

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-221920

(P2005-221920A)

(43) 公開日 平成17年8月18日(2005.8.18)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 13/04
G02B 13/18

F I

G02B 13/04
G02B 13/18

D

テーマコード(参考)

2H087

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2004-31694(P2004-31694)
(22) 出願日 平成16年2月9日(2004.2.9)

(71) 出願人 303000408
コニカミノルタオプト株式会社
東京都八王子市石川町2970番地
(74) 代理人 100085501
弁理士 佐野 静夫
(74) 代理人 100111811
弁理士 山田 茂樹
(72) 発明者 大澤 聡
東京都八王子市石川町2970番地 コニ
カミノルタオプト株式会社内
(72) 発明者 松坂 慶二
東京都八王子市石川町2970番地 コニ
カミノルタオプト株式会社内

最終頁に続く

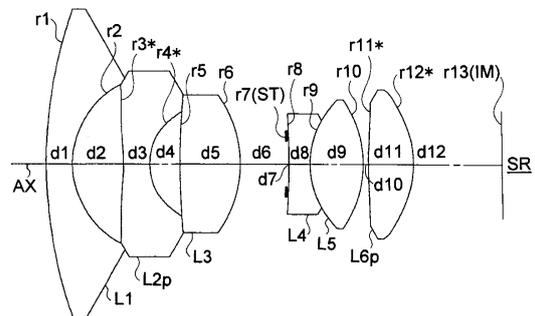
(54) 【発明の名称】 超広角光学系

(57) 【要約】

【課題】 撮像素子用の撮像光学系として良好な光学性能と広い画角を有する、低コストかつコンパクトな超広角光学系を提供する。

【解決手段】 撮像素子SRの撮像面上に被写体の光学像IMを形成するための超広角光学系であって、物体側より順に、物体側に凸のメニスカス形状を有する負の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、を含むとともに、第1、第2レンズL1、L2の4つのレンズ面のうちの少なくとも1面が非球面*から成る。第1、第2レンズL1、L2よりも像側に少なくとも1枚の正レンズを含むとともに、そのうちの1枚が非球面*を有する。条件式： $0.05 < (TL \times Yd) / \{f \times \tan(d)\} < 3.5$ 、 $-1.5 < f12 / f < -0.7$ (d: 最大半画角、Yd: 最大像高、TL: 最も物体側のレンズ面r1から結像位置IMまでの軸上距離、f: 全系の焦点距離、f12: 第1、第2レンズL1、L2の合成焦点距離)を満足する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像素子の撮像面上に被写体の光学像を形成するための超広角光学系であって、物体側より順に、物体側に凸のメニスカス形状を有する負の第 1 レンズと、負の第 2 レンズと、を含むとともに、前記第 1, 第 2 レンズの 4 つのレンズ面のうちの少なくとも 1 面が非球面から成り、前記第 1, 第 2 レンズよりも像側に少なくとも 1 枚の正レンズを含むとともに、そのうちの 1 枚が非球面を有し、以下の条件式 (1) 及び (2) を満足することを特徴とする超広角光学系；

$$0.05 < (TL \times Yd) / \{f \times \tan(d)\} < 3.5 \quad \dots (1)$$

$$-1.55 < f_{12} / f < -0.7 \quad \dots (2)$$

ただし、

d：最大半画角、

Yd：最大像高 (mm)、

TL：最も物体側のレンズ面から結像位置までの軸上距離 (mm)、

f：全系の焦点距離 (mm)、

f₁₂：第 1 レンズと第 2 レンズとの合成焦点距離 (mm)、

である。

【請求項 2】

前記非球面を有する第 1 又は第 2 レンズと、前記非球面を有する正レンズと、が共にプラスチック素材を成型して成るものであり、以下の条件式 (3) を満足することを特徴とする請求項 1 記載の超広角光学系；

$$-3.0 < f_P / f_M < -0.5 \quad \dots (3)$$

ただし、

f_M：非球面を有する第 1 又は第 2 レンズの焦点距離、

f_P：非球面を有する正レンズの焦点距離、

である。

【請求項 3】

前記第 2 レンズが両凹レンズであることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の超広角光学系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超広角光学系に関するものであり、例えば、監視カメラ、車載カメラ等として用いられる映像入力機器に適した超広画角でコンパクトな超広角光学系に関するものである。

【背景技術】

【0002】

監視用途等には、周囲の映像情報を少ない撮像系で広範囲に取り込む必要があるため、被写体を超広角で撮像する超広角光学系が使用される。このような超広角光学系として、従来より様々なタイプのものが提案されている。例えば、特許文献 1 には球面レンズのみから成る 6 枚構成の超広角レンズが提案されており、特許文献 2 にはガラス非球面レンズを 1 枚含んだ 6 枚構成の超広角レンズが提案されている。

【特許文献 1】特許第 2 9 9 2 5 4 7 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 7 2 0 8 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

球面レンズのみで超広角化を達成するには一般に 8 枚程度のレンズが必要となり、レンズ枚数を少なくすると様々な問題が生じる。例えば、特許文献 1 に記載されているようにレンズ枚数を少なくすると、レンズ全長やレンズ径が大きくなってコンパクト化が困難に

10

20

30

40

50

なったり、十分な高精細化が困難になったりする。また、特許文献 2 に記載されているようにレンズ枚数を少なくすると、レンズ径(特に第 1 レンズの径)が大きくなるだけでなく、用いるガラス非球面レンズにより製造コストが高くなってしまう。

【 0 0 0 4 】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、撮像素子用の撮像光学系として良好な光学性能と広い画角を有する、低コストかつコンパクトな超広角光学系を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

上記目的を達成するために、第 1 の発明の超広角光学系は、撮像素子の撮像面上に被写体の光学像を形成するための超広角光学系であって、物体側より順に、物体側に凸のメニスカス形状を有する負の第 1 レンズと、負の第 2 レンズと、を含むとともに、前記第 1 , 第 2 レンズの 4 つのレンズ面のうちの少なくとも 1 面が非球面から成り、前記第 1 , 第 2 レンズよりも像側に少なくとも 1 枚の正レンズを含むとともに、そのうちの 1 枚が非球面を有し、以下の条件式 (1) 及び (2) を満足することを特徴とする。

$$0.05 < (TL \times Yd) / \{f \times \tan(d)\} < 3.5 \quad \dots (1)$$

$$-1.55 < f12 / f < -0.7 \quad \dots (2)$$

ただし、

d : 最大半画角、

Yd : 最大像高 (mm)、

TL : 最も物体側のレンズ面から結像位置までの軸上距離 (mm)、

f : 全系の焦点距離 (mm)、

f12 : 第 1 レンズと第 2 レンズとの合成焦点距離 (mm)、

である。

【 0 0 0 6 】

第 2 の発明の超広角光学系は、上記第 1 の発明において、前記非球面を有する第 1 又は第 2 レンズと、前記非球面を有する正レンズと、が共にプラスチック素材を成型して成るものであり、以下の条件式 (3) を満足することを特徴とする。

$$-3.0 < fP / fM < -0.5 \quad \dots (3)$$

ただし、

fM : 非球面を有する第 1 又は第 2 レンズの焦点距離、

fP : 非球面を有する正レンズの焦点距離、

である。

【 0 0 0 7 】

第 3 の発明の超広角光学系は、上記第 1 又は第 2 の発明において、前記第 2 レンズが両凹レンズであることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、適切なパワー配置と適切な非球面配置とを有する構成になっているため、撮像素子用の撮像光学系として良好な光学性能と広い画角を有する、低コストかつコンパクトな超広角光学系を実現することができる。そして、本発明に係る超広角光学系を監視カメラ、車載カメラ等として用いられる映像入力機器に撮像光学系として用いれば、当該映像入力機器の超広画角化、高性能化、高機能化、低コスト化及びコンパクト化に寄与することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 9 】

以下、本発明に係る超広角光学系の実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。図 1 ~ 図 6 に、第 1 ~ 第 6 の実施の形態のレンズ構成をそれぞれ光学断面で示す。各実施の形態の超広角光学系はいずれも、撮像素子 {例えば、CCD (Charge Coupled Device) 等の固体撮像素子} S R の撮像面上に被写体の光学像 (IM : 像面) を形成するための超広角の単焦

10

20

30

40

50

点レンズである。各レンズ構成図(図1～図6)中、 r_i ($i=1, 2, 3, \dots$)が付された面は物体側から数えて i 番目の面(r_i に*印が付された面は非球面)であり、 d_i ($i=1, 2, 3, \dots$)が付された軸上面間隔は物体側から数えて i 番目の軸上面間隔である。また、 L_j ($j=1, 2, 3, \dots$)が付されたレンズは物体側から数えて j 番目の第 j レンズであり、 L_j にp印が付された第 j レンズはプラスチックレンズである。なお、超広角光学系とは、半画角75度以上の広角光学系を意味する。

【0010】

各実施の形態のレンズ構成を更に詳しく説明する。各実施の形態の超広角光学系はいずれも、第1レンズ L_1 ～第6レンズ L_6 から成るレンズ6枚構成になっており、そのうちの2枚はプラスチックレンズであり、4枚はガラスレンズである。また、第3レンズ L_3 と第4レンズ L_4 との間には開口絞りSTが配置されており、開口絞りSTの像面IM側には第4レンズ L_4 と第5レンズ L_5 とで構成された接合レンズが配置されている。

10

【0011】

第1, 第2, 第6の実施の形態(図1, 図2, 図6)において、第1レンズ L_1 は物体側に凸の負メニスカスレンズ、第2レンズ L_2 は像側に強い凹面が配置された負のプラスチック非球面レンズ、第3レンズ L_3 は両凸の正レンズ、第4, 第5レンズ L_4, L_5 は負・正の接合レンズ、第6レンズ L_6 は両凸の正のプラスチック非球面レンズである。第5の実施の形態(図5)において、第1レンズ L_1 は物体側に凸の負メニスカスレンズ、第2レンズ L_2 は像側に強い凹面が配置された負のプラスチック非球面レンズ、第3レンズ L_3 は像側に凸の正メニスカスレンズ、第4, 第5レンズ L_4, L_5 は正・負の接合レンズ、第6レンズ L_6 は両凸の正のプラスチック非球面レンズである。

20

【0012】

第3の実施の形態(図3)において、第1レンズ L_1 は物体側に凸の負メニスカスレンズ、第2レンズ L_2 は像側に強い凹面が配置された負のプラスチック非球面レンズ、第3レンズ L_3 は正のプラスチック非球面レンズ、第4, 第5レンズ L_4, L_5 は正・負の接合レンズ、第6レンズ L_6 は両凸の正の非球面レンズである。第4の実施の形態(図4)において、第1レンズ L_1 は物体側に凸の負メニスカスレンズ、第2レンズ L_2 は像側に強い凹面が配置された負のプラスチック非球面レンズ、第3レンズ L_3 は正のプラスチック非球面レンズ、第4, 第5レンズ L_4, L_5 は負・正の接合レンズ、第6レンズ L_6 は両凸の正の非球面レンズである。

30

【0013】

上記のように各実施の形態では、物体側より順に、物体側に凸のメニスカス形状を有する負の第1レンズ L_1 と、負の第2レンズ L_2 と、を含むとともに、第1, 第2レンズ L_1, L_2 の4つのレンズ面のうちの少なくとも1面が非球面から成り、第1, 第2レンズ L_1, L_2 よりも像側に少なくとも1枚の正レンズを含むとともに、そのうちの1枚が非球面を有する構成となっている。このように、第1レンズとして物体側に凸の負メニスカスレンズを用いると、その物体側に向けた凸面により、半画角90度に近い軸外光を光学系に入射させることが可能となり、その負のパワー(焦点距離の逆数で定義される量)によって、光学系に対し大きな角度で入射する軸外光線を像面方向に向けることが可能となる。また、最も物体側に位置する第1, 第2レンズが負のパワーを有する、レトロフォーカスのパワー配置を採用することにより、超広角に必要な短い焦点距離でも十分なレンズバックを得ることが可能となる。そして、像面に対する光線の入射角度を垂直に近くすることができるため、CCD等の電子撮像素子に適した構成を得ることができる。

40

【0014】

さらに、各実施の形態のように適切な非球面配置を採用することにより、レンズ枚数の削減による低コスト化を図りながら、撮像素子用撮像光学系としての良好な光学性能を得ることができる。つまり、負のパワーを有する第1, 第2レンズは異なる像高の光束を大きく分離するため、その4つのレンズ面のうちの少なくとも1面を非球面で構成することにより、像面湾曲の補正と歪曲のコントロールを容易に行うことが可能となる。第2レンズに非球面を配置すると、第1レンズに非球面を配置した場合よりも非球面レンズの径を

50

小径にできるため、高精度の非球面を得ることができ、その製造が容易になる。また、軸外光が分離して通過する位置に非球面を配置することができるため、超広角であっても像面湾曲を抑えることができる。一方、物体側の2枚の負レンズ(すなわち第1, 第2レンズ)よりも像面側に配置された正レンズに非球面を配置すると、球面収差とコマ収差を改善することができる。

【0015】

上記のように各実施の形態では、適切なパワー配置と非球面配置により、撮像素子用の撮像光学系として良好な光学性能と広い画角を実現しながら、コンパクト化及び低コスト化を達成している。そして、各実施の形態に係る超広角光学系を監視カメラ, 車載カメラ等の映像入力機器に撮像光学系として用いれば、当該映像入力機器の超広画角化, 高性能化, 高機能化, 低コスト化及びコンパクト化を達成することができる。このような効果をバランス良く得るとともに、更に高い光学性能等を達成するための条件を以下に説明する。

10

【0016】

超広角光学系のレンズ全長, 画角等のバランスに関しては、以下の条件式(1)を満足することが望ましい。

$$0.05 < (TL \times Yd) / \{f \times \tan(d)\} < 3.5 \quad \dots (1)$$

ただし、

d: 最大半画角、

Yd: 最大像高(mm)、

20

TL: 最も物体側のレンズ面から結像位置までの軸上距離(mm)、

f: 全系の焦点距離(mm)、

である。

【0017】

条件式(1)の下限を下回ると、レンズ全長が小さくなりすぎるか、あるいは物体からの光線の入射角が大きくなりすぎるため、軸外性能の確保が困難になる。逆に、条件式(1)の上限を上回ると、レンズ全長が大きくなりすぎてコンパクトでなくなってしまう。

【0018】

以下の条件式(1a)を満足することが更に望ましい。

$$0.1 < (TL \times Yd) / \{f \times \tan(d)\} < 3.0 \quad \dots (1a)$$

30

この条件式(1a)は、上記条件式(1)が規定している条件範囲のなかでも、上記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。

【0019】

物体側に配置される第1, 第2レンズの負パワーに関しては、以下の条件式(2)を満足することが望ましく、前記条件式(1)又は(1a)とともに満足することが更に望ましい。

$$-1.55 < f_{12} / f < -0.7 \quad \dots (2)$$

ただし、

f: 全系の焦点距離、

f₁₂: 第1レンズと第2レンズとの合成焦点距離、

である。

40

【0020】

条件式(2)は、物体側に配置される2枚の負レンズの合成焦点距離に関して好ましい条件範囲を規定している。条件式(2)の下限を下回ると、負のパワーが弱くなりすぎて入射角度の大きい光線を大きく曲げることが困難になり、超広角を達成することが困難になる。逆に、条件式(2)の上限を上回ると、負のパワーが強くなり、負レンズの各面の曲率が強くなりすぎて製造が困難になる。

【0021】

以下の条件式(2a)を満足することが更に望ましい。

$$-1.3 < f_{12} / f < -0.9 \quad \dots (2a)$$

この条件式(2a)の下限を下回ると、レトロフォーカス度合いが弱くなり、像面への入射

50

角が垂直からずれる度合いが増えてしまうため、CCD等の電子撮像素子に適さなくなる。逆に、条件式(2a)の上限を上回ると、強い曲率の面で発生する像面湾曲を非球面で十分に補正することが困難となるため、CCD等の高精細化に対応できなくなる。

【0022】

非球面を有する第1又は第2レンズと、非球面を有する正レンズと、が共にプラスチック素材を成型して成るものであり、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$-3.0 < fP / fM < -0.5 \quad \dots (3)$$

ただし、

fM：非球面を有する第1又は第2レンズの焦点距離、

fP：非球面を有する正レンズの焦点距離、

である。

10

【0023】

プラスチックレンズの使用は光学系の軽量化・低コスト化を達成する上で有効であり、プラスチック非球面レンズの使用は更に光学性能を良好にする上で有効である。しかしプラスチック非球面レンズを使用すると、温度変化によるバックフォーカス変動が大きくなるため、広い温度範囲で性能を維持することが困難になる。特に監視や車載の用途での使用温度範囲は広いため、熱膨張等による像面位置変動が問題となる。条件式(3)は、負の非球面レンズと正の非球面レンズを共にプラスチックレンズとした場合の、温度変化による性能変動を抑える上で好ましいパワー比を規定している。条件式(3)の下限を下回るか、あるいは条件式(3)の上限を上回ると、正のプラスチック非球面レンズと負のプラスチック非球面レンズとのパワーのバランスが崩れて、温度変化時の像面湾曲等の収差変動量が過大となる。

20

【0024】

以下の条件式(3a)を満足することが更に望ましい。

$$-2.2 < fP / fM < -1.4 \quad \dots (3a)$$

この条件式(3a)の下限を下回るか、あるいは条件式(3a)の上限を上回ると、正のプラスチック非球面レンズと負のプラスチック非球面レンズとのパワーのバランスが崩れて、温度変化時のバック変動量が過大となり、固定焦点時(例えばオートフォーカスしないパンフォーカスの場合)に性能の劣化が生じる。

【0025】

物体側に配置される第1、第2レンズのパワーバランスに関しては、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$0.9 < f1 / f2 < 2.5 \quad \dots (4)$$

ただし、

f1：第1レンズの焦点距離、

f2：第2レンズの焦点距離、

である。

30

【0026】

条件式(4)は、最も物体側に配置される負レンズと最も物体側から2番目に配置される負レンズとのパワー比に関して好ましい条件範囲を規定している。条件式(4)の下限を下回ると、第1レンズの負のパワーが強くなり、凹面の曲率が強くなりすぎて製造が困難になる。逆に、条件式(4)の上限を上回ると、第2レンズの負のパワーが強くなり、凹面の曲率が強くなりすぎて製造が困難になる。

40

【0027】

以下の条件式(4a)を満足することが更に望ましい。

$$1.2 < f1 / f2 < 1.8 \quad \dots (4a)$$

この条件式(4a)の下限を下回ると、第1レンズの負のパワーが強くなり、その結果凹面の曲率が強くなるため、第1レンズで発生する像面湾曲を第2レンズの非球面で補正することが困難になる。逆に、条件式(4a)の上限を上回ると、第2レンズの負のパワーが強くなり、第2レンズの球面系で発生する像面湾曲を第2レンズの非球面で補正することが困

50

難になる。

【0028】

第1レンズはガラスレンズであることが望ましい。第1レンズをガラスで構成すれば、外部に剥き出しの第1レンズに十分な硬さと耐水性、耐薬品性を持たせることが可能となる。したがって、ガラス製の第1レンズを有する超広角光学系は、屋外での監視用途等で使用する場合に適している。

【0029】

各実施の形態のように、物体側から2番目の負レンズ(すなわち第2レンズ)は両凹レンズであることが望ましい。第2レンズとして両凹レンズを用いることにより、第2レンズの主点位置を物体側に配置することができる。その結果、全長への影響を少なくしたまま負のパワーの位置を物体側に配置することができるため、第2レンズの負のパワーをより低減することが可能となり、収差補正が容易になるとともにレンズ径も小さくすることが可能となる。また、物体側から2番目の負レンズ(すなわち第2レンズ)が両凹レンズの場合には、その第2レンズに非球面を配置することが望ましい。第2レンズの前面(すなわち物体側面)が凹面であると、軸外光の第2レンズ前面への入射角度が大きくなり、像面湾曲が発生する。第2レンズに非球面を配置することによって、像面湾曲を容易に補正することが可能となる。

10

【0030】

各実施の形態のように、最も像面側のレンズは正のパワーを有する構成が望ましい。この構成により、像面への光線の入射角が垂直に近づくため、CCD等の電子撮像素子に適した光学系にすることができる。また、最も像面側に配置される正パワーのレンズは非球面レンズであることが望ましい。この構成により、第2レンズに配置した非球面とあわせて、絞りの前後に非球面を配置できることになる。その結果、レンズへの入射光線の位置が面ごとにずれることから、非球面による収差補正の自由度が増して像性能が向上する。

20

【0031】

最も像面側のレンズは、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$R_f / R_r < -0.8 \quad \dots (5)$$

ただし、

R_f : 最も像側のレンズの物体側面の曲率半径(mm)、

R_r : 最も像側のレンズの像側面の曲率半径(mm)、

である。

30

【0032】

この条件式(5)の上限を上回ると、軸外光の像面性が悪化する。条件式(5)を満足する構成により、像面湾曲と非点収差、特に非点収差を良好に補正することができる。

【0033】

超広角光学系に用いる非球面レンズは、両面非球面レンズであることが望ましい。この構成により、光線が異なる位置を通過する位置に非球面を配置することができるため、収差補正の自由度が増す。つまり、両面非球面レンズの前面と後面とで1本の光線の入射高さが異なり、前面、後面のいずれかにおいて別の光線が違う位置を通過することになるため、収差補正の自由度が増すのである。さらに、非球面を含むレンズの枚数を削減できるため、製造が容易になり低コスト化も可能になる。

40

【0034】

各実施の形態の超広角光学系には、入射光線を屈折作用により偏向させる屈折型レンズ(つまり、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で偏向が行われるタイプのレンズ)が用いられているが、使用可能なレンズはこれに限らない。例えば、回折作用により入射光線を偏向させる回折型レンズ、回折作用と屈折作用との組み合わせで入射光線を偏向させる屈折・回折ハイブリッド型レンズ、入射光線を媒質内の屈折率分布により偏向させる屈折率分布型レンズ等を用いてもよい。ただし、媒質内で屈折率が変化する屈折率分布型レンズは、その複雑な製法がコストアップを招くため、屈折率分布の均一な均質素材レンズを用いることが望ましい。

50

【0035】

開口絞りのほかに、不要光をカットするための光束規制板等を必要に応じて配置してもよい。また、プリズム類(例えば直角プリズム)、ミラー類(例えば平面ミラー)等を光路中に配置することにより、その光学的なパワーを有しない面(例えば、反射面、回折面)で超広角光学系の前、後又は途中で光路を折り曲げて屈曲光学系{例えば、光軸を90°又は略90°折り曲げるようにして光束を反射させる光学系}を構成してもよい。その折り曲げ位置は必要に応じて設定すればよく、光路の適正な折り曲げにより、超広角光学系が搭載されるデジタル機器(デジタルカメラ等)の見かけ上の薄型化やコンパクト化を達成することが可能である。

【0036】

各実施の形態の超広角光学系は、監視カメラ、車載カメラ等の映像入力機器用の小型撮像光学系や画像入力機能付きデジタル機器(例えばカメラ付き携帯電話)用の小型撮像光学系としての使用に適しており、これを撮像素子等と組み合わせることにより、被写体の映像を光学的に取り込んで電気的な信号として出力する撮像レンズ装置を構成することができる。撮像レンズ装置は、被写体の静止画撮影や動画撮影に用いられるカメラの主たる構成要素を成すものであり、例えば、物体(被写体)側から順に、物体の光学像を形成する超広角光学系と、超広角光学系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、で構成される。なお、超広角光学系と撮像素子との間には、必要に応じて光学フィルター(光学的ローパスフィルター、赤外カットフィルター等)が配置される。

【0037】

カメラの例としては、監視カメラ；車載カメラ；テレビ電話用カメラ；ドアホーン用カメラ；デジタルカメラ；ビデオカメラ；パーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯情報端末(PDA: Personal Digital Assistant)、これらの周辺機器(マウス、スキャナー、プリンター等)、その他のデジタル機器等に内蔵又は外付けされるカメラが挙げられる。したがって、撮像レンズ装置を用いることによりカメラを構成することができるだけでなく、各種機器に撮像レンズ装置を搭載することによりカメラ機能を付加することも可能である。なお、各実施の形態の超広角光学系をカメラに使用する場合には、画像の歪みを画像処理により補正して使用することが好ましい。

【0038】

撮像素子としては、例えば複数の画素から成るCCDやCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)センサー等の固体撮像素子が用いられ、超広角光学系により形成された光学像は固体撮像素子により電気的な信号に変換される。超広角光学系で形成されるべき光学像は、例えば、固体撮像素子の画素ピッチにより決定される所定の遮断周波数特性を有する光学的ローパスフィルターを通過することにより、電気的な信号に変換される際に発生するいわゆる折り返しノイズが最小化されるように、空間周波数特性が調整される。固体撮像素子で生成した信号は、必要に応じて所定のデジタル画像処理や画像圧縮処理等が施されて、デジタル映像信号としてメモリー(半導体メモリー、光ディスク等)に記録されたり、場合によってはケーブルを介したり赤外線信号に変換されたりして他の機器に伝送される。

【0039】

以上の説明から分かるように、上述した各実施の形態や後述する各実施例には以下の構成が含まれている。その構成により、良好な光学性能と広い画角を有し低コストでコンパクトな撮像レンズ装置を実現することができ、カメラ、デジタル機器等への適用により、その超広画角化、高性能化、高機能化、低コスト化及びコンパクト化に寄与することができる。

【0040】

(U1) 光学像を形成する超広角光学系と、その超広角光学系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えた撮像レンズ装置であって、前記超広角光学系が、物体側より順に、物体側に凸のメニスカス形状を有する負の第1レンズと、負の第2レンズと、を含むとともに、前記第1、第2レンズの4つのレンズ面のうちの少なくとも

10

20

30

40

50

も1面が非球面から成り、前記第1,第2レンズよりも像側に少なくとも1枚の正レンズを含むとともに、そのうちの1枚が非球面を有し、前記条件式(1),(1a),(2),(2a),(3),(3a),(4),(4a),(5)のうちの少なくとも1つを満足することを特徴とする撮像レンズ装置。

【0041】

(U2) 前記非球面を有する第1又は第2レンズと、前記非球面を有する正レンズと、が共にプラスチックレンズであることを特徴とする上記(U1)記載の撮像レンズ装置。

【0042】

(U3) 前記第2レンズが両凹レンズであることを特徴とする上記(U1)又は(U2)記載の撮像レンズ装置。

【0043】

(U4) 最も像面側に位置するレンズが正パワーを有する両面非球面レンズであることを特徴とする上記(U1),(U2)又は(U3)記載の撮像レンズ装置。

【0044】

(C1) 上記(U1),(U2),(U3)又は(U4)記載の撮像レンズ装置を備え、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方に用いられることを特徴とするカメラ。

【0045】

(C2) 監視カメラ又は車載カメラであることを特徴とする上記(C1)記載のカメラ。

【0046】

(D1) 上記(U1),(U2),(U3)又は(U4)記載の撮像レンズ装置を備えることにより、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方の機能が付加されたことを特徴とするデジタル機器。

【0047】

(D2) パーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯情報端末、又はこれらの周辺機器であることを特徴とする上記(D1)記載のデジタル機器。

【実施例】

【0048】

以下、本発明を実施した超広角光学系を、コンストラクションデータ等を挙げて更に具体的に説明する。ここで挙げる実施例1~6は、前述した第1~第6の実施の形態にそれぞれ対応する数値実施例であり、第1~第6の実施の形態を表すレンズ構成図(図1~図6)は、対応する実施例1~6のレンズ構成をそれぞれ示している。

【0049】

各実施例のコンストラクションデータにおいて、 r_i ($i=1,2,3,\dots$)は物体側から数えて*i*番目の面の曲率半径(mm)、 d_i ($i=1,2,3,\dots$)は物体側から数えて*i*番目の軸上面間隔(mm)を示しており、 N_i ($i=1,2,\dots$)、 d_i ($i=1,2,\dots$)は物体側から数えて*i*番目の光学要素の*d*線に対する屈折率(N_d)、アッペ数(d)を示している。また、 f は全系の焦点距離(mm)、 d は最大半画角($^\circ$)、 FNO はFナンバーである。表1に、各条件式規定のパラメータに対応するデータ及び関連するデータを各実施例について示す。

【0050】

曲率半径 r_i に*印が付された面は、非球面(非球面形状の屈折光学面、非球面と等価な屈折作用を有する面等)であり、非球面の面形状を表す以下の式(AS)で定義される。各実施例の非球面データを他のデータとあわせて示す(ただし、表記の無い係数は0である。)

$$X(H) = (C0 \cdot H^2) / \{1 + (1 - C0^2 \cdot H^2)\} + (A_j \cdot H^j) \dots \text{(AS)}$$

ただし、式(AS)中、

$X(H)$: 高さ H の位置での光軸AX方向の変位量(面頂点基準)、

H : 光軸AXに対して垂直な方向の高さ、

$C0$: 近軸曲率($=1/r_1$)、

A_j : 2次曲面パラメータ、

A_j : j 次の非球面係数、

である。

【0051】

10

20

30

40

50

図7～図12は実施例1～実施例6の収差図であり、(A)は球面収差図(LONGITUDINAL SPHERICAL ABER.)、(B)は非点収差図(ASTIGMATIC FIELD CURVES)、(C)は歪曲収差図(DISTORTION)である。球面収差図(A)は、ラインdで示すd線(波長587.56nm)に対する球面収差量、ラインcで示すc線(波長656.28nm)に対する球面収差量、ラインgで示すg線(波長435.84nm)に対する球面収差量を、それぞれ近軸像面からの光軸AX方向のズレ量(横軸, 単位:mm)で表しており、縦軸は瞳への入射高さをその最大高さで規格化した値(すなわち相対瞳高さ)を表している。非点収差図(B)において、破線Tはd線に対するタンジェンシャル像面、実線Sはd線に対するサジタル像面を、近軸像面からの光軸AX方向のズレ量(横軸, 単位:mm)で表しており、縦軸は半画角(ANGLE, 単位:deg)を表している。歪曲収差図(C)において、横軸はd線に対する歪曲(%)を表しており、縦軸は半画角(ANGLE, 単位:deg)を表している。

10

【0052】

《実施例1》

f=1.5, d=85°, FN0=2.5

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

r1= 17.002

d1= 1.000 N1=1.77250 1=49.62(L1)

r2= 3.340

d2= 1.930

r3*= -7.477

d3= 1.000 N2=1.53048 2=55.72(L2)

r4*= 2.500

d4= 1.145

r5= 28.898

d5= 2.250 N3=1.84666 3=23.78(L3)

r6= -4.413

d6= 1.720

r7= (ST)

d7= 0.100

r8= -30.130

d8= 0.800 N4=1.84666 4=23.78(L4)

r9= 3.340

d9= 2.010 N5=1.62041 5=60.34(L5)

r10= -4.217

d10=0.200

r11*= 17.864

d11=1.680 N6=1.53048 6=55.72(L6)

r12*= -3.972

d12=4.151

r13= (IM)

20

30

40

【0053】

[第3面(r3)の非球面データ]

= 0.10000 × 10, A4= 0.19373 × 10⁻¹, A6=-0.25921 × 10⁻², A8= 0.18990 × 10⁻³, A10=-0.70579 × 10⁻⁵

[第4面(r4)の非球面データ]

= 0.10000 × 10, A4= 0.16704 × 10⁻¹, A6= 0.69527 × 10⁻², A8=-0.28377 × 10⁻², A10= 0.25838 × 10⁻³

[第11面(r11)の非球面データ]

= 0.10000 × 10, A4=-0.60383 × 10⁻², A6=-0.43704 × 10⁻⁴, A8= 0.34759 × 10⁻³, A10=-0.44709 × 10⁻⁴

50

[第12面(r12)の非球面データ]

= 0.10000×10 , $A4 = -0.96628 \times 10^{-3}$, $A6 = -0.66101 \times 10^{-3}$, $A8 = 0.42484 \times 10^{-3}$, $A10 = -0.40257 \times 10^{-4}$

【0054】

《実施例2》

f=1.7, d=88.1°, FN0=2.5

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1=	20.400				
		d1= 1.060	N1=1.77250	1=49.62(L1)	
r2=	3.340				10
		d2= 1.960			
r3*=	-24.582				
		d3= 1.000	N2=1.53048	2=55.72(L2)	
r4*=	2.236				
		d4= 1.000			
r5=	8.241				
		d5= 1.440	N3=1.84666	3=23.78(L3)	
r6=	-5.642				
		d6= 1.476			
r7=	(ST)				20
		d7= 0.224			
r8=	-9.057				
		d8= 0.800	N4=1.84666	4=23.78(L4)	
r9=	3.340				
		d9= 3.070	N5=1.77250	5=49.62(L5)	
r10=	-4.522				
		d10=0.200			
r11*=	7.466				
		d11=1.600	N6=1.53048	6=55.72(L6)	
r12*=	-7.918				30
		d12=4.154			
r13=	(IM)				

【0055】

[第3面(r3)の非球面データ]

= 0.10000×10 , $A4 = -0.81842 \times 10^{-2}$, $A6 = 0.20407 \times 10^{-2}$, $A8 = -0.19861 \times 10^{-3}$, $A10 = 0.54067 \times 10^{-5}$

[第4面(r4)の非球面データ]

= 0.10000×10 , $A4 = -0.14332 \times 10^{-1}$, $A6 = -0.15020 \times 10^{-3}$, $A8 = 0.11313 \times 10^{-2}$, $A10 = -0.34019 \times 10^{-3}$

[第11面(r11)の非球面データ]

= 0.10000×10 , $A4 = -0.46056 \times 10^{-2}$, $A6 = -0.14933 \times 10^{-4}$, $A8 = 0.81767 \times 10^{-4}$, $A10 = -0.76283 \times 10^{-5}$

[第12面(r12)の非球面データ]

= 0.10000×10 , $A4 = -0.35367 \times 10^{-2}$, $A6 = -0.32491 \times 10^{-4}$, $A8 = 0.11019 \times 10^{-3}$, $A10 = -0.76144 \times 10^{-5}$

【0056】

《実施例3》

f=1.4, d=85°, FN0=2.5

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1=	17.601				50
-----	--------	--	--	--	----

$d1= 1.000$ $N1=1.71300$ $1=53.93(L1)$
 $r2= 3.465$
 $d2= 2.284$
 $r3^* = -6.858$
 $d3= 1.000$ $N2=1.49140$ $2=57.82(L2)$
 $r4= 2.236$
 $d4= 1.180$
 $r5^* = 11.319$
 $d5= 1.385$ $N3=1.58340$ $3=30.23(L3)$
 $r6= -4.431$
 $d6= 1.071$
 $r7= (ST)$
 $d7= 0.869$
 $r8= 5.782$
 $d8= 1.611$ $N4=1.50671$ $4=67.78(L4)$
 $r9= -3.000$
 $d9= 0.800$ $N5=1.79850$ $5=22.60(L5)$
 $r10= 12.938$
 $d10=0.400$
 $r11^* = 7.155$
 $d11=2.140$ $N6=1.69350$ $6=53.20(L6)$
 $r12^* = -2.800$
 $d12=4.230$
 $r13= (1M)$

10

20

【 0 0 5 7 】

[第3面(r3)の非球面データ]

$= 0.10000 \times 10, A4= 0.13645 \times 10^{-1}, A6=-0.21275 \times 10^{-2}, A8= 0.16427 \times 10^{-3}, A10=-0.558$
 44×10^{-5}

[第5面(r5)の非球面データ]

$= 0.10000 \times 10, A4=-0.49695 \times 10^{-3}, A6= 0.17064 \times 10^{-2}, A8=-0.77690 \times 10^{-4}, A10= 0.334$
 83×10^{-4}

[第11面(r11)の非球面データ]

$= 0.10000 \times 10, A4=-0.46395 \times 10^{-2}, A6= 0.14683 \times 10^{-3}, A8= 0.24300 \times 10^{-3}, A10=-0.209$
 16×10^{-4}

[第12面(r12)の非球面データ]

$= 0.10000 \times 10, A4= 0.68726 \times 10^{-2}, A6= 0.10854 \times 10^{-2}, A8=-0.21681 \times 10^{-3}, A10= 0.465$
 95×10^{-4}

【 0 0 5 8 】

《 実施例 4 》

$f=1.4, d=85^\circ, FNO=2.5$

40

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

$r1= 16.479$
 $d1= 1.000$ $N1=1.71300$ $1=53.93(L1)$
 $r2= 3.463$
 $d2= 2.154$
 $r3^* = -7.273$
 $d3= 1.000$ $N2=1.49140$ $2=57.82(L2)$
 $r4= 2.236$
 $d4= 1.195$
 $r5^* = 12.265$

50

$d_5 = 2.226$ $N_3 = 1.58340$ $3 = 30.23(L_3)$
 $r_6 = -2.686$
 $d_6 = 0.373$
 $r_7 = (ST)$
 $d_7 = 1.159$
 $r_8 = -5.443$
 $d_8 = 0.800$ $N_4 = 1.79850$ $4 = 22.60(L_4)$
 $r_9 = 3.000$
 $d_9 = 1.722$ $N_5 = 1.75450$ $5 = 51.57(L_5)$
 $r_{10} = -30.734$
 $d_{10} = 0.100$
 $r_{11}^* = 8.144$
 $d_{11} = 2.012$ $N_6 = 1.69350$ $6 = 53.20(L_6)$
 $r_{12}^* = -3.171$
 $d_{12} = 4.234$

10

$r_{13} = (IM)$

【 0 0 5 9 】

[第 3 面 (r_3) の非球面データ]

$= 0.10000 \times 10, A_4 = 0.15346 \times 10^{-1}, A_6 = -0.22065 \times 10^{-2}, A_8 = 0.19837 \times 10^{-3}, A_{10} = -0.81701 \times 10^{-5}$

20

[第 5 面 (r_5) の非球面データ]

$= 0.10000 \times 10, A_4 = -0.12529 \times 10^{-1}, A_6 = -0.32641 \times 10^{-2}, A_8 = 0.10736 \times 10^{-2}, A_{10} = -0.43206 \times 10^{-3}$

[第 1 1 面 (r_{11}) の非球面データ]

$= 0.10000 \times 10, A_4 = -0.25548 \times 10^{-2}, A_6 = 0.65468 \times 10^{-4}, A_8 = 0.20341 \times 10^{-3}, A_{10} = -0.14321 \times 10^{-4}$

[第 1 2 面 (r_{12}) の非球面データ]

$= 0.10000 \times 10, A_4 = 0.57464 \times 10^{-2}, A_6 = 0.64674 \times 10^{-3}, A_8 = -0.11842 \times 10^{-3}, A_{10} = 0.30484 \times 10^{-4}$

30

【 0 0 6 0 】

《 実施例 5 》

$f = 1.4, d = 85^\circ, FN_0 = 2.5$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

$r_1 = 15.927$
 $d_1 = 1.000$ $N_1 = 1.71300$ $1 = 53.93(L_1)$
 $r_2 = 3.418$
 $d_2 = 2.042$
 $r_3^* = -7.193$
 $d_3 = 1.000$ $N_2 = 1.49140$ $2 = 57.82(L_2)$
 $r_4^* = 2.272$
 $d_4 = 1.316$
 $r_5 = -140.344$
 $d_5 = 2.936$ $N_3 = 1.79850$ $3 = 22.60(L_3)$
 $r_6 = -4.480$
 $d_6 = 0.709$
 $r_7 = (ST)$
 $d_7 = 0.197$
 $r_8 = 6.573$
 $d_8 = 1.367$ $N_4 = 1.48861$ $4 = 70.27(L_4)$
 $r_9 = -3.000$

40

50

$d_9 = 1.000$ $N_5 = 1.79850$ $5 = 22.60(L_5)$
 $r_{10} = 10.078$
 $d_{10} = 0.100$
 $r_{11}^* = 4.280$
 $d_{11} = 2.073$ $N_6 = 1.49140$ $6 = 57.82(L_6)$
 $r_{12}^* = -2.153$
 $d_{12} = 4.230$

$r_{13} = (IM)$
【 0 0 6 1 】

[第 3 面 (r_3) の非球面データ]

$= 0.10000 \times 10$, $A_4 = 0.23481 \times 10^{-1}$, $A_6 = -0.36096 \times 10^{-2}$, $A_8 = 0.29658 \times 10^{-3}$, $A_{10} = -0.11871 \times 10^{-4}$

10

[第 4 面 (r_4) の非球面データ]

$= 0.10000 \times 10$, $A_4 = 0.13085 \times 10^{-1}$, $A_6 = 0.67930 \times 10^{-2}$, $A_8 = -0.23488 \times 10^{-2}$

[第 1 1 面 (r_{11}) の非球面データ]

$= 0.10000 \times 10$, $A_4 = -0.11656 \times 10^{-1}$, $A_6 = 0.48911 \times 10^{-2}$, $A_8 = -0.10743 \times 10^{-3}$, $A_{10} = -0.61031 \times 10^{-4}$

[第 1 2 面 (r_{12}) の非球面データ]

$= 0.10000 \times 10$, $A_4 = 0.12559 \times 10^{-1}$, $A_6 = 0.57921 \times 10^{-2}$, $A_8 = -0.15179 \times 10^{-2}$, $A_{10} = 0.44628 \times 10^{-3}$

20

【 0 0 6 2 】

《 実施例 6 》

$f = 1.5$, $d = 85^\circ$, $FN_0 = 2.5$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

$r_1 = 13.618$
 $d_1 = 1.000$ $N_1 = 1.77250$ $1 = 49.62(L_1)$

$r_2 = 3.411$
 $d_2 = 2.074$

$r_3^* = -6.406$
 $d_3 = 1.000$ $N_2 = 1.53048$ $2 = 55.72(L_2)$

30

$r_4^* = 2.323$
 $d_4 = 1.220$

$r_5 = 39.869$
 $d_5 = 2.470$ $N_3 = 1.84666$ $3 = 23.78(L_3)$

$r_6 = -4.304$
 $d_6 = 1.589$

$r_7 = (ST)$
 $d_7 = 0.100$

$r_8 = -103.929$
 $d_8 = 0.800$ $N_4 = 1.84666$ $4 = 23.78(L_4)$

40

$r_9 = 3.431$
 $d_9 = 1.820$ $N_5 = 1.62041$ $5 = 60.34(L_5)$

$r_{10} = -4.510$
 $d_{10} = 0.200$

$r_{11}^* = 21.318$
 $d_{11} = 1.568$ $N_6 = 1.53048$ $6 = 55.72(L_6)$

$r_{12}^* = -4.182$
 $d_{12} = 4.151$

$r_{13} = (IM)$
【 0 0 6 3 】

50

[第3面(r3)の非球面データ]

$$= 0.10000 \times 10, A4 = 0.21440 \times 10^{-1}, A6 = -0.26951 \times 10^{-2}, A8 = 0.17149 \times 10^{-3}, A10 = -0.52285 \times 10^{-5}$$

[第4面(r4)の非球面データ]

$$= 0.10000 \times 10, A4 = 0.19301 \times 10^{-1}, A6 = 0.10062 \times 10^{-1}, A8 = -0.28155 \times 10^{-2}$$

[第11面(r11)の非球面データ]

$$= 0.10000 \times 10, A4 = -0.55466 \times 10^{-2}, A6 = 0.23982 \times 10^{-3}, A8 = 0.23819 \times 10^{-3}, A10 = -0.37491 \times 10^{-4}$$

[第12面(r12)の非球面データ]

$$= 0.10000 \times 10, A4 = -0.10693 \times 10^{-2}, A6 = -0.83611 \times 10^{-5}, A8 = 0.25303 \times 10^{-3}, A10 = -0.30633 \times 10^{-4}$$

【0064】

【表1】

《条件式の対応データ・関連データ》

条件式		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
(1) (1a)	$\frac{TL \times Yd}{f \times \tan(\Psi d)}$	2.512	0.840	2.658	2.617	2.684	2.542
(2) (2a)	$f12/f$	-1.130	-1.034	-1.196	-1.214	-1.260	-1.100
(3) (3a)	fP/fM	-1.844	-1.970	-1.704	-1.188	-0.961	-2.179
(4) (4a)	$f1/f2$	1.628	1.393	1.883	1.889	1.860	1.991
(5)	Rf/Rr	-4.497	-0.943	-2.555	-2.568	-1.988	-5.098
TL(mm)		17.986	17.984	17.970	17.974	17.970	17.991
Yd(mm)		2.387	2.388	2.399	2.400	2.405	2.411
$\Psi d(^{\circ})$		85	88.1	85	85	85	85
f(mm)		1.495	1.696	1.419	1.442	1.409	1.493
fP(mm)		6.293	7.515	5.641	3.996	3.261	6.734
fM(mm)		-3.413	-3.814	-3.312	-3.364	-3.395	-3.091
f1(mm)		-5.557	-5.314	-6.236	-6.354	-6.314	-6.153
f2(mm)		-3.413	-3.814	-3.312	-3.364	-3.395	-3.091
f12(mm)		-1.689	-1.754	-1.696	-1.751	-1.775	-1.642

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0065】

- 【図1】第1の実施の形態(実施例1)のレンズ構成図。
- 【図2】第2の実施の形態(実施例2)のレンズ構成図。
- 【図3】第3の実施の形態(実施例3)のレンズ構成図。
- 【図4】第4の実施の形態(実施例4)のレンズ構成図。
- 【図5】第5の実施の形態(実施例5)のレンズ構成図。
- 【図6】第6の実施の形態(実施例6)のレンズ構成図。
- 【図7】実施例1の収差図。
- 【図8】実施例2の収差図。
- 【図9】実施例3の収差図。
- 【図10】実施例4の収差図。
- 【図11】実施例5の収差図。
- 【図12】実施例6の収差図。

10

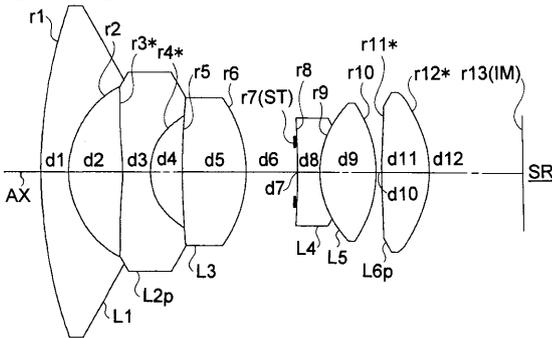
【符号の説明】

【0066】

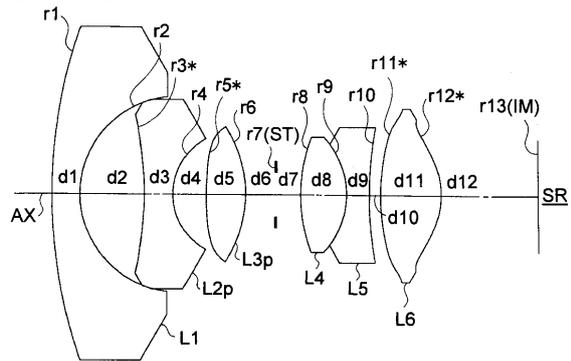
- L1 ~ L6 第1 ~ 第6レンズ
- ST 開口絞り
- IM 像面
- SR 撮像素子
- AX 光軸

20

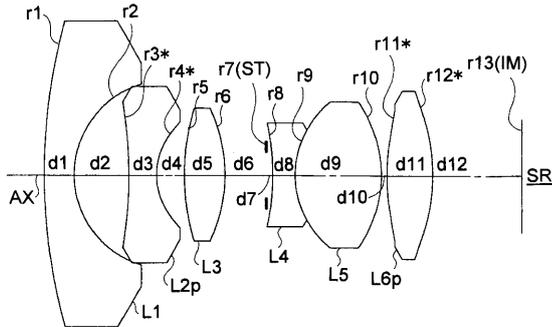
【図1】



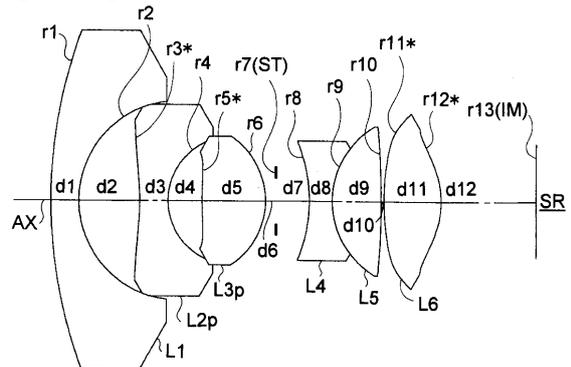
【図3】

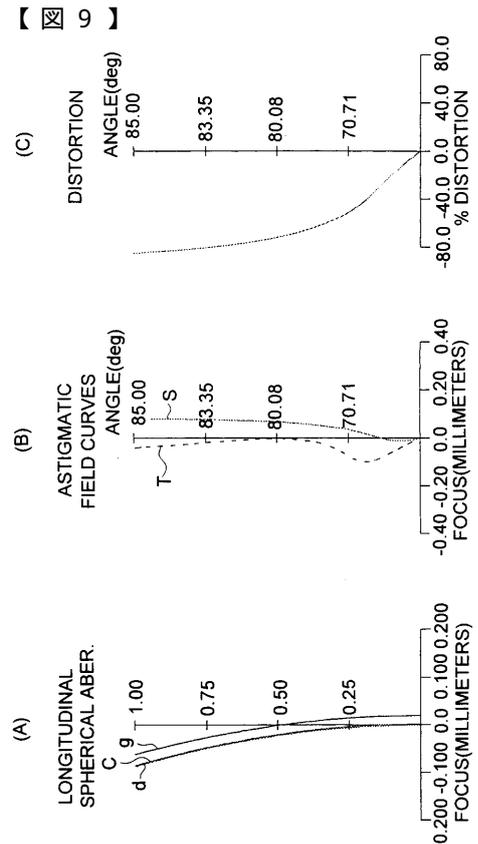
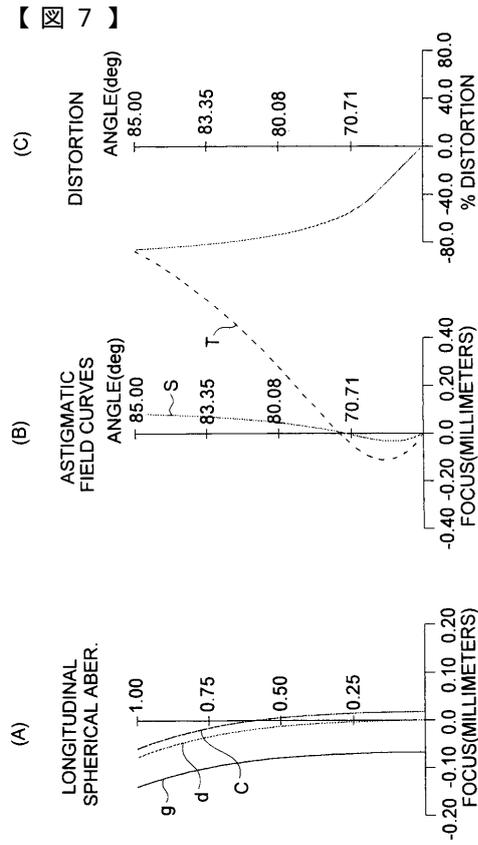
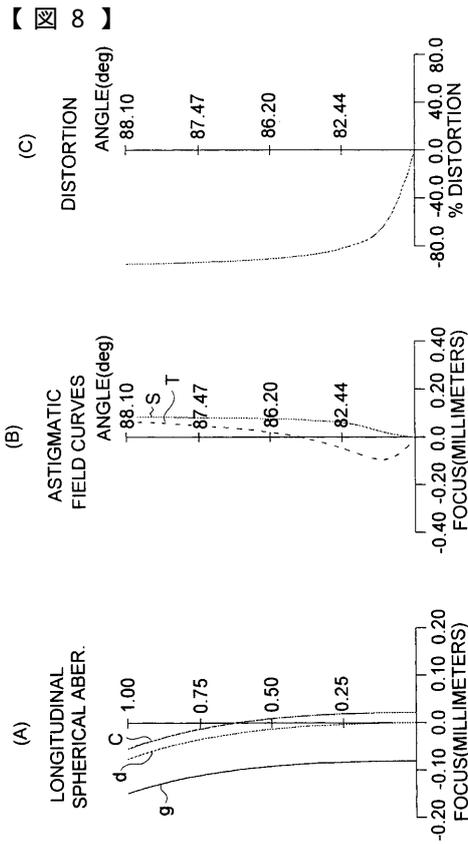
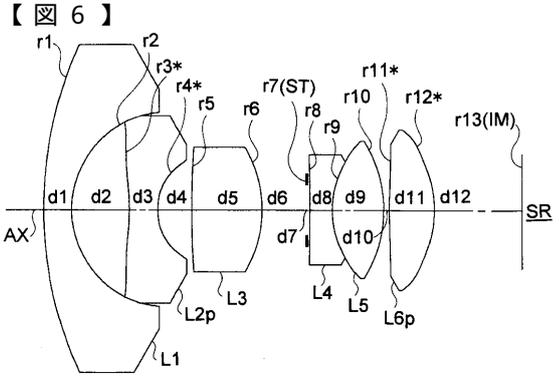
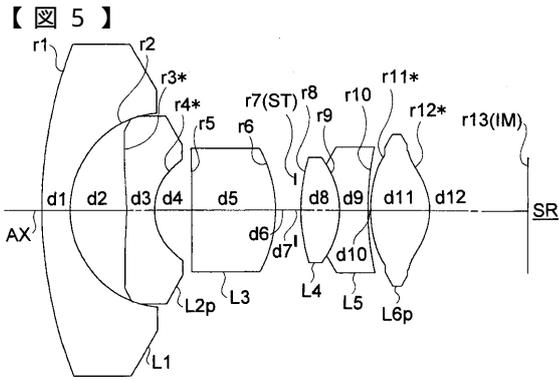


【図2】

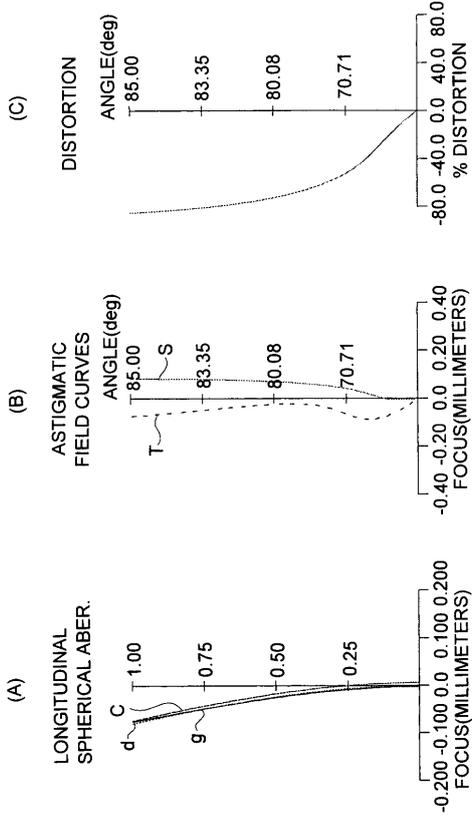


【図4】

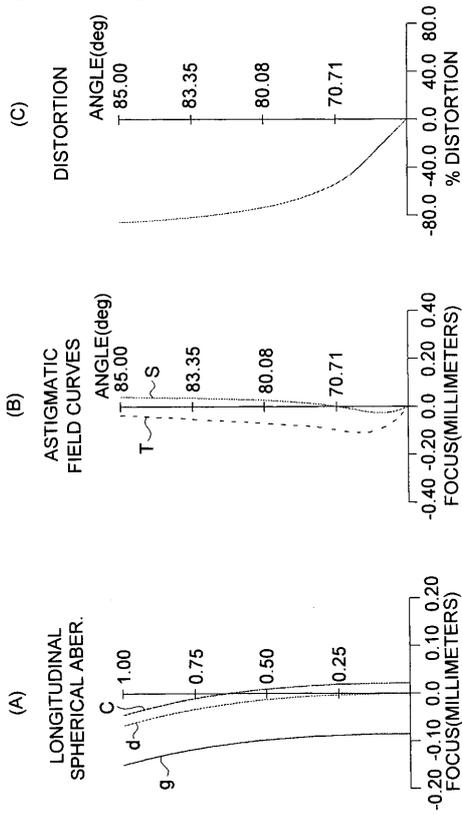




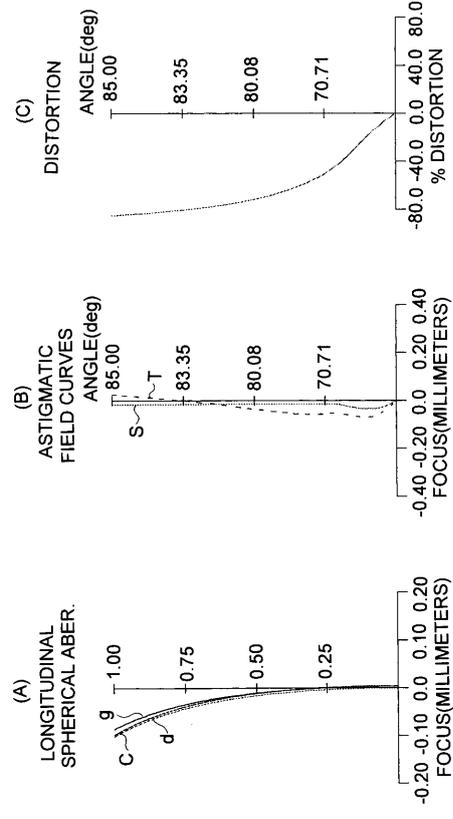
1 0 0



1 2



1 1



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 LA03 PA05 PA18 PB06 QA02 QA07 QA17 QA22
QA25 QA34 QA41 QA42 QA45 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32
RA43 RA44 UA01