

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5713774号

(P5713774)

(45) 発行日 平成27年5月7日(2015.5.7)

(24) 登録日 平成27年3月20日(2015.3.20)

(51) Int. Cl. F 1
G O 2 B 15/167 (2006.01) G O 2 B 15/167
G O 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 7 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2011-89686 (P2011-89686)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成23年4月14日 (2011.4.14)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-220901 (P2012-220901A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成24年11月12日 (2012.11.12)	(74) 代理人	100094112
審査請求日	平成26年4月11日 (2014.4.11)		弁理士 岡部 譲
		(74) 代理人	100096943
			弁理士 臼井 伸一
		(74) 代理人	100101498
			弁理士 越智 隆夫
		(74) 代理人	100107401
			弁理士 高橋 誠一郎
		(74) 代理人	100106183
			弁理士 吉澤 弘司
		(74) 代理人	100128668
			弁理士 齋藤 正巳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側へ順に、正の屈折力を有しズームングのためには移動しない第1群、負の屈折力を有しズームングに際して移動する第2群、正の屈折力を有しズームングに際して移動する第3群、正の屈折力を有しズームングのためには移動しない第4群で構成されるズームレンズにおいて、

該第1群は、物体側から像側へ順に、合焦のためには移動しない第1a群と、正の屈折力を有し合焦に際して移動する第1b群とから構成され、該第1a群は物体側から順に負正正の屈折力を有する3枚のレンズで構成され、該第1a群の負レンズの像側の面の曲率半径をR12、該第1a群の物体側の正レンズの物体側の面の曲率半径をR21、該第1群の焦点距離をf1、該ズームレンズの望遠端の焦点距離をftとしたとき、

$$0.5 < |(R12 + R21) / (R12 - R21)| < 4.0$$

$$2.5 < ft / f1 < 4.7$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

広角端から望遠端へのズームングの際に、前記第2群および前記第3群が、結像倍率-1倍の点を同時に通過することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項3】

前記第1a群の負レンズの物体側の面の曲率半径をR11としたとき、

$$-0.2 < (R11 + R12) / (R11 - R12) < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 1 群の後側主点位置を $O k 1$ 、前記第 1 群と第 2 群の広角端における主点間隔を $L 1 w$ としたとき、

$$\begin{aligned} -7.0 \times 10^{-2} < O k 1 / f 1 < -3.0 \times 10^{-2} \\ 6.0 \times 10^{-2} < L 1 w / f 1 < 1.0 \times 10^{-1} \end{aligned}$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 1 a 群の 2 枚の正レンズの合成焦点距離 $f 1 a t$ 、前記第 1 a 群の像側の正レンズの焦点距離を $f 1 a i$ としたとき、

$$1.5 < f 1 a i / f 1 a t < 3.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 1 群の正レンズの平均アッベ数を p 、前記第 1 群の負レンズの平均アッベ数を n としたとき、

$$90 < p < 100$$

$$30 < n < 40$$

$$56 < p - n < 60$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、

該ズームレンズによって形成された像を受光する固体撮像素子と、を有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、銀塩写真用カメラ等に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年テレビカメラ、銀塩フィルム用カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置には、広角化と高倍率化を両立しつつ、高い光学性能を有したズームレンズが要望されている。高倍率のズームレンズとして、正の屈折力の第 1 レンズ群、変倍用の負の屈折力の第 2 レンズ群、像面変動補正用の正の屈折力の第 3 レンズ群、結像用の正の屈折力の第 4 レンズ群より成る 4 群ズームレンズが知られている。

【0003】

例えば、特許文献 1 では、広角端画角が 60.93° でズーム倍率が 9.6 倍程度であるズームレンズが開示されている。特許文献 2 では、広角端画角が 60.35° でズーム倍率が 5.5 倍程度であるズームレンズが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 264458 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 40395 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

20

30

40

50

前述した4群ズームレンズは高倍率化に有利である。一方、近年では、高倍率ズームレンズにおいても広角化の要望がある。

【0006】

しかしながら、高倍率化を達成しようとする、変倍群の可動領域を長く確保する必要があり、最も物体側に配置される第1群のレンズ径が大きくなる傾向がある。また、広角化を達成しようとする、レンズに取り込む光線入射角を広く確保する必要があり、やはり第1群のレンズ径が大きくなる傾向がある。広角化と高倍率化を両立しながら第1群のレンズ径の増大を抑制するためには、第1群の主点位置を像側に押し出すことが有効である。このとき第1群の構成が不適切であると、主点を押し出すことと、望遠側の球面収差や広角側の軸外収差を補正することの両立が困難となる。

10

【0007】

本発明は、第1群を適切に構成することで、小型軽量化が容易で、且つ広角化と高倍率化を達成しつつ、諸収差を良好に補正可能なズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力を有しズームングのためには移動しない第1群、負の屈折力を有しズームングに際して移動する第2群、正の屈折力を有しズームングに際して移動する第3群、正の屈折力を有しズームングのためには移動しない第4群で構成されるズームレンズにおいて、前記第1群は、物体側から像側へ順に、合焦のためには移動しない第1a群と、正の屈折力を有し合焦に際して移動する第1b群とから構成され、前記第1a群は負正正の屈折力を有する3枚のレンズで構成され、前記第1a群の負レンズの像側の面の曲率半径をR12、前記第1a群の物体側の正レンズの物体側の面の曲率半径をR21とし、前記第1群の焦点距離をf1、望遠端の焦点距離をftとしたとき、

20

$$0.5 < |(R12 + R21) / (R12 - R21)| < 4.0$$

$$2.5 < ft / f1 < 4.7$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、第1群を適切に構成することで、小型軽量化が容易で、且つ広角化と高倍率化を達成しつつ、諸収差を良好に補正可能なズームレンズが得られる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】数値実施例1の広角端、無限遠合焦時のレンズ断面図

【図2A】数値実施例1の広角端で無限遠合焦時の収差図

【図2B】数値実施例1の中間のズーム位置で無限遠合焦時の収差図

【図2C】数値実施例1の望遠端で無限遠合焦時の収差図

【図3】数値実施例2の広角端、無限遠合焦時のレンズ断面図

【図4A】数値実施例2の広角端で無限遠合焦時の収差図

40

【図4B】数値実施例2の中間のズーム位置で無限遠合焦時の収差図

【図4C】数値実施例2の望遠端で無限遠合焦時の収差図

【図5】数値実施例3の広角端、無限遠合焦時のレンズ断面図

【図6A】数値実施例3の広角端で無限遠合焦時の収差図

【図6B】数値実施例3の中間のズーム位置で無限遠合焦時の収差図

【図6C】数値実施例3の望遠端で無限遠合焦時の収差図

【図7】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下には、本発明の実施の形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。

50

【 0 0 1 2 】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、変倍のためには不動の正の屈折力を有する第1レンズ群と、変倍のために移動する負の屈折力を有する第2レンズ群と、を有する。更に変倍に伴う像面の変動を補正するために移動する正の屈折力を有する第3レンズ群と、変倍のためには不動の正の屈折力を有する第4レンズ群を有する。ここでレンズ群が変倍のためには不動というのは、レンズ群が変倍を行う目的で駆動されることは無いが、変倍と合焦とを同時に行う場合があれば、レンズ群が合焦のために移動する場合はあり得ることである。

【 0 0 1 3 】

図1は本発明の実施例1(数値実施例1)のズームレンズの広角端(焦点距離、 $f = 8.2 \text{ mm}$)で無限遠物体に合焦している状態におけるレンズ断面図である。図2Aは数値実施例1の広角端における無限遠合焦時の収差図、図2Bは中間のズーム位置(焦点距離) $f = 320 \text{ mm}$ における無限遠合焦時の収差図、図2Cは望遠端 $f = 738 \text{ mm}$ における無限遠物体に合焦時の収差図である。但し、焦点距離は数値実施例の値を mm 単位で表したときの値である。これは以下の各実施例において全て同じである。

10

【 0 0 1 4 】

図3は本発明の実施例2(数値実施例2)のズームレンズの広角端($f = 8.7 \text{ mm}$)、無限遠物体に合焦している状態におけるレンズ断面図である。図4Aは数値実施例2の広角端における無限遠合焦時の収差図、図4Bは中間のズーム位置(焦点距離) $f = 300 \text{ mm}$ における無限遠合焦時の収差図、図4Cは望遠端 $f = 1044 \text{ mm}$ における無限遠物体に合焦時の収差図である。

20

【 0 0 1 5 】

図5は本発明の実施例3(数値実施例3)のズームレンズの広角端($f = 9.0 \text{ mm}$)、無限遠物体に合焦している状態におけるレンズ断面図である。図6Aは数値実施例3の広角端における無限遠合焦時の収差図、図6Bは中間のズーム位置(焦点距離) $f = 320 \text{ mm}$ における無限遠合焦時の収差図、図6Cは望遠端 $f = 810 \text{ mm}$ における無限遠物体に合焦時の収差図である。

【 0 0 1 6 】

各レンズ断面図において、左方が被写体(物体)側(前方)で、右方が像側(後方)である。レンズ断面図において、Fは変倍のためには不動の第1レンズ群としての正の屈折力を有する前玉レンズ群である。1bは第1レンズ群F中のフォーカスレンズ群であり、無限遠物体から近距離物体へのフォーカスに際して物体側へ移動する。1aは第1レンズ群F中のフォーカス時に不動の固定群である。Vは変倍用の第2レンズ群としての負の屈折力を有するバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。Cは第3レンズ群としての正の屈折力を有するコンペンセータであり、広角端から望遠端への変倍に際して変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を物体側へ非直線的に移動している。バリエータVとコンペンセータCとで変倍系を構成している。SPは絞り(開口絞り)である。Rは第4レンズ群としての結像作用を有する正の屈折力を有する固定のリレーレンズ群である。Pは色分解プリズムや光学フィルタ等であり、同図ではガラスブロックとして示している。Iは撮像面であり、ズームレンズで形成された像を受光し、光電変換する固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面に相当している。

30

40

【 0 0 1 7 】

収差図において、球面収差図における直線と二点鎖線は各々e線、g線に対する収差を示す。非点収差図における点線と直線は各々メリディオナル像面、サジタル像面における収差を示し、倍率色収差図はg線に対する収差を示す。は半画角、FnoはFナンバーである。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群が機構上、光軸上を移動可能な範の両端に位置したときのズーム位置をいう。

【 0 0 1 8 】

各実施例のズームレンズにおいて、物体側から順に、変倍中固定の正の第1群、変倍用

50

に移動の負の第2群、変倍に伴う像面変動を補正用に移動の正の第3群、変倍中固定の正の第4群で構成されるズームレンズにおいて、前記第1群は、合焦時固定の第1a群と、合焦用に移動の正の第1b群を有しており、前記第1a群は負正正の3枚で構成され、前記第1a群の負レンズの像側の面の曲率半径をR12、前記第1a群の物体側の正レンズの物体側の面の曲率半径をR21としたとき、

$$0.5 < |(R12 + R21) / (R12 - R21)| < 4.0 \quad \dots (1)$$

なる条件を満足している。

【0019】

各実施例のズームレンズは、第1レンズ群内の1a群のレンズ構成と形状を適切に規定していることを特徴としている。ここで条件式(1)は、1a群の負レンズと物体側の正レンズの間に形成される空気レンズのシェイプファクタの絶対値を規定している。各実施例のズームレンズでは、この空気レンズのシェイプファクタを適切に設定することが、広角化とレンズの小型化を両立する上で重要な要素となっている。条件式(1)を満足することで、広角化をするために第1群の主点を像側に押し出しても、ズーム全域で収差を良好に補正することが可能となる。条件式(1)の上限が満足されないと、空気レンズのパワーが殆ど無いため、収差補正の中でも特に望遠側の球面収差変動と、広角側の軸外収差変動を補正することが困難となる。条件式(1)の下限が満足されないと、空気レンズのパワーが大き過ぎるため、主点が像側に出過ぎてしまい、レンズ径も全長も大きくなり易い。

10

【0020】

また、条件式(1)は、第1群の焦点距離をf1、ズームレンズの望遠端の焦点距離をftとしたとき、

$$2.5 < ft / f1 < 4.7 \quad \dots (2)$$

を満足するような高倍率のズームレンズに適用することで、より大きな効果を得ることができる。条件式(2)の下限が満足されないと、第3群のパワーが大きくなり過ぎるため、望遠側の球面収差変動と、広角側の軸外収差変動を補正することが困難となる。条件式(2)の上限が満足されないと、第1群の望遠端における拡大率が大きくなり過ぎるため、望遠側の球面収差変動や軸上色収差を補正することが困難となる。

20

更に好ましくは、

$$2.9 < ft / f1 < 4.3 \quad \dots (2a)$$

を満足することが望ましい。

30

【0021】

以上のように各要素を設定することにより、各実施例によれば広角端の画角が62°を超え、90倍以上のズーム比を達成しつつ、ズーム全域において収差補正が良好で、小型、軽量のズームレンズを得ることができる。

【0022】

各実施例において、変倍時に第2群および第3群が、結像倍率-1倍の点を同時に通過するように設定すると、高倍率化に有利であり、より好ましい。

【0023】

各実施例において、更に好ましくは1a群の負レンズの物体側の面の曲率半径をR11としたとき、

$$-0.2 < (R11 + R12) / (R11 - R12) < 1.0 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足するのが良い。条件式(3)は、1a群の負レンズのシェイプファクタを規定している。条件式(3)の下限が満足されないと、物体側の曲率半径が小さくなり過ぎるため、広角側における歪曲収差変動を補正することが困難となる。条件式(3)の上限が満足されないと、広角側における軸外収差変動を補正することが困難となる。

40

更に好ましくは、

$$-0.1 < (R11 + R12) / (R11 - R12) < 0.9 \quad \dots (3a)$$

を満足することが望ましい。

【0024】

50

更に好ましくは、第1群の後側主点位置を $O k 1$ としたとき、

$$-7.0 \times 10^{-2} < O k 1 / f 1 < -3.0 \times 10^{-2} \quad \dots (4)$$

なる条件を満足するのが良い。条件式(4)は、第1群の後側主点を規定している。条件式(4)の下限が満足されないと、後側主点が像側に出ていないため、広角化をすることが困難となる。条件式(4)の上限が満足されないと、後側主点が像側に出過ぎており、第1群中のフォーカス移動群の径が大きくなり、また固定群のパワーも大きくなり過ぎるため、ズーム全域の収差補正が困難となる。

更に好ましくは、

$$-6.96 \times 10^{-2} < O k 1 / f 1 < -4.0 \times 10^{-2} \quad \dots (4a)$$

を満足することが望ましい。

10

【0025】

更に、第1群と第2群の広角端における主点間隔を $L 1 w$ としたとき、

$$6.0 \times 10^{-2} < L 1 w / f 1 < 1.0 \times 10^{-1} \quad \dots (5)$$

なる条件を満足することが好ましい。条件式(5)は、広角端における第1群の後側主点と第2群の前側主点の主点間隔を規定している。条件式(5)の下限が満足されないと、第1群または第2群の何れかのレンズ群で主点を大きくコントロールする必要があり、収差補正との両立が困難である。条件式(5)の上限が満足されないと、広角化と小型化の両立が困難となる。

更に好ましくは、

$$7.0 \times 10^{-2} < L 1 w / f 1 < 1.0 \times 10^{-1} \quad \dots (5a)$$

を満足することが望ましい。

20

【0026】

更に好ましくは第1a群の2枚の正レンズの合成焦点距離 $f 1 a t$ 、第1a群の像側の正レンズの焦点距離を $f 1 a i$ としたとき、

$$1.5 < f 1 a i / f 1 a t < 3.5 \quad \dots (6)$$

なる条件を満足するのが良い。条件式(6)は、1a群中の正レンズのパワーを規定している。条件式(6)の下限が満足されないと、像側の正レンズのパワーが大きくなり、望遠側の球面収差補正が困難になり、製造敏感度の増大も招くため好ましくない。条件式(6)の上限が満足されないと、像側の正レンズのパワーが小さくなり、第1群の後側主点を像側に押し出すことが困難となる。

30

更に好ましくは、

$$1.6 < f 1 a i / f 1 a t < 3.3 \quad \dots (6a)$$

を満足することが望ましい。

【0027】

更に好ましくは第1群の正レンズの平均アッペ数を p 、第1群の負レンズの平均アッペ数を n としたとき、

$$90 < p < 100 \quad \dots (7)$$

$$30 < n < 40 \quad \dots (8)$$

$$56 < p - n < 60 \quad \dots (9)$$

なる条件のうち少なくとも1つを満足するのが良い。条件式(7)~(9)は、第1群の正レンズと負レンズのアッペ数を規定している。条件式(7)~(9)を満足することで望遠側の軸上色収差を良好に補正することができる。

40

更に好ましくは、

$$93 < p < 98 \quad \dots (7a)$$

$$35 < n < 39 \quad \dots (8a)$$

$$57 < p - n < 59 \quad \dots (9a)$$

のうち少なくとも1つを満足することが望ましい。

【0028】

次に各実施例の前述した以外の特徴について説明する。

【実施例1】

50

【 0 0 2 9 】

まず実施例 1 における第 1 レンズ群 F のレンズ構成について説明する。第 1 レンズ群 F は、後述の数値実施例において第 1 レンズ面～第 1 2 レンズ面に対応する。第 1 レンズ群 F は物体側より像側へ順に、負レンズと 5 枚の正レンズで構成されている。1 a は固定群であり、1 b はフォーカスレンズ群である。非球面は第 1 3 面、第 2 1 面、第 2 6 面に各々用いられており、第 1 3 面は主に広角側の歪曲収差補正、第 2 1 面は広角側のコマ収差等の軸外収差補正、第 2 6 面は望遠側の球面収差補正を行っている。

【 0 0 3 0 】

数値実施例 1 は条件式 (1) ～ (9) の何れの条件式も満足している。実施例 1 は 9 0 倍の高倍率 (ズーム比) で広角端における撮影画角 (画角) 67.7° と広角化を達成している。そして、ズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

10

【 実施例 2 】

【 0 0 3 1 】

実施例 2 における第 1 レンズ群 F のレンズ構成について説明する。第 1 レンズ群 F は数値実施例において第 1 レンズ面～第 1 2 レンズ面に対応する。第 1 レンズ群 F は物体側より像側へ順に、負レンズと 5 枚の正レンズで構成されている。1 a は固定群であり、1 b はフォーカスレンズ群である。非球面は第 1 3 面、第 2 1 面、第 2 7 面に各々用いられており、第 1 3 面は主に広角側の歪曲収差補正、第 2 1 面は広角側のコマ収差等の軸外収差補正、第 2 7 面は望遠側の球面収差補正を行っている。

20

【 0 0 3 2 】

数値実施例 2 は条件式 (1) ～ (9) の何れの条件式も満足している。実施例 2 は 1 2 0 倍の高倍率 (ズーム比) で広角端における撮影画角 (画角) 64.6° と広画角化を達成している。そして、ズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【 実施例 3 】

【 0 0 3 3 】

実施例 3 における第 1 レンズ群 F のレンズ構成について説明する。第 1 レンズ群 F は数値実施例において第 1 レンズ面～第 1 2 レンズ面に対応する。第 1 レンズ群 F は物体側より像側へ順に、負レンズと 5 枚の正レンズで構成されている。1 a は固定群であり、1 b はフォーカスレンズ群である。非球面は用いられていないが、第 2 面と第 3 面のつくる空気レンズのシェイプファクタを適切に設定しているため、広角側のコマ収差等の軸外収差や、望遠側の球面収差を良好に補正している。

30

【 0 0 3 4 】

数値実施例 3 は条件式 (1) ～ (9) の何れの条件式も満足している。実施例 3 は 9 0 倍の高倍率 (ズーム比) で広角端における撮影画角 (画角) 62.86° と広画角化を達成している。そして、ズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【 実施例 4 】

【 0 0 3 5 】

図 7 は実施例 1 ～ 3 のズームレンズを撮影光学系として用いた撮像装置 (テレビカメラシステム) の要部概略図である。

40

【 0 0 3 6 】

図 7 において 1 0 1 は実施例 1 ～ 3 のいずれかのズームレンズである。1 2 4 はカメラである。ズームレンズ 1 0 1 はカメラ 1 2 4 に対して着脱可能となっている。1 2 5 はカメラ 1 2 4 にズームレンズ 1 0 1 を装着することで構成される撮像装置である。ズームレンズ 1 0 1 は第 1 群 F、変倍部 L Z、結像用の第 4 群 R を有している。第 1 群 F は合焦用レンズ群が含まれている。変倍部 L Z は変倍のために光軸上を移動する第 2 群と、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を移動する第 3 群が含まれている。S P は開口絞りである。第 4 群 R は光路中より挿抜可能なレンズユニット I E'、I E を有している。レンズユニット I E、I E' を切り替えることで、ズームレンズ 1 0 1 の全系の焦点距離範

50

困を変位している。114、115は各々第1群F、変倍部LZを光軸方向に駆動するヘリコイドやカム等の駆動機構である。116～118は駆動機構114、115および開口絞りSPを電動駆動するモータ(駆動手段)である。119～121は、第1群Fや変倍部LZの光軸上の位置や、開口絞りSPの絞り径を検出するためのエンコーダやポテンシオメータ、あるいはフォトセンサ等の検出器である。カメラ124において、109はカメラ124内の光学フィルタや色分解光学系に相当するガラスブロック、110はズームレンズ101によって形成された被写体像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)である。また、111、122はカメラ124及びズームレンズ101の各種の駆動を制御するCPUである。このように本発明のズームレンズをテレビカメラに適用することにより、高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

10

【0037】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0038】

以下に本発明の実施例1～3に対する数値実施例1～3を示す。各数値実施例において、 i は物体側からの面の順序を示し、 r_i は物体側より第 i 番目の面の曲率半径、 d_i は物体側より第 i 番目と第 $i+1$ 番目の間隔、 nd_i 、 vd_i は第 i 番目の光学部材の屈折率とアッペ数である。最後の3つの面はフィルタ等のガラスブロックである。各実施例と前述した条件式との対応を表1に示す。

【0039】

20

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、 k を円錐常数、 A_4 、 A_6 、 A_8 をそれぞれ非球面係数としたとき、次式で表している。また、「 $e-Z$ 」は「 $\times 10^{-Z}$ 」を意味する。

【0040】

【数1】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} + A_4H^4 + A_6H^6 + A_8H^8$$

【0041】

30

数値実施例1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	-596.824	6.00	1.83400	37.2	213.50
2	650.444	10.68			207.27
3	6177.556	15.81	1.43387	95.1	207.08
4	-470.417	0.25			206.90
5	987.962	21.13	1.43387	95.1	202.22
6	-435.802	16.57			201.16
7	316.944	25.33	1.43387	95.1	198.86
8	-784.095	0.25			198.33
9	233.492	16.59	1.43387	95.1	188.56
10	709.224	1.20			187.05
11	142.823	17.17	1.43875	94.9	171.94
12	260.349	(可変)			169.66
13*	453.585	2.20	2.00330	28.3	43.72
14	32.015	12.67			36.50
15	-32.503	1.40	1.75500	52.3	35.79

40

50

16	148.424	8.44	1.95906	17.5	41.47	
17	-56.574	0.29			43.02	
18	-60.680	1.60	1.90366	31.3	43.21	
19	-119.627	(可変)			45.05	
20	119.283	12.13	1.59522	67.7	77.56	
21*	-402.940	0.20			78.07	
22	97.170	13.59	1.59522	67.7	79.47	
23	-351.177	0.20			78.76	
24	75.365	2.30	1.80518	25.4	72.34	
25	41.438	20.22	1.43875	94.9	65.31	10
26*	-6022.050	(可変)			63.23	
27(絞リ)		2.13			29.17	
28	-112.914	1.40	1.88300	40.8	28.48	
29	27.001	6.75	1.80518	25.4	27.47	
30	-76.507	3.00			27.25	
31	-34.763	3.50	1.88300	40.8	26.35	
32	160.449	8.86			27.13	
33	-75.716	2.50	1.83400	37.2	29.74	
34	-107.967	5.72	1.51823	58.9	30.86	
35	-28.865	14.35			31.72	20
36	-76.195	3.66	1.51742	52.4	31.21	
37	-38.903	3.12			31.46	
38	-262.036	2.50	1.88300	40.8	29.76	
39	40.083	6.06	1.53172	48.8	29.23	
40	-63.891	0.20			29.34	
41	436.447	5.57	1.49700	81.5	29.01	
42	-29.789	2.50	1.88300	40.8	28.81	
43	-101.267	1.18			29.47	
44	54.276	5.93	1.48749	70.2	29.40	
45	-58.327	10.00			29.00	30
46		33.00	1.60859	46.4	60.00	
47		13.20	1.51633	64.2	60.00	
48		9.85			60.00	

像面

非球面データ

第13面

K = 5.50859e+001 A 4= 1.39713e-006 A 6=-4.03371e-010 A 8=-1.43726e-013

第21面

K = 8.31666e+000 A 4= 1.33817e-007 A 6= 2.68279e-011 A 8= 3.43705e-015

第26面

K = -6.64183e+004 A 4= 6.33192e-007 A 6=-2.04475e-012 A 8=-2.60891e-014

【 0 0 4 2 】

各種データ

ズーム比 90.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	8.20	320.00	738.00
Fナンバー	1.80	1.80	4.00

半画角	33.85	0.98	0.43
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	599.24	599.24	599.24

d12	2.65	147.67	154.81
d19	242.40	39.30	3.51
d26	3.00	61.08	89.72
d48	9.85	9.85	9.85

入射瞳位置	128.38	2847.27	8981.97
射出瞳位置	351.79	351.79	351.79
前側主点位置	136.78	3466.74	11312.80
後側主点位置	1.65	-310.15	-728.15

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	206.25	130.96	75.83	-14.25
2	13	-23.50	26.59	3.10	-17.06
3	20	64.00	48.64	6.93	-25.28
4	27	45.86	135.15	52.95	9.23

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-370.01
2	3	1005.71
3	5	698.39
4	7	522.56
5	9	791.91
6	11	688.58
7	13	-34.14
8	15	-35.04
9	16	43.02
10	18	-137.03
11	20	155.43
12	22	128.88
13	24	-116.82
14	25	93.66
15	28	-24.42
16	29	25.30
17	31	-31.90
18	33	-313.07
19	34	73.89
20	36	147.95
21	38	-38.99
22	39	47.05
23	41	56.17
24	42	-48.31
25	44	58.49
26	46	0.00
27	47	0.00

30

40

50

【 0 0 4 3 】

数值実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	-963.426	6.00	1.83400	37.2	211.36	
2	614.111	6.58			206.71	
3	1035.332	15.81	1.43387	95.1	206.33	
4	-698.421	0.25			205.87	10
5	983.534	15.52	1.43387	95.1	201.24	
6	-741.068	26.27			200.13	
7	358.589	19.56	1.43387	95.1	191.74	
8	-1310.234	0.25			191.29	
9	291.337	14.52	1.43387	95.1	185.97	
10	1163.861	1.20			184.80	
11	197.140	13.39	1.43875	94.9	175.64	
12	385.087	(可変)			173.90	
13*	726.621	2.20	2.00330	28.3	46.34	
14	40.686	9.28			40.29	20
15	-75.312	1.40	1.88300	40.8	39.48	
16	47.652	9.21	1.92286	18.9	39.12	
17	-80.805	2.43			38.96	
18	-47.132	1.60	1.81600	46.6	38.99	
19	-170.645	(可変)			41.16	
20	174.628	13.78	1.61800	63.3	83.89	
21*	-152.037	0.20			84.67	
22	107.082	15.29	1.59522	67.7	86.29	
23	-264.891	0.20			85.60	
24	143.560	2.30	1.80518	25.4	79.67	30
25	54.214	18.57	1.43875	94.9	73.06	
26		2.64			71.56	
27*	-2446.451	5.23	1.60311	60.6	70.31	
28	-251.277	(可変)			69.43	
29(絞リ)		2.34			31.66	
30	-105.663	1.40	1.88300	40.8	30.82	
31	29.817	5.82	1.80518	25.4	29.53	
32	-531.514	3.94			29.26	
33	-82.076	1.85	1.81600	46.6	28.25	
34	118.801	0.15			28.15	40
35	38.430	4.43	1.80809	22.8	28.45	
36	203.623	2.54			27.86	
37	-89.475	1.58	1.88300	40.8	27.47	
38	113.025	5.00			27.29	
39	-51.550	2.00	1.80100	35.0	27.57	
40	171.377	6.41	1.51633	64.1	28.96	
41	-30.640	0.49			29.75	
42	-80.780	1.91	1.64769	33.8	29.94	
43	-1138.836	3.89	1.64000	60.1	30.54	
44	-61.233	2.25			30.92	50

45	370.794	10.15	1.64000	60.1	30.80
46	129.144	6.10			30.29
47	-223.002	3.28	1.54072	47.2	30.64
48	-66.097	3.12			30.83
49	-622.604	3.07	1.83400	37.2	30.30
50	51.166	5.34	1.53172	48.8	30.09
51	-76.406	0.20			30.21
52	3131.104	5.12	1.49700	81.5	30.04
53	-33.362	2.50	1.88300	40.8	29.93
54	-72.482	1.18			30.60
55	70.640	8.23	1.51823	58.9	30.16
56	-70.250	10.00			29.58
57		33.00	1.60859	46.4	60.00
58		13.20	1.51633	64.2	60.00
59		10.31			60.00

像面

非球面データ

第13面

K = -1.62882e+003 A 4= 1.27340e-006 A 6=-7.94225e-010 A 8= 5.25483e-013

10

20

第21面

K = -1.21122e+001 A 4= 1.87376e-008 A 6= 6.36712e-011 A 8=-6.52874e-015

第27面

K = 3.67187e+003 A 4= 2.10552e-007 A 6=-1.16472e-010 A 8= 3.54033e-014

【 0 0 4 4 】

各種データ

ズーム比 120.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	8.70	300.00	1044.00
Fナンバー	1.80	1.80	5.70
半画角	32.30	1.05	0.30
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	665.61	665.61	665.61

30

d12	2.65	191.71	205.85
d19	295.63	56.75	1.94
d28	2.82	52.65	93.32
d59	10.31	10.31	10.31

40

入射瞳位置	128.10	2714.86	13813.33
射出瞳位置	197.86	197.86	197.86
前側主点位置	137.21	3494.75	20668.99
後側主点位置	1.61	-289.69	-1033.69

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	261.57	119.35	74.70	-12.61
2	13	-26.00	26.13	4.74	-13.19

50

3	20	66.00	58.21	11.37	-29.38
4	29	42.57	150.50	55.78	18.14

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-446.07
2	3	961.53
3	5	974.31
4	7	649.58
5	9	888.97
6	11	898.75
7	13	-42.67
8	15	-32.69
9	16	33.23
10	18	-79.86
11	20	133.17
12	22	129.66
13	24	-108.45
14	25	123.26
15	27	462.09
16	30	-26.06
17	31	34.90
18	33	-58.94
19	35	57.33
20	37	-56.02
21	39	-48.95
22	40	50.70
23	42	-133.40
24	43	100.57
25	45	-313.55
26	47	171.60
27	49	-56.21
28	50	58.20
29	52	66.26
30	53	-71.76
31	55	69.07
32	57	0.00
33	58	0.00

10

20

30

【 0 0 4 5 】

数値実施例 3

単位 mm

40

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	-5000.000	6.00	1.83400	37.2	209.92
2	404.564	7.60			203.75
3	443.152	21.77	1.43387	95.1	202.93
4	-795.645	0.25			202.10
5	6677.972	12.02	1.43387	95.1	198.70
6	-654.694	25.50			197.47

50

7	285.918	20.83	1.43387	95.1	185.44
8	-1807.516	0.25			184.81
9	391.554	10.80	1.43387	95.1	180.25
10	1499.379	1.20			179.10
11	168.213	12.79	1.43875	94.9	168.42
12	285.500	(可変)			166.60
13	848.227	2.00	1.88300	40.8	47.43
14	49.564	8.54			41.85
15	-79.401	1.90	1.81600	46.6	40.80
16	207.660	4.02			39.88
17	-95.031	1.90	1.83481	42.7	39.74
18	73.746	6.68	1.95906	17.5	41.99
19	-240.930	(可変)			43.07
20	9235.763	10.02	1.72916	54.7	71.76
21	-99.034	4.57			72.83
22	-69.340	2.70	1.83400	37.2	72.88
23	-84.989	0.20			75.27
24	113.102	14.65	1.49700	81.5	78.98
25	-199.463	0.30			78.63
26	84.467	2.50	1.80518	25.4	74.06
27	46.932	14.85	1.49700	81.5	68.55
28	236.391	0.20			67.68
29	219.192	5.08	1.60311	60.6	67.53
30		(可変)			66.63
31(絞リ)		3.36			32.87
32	-100.212	1.80	1.81600	46.6	31.60
33	37.328	4.97	1.80809	22.8	30.54
34	231.528	10.91			30.18
35	-31.662	1.59	1.81600	46.6	28.82
36	107.990	13.53	1.54814	45.8	30.96
37	-30.229	27.37			34.26
38	-142.791	12.23	1.48749	70.2	34.29
39	-47.998	0.54			35.08
40	-168.310	3.99	1.83400	37.2	34.26
41	49.847	10.62	1.48749	70.2	33.85
42	-57.971	4.04			34.38
43	262.203	6.50	1.51742	52.4	33.31
44	-38.295	2.51	1.88300	40.8	32.99
45	-162.563	0.20			33.39
46	59.847	5.54	1.51742	52.4	33.78
47	-91.069	15.00			33.61
48		33.00	1.60859	46.4	60.00
49		13.20	1.51633	64.2	60.00
50		13.67			60.00

10

20

30

40

像面

【 0 0 4 6 】

各種データ

ズーム比 90.00

広角 中間 望遠

焦点距離 9.00 320.00 810.00

50

Fナンバー	1.85	1.85	4.50
半画角	31.43	0.98	0.39
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	668.37	668.37	668.37

d12	2.87	184.70	195.56
d19	279.80	43.90	1.97
d30	2.03	56.10	87.17
d50	13.67	13.67	13.67

10

入射瞳位置	132.61	2726.27	8694.18
射出瞳位置	150.37	150.37	150.37
前側主点位置	142.20	3795.37	14303.87
後側主点位置	4.67	-306.33	-796.33

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	257.56	119.01	72.87	-15.06
2	13	-27.50	25.04	5.08	-13.65
3	20	66.50	55.06	14.38	-23.28
4	31	41.60	170.89	60.43	16.92

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-445.71
2	3	657.87
3	5	1371.47
4	7	569.28
5	9	1214.79
6	11	900.88
7	13	-59.34
8	15	-69.82
9	17	-49.21
10	18	58.71
11	20	133.86
12	22	-487.01
13	24	147.09
14	26	-133.96
15	27	114.49
16	29	362.01
17	32	-32.97
18	33	53.89
19	35	-29.70
20	36	44.41
21	38	141.80
22	40	-45.44
23	41	56.62
24	43	64.77
25	44	-56.95
26	46	70.37

30

40

50

27 48 0.00
28 49 0.00

【 0 0 4 7 】

【表 1】

数値実施例 1 ~ 3 における各条件式対応値

条件式	条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3
(1)	$ (R12+R21)/(R12-R21) $	1.24	3.92	21.97
(2)	f_t/f_1	3.58	3.99	3.14
(3)	$(R11+R12)/(R11-R12)$	-0.04	0.22	0.85
(4)	$0k1/f1$	-6.91×10^{-2}	-4.82×10^{-2}	-5.85×10^{-2}
(5)	$L1w/f1$	9.70×10^{-2}	7.65×10^{-2}	8.93×10^{-2}
(6)	f_{lai}/f_{lat}	1.68	2.00	3.06
(7)	ν_p	95.06	95.06	95.06
(8)	ν_n	37.16	37.16	37.16
(9)	$\nu_p - \nu_n$	57.90	57.90	57.90

10

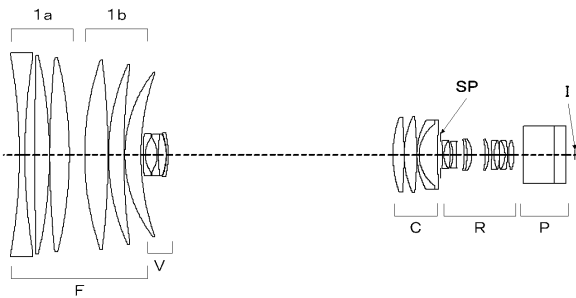
【符号の説明】

【 0 0 4 8 】

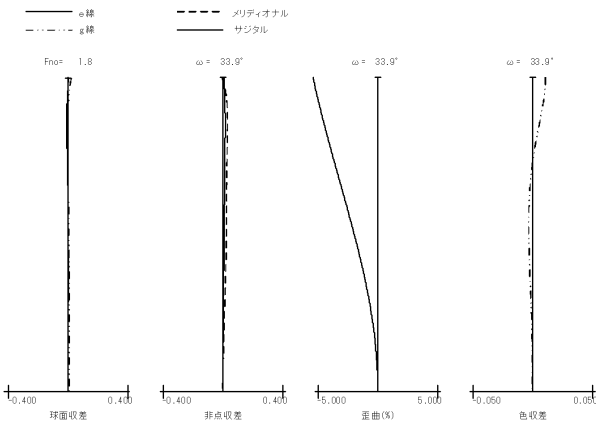
F : 第 1 レンズ群
V : 第 2 レンズ群
C : 第 3 レンズ群
R : 第 4 レンズ群

20

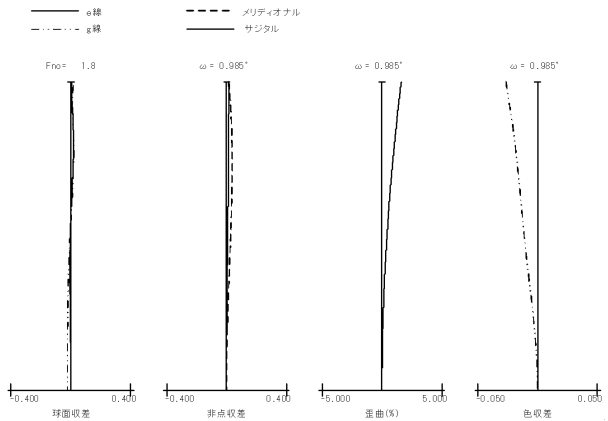
【図 1】



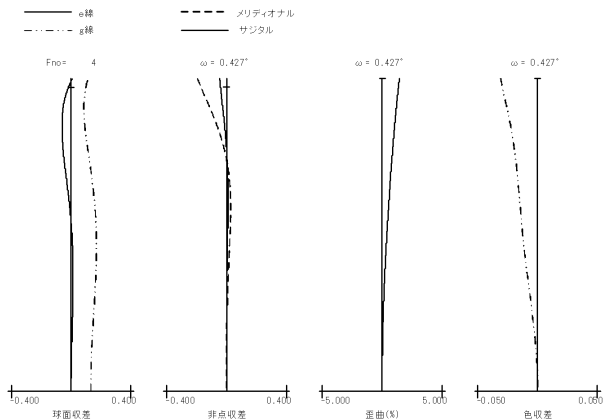
【図 2 A】



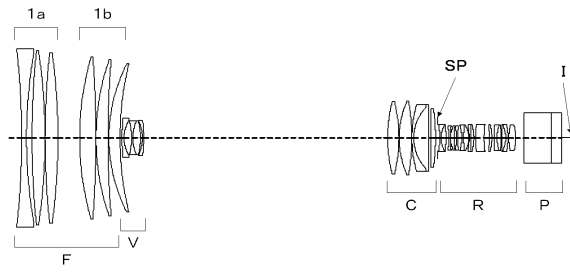
【図 2 B】



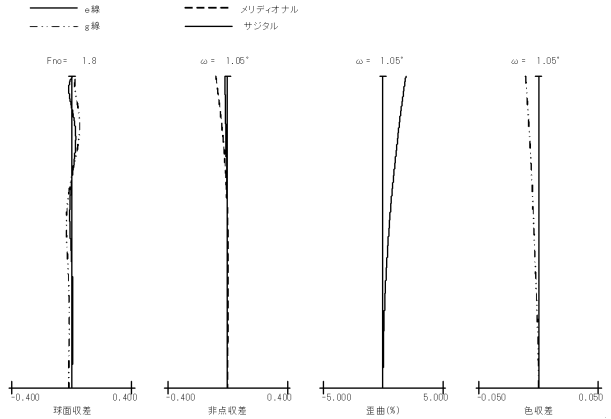
【図 2 C】



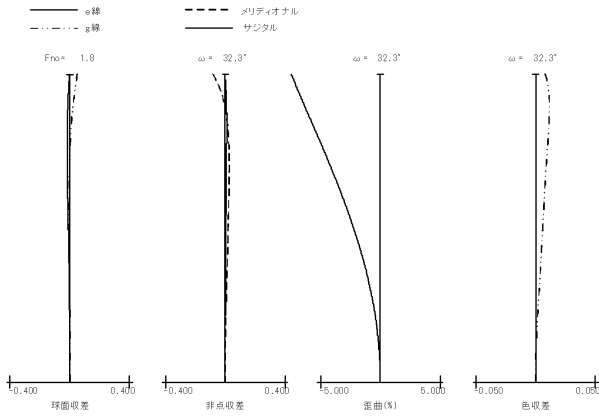
【図3】



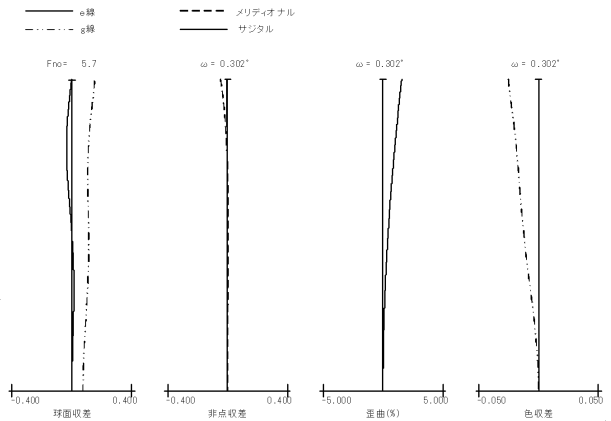
【図4B】



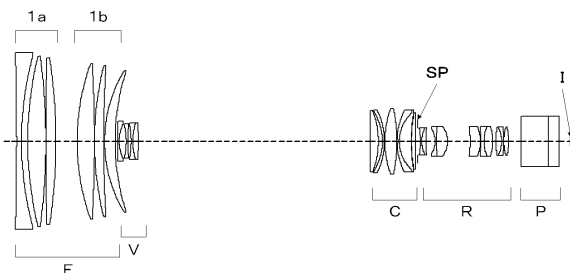
【図4A】



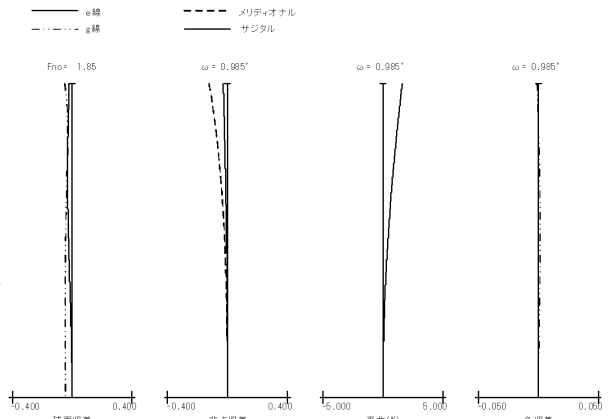
【図4C】



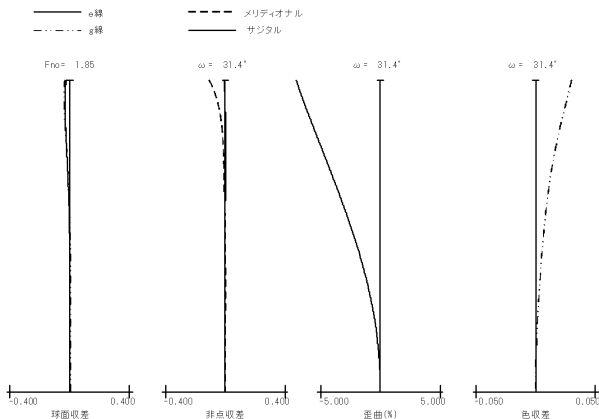
【図5】



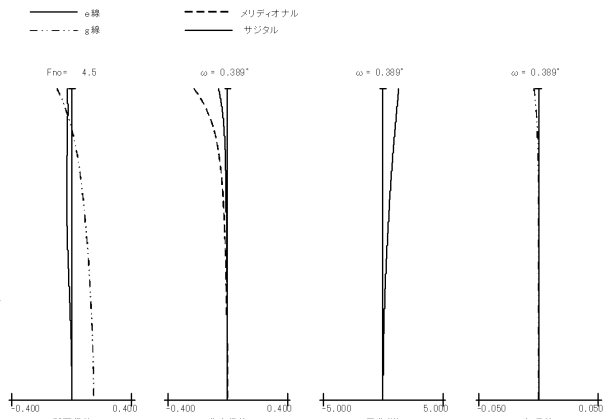
【図6B】



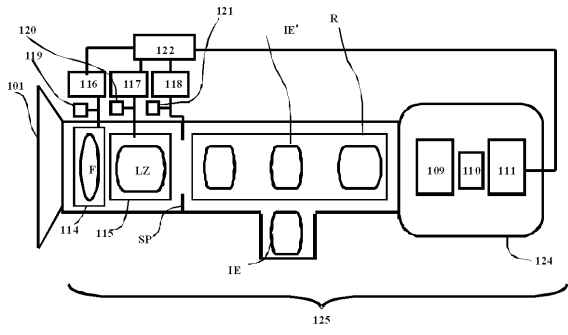
【図6A】



【図6C】



【図7】



フロントページの続き

(74)代理人 100134393

弁理士 木村 克彦

(74)代理人 100174230

弁理士 田中 尚文

(72)発明者 中村 智之

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 殿岡 雅仁

(56)参考文献 特開2009-288619(JP,A)

特開2001-356381(JP,A)

特開2004-264458(JP,A)

特開2010-091788(JP,A)

特開2012-189817(JP,A)

特開2005-284063(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04