

(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2013-88504
(P2013-88504A)

(43) 公開日 平成25年5月13日(2013.5.13)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
GO2B 13/00 (2006.01) GO2B 13/00 2H087
GO2B 13/18 (2006.01) GO2B 13/18

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 32 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-226697 (P2011-226697) (22) 出願日 平成23年10月14日 (2011.10.14)</p>	<p>(71) 出願人 000000376 オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 (74) 代理人 100123962 弁理士 斎藤 圭介 (74) 代理人 100120204 弁理士 平山 巖 (72) 発明者 大津 卓也 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内 Fターム(参考) 2H087 KA02 LA01 MA04 NA02 NA18 PA05 PA17 PB05 QA02 QA06 QA14 QA22 QA25 QA37 QA41 QA45 RA05 RA12 RA13 RA34 RA42 RA44</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 結像光学系及びそれを有する撮像装置

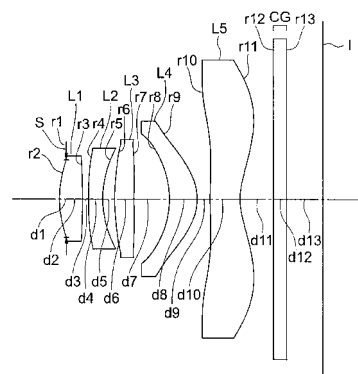
(57) 【要約】

【課題】高性能化、光学全長の短縮化を図った際に問題になりうるゴースト、フレアの発生を抑えた高性能の結像光学系及びそれを有する撮像装置を提供する。

【解決手段】少なくとも5枚のレンズよりなり、最も物体側に絞りを配置し、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有し像面側に凸面を向けたメニスカス形状の第4レンズと、負の屈折力を有する第5レンズと、が配置され、所定の条件式を満足する。

【選択図】 図1

第1実施例



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 5 枚のレンズよりなり、最も物体側に絞りを配置し、物体側より順に、
 正の屈折力を有する第 1 レンズと、
 負の屈折力を有する第 2 レンズと、
 正の屈折力を有する第 3 レンズと、
 正の屈折力を有し像面側に凸面を向けたメニスカス形状の第 4 レンズと、
 負の屈折力を有する第 5 レンズと、が配置され、
 以下の条件式 (1) を満足することを特徴とする結像光学系。

$$0.55 < s_9 / s_{10} < 0.70 \quad (1)$$

ここで、

s_9 は前記第 4 レンズの像面側の有効径、

s_{10} は前記第 5 レンズの物体側の有効径

である。

【請求項 2】

以下の条件式 (2) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の結像光学系。

$$s_9 < \text{field} \quad (2)$$

ここで、

s_9 は前記第 4 レンズの像面側の有効径、

field は前記結像光学系の最大像高

である。

【請求項 3】

以下の条件式 (3) を満足することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の結像光学系。

$$11 < 40^\circ \quad (3)$$

ここで、

11 は前記第 5 レンズの像側面有効径内全域における、法線と光軸の成す角度の最大値である。

【請求項 4】

以下の条件式 (4) 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 項に記載の結像光学系。

$$0.26 < L_{123} / TTL < 0.294 \quad (4)$$

ここで、

L_{123} は前記第 1 レンズの物体側面から前記第 3 レンズの像側面までのレンズ厚と空気間隔の総和、

TTL は前記結像光学系の光学全長

である。

【請求項 5】

以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の結像光学系。

$$-0.6 < r_8 / f < -0.35 \quad (5)$$

ここで、

r_8 は前記第 4 レンズの物体側の近軸曲率半径、

f は前記結像光学系全系の焦点距離

である。

【請求項 6】

以下の条件式 (6) を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の結像光学系。

$$0.35 < f_1 / f_3 < 0.48 \quad (6)$$

ここで、

10

20

30

40

50

f 1 は前記第 1 レンズの焦点距離、
f 3 は前記第 3 レンズの焦点距離
である。

【請求項 7】

前記絞りは前記第 1 レンズの面頂より像側に配置することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の結像光学系。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズ、前記第 3 レンズ、前記第 4 レンズ、及び前記第 5 レンズは樹脂により形成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の結像光学系。

10

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の結像光学系とオートフォーカス機構を一体化したことを特徴とする撮像装置。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の結像光学系と撮像素子を一体化した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、結像光学系及びそれを有する撮像装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話、携帯端末機、ノートパソコン等の薄型化に伴い、これらが備える光学系の光軸方向の長さを極限まで薄型化したカメラモジュールが求められている。また、撮像素子の技術進歩と市場のニーズの高まりから、高画素数の撮像素子が使用され、撮像レンズは高解像度が求められている。

これらの要求に応えるために、非球面レンズ 5 枚で構成された単焦点の光学系が数多く提案されている。

【0003】

レンズ枚数を 5 枚構成とし、結像性能を高めながら、光学全長の短縮化を図った光学系として、特許文献 1 や特許文献 2 に記載のものが提案されている。これらの光学系は非球面レンズ 5 枚で構成され、高性能化がなされている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010 - 237407 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 262270 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の光学系では、結像性能を高めながら、光学全長の短縮化を図った際、複雑な非球面レンズが必要となる。その際、複雑な形状のレンズ面で発生する反射光が迷光となりゴーストやフレアの原因になっていた。

40

【0006】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、高性能化及び光学全長の短縮化を図った際に問題になりうるゴースト、フレアの発生を抑えた高性能の結像光学系及びそれを有する撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の結像光学系は、少なくとも 5

50

枚のレンズよりなり、最も物体側に絞りを配置し、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有し像面側に凸面を向けたメニスカス形状の第4レンズと、負の屈折力を有する第5レンズと、が配置され、以下の条件式(1)を満足することを特徴としている。

$$0.55 < s_9 / s_{10} < 0.70 \quad (1)$$

ここで、

s_9 は第4レンズの像面側の有効径、
 s_{10} は第5レンズの物体側の有効径

である。

【0008】

本発明の結像光学系においては、以下の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$s_9 < \text{field} \quad (2)$$

ここで、

s_9 は第4レンズの像面側の有効径、
 field は結像光学系の最大像高

である。

【0009】

本発明の結像光学系においては、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$11 < 40^\circ \quad (3)$$

ここで、

11 は第5レンズの像側面有効径内全域における、法線と光軸の成す角度の最大値である。

【0010】

本発明の結像光学系においては、以下の条件式(4)を満足することが好ましい。

$$0.26 < L_{123} / TTL < 0.294 \quad (4)$$

ここで、

L_{123} は第1レンズの物体側面から第3レンズの像側面までのレンズ厚と空気間隔の総和、

TTL は結像光学系の光学全長

である。

【0011】

本発明の結像光学系においては、以下の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$-0.6 < r_8 / f < -0.35 \quad (5)$$

ここで、

r_8 は第4レンズの物体側の近軸曲率半径、
 f は結像光学系全系の焦点距離

である。

【0012】

本発明の結像光学系においては、以下の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$0.35 < f_1 / f_3 < 0.48 \quad (6)$$

ここで、

f_1 は第1レンズの焦点距離、
 f_3 は第3レンズの焦点距離

である。

【0013】

本発明の結像光学系において、絞りは第1レンズの面頂より像側に配置することが好ましい。

【0014】

本発明の結像光学系において、第1レンズ、第2レンズ、第3レンズ、第4レンズ、及び第5レンズは樹脂により形成されていることが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

本発明の撮像装置は、上述のいずれかの結像光学系とオートフォーカス機構を一体化することが好ましい。

【 0 0 1 6 】

本発明の撮像装置は、上述のいずれかの結像光学系と撮像素子を一体化することが好ましい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明にかかる結像光学系及びそれを有する撮像装置は、高性能化、光学全長の短縮化を図った際に問題になりうるゴースト、フレアの発生を抑えることができる、という効果を奏する。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】本発明の実施例 1 にかかる撮像光学系の無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【 図 2 】実施例 1 にかかる撮像光学系の無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【 図 3 】本発明の実施例 2 にかかる撮像光学系の無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【 図 4 】実施例 2 にかかる撮像光学系の無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

20

【 図 5 】本発明の実施例 3 にかかる撮像光学系の無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【 図 6 】実施例 3 にかかる撮像光学系の無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【 図 7 】本発明の実施例 4 にかかる撮像光学系の無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【 図 8 】実施例 4 にかかる撮像光学系の無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【 図 9 】本発明による撮像光学系を組み込んだデジタルカメラ 4 0 の外観を示す前方斜視図である。

30

【 図 1 0 】デジタルカメラ 4 0 の後方斜視図である。

【 図 1 1 】デジタルカメラ 4 0 の光学構成を示す断面図である。

【 図 1 2 】本発明の撮像光学系が対物光学系として内蔵された情報処理装置の一例であるパソコン 3 0 0 のカバーを開いた状態の前方斜視図である。

【 図 1 3 】パソコン 3 0 0 の撮影光学系 3 0 3 の断面図である。

【 図 1 4 】パソコン 3 0 0 の側面図である。

【 図 1 5 】本発明の撮像光学系が撮影光学系として内蔵された情報処理装置の一例である携帯電話を示す図であり、(a) は携帯電話 4 0 0 の正面図、(b) は側面図、(c) は撮影光学系 4 0 5 の断面図である。

40

【 図 1 6 】本発明の実施形態にかかる撮像光学系の無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であって、 1 1 を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

まず、実施例の説明に先立ち、本実施形態の結像光学系の作用効果について説明する。

本実施形態の結像光学系は、少なくとも 5 枚のレンズよりなり、最も物体側に絞りを配置し、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズと、負の屈折力を有する第 2 レンズと、正の屈折力を有する第 3 レンズと、正の屈折力を有し像面側に凸面を向けたメニスカス形状の第 4 レンズと、負の屈折力を有する第 5 レンズと、が配置され、以下の条件式 (1) を満足することを特徴としている。

50

$$0.55 < s_9 / s_{10} < 0.70 \quad (1)$$

ここで、

s_9 は第 4 レンズの像面側の有効径、

s_{10} は第 5 レンズの物体側の有効径

である。

【0020】

この構成によれば、最も物体側に絞りを配置し射出瞳を像面から離すことで、撮像素子周辺部に入射する光線の角度を小さくすることができ、光学長の短縮化、撮像素子周辺部の感度低下を回避することが可能となる。また、主点の位置を光学系の物体側に位置させることで、焦点距離に対して全長を十分に小さくすることが可能となり、全長の短縮が実現できる。さらにまた、第 4 レンズを正とした 5 枚構成にすることで、軸外光束の発散を第 4 レンズで抑えることができ、光学系のテレセントリック性を確保しつつ最終レンズ径を小さくすることができる。

10

【0021】

条件式 (1) は、第 4 レンズ像側面の有効径と、第 5 レンズの物体側の有効径に関する式である。

条件式 (1) の上限値を上回ると第 4 レンズの有効径が大きくなり、第 5 レンズへの入射角度が厳しくなる (大きくなる) 軸外光束の反射光が再び第 4 レンズ内に入射しゴーストの発生原因になる。

条件式 (1) の下限値を下回ると第 4 レンズの有効径が小さくなり、第 4 レンズから第 5 レンズへの軸外光束の射出角が大きくなってしまうため、センサへの入射角を抑えることが困難になり好ましくない。

20

【0022】

さらに、条件式 (1) に代えて、以下の条件式 (1') を満足すると良い。

$$0.57 < s_9 / s_{10} < 0.65 \quad (1')$$

さらに、条件式 (1) に代えて、以下の条件式 (1'') を満足するとなお良い。

$$0.59 < s_9 / s_{10} < 0.63 \quad (1'')$$

【0023】

本実施形態の結像光学系においては、以下の条件式 (2) を満足することが好ましい。

$$s_9 < \text{field} \quad (2)$$

ここで、

s_9 は第 4 レンズの像面側の有効径、

field は結像光学系の最大像高

である。

【0024】

条件式 (2) は、第 4 レンズ像側面の有効径を、光学系の像高よりも小さく規定した式である。第 4 レンズ有効径が有効像円の半径 (すなわち、最大像高) よりも大きくなると、第 5 レンズへの入射角度が厳しくなる軸外光束の反射光が再び第 4 レンズ内に入射しゴーストの発生原因になる。

40

【0025】

本実施形態の結像光学系においては、以下の条件式 (3) を満足することが好ましい。

$$11 < 40^\circ \quad (3)$$

ここで、

11 は、図 16 に示すように、第 5 レンズの像側面有効径内全域における、法線 N と光軸の成す角度の最大値である。

ここで、図 16 は、本発明の実施形態にかかる撮像光学系の無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であって、11 を示す図である。

【0026】

条件式 (3) は第 5 レンズの像面側の面に関する式である。

条件式 (3) の上限値を上回ると面の凹凸が大きくなってしまうため、レンズ面に A R

50

コート蒸着させる際、コート斑ができやすくなり、レンズ面内の反射が起こりゴーストが発生してしまう。また、第5レンズの像面側の面での反射角が大きくなり物体側への光線入射角度が大きくなってしまいうため、全反射が起こり強いゴーストが発生してしまう。

【0027】

本実施形態の結像光学系においては、以下の条件式(4)を満足することが好ましい。

$$0.26 < L_{123} / TTL < 0.294 \quad (4)$$

ここで、

L_{123} は第1レンズの物体側面から第3レンズの像側面までのレンズ厚と空気間隔の総和、

TTL は結像光学系の光学全長

である。

なお、 TTL は、面番号12のガラス板を空気換算していない光学全長である。

【0028】

条件式(4)は、良好に球面収差の補正をおこない、光学長の短縮化に伴う製造性の劣化を抑えた式である。

条件式(4)の上限値を上回ると、第1レンズから第3レンズまでの間隔が大きくなり、第3レンズ通過時の軸上光束が小さくなってしまい、球面収差の補正が困難になる。

条件式(4)の下限値を下回ると、第1レンズから第3レンズまでのレンズ厚と空気間隔が小さくなることで、製造感度が悪化し好ましくない。

【0029】

さらに、条件式(4)に代えて、以下の条件式(4')を満足すると良い。

$$0.27 < L_{123} / TTL < 0.292 \quad (4')$$

さらに、条件式(4)に代えて、以下の条件式(4'')を満足するとなお良い。

$$0.28 < L_{123} / TTL < 0.29 \quad (4'')$$

【0030】

本実施形態の結像光学系においては、以下の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$-0.6 < r_8 / f < -0.35 \quad (5)$$

ここで、

r_8 は第4レンズの物体側の近軸曲率半径、

f は結像光学系全系の焦点距離

である。

【0031】

条件式(5)は、第4レンズの物体側の面に関する式である。

条件式(5)の上限値を上回ると第4レンズの近軸曲率半径が大きくなり、第4レンズへの光線入射角度が大きくなるため、コマ収差が顕著になり収差補正が困難になる。

条件式(5)の下限値を下回ると第4レンズの近軸曲率半径が小さくなり、第4レンズの屈折力が大きくなり、製造感度が高くなるため好ましくない。

【0032】

さらに、条件式(5)に代えて、以下の条件式(5')を満足すると良い。

$$-0.57 < r_8 / f < -0.41 \quad (5')$$

さらに、条件式(5)に代えて、以下の条件式(5'')を満足するとなお良い。

$$-0.45 < r_8 / f < -0.41 \quad (5'')$$

【0033】

本実施形態の結像光学系においては、以下の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$0.35 < f_1 / f_3 < 0.48 \quad (6)$$

ここで、

f_1 は第1レンズの焦点距離、

f_3 は第3レンズの焦点距離

である。

【0034】

10

20

30

40

50

条件式(6)は、第1レンズと第3レンズの適切なパワー関係を規定している。

条件式(6)の上限値を上回った場合、第3レンズの屈折力が第1レンズの屈折力と比較して大きくなり第3レンズで発生する軸上色収差及び倍率色収差が顕著になり収差補正が困難になる。また第3レンズの製造感度が高くなるため好ましくない。

条件式(6)の値が下限値を下回った場合、逆に、第1レンズの屈折力が第3レンズと比較して大きくなり第1レンズで発生するコマ収差が顕著になり収差補正が困難になる。また第1レンズの製造感度が高くなるため好ましくない。

【0035】

さらに、条件式(6)に代えて、以下の条件式(6')を満足すると良い。

$$0.37 < f_1 / f_3 < 0.46 \quad (6')$$

さらに、条件式(6)に代えて、以下の条件式(6'')を満足すると良い。

$$0.39 < f_1 / f_3 < 0.43 \quad (6'')$$

【0036】

本実施形態の結像光学系においては、絞りは第1レンズの面頂より像側に配置することが好ましい。

【0037】

絞りをレンズ面頂より像側に配置することにより、軸外光束の上光線の第1レンズ物体側面に対する入射角を小さくすることができるためコマ収差を抑えることができる。

【0038】

本実施形態の結像光学系においては、第1レンズ、第2レンズ、第3レンズ、第4レンズ、及び第5レンズは樹脂により形成されていることが好ましい。

【0039】

第1レンズ、第2レンズ、第3レンズ、第4レンズ、及び第5レンズに樹脂を用いることで安価な撮像レンズを提供できる。

【0040】

本実施形態の撮像装置は、上述のいずれかの結像光学系とオートフォーカス機構を一体化することが好ましい。

【0041】

本実施形態の撮像装置は、上述のいずれかの結像光学系と撮像素子を一体化することが好ましい。

【0042】

なお、後述する実施例では、絞りは第1レンズの像側の面よりも物体側、より具体的には、第1レンズの物体側の面と像側の面の間に位置している。このような絞りの位置も、「最も物体側に絞りを配置する」に含まれるものとする。

【実施例】

【0043】

以下に、本発明にかかる結像光学系及び撮像装置の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【0044】

次に、本発明の実施例1にかかるズームレンズについて説明する。図1は本発明の実施例1にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【0045】

図2は実施例1にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における(a)球面収差(SA)、(b)非点収差(AS)、(c)歪曲収差(DT)、(d)倍率色収差(CC)を示す図である。また、FIYは像高を示している。なお、収差図における記号は、後述の実施例においても共通である。

【0046】

実施例1のズームレンズは、図1に示すように、物体側より順に、開口絞り(明るさ絞り)Sと、両凸正レンズL1(第1レンズ)と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレン

10

20

30

40

50

ズ L 2 (第 2 レンズ) と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 (第 3 レンズ) と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 (第 4 レンズ) と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 (第 5 レンズ) と、で構成されており、全体で正の屈折力を有する。

なお、以下全ての実施例において、レンズ断面図中、C G はカバーガラス、I は電子撮像素子の撮像面を示している。

【 0 0 4 7 】

非球面は、両凸正レンズ L 1 の両面と、負メニスカスレンズ L 2 の両面と、正メニスカスレンズ L 3 の両面と、正メニスカスレンズ L 4 の両面と、負メニスカスレンズ L 5 の両面と、の 1 0 面に設けられている。

10

【 0 0 4 8 】

次に、本発明の実施例 2 にかかるズームレンズについて説明する。図 3 は本発明の実施例 2 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【 0 0 4 9 】

図 4 は実施例 2 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【 0 0 5 0 】

実施例 2 のズームレンズは、図 3 に示すように、開口絞り (明るさ絞り) S と、両凸正レンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 と、で構成されており、全体で正の屈折力を有する。

20

【 0 0 5 1 】

非球面は、両凸正レンズ L 1 の両面と、負メニスカスレンズ L 2 の両面と、正メニスカスレンズ L 3 の両面と、正メニスカスレンズ L 4 の両面と、負メニスカスレンズ L 5 の両面と、の 1 0 面に設けられている。

【 0 0 5 2 】

次に、本発明の実施例 3 にかかるズームレンズについて説明する。図 5 は本発明の実施例 3 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

30

【 0 0 5 3 】

図 6 は実施例 3 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【 0 0 5 4 】

実施例 3 のズームレンズは、図 5 に示すように、開口絞り (明るさ絞り) S と、両凸正レンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 と、で構成されており、全体で正の屈折力を有する。

【 0 0 5 5 】

非球面は、両凸正レンズ L 1 の両面と、負メニスカスレンズ L 2 の両面と、正メニスカスレンズ L 3 の両面と、正メニスカスレンズ L 4 の両面と、負メニスカスレンズ L 5 の両面と、の 1 0 面に設けられている。

40

【 0 0 5 6 】

次に、本発明の実施例 4 にかかるズームレンズについて説明する。図 7 は本発明の実施例 4 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【 0 0 5 7 】

図 8 は実施例 4 にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【 0 0 5 8 】

50

実施例 4 のズームレンズは、図 7 に示すように、開口絞り（明るさ絞り）S と、両凸正レンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 と、で構成されており、全体で正の屈折力を有する。

【 0 0 5 9 】

非球面は、両凸正レンズ L 1 の両面と、負メニスカスレンズ L 2 の両面と、正メニスカスレンズ L 3 の両面と、正メニスカスレンズ L 4 の両面と、負メニスカスレンズ L 5 の両面と、の 1 0 面に設けられている。

【 0 0 6 0 】

次に、上記各実施例の撮像光学系を構成する光学部材の数値データを掲げる。なお、各実施例の数値データにおいて、r 1、r 2、... は各レンズ面の近軸曲率半径、d 1、d 2、... は各レンズの肉厚又は空気間隔、n d 1、n d 2、... は各レンズの d 線での屈折率、d 1、d 2、... は各レンズのアッペ数、焦点距離は全系焦点距離、をそれぞれ表している。また、* は非球面を示している。また、f b（バックフォーカス）は、空気換算している距離である。

10

【 0 0 6 1 】

また、非球面形状は、光軸方向を z、光軸に直交する方向を y にとり、円錐係数を K、非球面係数を A 4、A 6、A 8、A 1 0 としたとき、次の式（I）で表される。

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{ 1 - (1 + K) (y / r)^2 \}^{1 / 2}] + A 4 y^4 + A 6 y^6 + A 8 y^8 + A 1 0 y^{10} \dots (I)$$

20

また、e は 1 0 のべき乗を表している。なお、これら諸元値の記号は後述の実施例の数値データにおいても共通である。

【 0 0 6 2 】

数値実施例 1

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1(絞り)		-0.15		
2*	2.401	0.52	1.53463	56.22
3*	-10.740	0.13		
4*	7.578	0.32	1.61417	25.64
5*	1.958	0.27		
6*	4.224	0.44	1.53463	56.22
7*	34.692	0.80		
8*	-2.000	0.63	1.53463	56.22
9*	-1.086	0.29		
10*	7.512	0.68	1.53463	56.22
11*	1.396	0.75		
12		0.30	1.51633	64.14
13		0.81		
像面（撮像面）				

30

40

非球面データ

第 2 面

K=-1.324

A4=1.66076e-03,A6=-3.90365e-03,A8=-9.33614e-04,A10=-1.34428e-04

第 3 面

K=-65.440

50

A4=6.88876e-03,A6=3.15920e-02,A8=-4.49798e-02,A10=2.03710e-02

第 4 面

K=-47.348

A4=-3.33173e-02,A6=1.40676e-01,A8=-1.35475e-01,A10=4.83422e-02

第 5 面

K=-8.070

A4=1.08057e-02,A6=8.76319e-02,A8=-8.03573e-02,A10=2.35495e-02

第 6 面

K=-44.127

A4=9.06254e-03,A6=-3.08109e-02,A8=3.92899e-02,A10=-1.18424e-02

第 7 面

K=0.784

A4=-2.29010e-02,A6=6.12065e-03,A8=-1.35306e-02,A10=7.78729e-03

第 8 面

K=-0.303

A4=-4.19019e-03,A6=-6.58463e-04,A8=7.05634e-03,A10=-3.77606e-03,

A12=-1.55491e-05

第 9 面

K=-1.559

A4=1.69598e-02,A6=-2.21033e-02,A8=8.26692e-03,A10=1.83657e-03,

A12=-7.35257e-04

第 10 面

K=-438.512

A4=-2.17832e-02,A6=1.20323e-03,A8=5.91454e-04,A10=-8.67482e-05,

A12=3.54084e-06,A14=-1.20847e-08

第 11 面

K=-7.775

A4=-3.07518e-02,A6=5.44554e-03,A8=-8.17781e-04,A10=6.80091e-05,

A12=-2.19957e-06,A14=1.27436e-09

各種データ

fb (in air) 1.76

全長 (in air) 5.85

焦点距離 4.86

s10 2.77

なお、全長 (in air)は、面番号 1 2 のガラス板を空気換算した場合の光学全長であり、以下の数値実施例においても同様である。

【 0 0 6 3 】

数値実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1(絞リ)		-0.21		
2*	2.459	0.55	1.53463	56.22
3*	-21.614	0.16		
4*	7.699	0.33	1.61417	25.64

50

5*	2.078	0.27		
6*	3.677	0.45	1.53463	56.22
7*	14.105	0.76		
8*	-2.745	0.74	1.53463	56.22
9*	-1.171	0.48		
10*	4.656	0.40	1.53463	56.22
11*	1.204	0.75		
12		0.30	1.51633	64.14
13		0.84		

像面 (撮像面)

10

非球面データ

第 2 面

K=-1.044

A4=2.49310e-03,A6=1.72515e-03,A8=-3.13537e-03

第 3 面

K=-3.793

A4=-1.49471e-02,A6=5.54994e-02,A8=-5.83938e-02,A10=1.92555e-02

第 4 面

K=-152.889

A4=-5.55246e-02,A6=1.35201e-01,A8=-1.23385e-01,A10=3.95670e-02

第 5 面

K=-10.082

A4=-5.81291e-03,A6=7.85361e-02,A8=-6.52767e-02,A10=1.71395e-02

第 6 面

K=-33.196

A4=2.02435e-02,A6=-3.57377e-02,A8=2.70758e-02,A10=-5.41416e-03

第 7 面

K=-417.653

A4=1.01548e-03,A6=-7.17533e-03,A8=-8.13242e-03,A10=5.39293e-03

第 8 面

K=0.009

A4=-4.05578e-03,A6=1.33966e-02,A8=-4.80230e-03,A10=-1.86127e-04,
A12=-9.88582e-05

第 9 面

K=-2.381

A4=-1.27976e-02,A6=-6.20545e-03,A8=7.77262e-03,A10=-1.28568e-03,
A12=-1.02634e-05

第 10 面

K=-169.578

A4=-2.39409e-02,A6=2.87488e-03,A8=5.87744e-05,A10=-2.50853e-05,
A12=1.03377e-06

第 11 面

K=-6.968

A4=-2.91346e-02,A6=5.01845e-03,A8=-6.85431e-04,A10=5.11495e-05,
A12=-1.52851e-06

各種データ

fb (in air) 1.79

全長 (in air) 5.93

20

30

40

50

焦点距離 4.90
s10 2.93

【 0 0 6 4 】
数值実施例 3
单位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	d	
物面					10
1(絞り)		-0.15			
2*	2.403	0.56	1.53463	56.22	
3*	-10.632	0.10			
4*	5.689	0.32	1.61417	25.64	
5*	1.814	0.28			
6*	4.244	0.42	1.53463	56.22	
7*	25.530	0.76			
8*	-2.060	0.64	1.53463	56.22	
9*	-1.097	0.38			
10*	6.896	0.62	1.53463	56.22	20
11*	1.341	0.75			
12		0.30	1.51633	64.14	
13		0.76			
像面(撮像面)					

非球面データ

第2面

$K = -1.252$

$A4 = 2.66457e-03, A6 = -4.99724e-03, A8 = -2.45538e-04$

第3面

$K = -112.661$

$A4 = 8.15795e-03, A6 = 3.20136e-02, A8 = -4.49979e-02, A10 = 1.74104e-02$

第4面

$K = -43.887$

$A4 = -3.28764e-02, A6 = 1.41037e-01, A8 = -1.36820e-01, A10 = 4.69478e-02$

第5面

$K = -8.128$

$A4 = 1.24395e-02, A6 = 8.94232e-02, A8 = -8.08320e-02, A10 = 2.24923e-02$

第6面

$K = -50.424$

$A4 = 1.05876e-02, A6 = -3.01259e-02, A8 = 3.95072e-02, A10 = -1.14127e-02$

第7面

$K = -0.086$

$A4 = -1.99035e-02, A6 = 5.80907e-03, A8 = -1.34852e-02, A10 = 7.62205e-03$

第8面

$K = -0.457$

$A4 = -1.21968e-03, A6 = 1.21799e-03, A8 = 6.44844e-03, A10 = -3.49203e-03, A12 = -8.44482e-06$

第9面

$K = -1.656$

30

40

50

A4=1.40720e-02, A6=-2.25884e-02, A8=9.90944e-03, A10=1.67768e-03,
A12=-7.92046e-04

第 1 0 面

K=-209.266

A4=-2.35495e-02, A6=1.46369e-03, A8=5.87424e-04, A10=-8.70704e-05,
A12=3.37018e-06

第 1 1 面

K=-7.421

A4=-3.03361e-02, A6=5.23536e-03, A8=-7.66791e-04, A10=6.31945e-05,
A12=-2.03435e-06

10

各種データ

fb (in air)	1.71
全長 (in air)	5.77
焦点距離	4.84
s10	2.72

【 0 0 6 5 】

数值実施例 4

単位 m m

20

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1 (絞り)		-0.12		
2*	2.370	0.54	1.53463	56.22
3*	-10.791	0.10		
4*	5.783	0.32	1.61417	25.64
5*	1.834	0.27		
6*	4.208	0.41	1.53463	56.22
7*	26.084	0.75		
8*	-2.058	0.61	1.53463	56.22
9*	-1.099	0.37		
10*	6.917	0.62	1.53463	56.22
11*	1.340	0.75		
12		0.30	1.51633	64.14
13		0.71		
像面 (撮像面)				

30

非球面データ

40

第 2 面

K=-1.133

A4=3.74182e-03, A6=-5.38332e-03, A8=-1.74089e-03

第 3 面

K=-104.892

A4=7.62554e-03, A6=3.09561e-02, A8=-4.55914e-02, A10=1.86478e-02

第 4 面

K=-44.640

A4=-3.29840e-02, A6=1.41861e-01, A8=-1.36131e-01, A10=4.51274e-02

第 5 面

50

K=-8.078

A4=1.27253e-02, A6=8.92795e-02, A8=-8.14523e-02, A10=2.29761e-02

第 6 面

K=-50.577

A4=1.03050e-02, A6=-3.04839e-02, A8=3.93565e-02, A10=-1.14100e-02

第 7 面

K=23.445

A4=-1.96826e-02, A6=6.03505e-03, A8=-1.33385e-02, A10=7.68778e-03

第 8 面

K=-0.440

A4=-9.05605e-04, A6=9.89771e-04, A8=6.36070e-03, A10=-3.53082e-03,
A12=-2.89391e-05

第 9 面

K=-1.675

A4=1.44462e-02, A6=-2.25241e-02, A8=9.92328e-03, A10=1.68107e-03,
A12=-7.91075e-04

第 10 面

K=-263.448

A4=-2.35713e-02, A6=1.46792e-03, A8=5.87665e-04, A10=-8.69496e-05,
A12=3.41047e-06

第 11 面

K=-7.420

A4=-3.00602e-02, A6=5.24587e-03, A8=-7.66710e-04, A10=6.31754e-05,
A12=-2.03611e-06

各種データ

fb (in air)	1.65
全長 (in air)	5.65
焦点距離	4.74
s10	2.86

【 0 0 6 6 】

次に、各実施例における条件式の値を掲げる。

式No.	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	s9/ s10	0.628	0.635	0.632	0.598
(2)	s9	1.74	1.86	1.72	1.71
(2)	field	4.005	4	4	4
(3)	11	32	37	30	32
(4)	L123/TTL	0.282	0.293	0.286	0.286
(5)	r8/f	-0.411	-0.561	-0.426	-0.434
(6)	f1/f3	0.416	0.454	0.394	0.396

【 0 0 6 7 】

さて、以上のような本発明の結像（撮像）光学系は、物体の像を CCD や CMOS などの電子撮像素子で撮影する撮影装置、とりわけデジタルカメラやビデオカメラ、情報処理装置の例であるパソコン、電話、携帯端末、特に持ち運びに便利な携帯電話等に用いることができる。以下に、その実施形態を例示する。

【 0 0 6 8 】

図 9 ~ 図 11 に本発明による撮像光学系をデジタルカメラの撮影光学系 41 に組み込んだ

10

20

30

40

50

だ構成の概念図を示す。図 9 はデジタルカメラ 40 の外観を示す前方斜視図、図 10 は同後方斜視図、図 11 はデジタルカメラ 40 の光学構成を示す断面図である。

【0069】

デジタルカメラ 40 は、この例の場合、撮影用光路 42 を有する撮影光学系 41、ファインダー用光路 44 を有するファインダー光学系 43、シャッター 45、フラッシュ 46、液晶表示モニター 47 等を含む。そして、撮影者が、カメラ 40 の上部に配置されたシャッター 45 を押圧すると、それに連動して撮影光学系 41、例えば実施例 1 の撮像光学系 48 を通して撮影が行われる。

【0070】

撮影光学系 41 によって形成された物体像は、CCD 49 の撮像面上に形成される。この CCD 49 で受光された物体像は、画像処理手段 51 を介し、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター 47 に表示される。また、この画像処理手段 51 にはメモリ等が配置され、撮影された電子画像を記録することもできる。なお、このメモリは画像処理手段 51 と別体に設けてもよいし、フレキシブルディスクやメモリーカード、MO 等により電子的に記録書込を行うように構成してもよい。

10

【0071】

さらに、ファインダー用光路 44 上には、ファインダー用対物光学系 53 が配置されている。このファインダー用対物光学系 53 は、カバーレンズ 54、第 1 プリズム 10、開口絞り 2、第 2 プリズム 20、フォーカス用レンズ 66 からなる。このファインダー用対物光学系 53 によって、結像面 67 上に物体像が形成される。この物体像は、像正立部材であるポロプリズム 55 の視野枠 57 上に形成される。このポロプリズム 55 の後方には、正立正像にされた像を観察者眼球 E に導く接眼光学系 59 が配置されている。

20

【0072】

このように構成されたデジタルカメラ 40 によれば、撮影光学系 41 の構成枚数を少なくした小型化・薄型化の撮像光学系を有する電子撮像装置が実現できる。なお、本発明は、上述した沈胴式のデジタルカメラに限られず、屈曲光学系を採用する折り曲げ式のデジタルカメラにも適用できる。

また、撮影光学系 41 に一体化されたオートフォーカス機構 500 を備えている。オートフォーカス機構 500 を搭載することによって、あらゆる被写体距離において合焦することができる。

30

【0073】

また、撮影光学系 41 と電子撮像素子チップ（電子撮像素子）とを一体化したことが望ましい。

電子撮像素子を一体化することで、撮像光学系による光学像を電気信号化することができる。また画像中央部と周辺部で画像の明るさの変化を軽減できる電子撮像素子を選択し、小型且つ高性能なデジタルカメラ（撮像装置）を提供できる。

【0074】

次に、本発明の撮像光学系が対物光学系として内蔵された情報処理装置の一例であるパソコンを図 12 ~ 図 14 に示す。図 12 はパソコン 300 のカバーを開いた状態の前方斜視図、図 13 はパソコン 300 の撮影光学系 303 の断面図、図 14 は図 12 の側面図である。図 12 ~ 図 14 に示されるように、パソコン 300 は、キーボード 301 と、情報処理手段や記録手段と、モニター 302 と、撮影光学系 303 とを有している。

40

【0075】

ここで、キーボード 301 は、外部から操作者が情報を入力するためのものである。情報処理手段や記録手段は、図示を省略している。モニター 302 は、情報を操作者に表示するためのものである。撮影光学系 303 は、操作者自身や周辺の像を撮影するためのものである。モニター 302 は、液晶表示素子や CRT ディスプレイ等であってよい。液晶表示素子としては、図示しないバックライトにより背面から照明する透過型液晶表示素子や、前面からの光を反射して表示する反射型液晶表示素子がある。また、図中、撮影光学系 303 は、モニター 302 の右上に内蔵されているが、その場所に限らず、モニター 3

50

02の周囲や、キーボード301の周囲のどこであってもよい。

【0076】

この撮影光学系303は、撮影光路304上に、例えば実施例1の撮像光学系からなる対物光学系100と、像を受光する電子撮像素子チップ162とを有している。これらはパソコン300に内蔵されている。

【0077】

鏡枠の先端には、対物光学系100を保護するためのカバーガラス102が配置されている。

電子撮像素子チップ162で受光された物体像は、端子166を介して、パソコン300の処理手段に入力される。そして、最終的に、物体像は電子画像としてモニター302に表示される。図12には、その一例として、操作者が撮影した画像305が示されている。また、この画像305は、処理手段を介し、遠隔地から通信相手のパソコンに表示されることも可能である。遠隔地への画像伝達は、インターネットや電話を利用する。

また、対物光学系100（撮像光学系）に一体化されたオートフォーカス機構500を備えている。オートフォーカス機構500を搭載することによって、あらゆる被写体距離において合焦することができる。

【0078】

また、対物光学系100（撮像光学系）と電子撮像素子チップ162（電子撮像素子）とを一体化したことが望ましい。

電子撮像素子を一体化することで、撮像光学系による光学像を電気信号化することができる。また画像中央部と周辺部で画像の明るさの変化を軽減できる電子撮像素子を選択し、小型且つ高性能なパソコン（撮像装置）を提供できる。

【0079】

次に、本発明の撮像光学系が撮影光学系として内蔵された情報処理装置の一例である電話、特に持ち運びに便利な携帯電話を図15に示す。図15(a)は携帯電話400の正面図、図15(b)は側面図、図15(c)は撮影光学系405の断面図である。図15(a)～(c)に示されるように、携帯電話400は、マイク部401と、スピーカ部402と、入力ダイヤル403と、モニター404と、撮影光学系405と、アンテナ406と、処理手段とを有している。

【0080】

ここで、マイク部401は、操作者の声を情報として入力するためのものである。スピーカ部402は、通話相手の声を出力するためのものである。入力ダイヤル403は、操作者が情報を入力するためのものである。モニター404は、操作者自身や通話相手等の撮影像や、電話番号等の情報を表示するためのものである。アンテナ406は、通信電波の送信と受信を行うためのものである。処理手段（不図示）は、画像情報や通信情報、入力信号等の処理を行うためのものである。

【0081】

ここで、モニター404は液晶表示素子である。また、図中、各構成の配置位置、特にこれらに限られない。この撮影光学系405は、撮影光路407上に配された対物光学系100と、物体像を受光する電子撮像素子チップ162とを有している。対物光学系100としては、例えば実施例1の撮像光学系が用いられる。これらは、携帯電話400に内蔵されている。

【0082】

鏡枠の先端には、対物光学系100を保護するためのカバーガラス102が配置されている。

電子撮像素子チップ162で受光された物体像は、端子166を介して、図示していない画像処理手段に入力される。そして、最終的に物体像は、電子画像としてモニター404に、又は、通信相手のモニターに、又は、両方に表示される。また、処理手段には信号処理機能が含まれている。通信相手に画像を送信する場合、この機能により、電子撮像素子チップ162で受光された物体像の情報を、送信可能な信号へと変換する。

10

20

30

40

50

また、対物光学系 100 (撮像光学系) に一体化されたオートフォーカス機構 500 を備えている。オートフォーカス機構 500 を搭載することによって、あらゆる被写体距離において合焦することができる。

【0083】

また、対物光学系 100 (撮像光学系) と電子撮像素子チップ 162 (電子撮像素子) とを一体化したことが望ましい。

電子撮像素子を一体化することで、撮像光学系による光学像を電気信号化することができる。また画像中央部と周辺部で画像の明るさの変化を軽減できる電子撮像素子を選択し、小型且つ高性能な携帯電話 (撮像装置) を提供できる。

【0084】

なお、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変形例をとることができる。

【産業上の利用可能性】

【0085】

以上のように、本発明に係る結像光学系及びそれを有する撮像装置は、高性能化、光学全長の短縮化を図りつつ、ゴースト、フレアの発生を抑えることを求められる結像光学系及びそれを有する撮像装置に有用である。

【符号の説明】

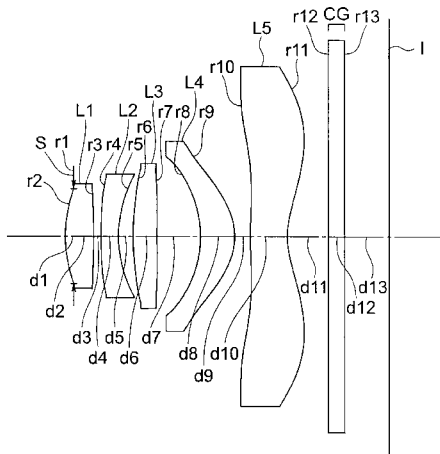
【0086】

L 1 ~ L 5	各レンズ	
L P F	ローパスフィルタ	20
C G	カバーガラス	
I	撮像面	
E	観察者の眼球	
4 0	デジタルカメラ	
4 1	撮影光学系	
4 2	撮影用光路	
4 3	ファインダー光学系	
4 4	ファインダー用光路	
4 5	シャッター	
4 6	フラッシュ	30
4 7	液晶表示モニター	
4 8	撮像光学系	
4 9	C C D	
5 0	撮像面	
5 1	処理手段	
5 3	ファインダー用対物光学系	
5 5	ポロプリズム	
5 7	視野枠	
5 9	接眼光学系	
6 6	フォーカス用レンズ	40
6 7	結像面	
1 0 0	対物光学系	
1 0 2	カバーガラス	
1 6 2	電子撮像素子チップ	
1 6 6	端子	
3 0 0	パソコン	
3 0 1	キーボード	
3 0 2	モニター	
3 0 3	撮影光学系	
3 0 4	撮影光路	50

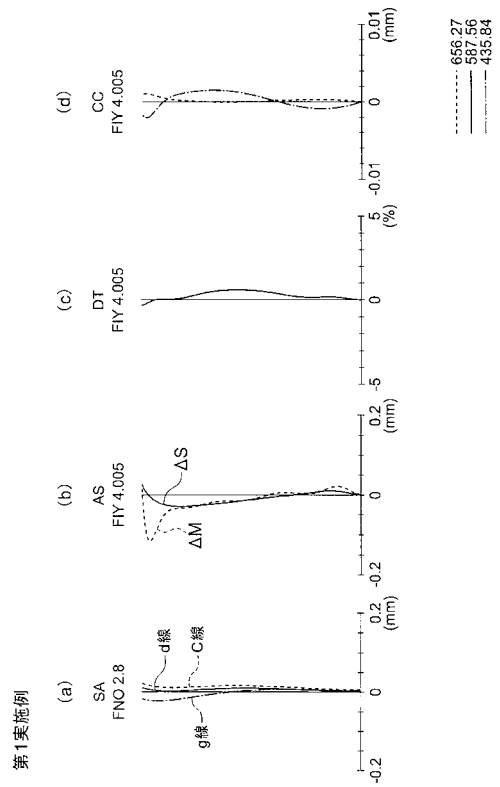
- 3 0 5 画像
- 4 0 0 携帯電話
- 4 0 1 マイク部
- 4 0 2 スピーカ部
- 4 0 3 入力ダイヤル
- 4 0 4 モニター
- 4 0 5 撮影光学系
- 4 0 6 アンテナ
- 4 0 7 撮影光路

【 図 1 】

第1実施例

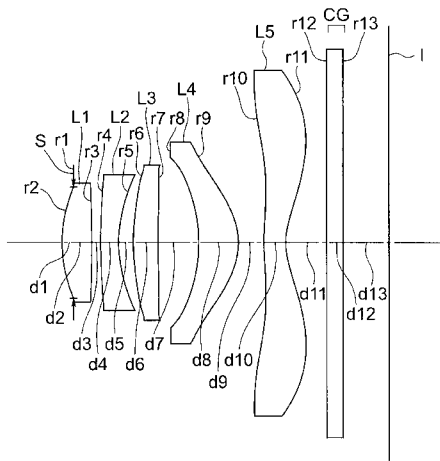


【 図 2 】

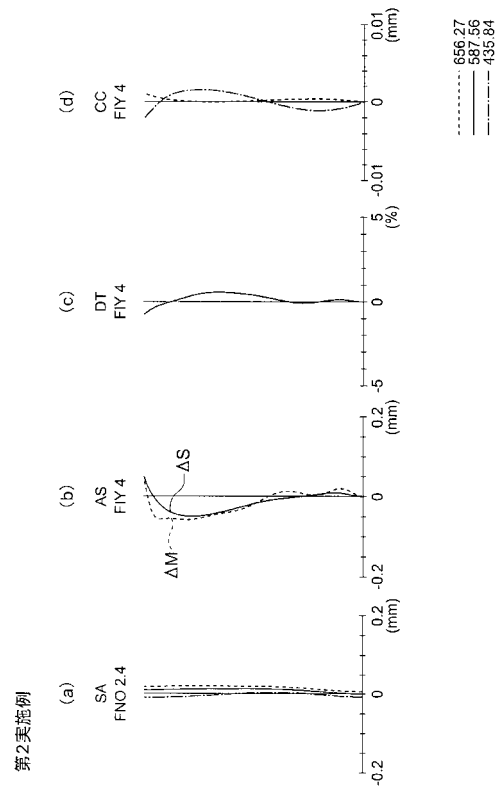


【 图 3 】

第2实施例

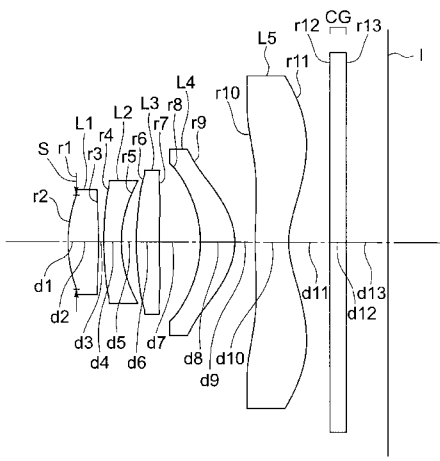


【 图 4 】

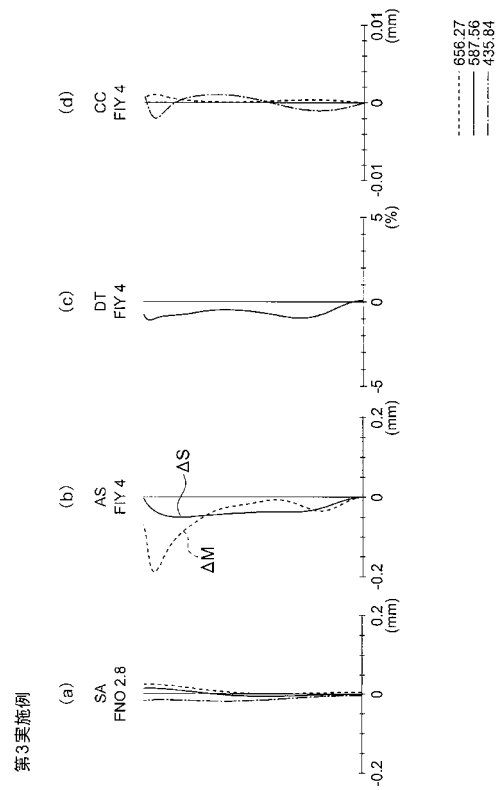


【 图 5 】

第3实施例

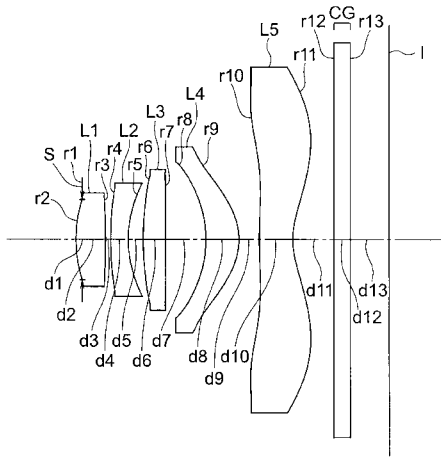


【 图 6 】

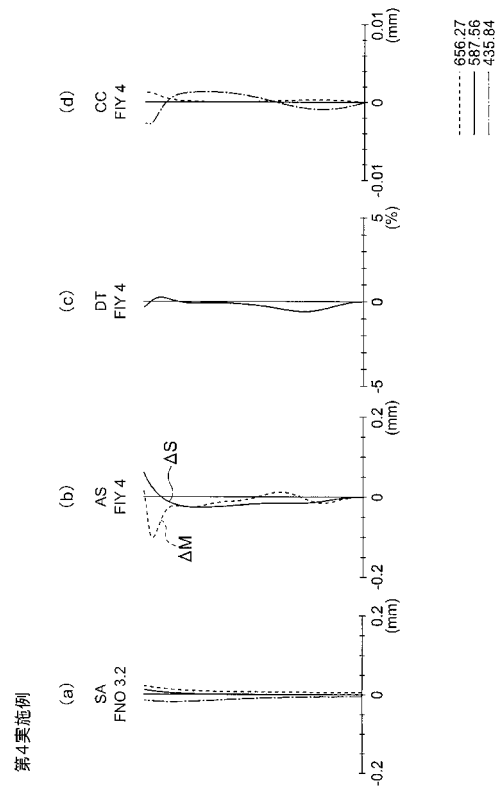


【 图 7 】

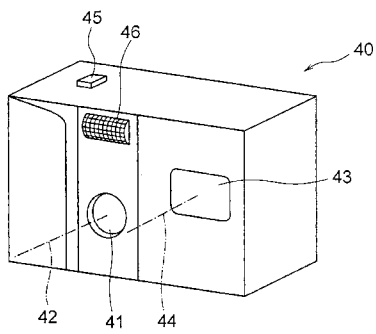
第4实施例



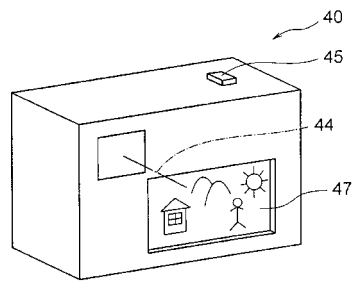
【 图 8 】



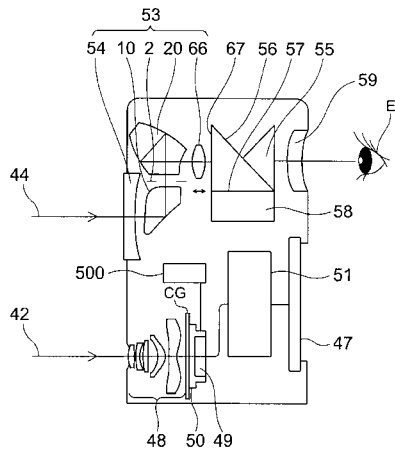
【 图 9 】



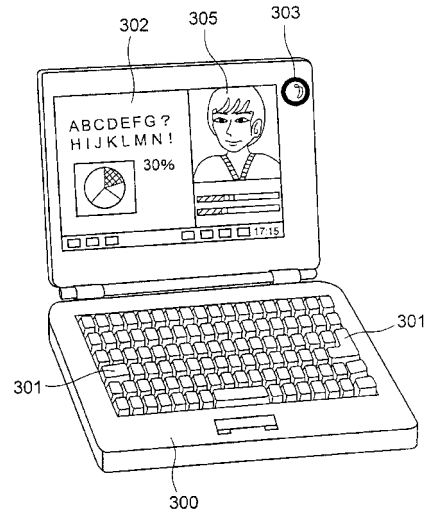
【 图 10 】



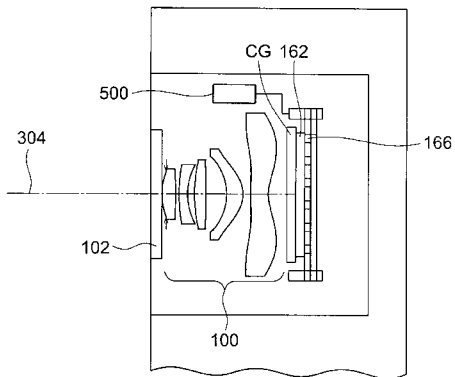
【 図 1 1 】



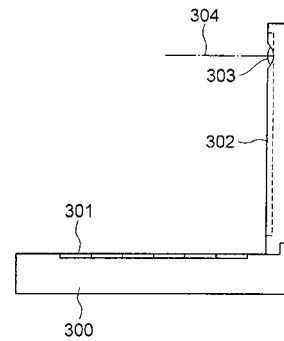
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

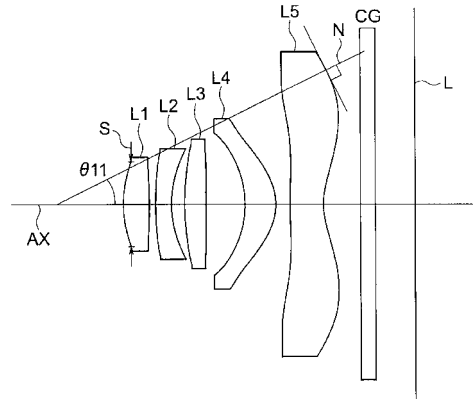
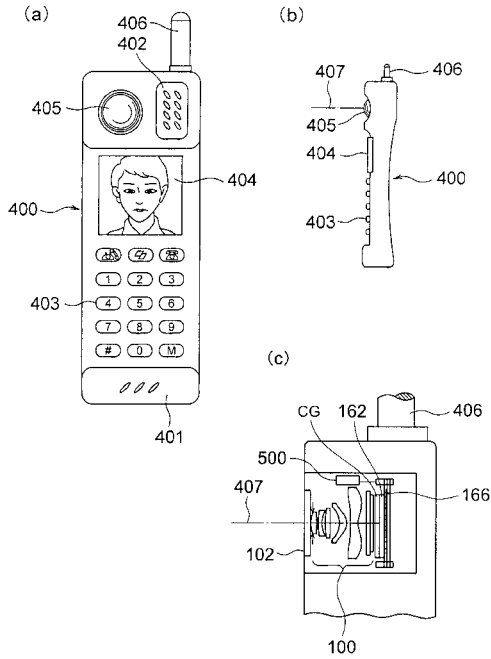


【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

【 図 1 6 】



【 手続 補 正 書 】

【 提 出 日 】 平 成 24 年 6 月 18 日 (2012.6.18)

【 手 続 補 正 1 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 特 許 請 求 の 範 囲

【 補 正 対 象 項 目 名 】 全 文

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 特 許 請 求 の 範 囲 】

【 請 求 項 1 】

少なくとも 5 枚のレンズよりなり、最も物体側に絞りを配置し、物体側より順に、
 正の屈折力を有する第 1 レンズと、
 負の屈折力を有する第 2 レンズと、
 正の屈折力を有する第 3 レンズと、
 正の屈折力を有し像面側に凸面を向けたメニスカス形状の第 4 レンズと、
 負の屈折力を有する第 5 レンズと、が配置され、
 以下の条件式 (1) を満足することを特徴とする結像光学系。

$$0.55 < s9 / s10 < 0.70 \quad (1)$$

ここで、

s9 は前記第 4 レンズの像面側の有効口径、

s10 は前記第 5 レンズの物体側の有効口径

である。

【 請 求 項 2 】

以下の条件式 (2) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の結像光学系。

$$s9 < field \quad (2)$$

ここで、

s 9 は前記第 4 レンズの像面側の有効口径、
field は前記結像光学系の最大像高
である。

【請求項 3】

以下の条件式 (3) を満足することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の結像光学系。

$$11 < 40^\circ \quad (3)$$

ここで、

11 は前記第 5 レンズの像側面有効口径内全域における、法線と光軸の成す角度の最大値である。

【請求項 4】

以下の条件式 (4) 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 項に記載の結像光学系。

$$0.26 < L123 / TTL < 0.294 \quad (4)$$

ここで、

L123 は前記第 1 レンズの物体側面から前記第 3 レンズの像側面までのレンズ厚と空気間隔の総和、

TTL は前記結像光学系の光学全長
である。

【請求項 5】

以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の結像光学系。

$$-0.6 < r8 / f < -0.35 \quad (5)$$

ここで、

r8 は前記第 4 レンズの物体側の近軸曲率半径、

f は前記結像光学系全系の焦点距離

である。

【請求項 6】

以下の条件式 (6) を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の結像光学系。

$$0.35 < f1 / f3 < 0.48 \quad (6)$$

ここで、

f1 は前記第 1 レンズの焦点距離、

f3 は前記第 3 レンズの焦点距離

である。

【請求項 7】

前記絞り は前記第 1 レンズの面頂より像側に配置することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の結像光学系。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズ、前記第 3 レンズ、前記第 4 レンズ、及び前記第 5 レンズは樹脂により形成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の結像光学系。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の結像光学系とオートフォーカス機構を一体化したことを特徴とする撮像装置。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の結像光学系と撮像素子を一体化したことを特徴とする撮像装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 0 7 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の結像光学系は、少なくとも5枚のレンズよりなり、最も物体側に絞りを配置し、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有し像面側に凸面を向けたメニスカス形状の第4レンズと、負の屈折力を有する第5レンズと、が配置され、以下の条件式(1)を満足することを特徴としている。

$$0.55 < s_9 / s_{10} < 0.70 \quad (1)$$

ここで、

s_9 は第4レンズの像面側の有効口径、

s_{10} は第5レンズの物体側の有効口径

である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 0 8 】

本発明の結像光学系においては、以下の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$s_9 < \text{field} \quad (2)$$

ここで、

s_9 は第4レンズの像面側の有効口径、

field は結像光学系の最大像高

である。

【手続補正4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 0 9 】

本発明の結像光学系においては、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$11 < 40^\circ \quad (3)$$

ここで、

11 は第5レンズの像側面有効口径内全域における、法線と光軸の成す角度の最大値である。

【手続補正5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 9 】

まず、実施例の説明に先立ち、本実施形態の結像光学系の作用効果について説明する。

本実施形態の結像光学系は、少なくとも5枚のレンズよりなり、最も物体側に絞りを配置し、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有し像面側に凸面を向けたメニスカス形状の第4レンズと、負の屈折力を有する第5レンズと、が配置され、以下の条件式(1)を満足することを特徴としている。

$$0.55 < s_9 / s_{10} < 0.70 \quad (1)$$

ここで、

s_9 は第 4 レンズの像面側の有効口径、
 s_{10} は第 5 レンズの物体側の有効口径

である。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

条件式(1)は、第 4 レンズ像側面の有効口径と、第 5 レンズの物体側の有効口径に関する式である。

条件式(1)の上限値を上回ると第 4 レンズの有効口径が大きくなり、第 5 レンズへの入射角度が厳しくなる(大きくなる)軸外光束の反射光が再び第 4 レンズ内に入射しゴーストの発生原因になる。

条件式(1)の下限値を下回ると第 4 レンズの有効口径が小さくなり、第 4 レンズから第 5 レンズへの軸外光束の射出角が大きくなってしまいうため、センサへの入射角を抑えることが困難になり好ましくない。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

本実施形態の結像光学系においては、以下の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$s_9 < \text{field} \quad (2)$$

ここで、

s_9 は第 4 レンズの像面側の有効口径、
 field は結像光学系の最大像高

である。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

条件式(2)は、第 4 レンズ像側面の有効口径を、光学系の像高よりも小さく規定した式である。第 4 レンズ有効口径が有効像円の半径(すなわち、最大像高)よりも大きくなると、第 5 レンズへの入射角度が厳しくなる軸外光束の反射光が再び第 4 レンズ内に入射しゴーストの発生原因になる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

本実施形態の結像光学系においては、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$11 < 40^\circ \quad (3)$$

ここで、

11 は、図 16 に示すように、第 5 レンズの像側面有効口径内全域における、法線 N

と光軸の成す角度の最大値である。

ここで、図 16 は、本発明の実施形態にかかる撮像光学系の無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であって、11 を示す図である。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0062】

数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1(絞り)		-0.15		
2*	2.401	0.52	1.53463	56.22
3*	-10.740	0.13		
4*	7.578	0.32	1.61417	25.64
5*	1.958	0.27		
6*	4.224	0.44	1.53463	56.22
7*	34.692	0.80		
8*	-2.000	0.63	1.53463	56.22
9*	-1.086	0.29		
10*	7.512	0.68	1.53463	56.22
11*	1.396	0.75		
12		0.30	1.51633	64.14
13		0.81		

像面 (撮像面)

非球面データ

第 2 面

K=-1.324

A4=1.66076e-03, A6=-3.90365e-03, A8=-9.33614e-04, A10=-1.34428e-04

第 3 面

K=-65.440

A4=6.88876e-03, A6=3.15920e-02, A8=-4.49798e-02, A10=2.03710e-02

第 4 面

K=-47.348

A4=-3.33173e-02, A6=1.40676e-01, A8=-1.35475e-01, A10=4.83422e-02

第 5 面

K=-8.070

A4=1.08057e-02, A6=8.76319e-02, A8=-8.03573e-02, A10=2.35495e-02

第 6 面

K=-44.127

A4=9.06254e-03, A6=-3.08109e-02, A8=3.92899e-02, A10=-1.18424e-02

第 7 面

K=0.784

A4=-2.29010e-02, A6=6.12065e-03, A8=-1.35306e-02, A10=7.78729e-03

第 8 面

K=-0.303

A4=-4.19019e-03,A6=-6.58463e-04,A8=7.05634e-03,A10=-3.77606e-03,

A12=-1.55491e-05

第 9 面

K=-1.559

A4=1.69598e-02,A6=-2.21033e-02,A8=8.26692e-03,A10=1.83657e-03,

A12=-7.35257e-04

第 1 0 面

K=-438.512

A4=-2.17832e-02,A6=1.20323e-03,A8=5.91454e-04,A10=-8.67482e-05,

A12=3.54084e-06,A14=-1.20847e-08

第 1 1 面

K=-7.775

A4=-3.07518e-02,A6=5.44554e-03,A8=-8.17781e-04,A10=6.80091e-05,

A12=-2.19957e-06,A14=1.27436e-09

各種データ

fb (in air)	1.76
全長 (in air)	5.85
焦点距離	4.86
$s_{10}/2$	2.77

なお、全長 (in air)は、面番号 1 2 のガラス板を空気換算した場合の光学全長であり、以下の数値実施例においても同様である。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 6 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 6 3】

数値実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1(絞り)		-0.21		
2*	2.459	0.55	1.53463	56.22
3*	-21.614	0.16		
4*	7.699	0.33	1.61417	25.64
5*	2.078	0.27		
6*	3.677	0.45	1.53463	56.22
7*	14.105	0.76		
8*	-2.745	0.74	1.53463	56.22
9*	-1.171	0.48		
10*	4.656	0.40	1.53463	56.22
11*	1.204	0.75		
12		0.30	1.51633	64.14
13		0.84		

像面 (撮像面)

非球面データ

第 2 面

K=-1.044

A4=2.49310e-03,A6=1.72515e-03,A8=-3.13537e-03

第 3 面

K=-3.793

A4=-1.49471e-02,A6=5.54994e-02,A8=-5.83938e-02,A10=1.92555e-02

第 4 面

K=-152.889

A4=-5.55246e-02,A6=1.35201e-01,A8=-1.23385e-01,A10=3.95670e-02

第 5 面

K=-10.082

A4=-5.81291e-03,A6=7.85361e-02,A8=-6.52767e-02,A10=1.71395e-02

第 6 面

K=-33.196

A4=2.02435e-02,A6=-3.57377e-02,A8=2.70758e-02,A10=-5.41416e-03

第 7 面

K=-417.653

A4=1.01548e-03,A6=-7.17533e-03,A8=-8.13242e-03,A10=5.39293e-03

第 8 面

K=0.009

A4=-4.05578e-03,A6=1.33966e-02,A8=-4.80230e-03,A10=-1.86127e-04,
A12=-9.88582e-05

第 9 面

K=-2.381

A4=-1.27976e-02,A6=-6.20545e-03,A8=7.77262e-03,A10=-1.28568e-03,
A12=-1.02634e-05

第 10 面

K=-169.578

A4=-2.39409e-02,A6=2.87488e-03,A8=5.87744e-05,A10=-2.50853e-05,
A12=1.03377e-06

第 11 面

K=-6.968

A4=-2.91346e-02,A6=5.01845e-03,A8=-6.85431e-04,A10=5.11495e-05,
A12=-1.52851e-06

各種データ

fb (in air) 1.79

全長 (in air) 5.93

焦点距離 4.90

s10/2 2.93

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0064】

数値実施例 3

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1(絞り)		-0.15		
2*	2.403	0.56	1.53463	56.22
3*	-10.632	0.10		
4*	5.689	0.32	1.61417	25.64
5*	1.814	0.28		
6*	4.244	0.42	1.53463	56.22
7*	25.530	0.76		
8*	-2.060	0.64	1.53463	56.22
9*	-1.097	0.38		
10*	6.896	0.62	1.53463	56.22
11*	1.341	0.75		
12		0.30	1.51633	64.14
13		0.76		
像面(撮像面)				

非球面データ

第2面

$K = -1.252$

$A4 = 2.66457e-03, A6 = -4.99724e-03, A8 = -2.45538e-04$

第3面

$K = -112.661$

$A4 = 8.15795e-03, A6 = 3.20136e-02, A8 = -4.49979e-02, A10 = 1.74104e-02$

第4面

$K = -43.887$

$A4 = -3.28764e-02, A6 = 1.41037e-01, A8 = -1.36820e-01, A10 = 4.69478e-02$

第5面

$K = -8.128$

$A4 = 1.24395e-02, A6 = 8.94232e-02, A8 = -8.08320e-02, A10 = 2.24923e-02$

第6面

$K = -50.424$

$A4 = 1.05876e-02, A6 = -3.01259e-02, A8 = 3.95072e-02, A10 = -1.14127e-02$

第7面

$K = -0.086$

$A4 = -1.99035e-02, A6 = 5.80907e-03, A8 = -1.34852e-02, A10 = 7.62205e-03$

第8面

$K = -0.457$

$A4 = -1.21968e-03, A6 = 1.21799e-03, A8 = 6.44844e-03, A10 = -3.49203e-03,$
 $A12 = -8.44482e-06$

第9面

$K = -1.656$

$A4 = 1.40720e-02, A6 = -2.25884e-02, A8 = 9.90944e-03, A10 = 1.67768e-03,$
 $A12 = -7.92046e-04$

第10面

$K = -209.266$

$A4 = -2.35495e-02, A6 = 1.46369e-03, A8 = 5.87424e-04, A10 = -8.70704e-05,$
 $A12 = 3.37018e-06$

第 1 1 面

K=-7.421

A4=-3.03361e-02,A6=5.23536e-03,A8=-7.66791e-04,A10=6.31945e-05,
A12=-2.03435e-06

各種データ

fb (in air) 1.71
全長 (in air) 5.77
焦点距離 4.84
s10/2 2.72

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 6 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 6 5】

数値実施例 4

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1(絞り)		-0.12		
2*	2.370	0.54	1.53463	56.22
3*	-10.791	0.10		
4*	5.783	0.32	1.61417	25.64
5*	1.834	0.27		
6*	4.208	0.41	1.53463	56.22
7*	26.084	0.75		
8*	-2.058	0.61	1.53463	56.22
9*	-1.099	0.37		
10*	6.917	0.62	1.53463	56.22
11*	1.340	0.75		
12		0.30	1.51633	64.14
13		0.71		
像面(撮像面)				

非球面データ

第 2 面

K=-1.133

A4=3.74182e-03,A6=-5.38332e-03,A8=-1.74089e-03

第 3 面

K=-104.892

A4=7.62554e-03,A6=3.09561e-02,A8=-4.55914e-02,A10=1.86478e-02

第 4 面

K=-44.640

A4=-3.29840e-02,A6=1.41861e-01,A8=-1.36131e-01,A10=4.51274e-02

第 5 面

K=-8.078

A4=1.27253e-02,A6=8.92795e-02,A8=-8.14523e-02,A10=2.29761e-02

第 6 面

K=-50.577

A4=1.03050e-02, A6=-3.04839e-02, A8=3.93565e-02, A10=-1.14100e-02

第 7 面

K=23.445

A4=-1.96826e-02, A6=6.03505e-03, A8=-1.33385e-02, A10=7.68778e-03

第 8 面

K=-0.440

A4=-9.05605e-04, A6=9.89771e-04, A8=6.36070e-03, A10=-3.53082e-03,
A12=-2.89391e-05

第 9 面

K=-1.675

A4=1.44462e-02, A6=-2.25241e-02, A8=9.92328e-03, A10=1.68107e-03,
A12=-7.91075e-04

第 10 面

K=-263.448

A4=-2.35713e-02, A6=1.46792e-03, A8=5.87665e-04, A10=-8.69496e-05,
A12=3.41047e-06

第 11 面

K=-7.420

A4=-3.00602e-02, A6=5.24587e-03, A8=-7.66710e-04, A10=6.31754e-05,
A12=-2.03611e-06

各種データ

fb (in air) 1.65

全長 (in air) 5.65

焦点距離 4.74

 $s_{10}/2$ 2.86

【 手続補正 14 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0066

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0066 】

次に、各実施例における条件式の値を掲げる。

式No.	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	s_9 / s_{10}	0.628	0.635	0.632	0.598
(2)	$s_9 / 2$	1.74	1.86	1.72	1.71
(2)	field	4.005	4	4	4
(3)	11	32	37	30	32
(4)	L123/TTL	0.282	0.293	0.286	0.286
(5)	r8/f	-0.411	-0.561	-0.426	-0.434
(6)	f1/f3	0.416	0.454	0.394	0.396