

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4111470号
(P4111470)

(45) 発行日 平成20年7月2日(2008.7.2)

(24) 登録日 平成20年4月18日(2008.4.18)

(51) Int.Cl.

F I

GO 2 B 15/167 (2006.01)

GO 2 B 13/18 (2006.01)

GO 2 B 15/167

GO 2 B 13/18

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願平10-64423	(73) 特許権者	000005430
(22) 出願日	平成10年2月27日(1998.2.27)		フジノン株式会社
(65) 公開番号	特開平11-249016		埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地
(43) 公開日	平成11年9月17日(1999.9.17)	(74) 代理人	100097984
審査請求日	平成17年2月23日(2005.2.23)		弁理士 川野 宏
前置審査		(72) 発明者	大野 和則
			埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内
		審査官	原田 英信
		(56) 参考文献	特開平06-051201(JP,A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 広角ズームレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群および正の屈折力を有する第4レンズ群を配設してなり、

変倍に際して、前記第1レンズ群と前記第4レンズ群を光軸上で固定させるとともに、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群を光軸上で移動させて焦点位置を一定に保ちつつ所定の焦点距離に変更し、

前記第1レンズ群は、少なくとも1枚の像面側に強い曲率の凹面を向けた負レンズを有し、

前記第2レンズ群は1枚の正レンズのみからなり、

前記第3レンズ群は1枚の正レンズのみからなり、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とすると、

$$(1) \quad -2.5 < f_1 / f_w < -1.5$$

$$(2) \quad 2.0 < f_2 / f_w < 4.0$$

なる条件式を満足するとともに、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間に開口絞りを固定して配設し、

前記第1レンズ群の最も像面側の面から前記開口絞りまでの中心間隔を D_e 、広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との群間隔を D_{2w} 、広角端における全系の

焦点距離を f_w とするとき、

$$(3) \quad 1.1 < D_e / f_w < 2.1$$

$$(4) \quad 2.7 < D_{2w} / f_w < 4.3$$

なる条件式を満足することを特徴とする広角ズームレンズ。

【請求項 2】

前記第 1 レンズ群は、像面側に凹面を向けた 1 枚の負レンズのみからなるとともに、該負レンズの少なくとも 1 面は非球面であることを特徴とする請求項 1 記載の広角ズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 2 レンズ群は、1 枚の両凸レンズのみからなるとともに、該両凸レンズの少なくとも 1 面は非球面であることを特徴とする請求項 1 記載の広角ズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群は、各々少なくとも 1 枚の有機材料からなるレンズを有することを特徴とする請求項 1 記載の広角ズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 4 レンズ群は、1 つの接合レンズのみからなることを特徴とする請求項 1 記載の広角ズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、テレビレンズや写真レンズ等に用いる広角ズームレンズに関し、特に電子スチルカメラ用のレンズとして適し、構成枚数が少なく低価格であり、性能の良好な簡易構成の広角ズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

近年の電子映像技術の発達が目覚ましいものがあり、特に電子情報化時代の到来とも相俟って、電子スチルカメラが普及してきている。

このような電子スチルカメラは、銀塩写真カメラに比較すると性能の割に高価なものとなっており、電子スチルカメラのさらなる普及の妨げとなっていた。このため、特に電子スチルカメラに適した低価格なズームレンズの開発が望まれている。

【0003】

従来から、電子スチルカメラやビデオカメラに用いられるズームレンズは多数提案されている。例えば、特開平 7 - 113956 号公報に、物体側から順に、負の第 1 レンズ群と正の第 2 レンズ群を配設したズームレンズが開示されている。また、特開平 9 - 179026 号公報に、物体側から順に、負の第 1 レンズ群、正の第 2 レンズ群、負の第 3 レンズ群および正の第 4 レンズ群を配設した 4 群移動ズームレンズが開示されている。

【0004】

しかし、これらの従来のズームレンズは、必ずしもコンパクトかつ安価なものとはなっていないかった。

また、電子スチルカメラ等に用いるズームレンズでは、レンズ構成枚数が少なく、小型かつ高性能で、撮像画面サイズに対して焦点距離の短い広角ズームレンズであることが要求される。

しかし、ズームレンズの広角端では、撮像画面のサイズを大きくするとレンズ外径が大きくなるため、鏡胴径も大きくなってコンパクト性を損なう可能性があった。

【0005】

例えば、レンズ構成枚数が比較的少なく広角に適したレンズとして、上述した特開平 7 - 113956 号公報や特開平 9 - 179026 号公報に示されたズームレンズの他に、特開平 6 - 201993 号公報に、物体側から順に、負の第 1 レンズ群、正の第 2 レンズ群及び正の第 3 レンズ群を配設した広角 2 焦点レンズが開示されているが、これらの広角レンズは、前群レンズ径が比較的大きくコンパクトとは言えなかった。

【0006】

本発明は、上述した事情に鑑みなされたもので、前群のレンズ外径を含めて全系にわたってレンズ全長およびレンズ外径をともし小さく抑え、レンズ構成枚数を少なくして高性能でコンパクトかつ安価な広角ズームレンズを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記した目的を達成するため、以下に示す特徴点を備えている。

【0008】

請求項1記載の発明にかかる広角ズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群および正の屈折力を有する第4レンズ群を配設してなり、変倍に際して、前記第1レンズ群と前記第4レンズ群を光軸上で固定させるとともに、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群を光軸上で移動させて焦点位置を一定に保ちつつ変倍するズームレンズであって、前記第1レンズ群は、少なくとも1枚の像面側に強い曲率の凹面を向けた負レンズを有し、前記第2レンズ群は1枚の正レンズのみからなり、前記第3レンズ群は1枚の正レンズのみからなり、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とすると、

$$(1) \quad -2.5 < f_1 / f_w < -1.5$$

$$(2) \quad 2.0 < f_2 / f_w < 4.0$$

なる条件式を満足するとともに、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間に開口絞りを固定して配設し、

前記第1レンズ群の最も像面側の面から前記開口絞りまでの中心間隔を D_e 、広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との群間隔を D_{2w} 、広角端における全系の焦点距離を f_w とすると、

$$(3) \quad 1.1 < D_e / f_w < 2.1$$

$$(4) \quad 2.7 < D_{2w} / f_w < 4.3$$

なる条件式を満足することを特徴とするものである。

【0010】

請求項2記載の発明にかかる広角ズームレンズは、前記請求項1記載の発明にかかる広角ズームレンズの特徴点に加えて、前記第1レンズ群は、像面側に凹面を向けた1枚の負レンズのみからなるとともに、該負レンズの少なくとも1面は非球面であることを特徴とするものである。

【0011】

請求項3記載の発明にかかる広角ズームレンズは、前記請求項1記載の発明にかかる広角ズームレンズの特徴点に加えて、前記第2レンズ群は、1枚の両凸レンズのみからなるとともに、該両凸レンズの少なくとも1面は非球面であることを特徴とするものである。

【0012】

請求項4記載の発明にかかる広角ズームレンズは、前記請求項1記載の発明にかかる広角ズームレンズの特徴点に加えて、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群は、各々少なくとも1枚の有機材料からなるレンズを有することを特徴とするものである。

【0013】

請求項5記載の発明にかかる広角ズームレンズは、前記請求項1記載の発明にかかる広角ズームレンズの特徴点に加えて、前記第4レンズ群は、1つの接合レンズのみからなることを特徴とするものである。

【0014】

つぎに、上記各請求項をさらに詳しく説明する。

請求項1は、本発明の基本をなす条件であり、上述した構成を備えることにより、レンズ全長および第1レンズ群のレンズ外径を含めた全系にわたるレンズ外径をともし小さく抑え、レンズ構成枚数を少なくして高性能でコンパクトかつ安価な広角ズームレンズとすることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

第 1 レンズ群において、少なくとも 1 枚配設される像面側に強い曲率の凹面を向けた負レンズは、第 1 レンズ群に負の屈折力を持たせるための主要なレンズである。この負レンズは、像面側に強い曲率の凹面を向けることで、開口絞りを接近して配設し、軸外光束の像面湾曲およびコマ収差等の諸収差の発生を最小限にとどめることができる。また、上述した形状とすることにより、第 1 レンズ群のレンズ外径を小さくすることができる。

【 0 0 1 6 】

第 2 レンズ群は、全体として正の屈折力を有するようにするため、少なくとも 1 枚の凸レンズを含むことが必要である。この凸レンズは、第 1 レンズ群の負の屈折力による強い発散作用を打ち消すために、物体側に配設した開口絞りに対向する面を強い曲率の凸面とすることが必要である。また、この凸レンズは、広角端において物体側に配設した開口絞りから遠ざかり、望遠端において物体側に配設した開口絞りに接近するので、球面収差と像面湾曲とをズーム全域にわたって良好に維持するために、強い正の屈折力をレンズの前後面に分散させる必要がある。さらに、レンズ枚数を最小に止めるために、この凸レンズを両凸レンズとしている。

【 0 0 1 7 】

第 3 レンズ群は、焦点距離を変更する際に、焦点位置が一定になるように移動する補正群である。この第 3 レンズ群は、屈折力が弱いこともあって、1 枚の正レンズのみで構成することができる。

条件式 (1)、(2) は、広角ズームレンズのレンズ構成をバランス良く配置するための条件式である。すなわち、条件式 (1) は、第 1 レンズ群の焦点距離 f_1 と全系の広角端での焦点距離 f_w との比を規定する条件式であり、条件式 (2) は、第 2 レンズ群の焦点距離 f_2 と全系の広角端での焦点距離 f_w との比を規定する条件式である。

【 0 0 1 8 】

条件式 (1) において、 f_1 / f_w の値が下限を下回ると、負の屈折力が弱くなり、歪曲収差等には有利であるものの、ズーム比を所定の大きさに維持するために第 2 レンズ群の移動量を大きくする必要があり、レンズ系全体が大きくなってコンパクト性を損なう。

一方、 f_1 / f_w の値が上限を上回ると、第 1 レンズ群の負の屈折力、第 2 レンズ群の正の屈折力が各々強くなり過ぎて、ズーム域全体の性能バランスを維持できなくなる。

【 0 0 1 9 】

条件式 (2) において、 f_2 / f_w の値が下限を下回ると、第 2 レンズ群の正の屈折力が大きくなり過ぎて、球面収差及び像面湾曲等の収差をズーム全域にわたって良好に補正できなくなる。

一方、 f_2 / f_w の値が上限を上回ると、第 1 レンズ群の負の屈折力を打ち消すことができなくなる。また、第 3 レンズ群のズーム移動量が大きくなるので、第 3 レンズ群のレンズ外径が大きくなり、コンパクト性を損ねることとなる。

【 0 0 2 0 】

また、請求項 1 は、負の第 1 レンズ群とそれに続いて配設される全系の開口絞りに関する条件であり、上述した構成を備えることにより、レンズ構成枚数を少なくしてコンパクトな広角ズームレンズとすることができる。

条件式 (3) は、第 1 レンズ群とそれに続いて配設される開口絞りの配置関係を規定する条件式である。すなわち、条件式 (3) は、第 1 レンズ群の最も像面側の面から開口絞りまでの中心間隔 D_o と広角端における全系の焦点距離 f_w との比を規定する条件式である。

【 0 0 2 1 】

条件式 (3) において、 D_o / f_w の値が下限を下回ると、全系のバックフォーカスが小さくなりすぎて、CCD のような撮像素子を取り付けるための十分なスペースを確保できない。また、十分なバックフォーカスを確保するために、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔を大きくすると、第 2 レンズ群の外径が大きくなりすぎてしまう。

【 0 0 2 2 】

一方、 D_e / f_w の値が上限を上回ると、開口絞りに対して第1レンズ群が遠ざかり過ぎて、第1レンズ群のレンズ外径が大きくなり過ぎたり、レンズ全系のバックフォーカスが大きくなったりして、レンズ系全体のコンパクト性を損ねてしまう。

条件式(4)は、ズームレンズの全長と外径の大きさを規定する条件式である。すなわち、条件式(4)は、広角端における第1レンズ群と第2レンズ群との群間隔 D_{2w} と広角端における全系の焦点距離 f_w との比を規定する条件式である。

【0023】

条件式(4)において、 D_{2w} / f_w の値が下限を下回ると、レンズ系全体としては小型となるものの、変倍に際して、第2レンズ群、第3レンズ群各々の移動量が小さすぎて、所望のズーム比を得ることができなくなる。そこで、所望のズーム比を得ようとする、第2レンズ群、第3レンズ群各々の屈折力が大きくなりすぎて、結像性能を良好に保てなくなる。

一方、 D_{2w} / f_w の値が上限を上回ると、結像性能はさらに良くなるが、レンズ系が大型化してしまい、本発明の目的にそぐわなくなる。

【0024】

請求項2は、第1レンズ群のレンズ構成に関する条件であり、上述した構成を備えることにより、レンズ構成枚数を極力少なくすることができる。

すなわち、第1レンズ群を構成する負レンズの少なくとも一面を非球面とすることにより、この負レンズ1枚のみで第1レンズ群を構成したとしても、後に詳述する実施例から明らかなように、ズーム全域にわたって、歪曲収差や像面湾曲等の諸収差を良好に補正することができる。

【0025】

請求項3は、第2レンズ群のレンズ構成に関する条件であり、上述した構成を備えることにより、レンズ構成枚数を極力少なくすることができる。

すなわち、第2レンズ群を構成する両凸レンズの少なくとも一面を非球面とすることにより、この両凸レンズ1枚のみで第2レンズ群を構成したとしても、後に詳述する実施例から明らかなように、性能を損なうことがない広角ズームレンズとすることができる。

【0026】

請求項4は、第1レンズ群および第2レンズ群を構成するレンズの材料に関する条件であり、低価格化を実現することができる。

すなわち、第1レンズ群および第2レンズ群を構成する非球面レンズを有機材料で成型することにより、大幅なコストの削減が可能となる。後に詳述する実施例から明らかなように、第1レンズ群を有機材料からなる非球面負レンズで構成し、第2レンズ群を有機材料からなる非球面正レンズで構成した場合に、各々1枚のレンズのみを用いて温度変化に対するピント変化が少なく、かつ良好な性能の広角ズームレンズを形成することができる。

【0027】

請求項5は、第4レンズ群の構成に関する条件であり、上述した構成を備えることにより、ズーム全域にわたって特に色収差を良好に保つことができる。

すなわち、ズーム全域にわたって色収差を良好に保つためには、第4レンズ群を正、負レンズを組み合せた色消しレンズとする必要がある。しかし、第4レンズ群を正、負レンズの2枚のみで構成しようとする、色消しであるがために、各々のレンズの屈折力が非常に強くなる。このため、各々のレンズを分離して配設すると、球面収差等が大きくなり、性能劣化が著しいものとなる。したがって、第4レンズ群を構成する正、負の各々のレンズを接合レンズとすることにより、後に詳述する実施例から明らかなように、良好な性能の広角ズームレンズとすることができる。

【0028】

以上詳述したように本発明によれば、前述した各従来例では実現できなかった4群5枚という極めて少ないレンズ構成で、例えば電子スチルカメラ用(1/4 CCD撮像素子を使用したもの)に $F2.9 \sim 5.4 / 3 \sim 6$ ミリの小型で安価かつ高性能なズームレンズを提

10

20

30

40

50

供することができる。

【 0 0 2 9 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態を実施例 1 ～ 3 を用いて説明する。

図 1 ～ 3 は、それぞれ実施例 1 ～ 3 にかかる広角ズームレンズのレンズ基本構成図である。
 なお、図 1 ～ 3 中、W は広角端、T は望遠端、X は光軸、P は結像位置を示す。

【 0 0 3 0 】

< 実施例 1 >

図 1 に示すように、実施例 1 にかかる広角ズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G_1 、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G_2 、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G_3 および正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G_4 を配設してなる。

10

また、変倍に際して、第 1 レンズ群 G_1 と第 4 レンズ群 G_4 を光軸上で固定するとともに、第 2 レンズ群 G_2 と第 3 レンズ群 G_3 を光軸上で移動させることにより、焦点位置を一定に保ちつつ所定の焦点距離に変更する。

【 0 0 3 1 】

また、図 1 に示すように、第 1 レンズ群 G_1 は、像面側に強い曲率の凹面を向けた負のメニスカスレンズからなる第 1 レンズ L_1 により構成され、第 2 レンズ群 G_2 は、物体側に強い曲率の面を向けた両凸レンズからなる第 2 レンズ L_2 により構成され、第 3 レンズ群 G_3 は、像面側に凹面を向けた正のメニスカスレンズからなる第 3 レンズ L_3 により構成され、第 4 レンズ群 G_4 は、両凸レンズからなる第 4 レンズ L_4 と物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズからなる第 5 レンズ L_5 の接合レンズにより構成されている。

20

【 0 0 3 2 】

また、第 1 レンズ群 G_1 と第 2 レンズ群 G_2 の間には、全系の明るさを決定する開口絞り 1 が固定して配設されている。

また、第 1 レンズ L_1 および第 2 レンズ L_2 は、有機材料により成型することが好ましい（実施例 2、3 において同じ）。

【 0 0 3 3 】

なお、実施例 1 にかかる広角ズームレンズは、1 / 4 " CCD 撮像素子を使用することを想定したもので、レンズ系と撮像素子との間に、IR カットフィルタ 2 を配設してあるが、IR カットフィルタ 2 の代わりに、これより厚みのあるローパスフィルタを配設した場合にも、性能を変化させることなく使用することができる（実施例 2、3 において同じ）。

30

【 0 0 3 4 】

この実施例 1 における各レンズ面の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔 D (mm)、各レンズの d 線における屈折率 N_d およびアッベ数 ν_d を下記表 1 に示す。

ただし、この表 1 および後述する表 2 ～ 9 において、各記号 R 、 D 、 N_d 、 ν_d に対応させた数字は物体側から順次増加するようになっている。

また、表 1 中の第 2 面 R_2 、第 4 面 R_4 、第 6 面 R_6 は、下記非球面式で表される非球面形状となっている。

40

【 0 0 3 5 】

【 数 1 】

$$X = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - KC^2h^2}} + a_4h^4 + a_6h^6 + a_8h^8 + a_{10}h^{10}$$

ただし、 X ：光軸からの高さ h の非球面上の点より、非球面頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ (mm)

50

C : 非球面の近軸曲率

h : 光軸からの高さ (mm)

K : 離心率

a_4 、 a_6 、 a_8 、 a_{10} : 第 4, 6, 8, 10 次の非球面係数

また、表 2 に、上式に示される非球面の各定数 C、K、 a_4 、 a_6 、 a_8 、 a_{10} の値を示す。

【 0 0 3 6 】

さらに、表 3 の上段に、実施例 1 の広角端 (W I D E)、中間位置 (M I D D L E)、望遠端 (T E L E) における全系の焦点距離 F、明るさ FNO、半画角、第 1 レンズ群 G_1 と第 2 レンズ群 G_2 の群間隔 D_2 、第 2 レンズ群 G_2 と第 3 レンズ群 G_3 の群間隔 D_4 、第 3 レンズ群 G_3 と第 4 レンズ群 G_4 の群間隔 D_6 、バックフォーカス B f を示す。

10

【 0 0 3 7 】

また、表 3 の下段に、広角端における第 1 レンズ群 G_1 の焦点距離 f_1 と全系の焦点距離 f_w との比 f_1 / f_w 、広角端における第 2 レンズ群 G_2 の焦点距離 f_2 と全系の焦点距離 f_w との比 f_2 / f_w 、第 1 レンズ群 G_1 の最も像面側の面から開口絞り 1 までの中心間隔 D_e と広角端における全系の焦点距離 f_w との比 D_e / f_w 、広角端における第 1 レンズ群 G_1 と第 2 レンズ群 G_2 との群間隔 D_{2w} と広角端における全系の焦点距離 f_w との比 D_{2w} / f_w を示す。

【 0 0 3 8 】

【表 1】

20

面	R	D	N_d	ν_d
1	13.3610	1.1000	1.49023	57.6
2	2.2525※	D_2 (可変)	1.00000	
3	5.0223	2.2500	1.49023	57.6
4	-36.6484※	D_4 (可変)	1.00000	
5	4.7555	1.6500	1.49023	57.6
6	8.9267※	D_6 (可変)	1.00000	
7	15.9766	3.0000	1.77250	49.6
8	-3.0277	1.0000	1.84666	23.8
9	-22.9313	2.0000	1.00000	
10	∞	0.5500	1.51633	64.1
11	∞			

30

※印を付した面は非球面

開口絞りは、第 2 面より像面側に $D_e = 4.9033$

【 0 0 3 9 】

【表 2】

40

面	C	K	a_4	a_6	a_8	a_{10}
2	0.4439512	0.093275	3.3203×10^{-3}	3.5547×10^{-4}	1.1938×10^{-8}	1.2000×10^{-13}
4	-0.0272863	-5.915760	-3.9728×10^{-4}	1.1265×10^{-4}	1.8674×10^{-8}	2.4461×10^{-14}
6	0.1120235	-17.817060	7.6123×10^{-3}	1.5160×10^{-5}	-3.2824×10^{-7}	-1.5530×10^{-10}

【 0 0 4 0 】

【表 3】

項 目	記 号	WIDE	MIDDLE	TELE
焦点距離	F	2.808	3.926	5.377
明るさ	FNO	2.81	3.93	5.38
半画角	ω	35.5°	27.0°	20.4°
第1～2群間隔	D_2	10.0068	7.4139	5.4033
第2～3群間隔	D_4	1.0500	2.3205	1.9779
第3～4群間隔	D_6	1.2750	2.5974	4.9506
バックフォーカス	Bf	0.253	0.253	0.253
第1群焦点距離/ f_w	f_1/f_w	-2.03		
第2群焦点距離/ f_w	f_2/f_w	3.27		
絞り位置/ f_w	D_e/f_w	1.75		
W端での D_2/f_w	D_{2w}/f_w	3.56		

10

表3の下段から明らかなように、 f_1/f_w の値は-2.03、 f_2/f_w の値は3.27、 D_e/f_w の値は1.75、 D_{2w}/f_w の値は3.56となっており、下記条件式(1)、(2)、(3)、(4)をそれぞれ満足している。

$$(1) \quad -2.5 < f_1/f_w < -1.5$$

$$(2) \quad 2.0 < f_2/f_w < 4.0$$

$$(3) \quad 1.1 < D_e/f_w < 2.1$$

$$(4) \quad 2.7 < D_{2w}/f_w < 4.3$$

20

【0041】

つぎに、上記実施例1の各収差(球面収差および正弦条件、像面湾曲、歪曲収差)を各々図4～6に示す。なお、図4は広角端(WIDE)における収差図、図5は中間位置(MIDDLE)における収差図、図6は望遠端(TELE)における収差図を示す。

図4～6から明らかなように、上記実施例1によれば、各収差を良好なものとすることができる。

【0042】

<実施例2>

30

実施例2にかかる広角ズームレンズは、図2に示すように、上記実施例1にかかる広角ズームレンズとほぼ同様のレンズ構成からなるが、第4レンズ群 G_4 が、両凹レンズからなる第4レンズ L_4 と両凸レンズからなる第5レンズ L_5 との接合レンズにより構成されている点異なる。

この実施例2における各レンズ面の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔 D (mm)、各レンズのd線における屈折率 N_d およびアッベ数 ν_d を下記表4に示す。

【0043】

また、表4中の第2面 R_2 、第4面 R_4 、第6面 R_6 は、上記非球面式で表される非球面形状となっている。

40

また、表5に、非球面の各定数 C 、 K 、 a_4 、 a_6 、 a_8 、 a_{10} の値を示す。

さらに、表6の上段に、実施例2の広角端(WIDE)、中間位置(MIDDLE)、望遠端(TELE)における全系の焦点距離 F 、明るさFNO、半画角 ω 、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 の群間隔 D_2 、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 の群間隔 D_4 、第3レンズ群 G_3 と第4レンズ群 G_4 の群間隔 D_6 、バックフォーカスBfを示す。

【0044】

また、表6の下段に、広角端における第1レンズ群 G_1 の焦点距離 f_1 と全系の焦点距離 f_w との比 f_1/f_w 、広角端における第2レンズ群 G_2 の焦点距離 f_2 と全系の焦点距離 f_w との比 f_2/f_w 、第1レンズ群 G_1 の最も像面側の面から開口絞り1までの中心間隔 D_e と広角端における全系の焦点距離 f_w との比 D_e/f_w 、広角端における第1レンズ群 G_1 と第2

50

レンズ群 G_2 との群間隔 D_{2w} と広角端における全系の焦点距離 f_w との比 D_{2w} / f_w を示す。

【 0 0 4 5 】

【表 4】

面	R	D	N_d	ν_d
1	7.5862	1.1000	1.58364	30.3
2	2.2049※	D_2 (可変)	1.00000	
3	5.4069	2.2500	1.49023	57.6
4	-10.3207※	D_4 (可変)	1.00000	
5	5.1943	1.6500	1.49023	57.6
6	10.3105※	D_6 (可変)	1.00000	
7	-24.6432	1.0000	1.84667	23.8
8	2.9933	3.0000	1.71300	53.9
9	-5.6010	2.0000	1.00000	
10	∞	0.5500	1.51633	64.1
11	∞			

10

※印を付した面は非球面

開口絞りは、第 2 面より像面側に $D_e = 4.0712$

20

【 0 0 4 6 】

【表 5】

面	C	K	a_4	a_6	a_8	a_{10}
2	0.4535353	0.286704	8.3804×10^{-3}	-2.9339×10^{-3}	1.0524×10^{-3}	-1.1307×10^{-4}
4	-0.0968927	-11.744060	1.6003×10^{-4}	3.4612×10^{-5}	7.8185×10^{-7}	-4.2470×10^{-8}
6	0.0969885	-18.184790	5.2760×10^{-3}	-7.1586×10^{-5}	2.4015×10^{-5}	-9.7540×10^{-7}

【 0 0 4 7 】

【表 6】

項 目	記 号	WIDE	MIDDLE	TELE
焦点距離	F	2.900	5.054	6.500
明るさ	FNO	2.90	5.05	6.50
半画角	ω	34.6°	21.6°	15.7°
第 1 ～ 2 群間隔	D_2	10.2720	6.1915	4.5862
第 2 ～ 3 群間隔	D_4	1.0500	4.2464	4.1207
第 3 ～ 4 群間隔	D_6	1.2750	2.1591	3.8901
バックフォーカス	B f	0.463	0.463	0.463
第 1 群焦点距離 / f_w	f_1 / f_w	-1.99		
第 2 群焦点距離 / f_w	f_2 / f_w	2.62		
絞り位置 / f_w	D_e / f_w	1.40		
W 端での D_{2w} / f_w	D_{2w} / f_w	3.54		

40

上記表 6 の下段から明らかなように、 f_1 / f_w の値は -1.99、 f_2 / f_w の値は 2.62、 D_e / f_w の値は 1.40、 D_{2w} / f_w の値は 3.54 となっており、上記条件式 (1)、(2)、(3)

50

、(4)をそれぞれ満足している。

【0048】

つぎに、上記実施例2の各収差(球面収差および正弦条件、像面湾曲、歪曲収差)を各々図7~9に示す。なお、図7は広角端(WIDE)における収差図、図8は中間位置(MIDDLE)における収差図、図9は望遠端(TELE)における収差図を示す。

図7~9から明らかなように、上記実施例2によれば、各収差を良好なものとすることができる。

【0049】

<実施例3>

実施例3にかかる広角ズームレンズは、図3に示すように、上記実施例1にかかる広角ズームレンズとはほぼ同様のレンズ構成からなるが、第3レンズ群 G_3 が、両凸レンズからなる第3レンズ L_3 により構成され、第4レンズ群 G_4 が、像面側に凹面を向けた負のメニスカスレンズからなる第4レンズ L_4 と両凸レンズからなる第5レンズ L_5 との接合レンズにより構成されている点が異なる。

【0050】

この実施例3における各レンズ面の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔 D (mm)、各レンズの d 線における屈折率 N_d およびアッベ数 ν_d を下記表7に示す。

また、表7中の第2面 R_2 、第4面 R_4 は、上記非球面式で表される非球面形状となっている。

【0051】

また、表8に、非球面の各定数 C 、 K 、 a_4 、 a_6 、 a_8 、 a_{10} の値を示す。

さらに、表9の上段に、実施例2の広角端(WIDE)、中間位置(MIDDLE)、望遠端(TELE)における全系の焦点距離 F 、明るさ FNO 、半画角 ω 、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 の群間隔 D_2 、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 の群間隔 D_4 、第3レンズ群 G_3 と第4レンズ群 G_4 の群間隔 D_6 、バックフォーカス Bf を示す。

【0052】

また、表9の下段に、広角端における第1レンズ群 G_1 の焦点距離 f_1 と全系の焦点距離 f_w との比 f_1/f_w 、広角端における第2レンズ群 G_2 の焦点距離 f_2 と全系の焦点距離 f_w との比 f_2/f_w 、第1レンズ群 G_1 の最も像面側の面から開口絞り1までの中心間隔 D_e と広角端における全系の焦点距離 f_w との比 D_e/f_w 、広角端における第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 との群間隔 D_{2w} と広角端における全系の焦点距離 f_w との比 D_{2w}/f_w を示す。

【0053】

【表7】

10

20

30

面	R	D	N_d	ν_d
1	19.1519	1.1000	1.58364	30.3
2	2.6329※	D_2 (可変)	1.00000	
3	5.5044	2.2500	1.49023	57.6
4	-8.4030※	D_4 (可変)	1.00000	
5	20.5805	1.6500	1.49023	57.6
6	-22.7535	D_6 (可変)	1.00000	
7	22.7163	1.0000	1.84667	23.8
8	2.4592	3.0000	1.71300	53.9
9	-14.9159	2.0000	1.00000	
10	∞	0.5500	1.51633	64.1
11	∞			

10

※印を付した面は非球面

開口絞りは、第2面より像面側に $D_e=4.0712$

【0054】

【表8】

20

面	C	K	a_4	a_6	a_8	a_{10}
2	0.3798093	0.175629	6.8044×10^{-3}	-2.6708×10^{-3}	9.0732×10^{-4}	-1.1809×10^{-4}
4	-0.1190051	-5.915760	1.2531×10^{-3}	1.7286×10^{-5}	1.5840×10^{-6}	-8.8285×10^{-8}

【0055】

【表9】

項 目	記 号	WIDE	MIDDLE	TELE
焦点距離	F	2.900	4.466	5.899
明るさ	FNO	2.90	4.94	5.90
半面角	ω	34.6°	22.1°	18.7°
第1～2群間隔	D_2	9.4185	6.3660	4.5862
第2～3群間隔	D_4	1.0500	3.5349	3.2677
第3～4群間隔	D_6	1.2750	1.8426	3.8896
バックフォーカス	Bf	0.539	0.539	0.539
第1群焦点距離/ f_w	f_1/f_w	-1.85		
第2群焦点距離/ f_w	f_2/f_w	2.47		
絞り位置/ f_w	D_e/f_w	1.40		
W端での D_2/f_w	D_{2w}/f_w	3.25		

30

40

上記表9の下段から明らかなように、 f_1/f_w の値は-1.85、 f_2/f_w の値は2.47、 D_e/f_w の値は1.40、 D_{2w}/f_w の値は3.25となっており、上記条件式(1)、(2)、(3)、(4)をそれぞれ満足している。

【0056】

つぎに、上記実施例3の各収差(球面収差および正弦条件、像面湾曲、歪曲収差)を各々図10～12に示す。なお、図10は広角端(WIDE)における収差図、図11は中間位置(MIDDLE)における収差図、図12は望遠端(TELE)における収差図を示す。

50

図10～12から明らかなように、上記実施例3によれば、各収差を良好なものとすることができる。

【0057】

【発明の効果】

本発明にかかる広角ズームレンズによれば、レンズ系の明るさを規定する開口絞りをレンズ系の物体寄りに配設し、この開口絞りより物体側に、負の屈折力を有する第1レンズ群を配し、開口絞りより像面側に、正の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群および正の屈折力を有する第4レンズ群を配設し、第2レンズ群は、広角側から望遠側に焦点距離を変更する際に物体側に向かって第1レンズ群に近づくように移動し、第3レンズ群は、焦点位置を一定に保つように移動し、レンズ系全体としては第1レ

10

【0058】

このように、負の屈折力を有する第1レンズ群を開口絞りの近くに配設することにより、第1レンズ群への軸外光束の入射光線高を光軸に対して低くできるので、第1レンズ群のレンズ外径を小さくすることができる。

また、開口絞りより像面側に配設した各レンズ群の正の強い屈折力により、開口絞りを通過する軸外光束が収斂され、第2レンズ群、第3レンズ群および第4レンズ群のレンズ外径を小さく抑えることができる。さらに、広角側、望遠側を問わずほぼテレセントリックに結像するので、CCDのような撮像素子を使用する際にも、カラーシェーディング等の

20

【0059】

また、特に負の屈折力を有する第1レンズ群への軸外光束の入射光線高さが低いため、倍率色収差や像面湾曲等の諸収差の発生が少なくなるので、少ないレンズ枚数で広角ズームレンズを構成することができ、高性能でコンパクトかつ安価な広角ズームレンズとすることができる。

【0060】

また、第2、第3、第4レンズ群についても、各レンズ群の結像倍率が大きくないので、各レンズ群の屈折力の大きさに比較して変倍時での収差変動が小さくなり、各レンズ群とも必要最小限のレンズ枚数で構成することができる。

30

以上説明に示したように、本発明によれば、レンズ全長および前群のレンズ外径を含めて全系にわたってレンズ外径をともし小さく抑え、レンズ構成枚数を少なくして高性能でコンパクトかつ安価な広角ズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1にかかる広角ズームレンズのレンズ基本構成図

【図2】実施例2にかかる広角ズームレンズのレンズ基本構成図

【図3】実施例3にかかる広角ズームレンズのレンズ基本構成図

【図4】実施例1にかかる広角ズームレンズの広角端における収差図（球面収差および正弦条件、像面湾曲、歪曲収差）

40

【図5】実施例1にかかる広角ズームレンズの中間位置における収差図（球面収差および正弦条件、像面湾曲、歪曲収差）

【図6】実施例1にかかる広角ズームレンズの望遠端における収差図（球面収差および正弦条件、像面湾曲、歪曲収差）

【図7】実施例2にかかる広角ズームレンズの広角端における収差図（球面収差および正弦条件、像面湾曲、歪曲収差）

【図8】実施例2にかかる広角ズームレンズの中間位置における収差図（球面収差および正弦条件、像面湾曲、歪曲収差）

【図9】実施例2にかかる広角ズームレンズの望遠端における収差図（球面収差および正弦条件、像面湾曲、歪曲収差）

50

【図 10】実施例 3 にかかる広角ズームレンズの広角端における収差図（球面収差および正弦条件、像面湾曲、歪曲収差）

【図 11】実施例 3 にかかる広角ズームレンズの中間位置における収差図（球面収差および正弦条件、像面湾曲、歪曲収差）

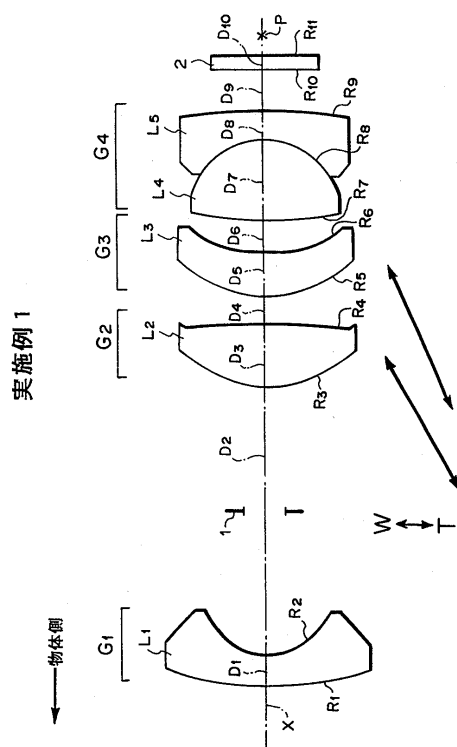
【図 12】実施例 3 にかかる広角ズームレンズの望遠端における収差図（球面収差および正弦条件、像面湾曲、歪曲収差）

【符号の説明】

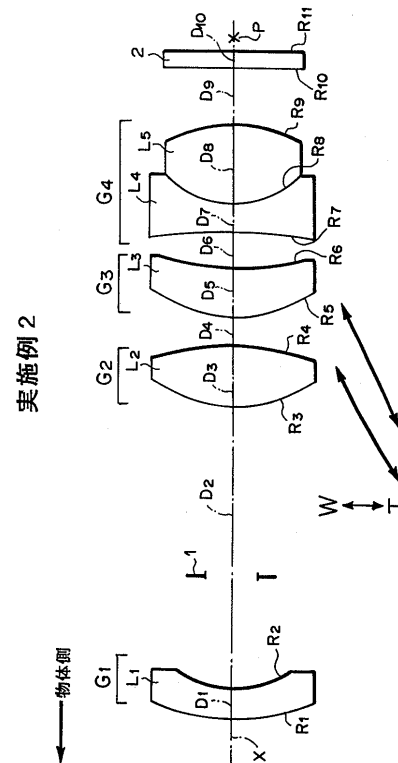
- $G_1 \sim G_4$ レンズ群
 $L_1 \sim L_5$ レンズ
 $R_1 \sim R_{11}$ レンズ面の曲率半径
 $D_1 \sim D_{10}$ レンズ面間隔（レンズ厚）
 X 光軸
 P 結像位置
 1 開口絞り
 2 IR カットフィルタ

10

【図 1】

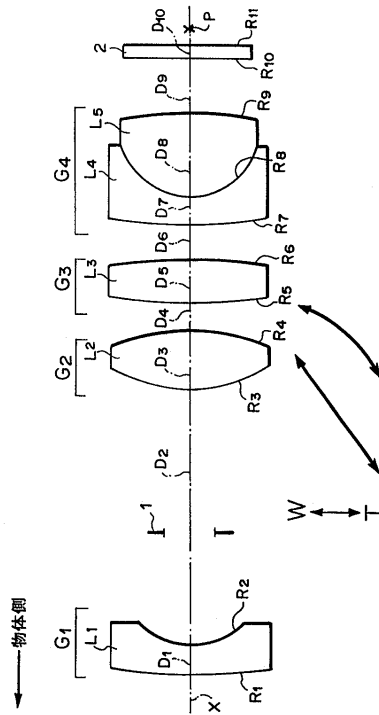


【図 2】



【図 3】

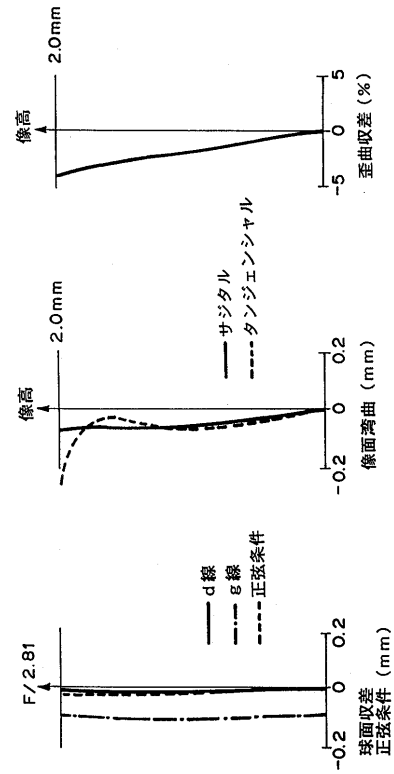
実施例 3



【図 4】

実施例 1

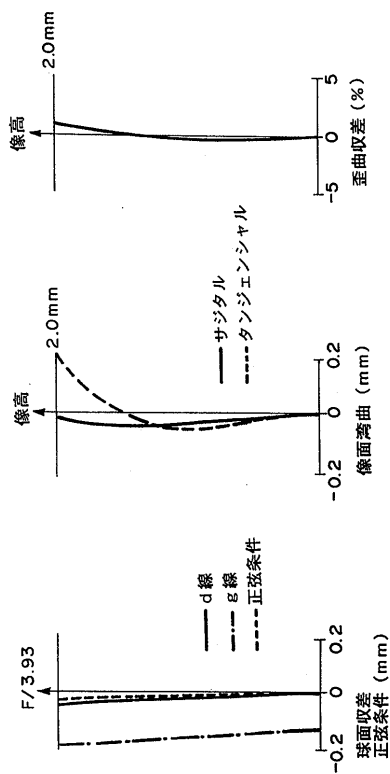
WIDE



【図 5】

実施例 1

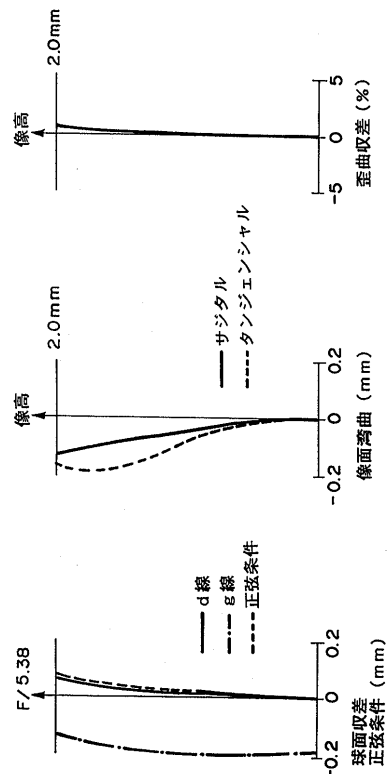
MIDDLE



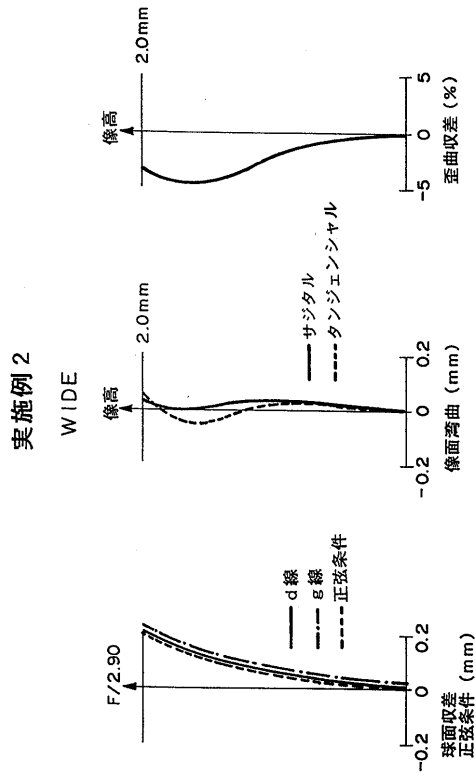
【図 6】

実施例 1

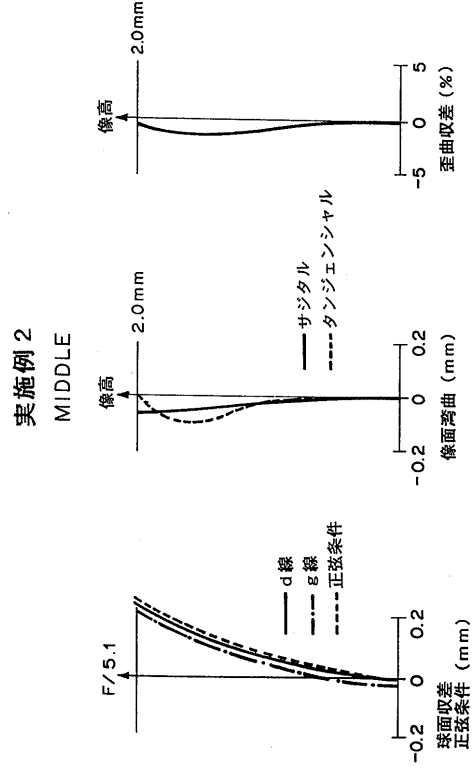
TELE



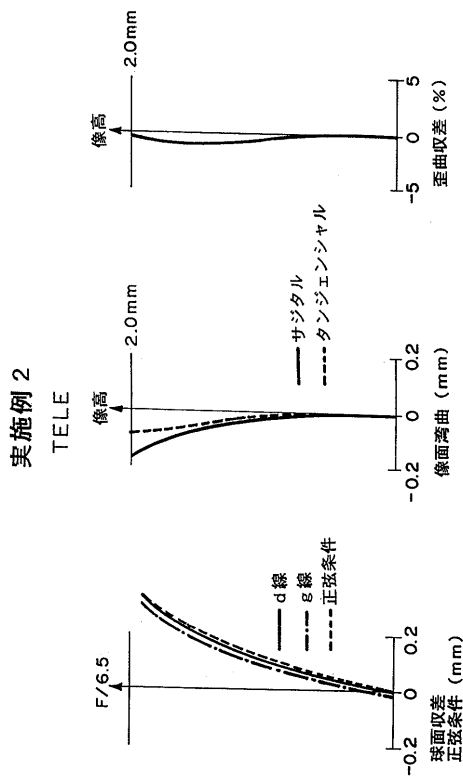
【図 7】



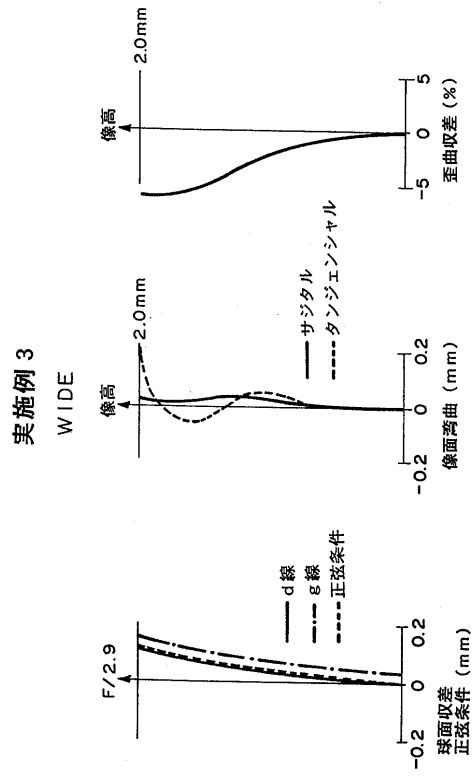
【図 8】



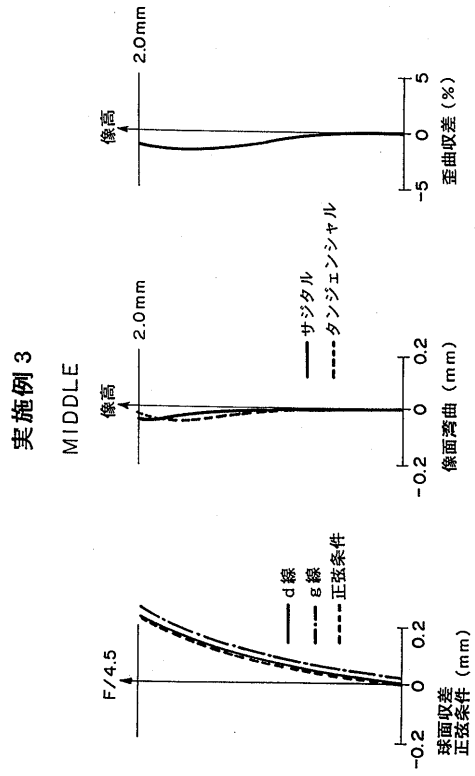
【図 9】



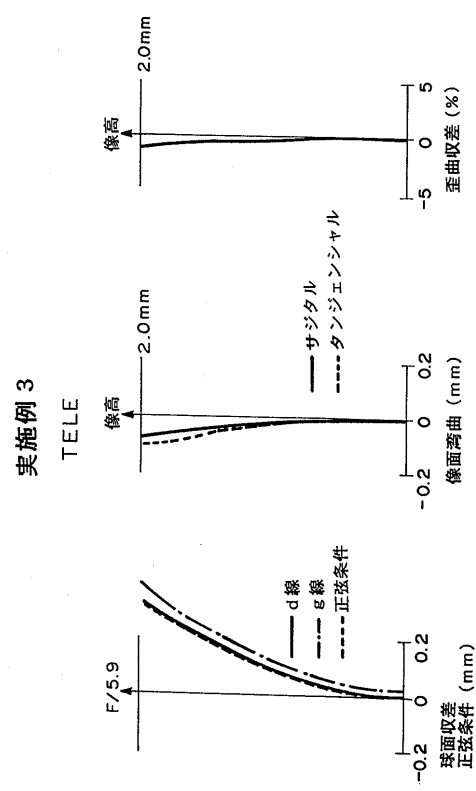
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04