)				
6	64.1534	1.2000	46.58	1.804000		
7	7.8679	4.5994				
8	-29.1835	1.3000	49.23	1.743300	非球面	10
9	30.1819	0.6974			非球面	
10	27.0896	2.6521	23.78	1.846660		
11	-63.5698	(d11)				
12		1.2000			開口絞り S	
13	20.5391	2.1541	81.61	1.497000		
14	224.3719	(d14)				
15	11.0503	3.1439	46.58	1.804000		
16	-16.9387	0.9000	48.08	1.700000		20
17	74.8401	0.9298				
18	-63.2673	0.9000	25.43	1.805180		
19	7.5231	2.4898	46.58	1.804000		
20	31.1369	1.3708				
21	1070.6211	1.4000	49.23	1.743300		
22	45.2348	(d22)			非球面	
23	13.0640	2.9738	56.82	1.607380		
24	1487.9973	3.0102				
25		2.7600	64.14	1.516330		30
26		1.0000				
27		0.5000	64.14	1.516330		
28		(B. f.)				

[非球面データ]

(第 8 面)

= 1.0000

C 4 = -1.94780E-5

C 6 = -7.07760E-7

C 8 = 1.48450E-8

C 1 0 = -3.23540E-10

(第 9 面)

= 1.0000

C 4 = -8.20950E-5

C 6 = -5.86550E-7

C 8 = 5.29700E-8

C 1 0 = -1.89160E-10

(第 2 2 面)

= -89.0000

C 4 = 5.55370E-4

40

50

C 6 = 6.68780E-7
 C 8 = 1.77380E-7
 C 1 0 = -1.23230E-9

[変倍データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	7.49999	12.60007	21.25016
d5	1.04213	6.95869	15.00299
d11	15.54168	6.74808	1.80000
d14	2.94168	1.66831	1.50000
d22	3.00000	4.89551	7.99117
d24	3.01019	4.82409	5.83840
B. f.	1.00000	1.00000	1.00000

10

【 0 0 5 0 】

図 1 4 , 1 5 , 1 6 はそれぞれ、本発明の第 4 実施例に係る可変焦点距離レンズの広角端状態 , 中間焦点距離状態 , 望遠端状態の諸収差図である。

各諸収差図より本実施例に係る可変焦点距離レンズは、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有することがわかる。

【 0 0 5 1 】

20

(第 5 実施例)

図 1 7 は、本発明の第 5 実施例に係る可変焦点距離レンズのレンズ構成を示す図である。

図 1 7 に示すように、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 1 1 と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 1 2 との接合正レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 1 3 とからなる。

また、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、両側のレンズ面が非球面で両凹形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の正レンズ L 2 3 とからなる。

【 0 0 5 2 】

30

また、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 からなる。

また、第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 4 1 と両凹形状の負レンズ L 4 2 との接合正レンズと、両凹形状の負レンズ L 4 3 と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 4 4 との接合負レンズと、像側のレンズ面が非球面で両凹形状の負レンズ L 4 5 とからなる。

また、第 5 レンズ群 G 5 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 5 1 からなる。

また、開口絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 の物体側に隣接する。

尚、第 1 レンズ群 G 1 中の正レンズ L 1 2 および第 3 レンズ群 G 3 中の正レンズ L 3 1 は異常低分散レンズであって、これにより色収差を良好に補正することが可能となる。

40

以下の表 5 に、本発明の第 5 実施例に係る可変焦点距離レンズの諸元の値を掲げる。

【 0 0 5 3 】

(表 5)

[全体諸元]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	= 7.500	~ 12.600	~ 21.250
F N O	= 2.10	~ 2.35	~ 2.61
2 A	= 77.08 °	~ 48.92 °	~ 30.24 °

50

[レンズ諸元]

面	r	d		n		
1	89.7139	1.0000	23.78	1.846660		
2	50.5073	3.2049	81.61	1.497000		
3	273.7255	0.2000				
4	34.4625	3.5214	46.58	1.804000		
5	141.6033	(d 5)				
6	66.8522	1.2000	47.38	1.788000		
7	7.8548	4.5531				10
8	-33.8829	1.3000	49.23	1.743300	非球面	
9	28.9211	0.6897			非球面	
10	26.6907	2.6242	23.78	1.846660		
11	-73.1136	(d11)				
12		1.2000			開口絞り S	
13	20.3459	2.1518	81.61	1.497000		
14	199.0882	(d14)				
15	11.0090	3.1775	46.58	1.804000		20
16	-17.4589	0.9000	50.74	1.677900		
17	87.9730	0.8348				
18	-53.6828	0.9000	25.43	1.805180		
19	7.3949	2.5589	46.58	1.804000		
20	31.8701	1.3954				
21	-368.7919	1.4000	49.23	1.743300		
22	48.1591	(d22)			非球面	
23	13.3237	2.7982	53.03	1.648500		
24	225.5927	(d24)				30
25		2.7600	64.14	1.516330		
26		1.0000				
27		0.5000	64.14	1.516330		
28		(B.f.)				

[非球面データ]

(第8面)

= 1.0000

C 4 = -3.78850E-5

C 6 = -1.37720E-7

C 8 = 7.07920E-9

C 1 0 = -2.88920E-10

(第9面)

= 1.0000

C 4 = -1.03230E-4

C 6 = -1.07700E-7

C 8 = -2.46720E-9

C 1 0 = -1.74550E-10

(第22面)

40

50

= -89.0000
 C 4 = 5.42870E-4
 C 6 = 1.15420E-6
 C 8 = 1.78260E-7
 C 1 0 = -1.38550E-9

[変倍データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	7.50000	12.60000	21.25001
d5	1.00000	7.12163	15.48138
d11	15.55449	6.71898	1.80000
d14	3.17761	1.79091	1.50000
d22	3.00000	4.92431	8.17115
d24	3.01006	4.82290	5.83867
B. f.	1.00000	1.00000	1.00000

10

【 0 0 5 4 】

以下の表 6 に、各実施例に係る可変焦点距離レンズの条件式対応値を掲げる。

(表 6)

	第 1 実施例	第 2 実施例	第 3 実施例	第 4 実施例	第 5 実施例
(1)	7.99	7.81	6.97	6.93	7.21
(2)	1.57	1.62	1.37	1.52	1.55
(3)	5.04	5.55	4.30	6.04	6.06
(4)	3.77	3.90	4.46	3.82	3.79
(5)	0.20	0.22	0.25	0.19	0.22
(6)	0.14549	0.12449	0.10058	0.10400	0.12610
(7)	18.16	20.77	20.77	21.15	21.15
(8)	1.07	1.09	1.16	0.88	0.94
(9)	-1.76	-2.09	-1.55	-2.26	-2.33
(1 0)	0.97	0.90	0.91	1.00	0.99
(1 1)	2.99	2.98	2.91	2.89	2.90
(1 2)	0.80	0.97	1.13	1.02	1.13
(1 3)	0.78	0.78	0.76	0.76	0.76
(1 4)	2.84	2.84	2.83	2.83	2.83
(1 5)	2.02	1.86	2.11	2.10	2.10

20

30

【 0 0 5 5 】

図 1 8 , 1 9 , 2 0 はそれぞれ、本発明の第 5 実施例に係る可変焦点距離レンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の諸収差図である。

各諸収差図より本実施例に係る可変焦点距離レンズは、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有することがわかる。

40

【 0 0 5 6 】

尚、本発明の可変焦点距離レンズにおいて、第 1 レンズ群から第 5 レンズ群の任意のレンズ面を非球面または回折面とすることもできる。

また、本発明の可変焦点距離レンズにおいて、第 1 レンズ群から第 5 レンズ群の任意のレンズを屈折率分布型レンズ (G R I N レンズ) またはプラスチックレンズとすることもできる。

【 0 0 5 7 】

また、本発明の可変焦点距離レンズにおいて、フォーカシングを行うレンズ群は第 5 レンズ群に限られず、第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群とを同時に、または可変焦点距離レンズ全体を移動させることによって行う構成とすることもでき

50

る。

また、本発明の変焦点距離レンズは、第1レンズ群から第5レンズ群のいずれかのレンズ群、またはいずれかのレンズ群の一部を光軸に対して垂直な方向へ移動させる構成とすることによって、手ブレ補正レンズとすることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明の第1実施例に係る変焦点距離レンズのレンズ構成を示す図である。

【図2】本発明の第1実施例に係る変焦点距離レンズの広角端状態の諸収差図である。

【図3】本発明の第1実施例に係る変焦点距離レンズの中間焦点距離状態の諸収差図である。

10

【図4】本発明の第1実施例に係る変焦点距離レンズの望遠端状態の諸収差図である。

【図5】本発明の第2実施例に係る変焦点距離レンズのレンズ構成を示す図である。

【図6】本発明の第2実施例に係る変焦点距離レンズの広角端状態の諸収差図である。

【図7】本発明の第2実施例に係る変焦点距離レンズの中間焦点距離状態の諸収差図である。

【図8】本発明の第2実施例に係る変焦点距離レンズの望遠端状態の諸収差図である。

【図9】本発明の第3実施例に係る変焦点距離レンズのレンズ構成を示す図である。

【図10】本発明の第3実施例に係る変焦点距離レンズの広角端状態の諸収差図である。

。

【図11】本発明の第3実施例に係る変焦点距離レンズの中間焦点距離状態の諸収差図である。

20

【図12】本発明の第3実施例に係る変焦点距離レンズの望遠端状態の諸収差図である。

。

【図13】本発明の第4実施例に係る変焦点距離レンズのレンズ構成を示す図である。

【図14】本発明の第4実施例に係る変焦点距離レンズの広角端状態の諸収差図である。

。

【図15】本発明の第4実施例に係る変焦点距離レンズの中間焦点距離状態の諸収差図である。

【図16】本発明の第4実施例に係る変焦点距離レンズの望遠端状態の諸収差図である。

。

30

【図17】本発明の第5実施例に係る変焦点距離レンズのレンズ構成を示す図である。

【図18】本発明の第5実施例に係る変焦点距離レンズの広角端状態の諸収差図である。

。

【図19】本発明の第5実施例に係る変焦点距離レンズの中間焦点距離状態の諸収差図である。

【図20】本発明の第5実施例に係る変焦点距離レンズの望遠端状態の諸収差図である。

。

【符号の説明】

【0059】

G 1 第1レンズ群

40

G 2 第2レンズ群

G 3 第3レンズ群

G 4 第4レンズ群

G 5 第5レンズ群

L 4 1 第1正レンズ

L 4 2 第1負レンズ

L 4 3 第2負レンズ

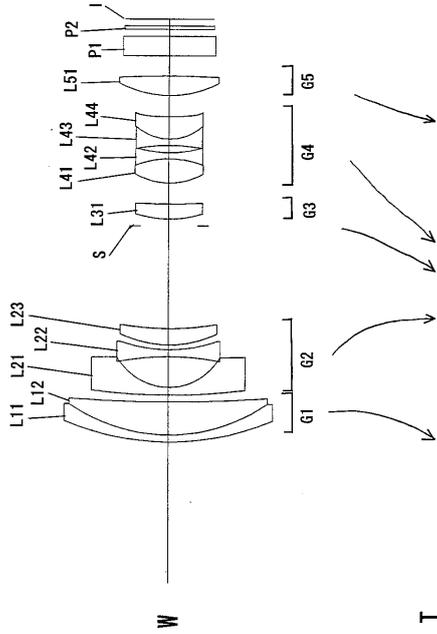
L 4 4 第2正レンズ

S 開口絞り

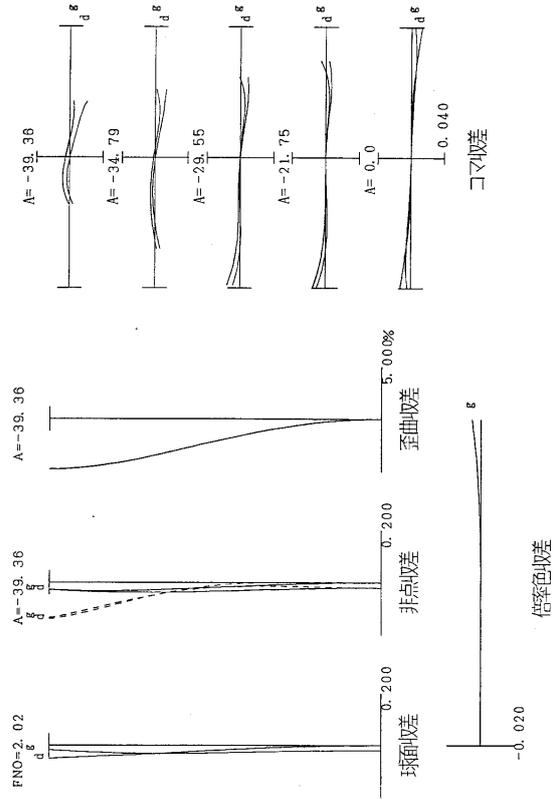
I 像面

50

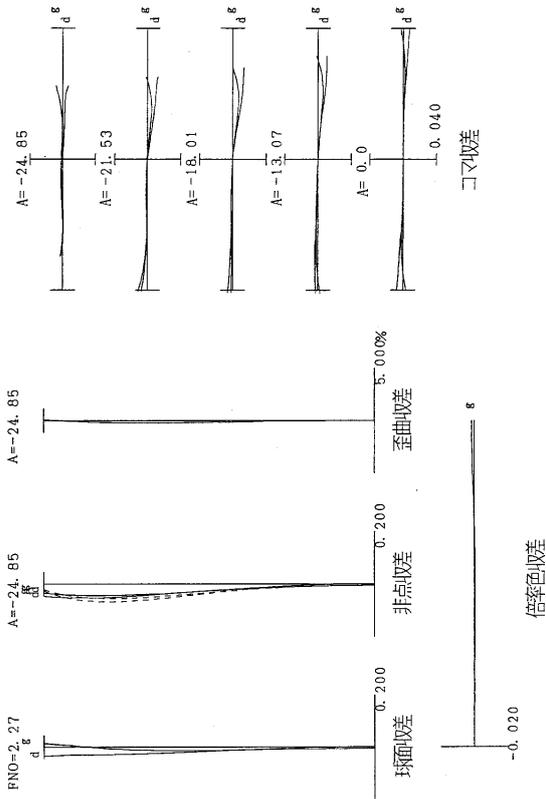
【 図 1 】



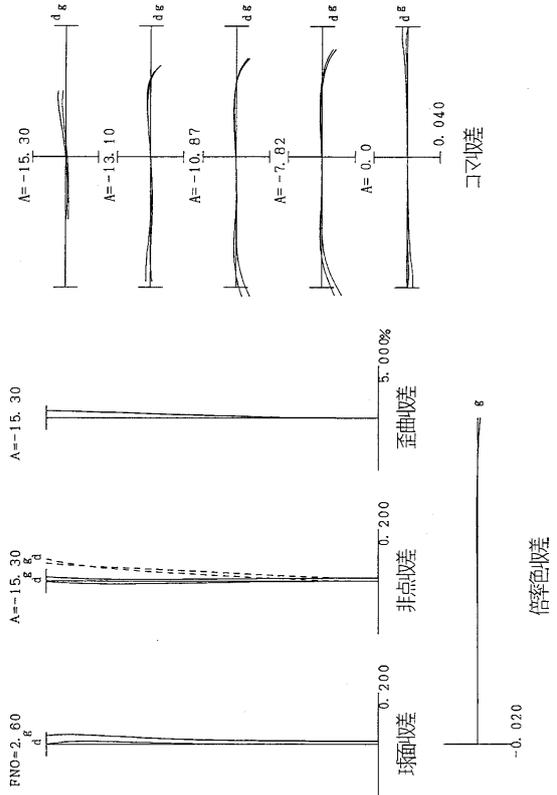
【 図 2 】



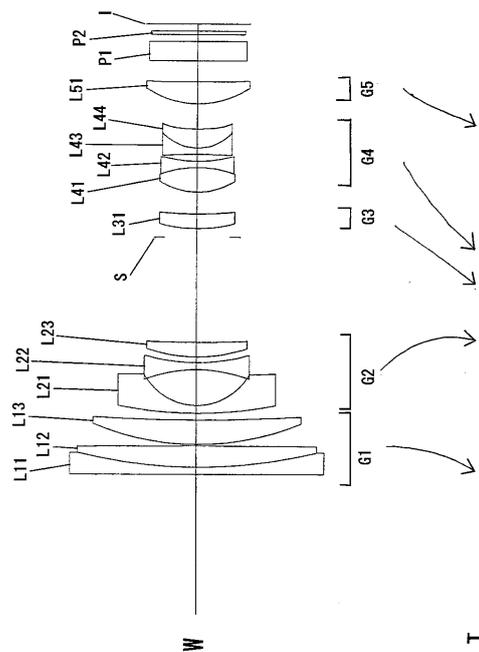
【 図 3 】



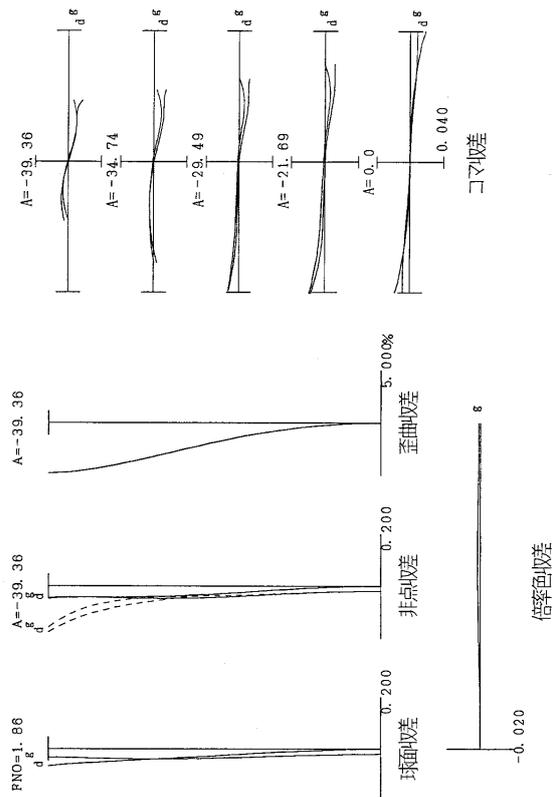
【 図 4 】



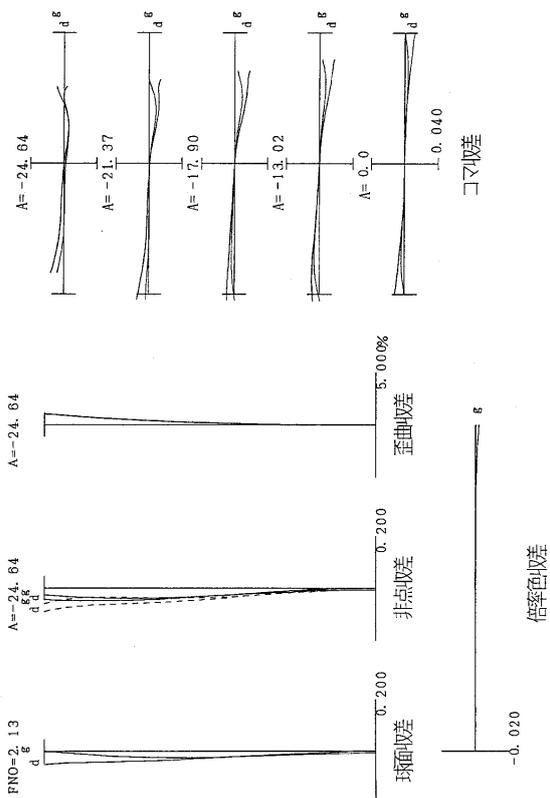
【 図 5 】



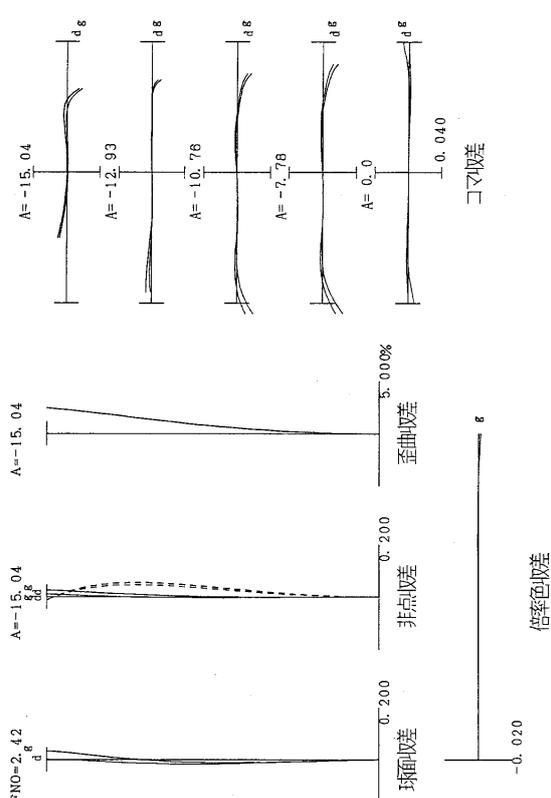
【 図 6 】



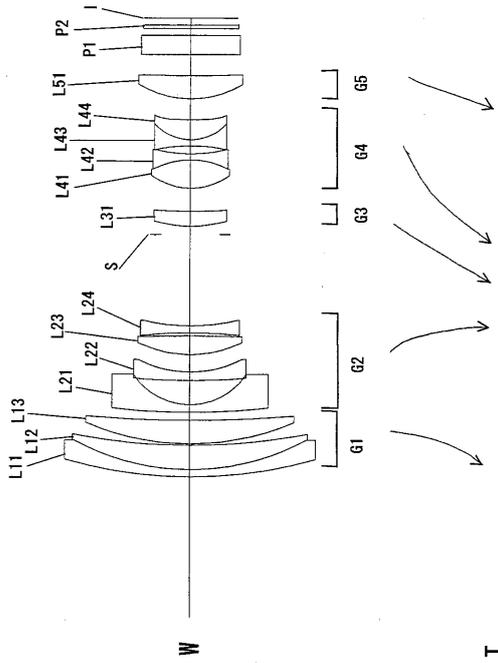
【 図 7 】



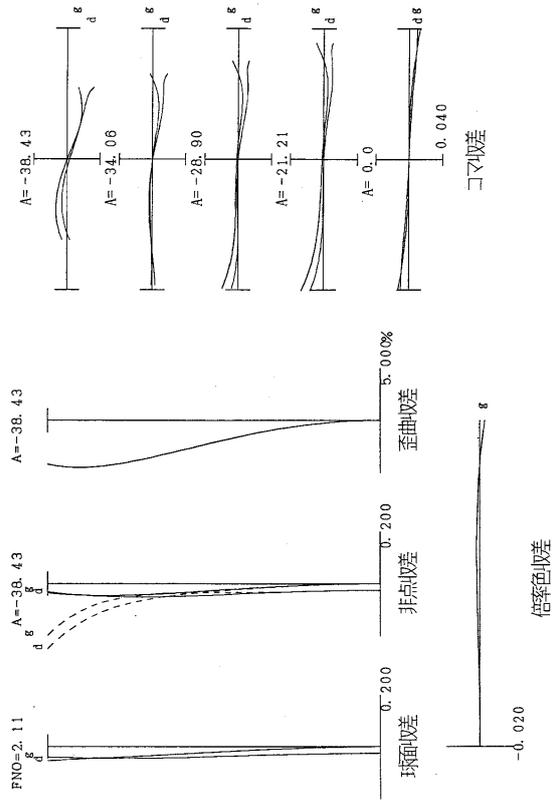
【 図 8 】



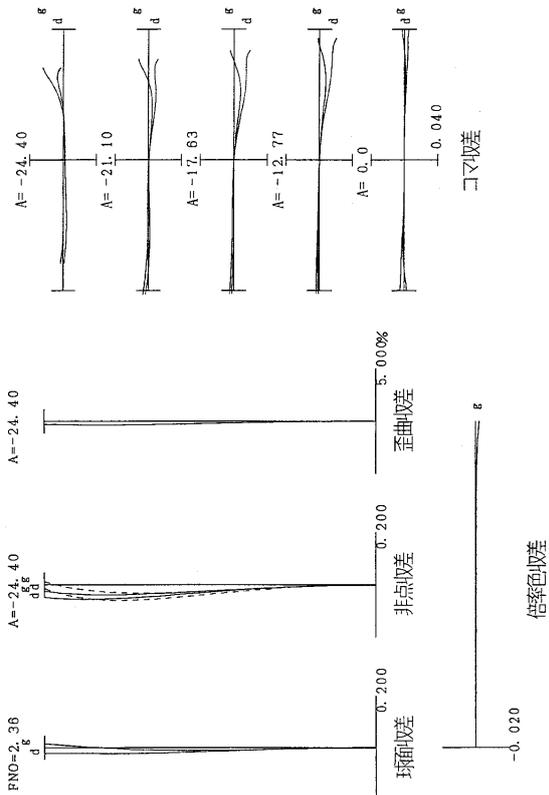
【 図 9 】



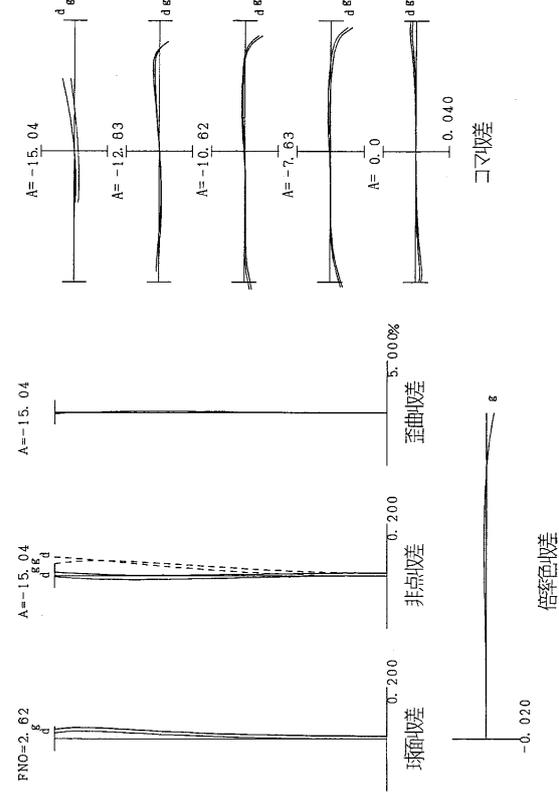
【 図 10 】



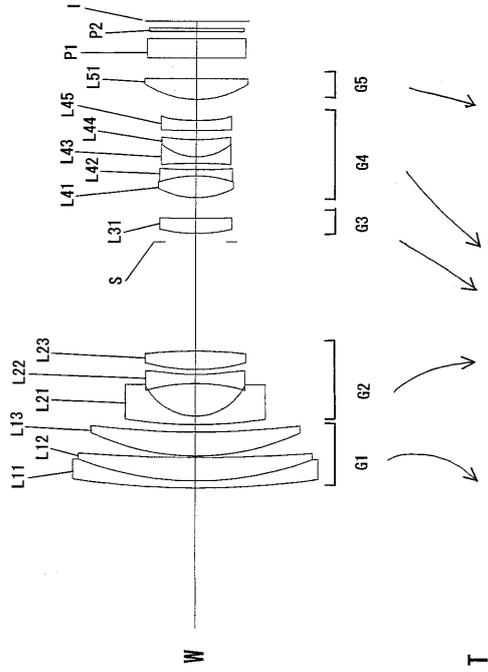
【 図 11 】



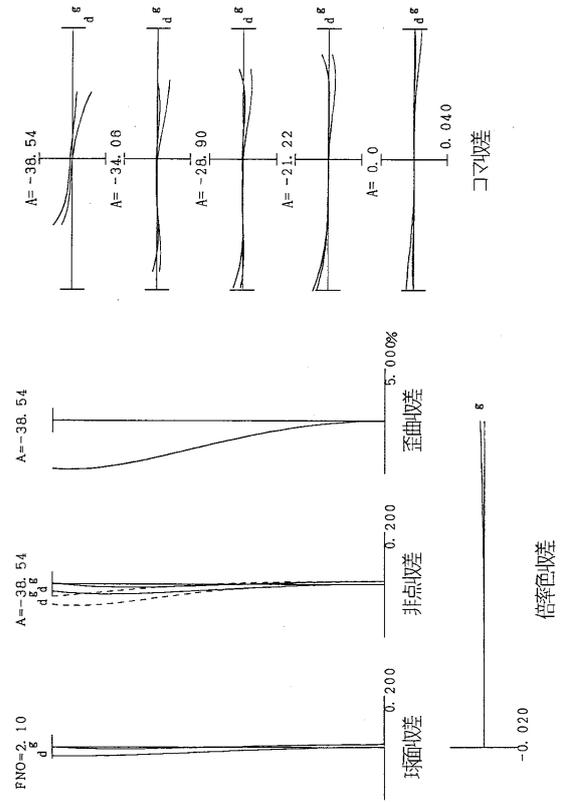
【 図 12 】



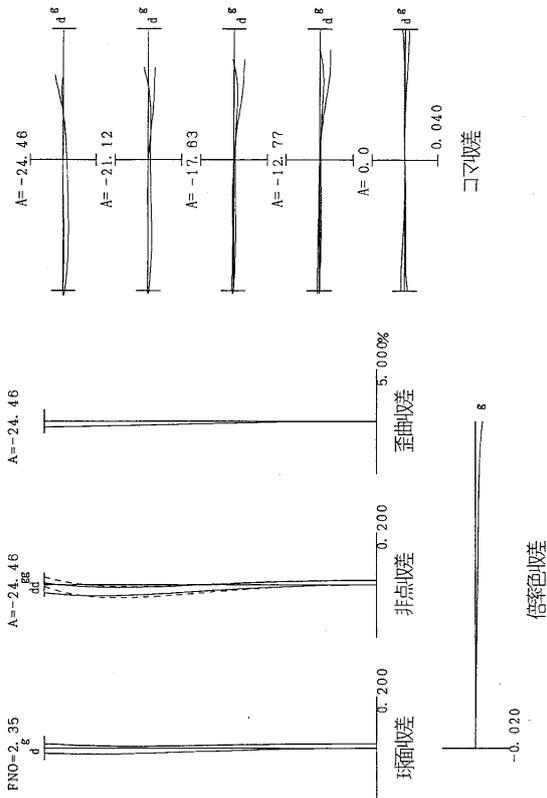
【 図 1 3 】



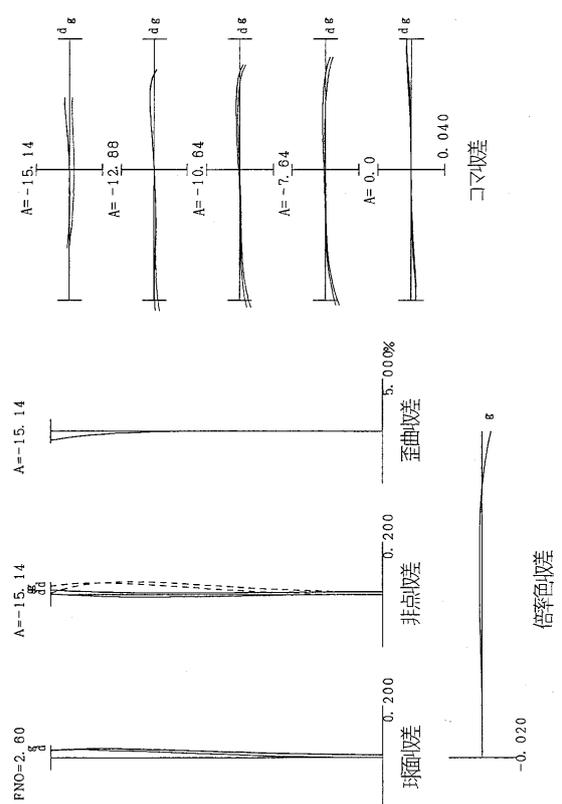
【 図 1 4 】



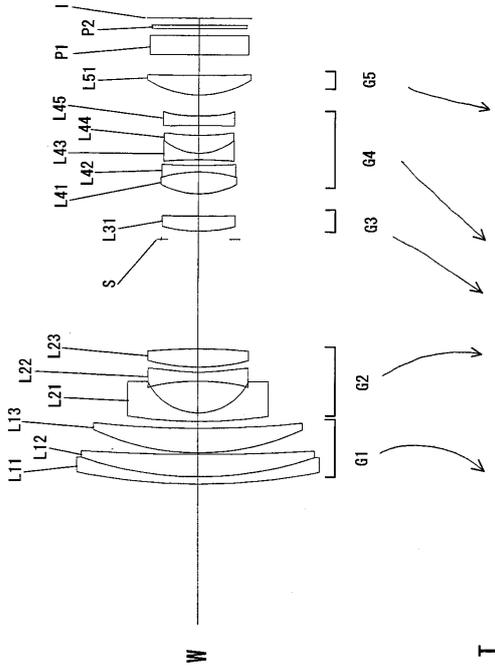
【 図 1 5 】



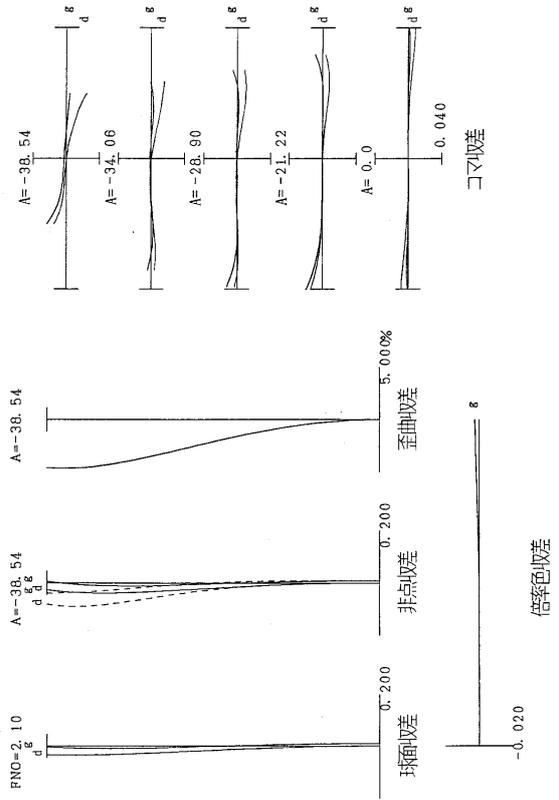
【 図 1 6 】



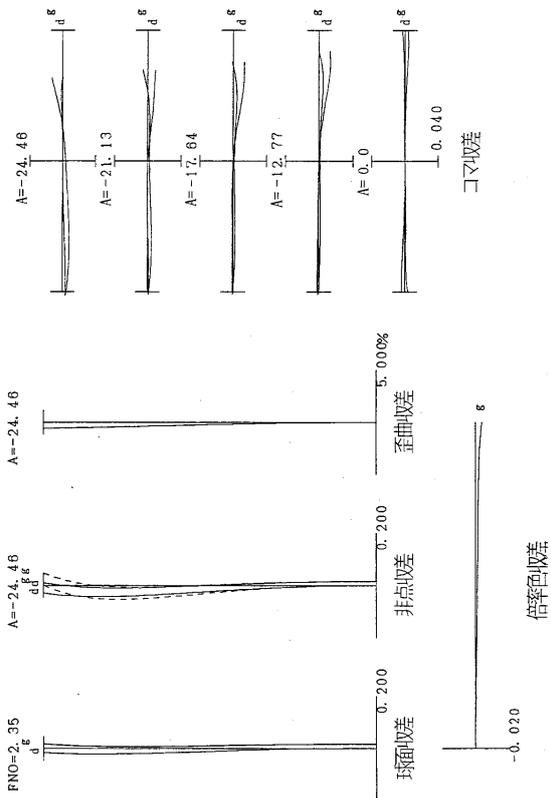
【 図 17 】



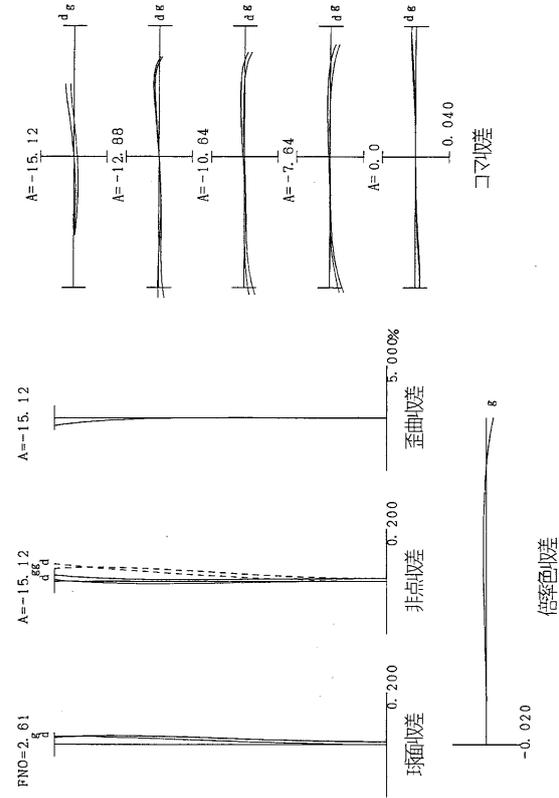
【 図 18 】



【 図 19 】



【 図 20 】



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