

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4947423号  
(P4947423)

(45) 発行日 平成24年6月6日(2012.6.6)

(24) 登録日 平成24年3月16日(2012.3.16)

(51) Int.Cl. F 1  
**G 0 2 B 13/00 (2006.01)** G O 2 B 13/00  
**G 0 2 B 13/18 (2006.01)** G O 2 B 13/18

請求項の数 9 (全 25 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-222313 (P2007-222313)                  (22) 出願日 平成19年8月29日 (2007. 8. 29)                  (65) 公開番号 特開2009-53592 (P2009-53592A)                  (43) 公開日 平成21年3月12日 (2009. 3. 12)                  審査請求日 平成22年3月11日 (2010. 3. 11)</p>	<p>(73) 特許権者 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 100107272                  弁理士 田村 敬二郎                  (74) 代理人 100109140                  弁理士 小林 研一                  (72) 発明者 佐野 永悟                  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                    審査官 殿岡 雅仁</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固体撮像素子の光電変換部に被写体像を結像させるための撮像レンズであって、物体側より順に、

開口絞り、

正の屈折力を有する第1レンズ、

負の屈折力を有し像側に凹面を向けた第2レンズ、

少なくとも1面が非球面とされた第3レンズ、

少なくとも1面が非球面とされた第4レンズ、

からなり、以下の条件式を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$0.2 < r4 / f < 0.7 \dots (1)$$

$$0 < |P3 / P| < 0.7 \dots (2)$$

$$1.0 < 2 < 3.5 \dots (3)$$

$$1.0 < 3 < 3.5 \dots (4)$$

ただし、

r 4 : 前記第2レンズ像側面の曲率半径

f : 前記撮像レンズ全系の焦点距離

P 3 : 前記第3レンズの屈折力

P : 前記撮像レンズ全系の屈折力

2 : 前記第2レンズのアッペ数

3 : 前記第3レンズのアッベ数

## 【請求項2】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

$$1.55 < n_2 < 2.10 \quad \dots (5)$$

$$1.55 < n_3 < 2.10 \quad \dots (6)$$

ただし、

$n_2$  : 前記第2レンズのd線に対する屈折率

$n_3$  : 前記第3レンズのd線に対する屈折率

## 【請求項3】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載の撮像レンズ。

$$0.30 < f_1 / f < 0.85 \quad \dots (7)$$

ただし、

$f_1$  : 前記第1レンズの焦点距離

$f$  : 前記撮像レンズ全系の焦点距離

## 【請求項4】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1 ~ 3のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.08 < d_{23} / f < 0.35 \quad \dots (8)$$

ただし、

$d_{23}$  : 前記第2レンズと前記第3レンズの光軸上の空気間隔

$f$  : 前記撮像レンズ全系の焦点距離

## 【請求項5】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1 ~ 4のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$1.5 < 1 - 2 < 6.5 \quad \dots (9)$$

ただし、

1 : 前記第1レンズのアッベ数

2 : 前記第2レンズのアッベ数

## 【請求項6】

前記第2レンズの像側面は非球面形状を有し、光軸から周辺に離れるに従って負の屈折力が弱くなる形状を持つことを特徴とする請求項1 ~ 5のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

## 【請求項7】

前記撮像レンズは全てプラスチック材料で形成されていることを特徴とする請求項1 ~ 6のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

## 【請求項8】

前記第1レンズ、及び前記第2レンズはガラス材料で形成され、前記第3レンズ、及び前記第4レンズはプラスチック材料で形成されることを特徴とする請求項1 ~ 6のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

## 【請求項9】

前記第2レンズと前記第3レンズは同じ材料から形成されていることを特徴とする請求項1 ~ 8のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、CCD型イメージセンサあるいはCMOS型イメージセンサ等の固体撮像素子に被写体像を結像させる小型の撮像レンズに関し、特に携帯端末用の撮像ユニットに組み込まれると好適な撮像レンズに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

10

20

30

40

50

近年、CCD (Charged Coupled Device) 型イメージセンサあるいはCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 型イメージセンサ等の固体撮像素子を用いた撮像装置の高性能化、小型化に伴い、撮像装置を備えた携帯電話や携帯情報端末が普及しつつある。また、これらの撮像装置に搭載される撮像レンズには、さらなる小型化、高性能化への要求が高まっている。このような用途の撮像レンズとしては、2枚あるいは3枚構成のレンズに比べ高性能化が可能であるということで、4枚構成の撮像レンズが提案されている。

【0003】

この4枚構成の撮像レンズとして、物体側より順に正の屈折力を有する第1レンズ、負の屈折力を有する第2レンズ、正の屈折力を有する第3レンズ、正の屈折力を有する第4

10

【0004】

また、物体側から順に正の屈折力を有する第1レンズ、負の屈折力を有する第2レンズ、正の屈折力を有する第3レンズ、負の屈折力を有する第4レンズで構成し撮像レンズ全長(撮像レンズ全系の最も物体側のレンズ面から像側焦点までの光軸上の距離)の小型化を目指した、所謂、テレフォトタイプの撮像レンズが開示されている。(例えば特許文献2~4)

【0005】

【特許文献1】特開2004-341013号公報

20

【特許文献2】特開2002-365529号公報

【特許文献3】特開2002-365530号公報

【特許文献4】特開2002-365531号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献1に記載の撮像レンズは、逆エルノスタータイプであるため、第4レンズが正レンズであり、テレフォトタイプのように第4レンズが負レンズの場合に比べ、光学系の主点位置が像側になりバックフォーカスが長くなるため、小型化には不利なタイプである。さらに、4枚レンズのうち負の屈折力を有するレンズは1枚であり、

30

【0007】

また、上記特許文献2~4に記載の撮像レンズは、撮影画角が狭いことに加え収差補正が不十分で、さらにレンズ全長を短縮化すると、性能の劣化により撮像素子の高画素化への対応が困難となる問題がある。

【0008】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、従来タイプより小型でありながらも、諸収差が良好に補正された、4枚構成の撮像レンズを提供することを目的とする。

40

【0009】

ここで、小型の撮像レンズの尺度であるが、本発明では下式を満たすレベルの小型化を目指している。この範囲を満たすことで、撮像レンズ全長を短くでき相乗的にレンズ外径も小さくできる。これにより、撮像装置全体の小型軽量化が可能となる。

$$L/f < 1.30 \quad \dots (10)$$

但し、

L：撮像レンズ全系の最も物体側のレンズ面から像側焦点までの光軸上の距離

f：撮像レンズ全系の焦点距離

【0010】

本明細書中、像側焦点とは撮像レンズに光軸と平行な平行光線が入射した場合の像点を

50

いう。なお、撮像レンズの最も像側の面と像側焦点位置との間に、光学的ローパスフィルタ、赤外線カットフィルタ、または固体撮像素子パッケージのシールガラス等の平行平板が配置される場合には、平行平板部分は空気換算距離としたうえで上記Lの値を計算するものとする。また、より望ましくは下式の範囲がよい。

$$L / f < 1.25 \quad \dots (8')$$

【課題を解決するための手段】

【0011】

請求項1に記載の撮像レンズは、固体撮像素子の光電変換部に被写体像を結像させるための撮像レンズであって、物体側より順に、

開口絞り、

正の屈折力を有する第1レンズ、

負の屈折力を有し像側に凹面を向けた第2レンズ、

少なくとも1面が非球面とされた第3レンズ、

少なくとも1面が非球面とされた第4レンズ、

からなり、以下の条件式を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$0.2 < r4 / f < 0.7 \quad \dots (1)$$

$$0 < |P3 / P| < 0.7 \quad \dots (2)$$

$$1.0 < \frac{2}{3} < 3.5 \quad \dots (3)$$

$$1.0 < \frac{3}{3} < 3.5 \quad \dots (4)$$

ただし、

r4：前記第2レンズ像側面の曲率半径

f：前記撮像レンズ全系の焦点距離

P3：前記第3レンズの屈折力

P：前記撮像レンズ全系の屈折力

2：前記第2レンズのアッベ数

3：前記第3レンズのアッベ数

【0012】

小型で収差の良好に補正された撮像レンズを得るという目的を達成する本発明の基本構成は、物体側より順に、開口絞り、正の屈折力を有する第1レンズ、負の屈折力を有し像側に凹面を向けた第2レンズ、少なくとも1面が非球面とされ、正または負の屈折力を有する第3レンズ、少なくとも1面が非球面とされ、正または負の屈折力を有する第4レンズからなる。

【0013】

物体側より順に、比較的屈折力の大きな正の第1レンズ、負の第2レンズを配置し、撮像レンズ全長の小型化に有利なテレフォトタイプの構成とし、次に比較的屈折力の小さく補正レンズとしての第3レンズ、第4レンズを配置し、周辺の各種収差補正を担わせることで、撮像レンズ全長の小型化と周辺性能を両立させた構成としている。

【0014】

さらに、第2レンズの像側面を凹面とすることで、ペッツバル和の補正を容易とし、画面周辺部まで良好な結像性能を確保した撮像レンズを得ることが可能となる。また、補正レンズとしての第3レンズ、第4レンズを少なくとも1面の非球面とすることで、画面周辺部での諸収差を良好に補正することができる。

【0015】

加えて、最も物体側に開口絞りを配置することにより、射出瞳位置を撮像面からより遠くに配置することができ、固体撮像素子の撮像面周辺部に結像する光束の主光線入射角度（主光線と光軸のなす角度）を小さく抑えることができ、所謂テレセントリック特性を確保することができる。また、機械的なシャッタを必要とする場合においても、最も物体側に配置する構成とでき全長の短い撮像レンズを得ることが可能となる。

【0016】

条件式(1)は、前記第2レンズ像側面の曲率半径を適切に設定するための条件を規定

10

20

30

40

50

する。第2レンズの像側面を、条件式(1)を満足するような強い発散面とすることで、正の屈折力を有する第1レンズで発生した軸上色収差を第2レンズで良好に補正することができる。特に、 $r_4/f$ が条件式(1)の下限を上回るようにすることで、曲率半径が小さくなりすぎず成形金型の加工性を損なわない。一方で、 $r_4/f$ が条件式(1)の上限を下回るようにすることで、ペッツバール和を小さく保ちながら色収差を良好に補正することができる。尚、より望ましくは、 $r_4/f$ を下式の範囲内に収めるのがよい。

$$0.40 < r_4/f < 0.65 \quad \dots (1')$$

【0017】

条件式(2)は、前記第3レンズの屈折力を適切に設定するための条件を規定する。 $|P_3/P|$ が条件式(2)の上限を下回るようにすることで、撮像レンズ全系の合成主点をより物体側へ配置することができ、撮像レンズ全長を短くすることができる。また、より望ましくは、 $|P_3/P|$ を下式の範囲内に収めるのがよい。

$$0.1 < |P_3/P| < 0.6 \quad \dots (2')$$

【0019】

条件式(3)、(4)は、第2レンズと第3レンズのアッペ数を適切に設定し、色収差を良好に補正するための条件を規定する。負の第2レンズに比較的分散の大きな材料を使用することにより、軸上色収差を良好に補正することができる反面、第2レンズの像側面が強い発散面であるため、周辺の光線が大きく跳ね上げられ、周辺での倍率色収差が大きくなってしまふ。そのため、第3レンズにも比較的分散の大きな材料を使用することで、第2レンズで発生した周辺の倍率色収差を第3レンズで補正することが可能となる。

【0020】

ところが、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ がそれぞれ条件式(3)、(4)の下限を下回ってしまうと、第2レンズで発生した倍率色収差を第3レンズで補正しきれず、結果的に倍率色収差が大きくなってしまふ。一方、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ がそれぞれ条件式(3)、(4)の上限を上回ってしまうと、倍率色収差は小さく抑えることができるが、軸上色収差が補正不十分となってしまう。そこで、かかる不具合を回避すべく、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ はそれぞれ条件式(3)、(4)の範囲内とすることが好ましいが、より望ましくは下式の範囲内に収めるのがよい。

$$1.5 < \alpha_2 < 3.2 \quad \dots (3')$$

$$1.5 < \alpha_3 < 3.2 \quad \dots (4')$$

【0021】

請求項2に記載の撮像レンズは、請求項1の発明において、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$1.55 < n_2 < 2.10 \quad \dots (5)$$

$$1.55 < n_3 < 2.10 \quad \dots (6)$$

ただし、

$n_2$ ：前記第2レンズのd線に対する屈折率

$n_3$ ：前記第3レンズのd線に対する屈折率

【0022】

条件式(5)、(6)は、撮像レンズ全系の色収差、像面湾曲を良好に補正するための条件を規定する。 $n_2$ 、 $n_3$ がそれぞれ条件式(5)、(6)の下限を上回るようにすることで、比較的分散の大きな第2レンズ、及び第3レンズの屈折力を適度に維持することができ、色収差、像面湾曲を良好に補正することができる。一方で、 $n_2$ 、 $n_3$ がそれぞれ条件式(5)、(6)の上限を下回るようにすることで、入手しやすい硝材で構成することができる。尚、より望ましくは、 $n_2$ 、 $n_3$ をそれぞれ下式の範囲内に収めるのがよい。

$$1.55 < n_2 < 2.00 \quad \dots (5')$$

$$1.55 < n_3 < 2.00 \quad \dots (6')$$

【0023】

請求項3に記載の撮像レンズは、請求項1又は2の発明において、以下の条件式を満足することを特徴とする。

10

20

30

40

50

$$0.30 < f_1 / f < 0.85 \quad \dots (7)$$

ただし、

$f_1$  : 前記第1レンズの焦点距離

$f$  : 前記撮像レンズ全系の焦点距離

【0024】

条件式(7)は、前記第1レンズの焦点距離を適切に設定し、撮像レンズ全長の短縮化と収差補正を適切に達成するための条件を規定する。 $f_1 / f$ が条件式(7)の上限を下回るようにすることで、第1レンズの屈折力を適度に維持することができ、撮像レンズ全系の合成主点をより物体側へ配置することができ、撮像レンズ全長を短くすることができる。一方、 $f_1 / f$ が条件式(7)の下限を上回るようにすることで、第1レンズの屈折力が必要以上に大きくなりすぎず、第1レンズで発生する、高次の球面収差やコマ収差を小さく抑えることができる。また、より望ましくは、 $f_1 / f$ を下式の範囲内に収めるのがよい。

10

$$0.45 < f_1 / f < 0.65 \quad \dots (7')$$

【0025】

請求項4に記載の撮像レンズは、請求項1～3のいずれかの発明において、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$0.08 < d_{23} / f < 0.35 \quad \dots (8)$$

ただし、

$d_{23}$  : 前記第2レンズと前記第3レンズの光軸上の空気間隔

$f$  : 前記撮像レンズ全系の焦点距離

20

【0026】

条件式(8)は、第2レンズと第3レンズの光軸上の空気間隔を適切に設定するための条件を規定する。 $d_{23} / f$ が条件式(8)の上限を下回るようにすることで、第2レンズで周辺の光線を適度に跳ね上げることが可能となり、周辺の像面湾曲、歪曲収差、倍率色収差を良好に補正することができる。一方、 $d_{23} / f$ が条件式(8)の下限を上回るようにすることで、第3レンズの周辺の正の屈折力を適度に維持することができ、倍率色収差を良好に補正することができ、周辺部でのテレセントリック特性を確保しやすくなる。また、より望ましくは、 $d_{23} / f$ を下式の範囲内に収めるのがよい。

$$0.10 < d_{23} / f < 0.30 \quad \dots (8')$$

30

【0027】

請求項5に記載の撮像レンズは、請求項1～4のいずれかの発明において、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$1.5 < 1 - \frac{1}{2} < 6.5 \quad \dots (9)$$

ただし、

1 : 前記第1レンズのアッベ数

2 : 前記第2レンズのアッベ数

【0028】

条件式(9)は、撮像レンズ全系の色収差を良好に補正するための条件を規定する。 $1 - \frac{1}{2}$ が条件式(9)の下限を上回るようにすることで、軸上色収差、倍率色収差をバランスよく補正することができる。一方で、 $1 - \frac{1}{2}$ が条件式(9)の上限を下回るようにすることで、入手しやすい硝材で構成することができる。また、より望ましくは、 $1 - \frac{1}{2}$ を下式の範囲内に収めるのがよい。

40

$$2.0 < 1 - \frac{1}{2} < 6.5 \quad \dots (9')$$

【0029】

請求項6に記載の撮像レンズは、請求項1～5のいずれかの発明において、前記第2レンズの像側面は非球面形状を有し、光軸から周辺に離れるに従って負の屈折力が弱くなる形状を持つことを特徴とする。

【0030】

本発明によれば、第2レンズの像側面を中心から周辺に行くに従って負の屈折力が弱く

50

なるような非球面形状とすることで、周辺部で光線が過度に跳ね上げられることがなくなり、周辺部での良好なテレセントリック特性を確保できる。

【0032】

本発明によれば、第3レンズの像側面を、光軸から周辺に離れるに従って負の屈折力が弱くなる非球面形状とすることで、像側光束のテレセントリック特性が確保しやすくなる。また、第2レンズの像側面は、レンズ周辺部で過度に負の屈折力を弱くする必要がなくなり軸外収差を良好に補正することが可能となる。

【0034】

本発明によれば、第4レンズの像側面を、光軸から周辺に離れるに従って負の屈折力が弱くなり、また変曲点を有する非球面形状とすることで、像側光束のテレセントリック特性が確保しやすくなる。また、第2レンズの像側面は、レンズ周辺部で過度に負の屈折力を弱くする必要がなくなり軸外収差を良好に補正することが可能となる。ここで、「変曲点」とは有効半径内でのレンズ断面形状の曲線において、非球面頂点の接平面が光軸と垂直な平面となるような非球面上の点のことである。

10

【0035】

請求項7に記載の撮像レンズは、請求項1～6のいずれかの発明において、前記撮像レンズは全てプラスチック材料で形成されていることを特徴とする。

【0036】

近年では、固体撮像装置全体の小型化を目的とし、同じ画素数の固体撮像素子であっても、画素ピッチが小さく、結果として撮像面サイズの小さいものが開発されている。このような撮像面サイズの小さい固体撮像素子向けの撮像レンズは、全系の焦点距離を比較的短くする必要があるため、各レンズの曲率半径や外径がかなり小さくなってしまいう傾向がある。従って、手間のかかる研磨加工により製造するガラスレンズと比較すれば、全てのレンズを、射出成形により製造されるプラスチックレンズで構成することにより、曲率半径や外径の小さなレンズであっても安価に大量生産が可能となる。また、プラスチックレンズはプレス温度を低くできることから、成形金型の損耗を抑える事ができ、その結果、成形金型の交換回数やメンテナンス回数を減少させ、コスト低減を図ることができる。

20

【0037】

請求項8に記載の撮像レンズは、請求項1～6のいずれかの発明において、前記第1レンズ、及び前記第2レンズはガラス材料で形成され、前記第3レンズ、及び前記第4レンズはプラスチック材料で形成されることを特徴とする。

30

【0038】

本発明によれば、比較的屈折力の強い第1レンズ、及び第2レンズをガラス材料で形成することにより、撮像レンズ全系での温度変化時の像点位置変動を小さくしながらも、プラスチックレンズを第3レンズ、第4レンズに使用することで、撮像レンズ全体のコストを少なく抑えることができる。また、第1レンズをガラス材料で形成すると、プラスチックレンズを外部に露出させずに構成できるので、第1レンズの傷付き等の問題を回避することができる。

【0039】

請求項9に記載の撮像レンズは、請求項1～8のいずれかの発明において、前記第2レンズと前記第3レンズは同じ材料から形成されていることを特徴とする。

40

【0040】

本発明によれば、第2レンズと第3レンズを共に同じ材料で形成することにより、使用する材料の種類を減らすことができ、製造コストの低減につながる。

【発明の効果】

【0041】

以上述べたように、本発明によれば、小型でありながらも、諸収差が良好に補正された、4枚構成の撮像レンズを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0042】

50

実施例を参照して、本発明の実施の形態について説明する。以下に、本発明の撮像レンズの実施例を示す。各実施例に使用する記号は下記の通りである。

f : 撮像レンズ全系の焦点距離  
 f B : バックフォーカス  
 F : Fナンバー  
 2 Y : 固体撮像素子の撮像面对角線長  
 E N T P : 入射瞳位置 (第1面から入射瞳位置までの距離)  
 E X T P : 射出瞳位置 (撮像面から射出瞳位置までの距離)  
 H 1 : 前側主点位置 (第1面から前側主点位置までの距離)  
 H 2 : 後側主点位置 (最終面から後側主点位置までの距離)  
 R : 曲率半径  
 D : 軸上面間隔  
 N d : レンズ材料のd線に対する屈折率  
 d : レンズ材料のアッペ数

【0043】

各実施例において、各面番号の後に「\*」が記載されている面が非球面形状を有する面であり、非球面の形状は、面の頂点を原点とし、光軸方向にX軸をとり、光軸と垂直方向の高さをhとして以下の「数1」で表す。

【0044】

【数1】

$$X = \frac{h^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)h^2/R^2}} + \sum A_i h^i$$

ただし、

A i : i 次の非球面係数

R : 曲率半径

K : 円錐定数

【0045】

(実施例1)

レンズデータを表1に示す。なお、これ以降(表のレンズデータを含む)において、10のべき乗数(たとえば $2.5 \times 10^{-02}$ )をE(たとえば $2.5E-02$ )を用いて表すものとする。

【0046】



【表 1】

## 実施例 1

f=5.70mm    fB=0.42mm    F=2.88    2Y=7.128mm  
 ENTP=0.00mm    EXTP=-3.89mm    H1=1.85mm    H2=-5.29mm

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	$\nu d$	有効半径(mm)
1(絞り)	$\infty$	0.00			0.99
2*	2.784	1.14	1.5318	56.0	1.06
3*	-2.998	0.08			1.21
4*	-7.950	0.43	1.583	30.0	1.22
5*	2.776	1.26			1.24
6*	3.909	0.74	1.583	30.0	2.30
7*	3.506	0.66			2.58
8*	1.639	0.88	1.5318	56.0	3.07
9*	1.561	1.00			3.31
10	$\infty$	0.10	1.5163	64.1	3.52
11	$\infty$				3.55

## 非球面係数

## 第2面

K= 6.08738E-01  
 A4= -1.78366E-02  
 A6= -5.79114E-03  
 A8= -4.77552E-03

## 第6面

K= -3.84979E+00  
 A4= -6.79636E-03  
 A6= 1.29538E-03  
 A8= -9.04145E-04  
 A10= 1.15304E-04  
 A12= -2.40400E-06

## 第3面

K= -8.01419E+00  
 A4= -2.48068E-02  
 A6= 5.61210E-03  
 A8= -5.72821E-03

## 第7面

K= -3.00000E+01  
 A4= 4.68503E-03  
 A6= -1.16936E-03  
 A8= -3.82900E-04  
 A10= 7.10420E-05  
 A12= -3.56100E-06

## 第4面

K= 3.05973E+00  
 A4= -6.31504E-03  
 A6= 3.60684E-02  
 A8= -1.42816E-02  
 A10= 1.91511E-03

## 第8面

K= -4.64748E+00  
 A4= -2.54381E-02  
 A6= 1.89062E-03  
 A8= 2.72710E-05  
 A10= -3.96300E-06  
 A12= -5.60000E-08

## 第5面

K= 1.59232E+00  
 A4= -3.85594E-02  
 A6= 3.57031E-02  
 A8= -1.37702E-02  
 A10= 3.64593E-03  
 A12= -8.08998E-04

## 第9面

K= -4.31928E+00  
 A4= -1.93208E-02  
 A6= 1.74600E-03  
 A8= -1.64924E-04  
 A10= 1.41140E-05  
 A12= -4.70000E-07

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離(mm)
1	2	2.914
2	4	-3.478
3	6	-181.290
4	8	21.154

【 0 0 4 7 】

図 1 は実施例 1 のレンズの断面図である。図中、L 1 は第 1 レンズ、L 2 は第 2 レンズ、L 3 は第 3 レンズ、L 4 は第 4 レンズ、S は開口絞り、I は撮像面を示す。また、F は光学的ローパスフィルタや IR カットフィルタ、固体撮像素子のシールドガラス等を想定した平行平板である。図 2 は実施例 1 の収差図 ( ( a ) 球面収差、( b ) 非点収差、( c )

10

20

30

40

50

歪曲収差、(d)メリディオナルコマ収差)である。本実施例において、全てのレンズはプラスチック材料から形成されている。

【0048】

(実施例2)

レンズデータを表2に示す。

【0049】

【表2】

実施例2

f=5.81mm fB=0.61mm F=2.88 2Y=7.128mm  
ENTP=0.00mm EXTP=-3.85mm H1=1.75mm H2=-5.19mm

10

面番号 1(絞り)	R(mm)	D(mm)	Nd	γd	有効半径(mm)
	∞	0.00			0.99
2*	3.128	1.20	1.5163	64.1	1.08
3*	-5.824	0.17			1.24
4*	4.250	0.45	1.8052	25.4	1.31
5*	2.052	1.13			1.30
6*	4.294	0.91	1.583	30.0	2.67
7*	3.409	0.55			2.91
8*	1.714	1.10	1.5318	56.0	3.26
9*	1.890	0.80			3.40
10	∞	0.10	1.5163	64.1	3.65
11	∞				3.66

20

非球面係数

第2面

K= 4.65493E-01  
A4= -1.19230E-02  
A6= -1.86512E-03  
A8= -1.44092E-03

第6面

K= -1.25503E+00  
A4= -6.40560E-03  
A6= 1.68221E-03  
A8= -6.81655E-04  
A10= 1.05364E-04  
A12= -5.30500E-06

第3面

K= -8.08398E+00  
A4= -1.56712E-02  
A6= 1.12063E-02  
A8= -6.06632E-03

第7面

K= -3.00000E+01  
A4= 2.22417E-03  
A6= 1.46418E-03  
A8= -5.80529E-04  
A10= 7.03150E-05  
A12= -2.93700E-06

30

第4面

K= -5.16307E+00  
A4= -3.08024E-02  
A6= 3.12564E-02  
A8= -9.25166E-03  
A10= 3.78190E-04

第8面

K= -4.86217E+00  
A4= -1.61963E-02  
A6= 4.93882E-04  
A8= 7.51920E-05  
A10= -1.97600E-06  
A12= -1.15000E-07

第5面

K= 6.79296E-01  
A4= -6.71910E-02  
A6= 3.00128E-02  
A8= -1.32055E-02  
A10= 3.90421E-03  
A12= -1.41382E-03

第9面

K= -4.33973E+00  
A4= -1.53189E-02  
A6= 1.48192E-03  
A8= -2.36119E-04  
A10= 1.57710E-05  
A12= -2.36000E-07

40

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離(mm)
1	2	4.130
2	4	-5.417
3	6	-45.687
4	8	10.928

50

## 【 0 0 5 0 】

図3は実施例2のレンズの断面図である。図中、L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、L4は第4レンズ、Sは開口絞り、Iは撮像面を示す。また、Fは光学的ローパスフィルタやIRカットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板である。図4は実施例2の収差図((a)球面収差、(b)非点収差、(c)歪曲収差、(d)メリディオナルコマ収差)である。本実施例において、第1レンズ、及び第2レンズはガラスモールドレンズである。第3レンズ、第4レンズはプラスチック材料から形成されている。

## 【 0 0 5 1 】

(実施例3)

レンズデータを表3に示す。

## 【 0 0 5 2 】

【表 3】

## 実施例 3

$f=5.57\text{mm}$   $fB=0.54\text{mm}$   $F=2.88$   $2Y=7.128\text{mm}$   
 $ENTP=0.00\text{mm}$   $EXTP=-3.77\text{mm}$   $H1=1.63\text{mm}$   $H2=-5.03\text{mm}$

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	$\nu d$	有効半径(mm)
1(絞り)	$\infty$	0.00			0.97
2*	3.390	1.24	1.5318	56.0	1.01
3*	-2.989	0.17			1.22
4*	-10.878	0.47	1.6147	25.6	1.26
5*	3.053	1.08			1.30
6*	3.619	0.69	1.6147	25.6	2.44
7*	4.031	0.78			2.61
8*	1.851	0.94	1.5318	56.0	2.89
9*	1.673	0.80			3.30
10	$\infty$	0.10	1.5163	64.1	3.61
11	$\infty$				3.63

## 非球面係数

## 第2面

K= 3.18429E-01  
A4= -1.90092E-02  
A6= -5.39922E-03  
A8= -3.17975E-03

## 第6面

K= -3.27157E+00  
A4= -5.92665E-03  
A6= 2.12996E-03  
A8= -7.82401E-04  
A10= 9.84520E-05  
A12= -4.12900E-06

## 第3面

K= -4.93029E+00  
A4= -3.03876E-02  
A6= 9.08308E-03  
A8= -5.20785E-03

## 第7面

K= -3.00000E+01  
A4= 3.65544E-03  
A6= 3.64588E-04  
A8= -4.98027E-04  
A10= 7.18960E-05  
A12= -3.82900E-06

## 第4面

K= 2.34530E+01  
A4= -1.77127E-02  
A6= 4.01389E-02  
A8= -1.36954E-02  
A10= 1.56885E-03

## 第8面

K= -4.28092E+00  
A4= -2.78486E-02  
A6= 1.11491E-03  
A8= 9.49290E-05  
A10= 5.47700E-06  
A12= -1.14900E-06

## 第5面

K= 1.11576E+00  
A4= -3.72510E-02  
A6= 3.52832E-02  
A8= -1.44150E-02  
A10= 4.59146E-03  
A12= -8.53552E-04

## 第9面

K= -3.48250E+00  
A4= -2.19776E-02  
A6= 2.26234E-03  
A8= -2.40437E-04  
A10= 1.51910E-05  
A12= -3.62000E-07

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離(mm)
1	2	3.203
2	4	-3.829
3	6	35.188
4	8	39.247

## 【 0 0 5 3 】

図 5 は実施例 3 のレンズの断面図である。図中、L 1 は第 1 レンズ、L 2 は第 2 レンズ、L 3 は第 3 レンズ、L 4 は第 4 レンズ、S は開口絞り、I は撮像面を示す。また、F は光学的ローパスフィルタや IR カットフィルタ、固体撮像素子のシールドガラス等を想定した平行平板である。図 6 は実施例 3 の収差図（(a) 球面収差、(b) 非点収差、(c) 歪曲収差、(d) メリディオナルコマ収差）である。本実施例において、全てのレンズは

10

20

30

40

50

プラスチック材料から形成されている。

【 0 0 5 4 】

( 実施例 4 )

レンズデータを表 4 に示す。

【 0 0 5 5 】

【 表 4 】

実施例 4

f=5.72mm fB=0.64mm F=2.88 2Y=7.128mm  
ENTP=0.00mm EXTP=-3.52mm H1=2.15mm H2=-5.08mm

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	$\nu d$	有効半径(mm)
1(絞り)	$\infty$	0.00			0.98
2*	3.259	1.24	1.5891	61.2	1.02
3*	-3.074	0.10			1.20
4*	-19.010	0.53	1.6889	31.2	1.22
5*	2.617	1.02			1.24
6*	3.884	0.71	1.583	30.0	2.22
7*	3.188	0.57			2.44
8*	1.727	1.01	1.5318	56.0	2.64
9*	1.732	0.80			3.09
10	$\infty$	0.10	1.5163	64.1	3.53
11	$\infty$				3.55

10

非球面係数

第2面

K= -8.06011E-02  
A4= -1.69700E-02  
A6= -3.48063E-03  
A8= -4.53912E-03

第6面

K= -7.90859E+00  
A4= -3.39286E-03  
A6= 1.68555E-03  
A8= -8.31128E-04  
A10= 8.46200E-05  
A12= 7.23000E-07

第3面

K= -7.14429E+00  
A4= -2.93260E-02  
A6= 7.92943E-03  
A8= -6.31331E-03

第7面

K= -3.00000E+01  
A4= -5.46682E-03  
A6= 2.08947E-03  
A8= -5.90693E-04  
A10= 3.80690E-05  
A12= 7.10000E-07

第4面

K= 3.00000E+01  
A4= -1.54198E-02  
A6= 3.42826E-02  
A8= -1.38547E-02  
A10= 1.51018E-03

第8面

K= -5.66586E+00  
A4= -4.06529E-02  
A6= 3.27737E-03  
A8= 4.55400E-06  
A10= -6.84000E-06  
A12= 1.00000E-08

第5面

K= 1.00857E+00  
A4= -4.30610E-02  
A6= 3.62011E-02  
A8= -1.63055E-02  
A10= 5.41470E-03  
A12= -1.19333E-03

第9面

K= -5.27519E+00  
A4= -2.74649E-02  
A6= 2.73935E-03  
A8= -2.53683E-04  
A10= 1.39410E-05  
A12= -2.90000E-07

20

30

40

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離(mm)
1	2	2.895
2	4	-3.306
3	6	-48.858
4	8	15.761

50

## 【 0 0 5 6 】

図7は実施例4のレンズの断面図である。図中、L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、L4は第4レンズ、Sは開口絞り、Iは撮像面を示す。また、Fは光学的ローパスフィルタやIRカットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板である。図8は実施例4の収差図((a)球面収差、(b)非点収差、(c)歪曲収差、(d)メリディオナルコマ収差)である。本実施例において、第1レンズ、及び第2レンズはガラスモールドレンズである。第3レンズ、第4レンズはプラスチック材料から形成されている。

## 【 0 0 5 7 】

(実施例5)

レンズデータを表5に示す。

## 【 0 0 5 8 】

【表 5】

実施例 5

f=5.63mm fB=0.57mm F=2.88 2Y=7.128mm  
ENTP=0.00mm EXTP=-3.38mm H1=2.37mm H2=-5.05mm

面番号 1(絞り)	R(mm)	D(mm)	Nd	$\nu d$	有効半径(mm)
2*	$\infty$	0.00			0.98
3*	3.071	1.22	1.56	45.0	1.03
4*	-2.544	0.05			1.20
5*	-7.137	0.49	1.6147	25.6	1.20
6*	2.888	1.32			1.24
7*	5.000	0.65	1.6147	25.6	2.00
8*	3.795	0.48			2.38
9*	2.090	1.17	1.56	45.0	2.77
10	1.957	0.66			3.33
11	$\infty$	0.10	1.5163	64.1	3.57
					3.59

10

非球面係数

第2面

K= 8.40095E-01  
A4= -1.97124E-02  
A6= -5.83880E-03  
A8= -6.24136E-03

第6面

K= 1.72533E-01  
A4= -8.62754E-03  
A6= -2.39752E-03  
A8= -3.96993E-04  
A10= 1.85766E-04  
A12= -5.30740E-05

20

第3面

K= -4.49614E+00  
A4= -3.23763E-02  
A6= 1.04127E-02  
A8= -7.06161E-03

第7面

K= -3.00000E+01  
A4= -5.19604E-03  
A6= 7.27630E-05  
A8= -6.12810E-04  
A10= 7.21960E-05  
A12= -5.52200E-06

第4面

K= 2.25019E+01  
A4= -2.59783E-02  
A6= 5.34475E-02  
A8= -2.01046E-02  
A10= 3.98863E-03

第8面

K= -6.46624E+00  
A4= -3.69522E-02  
A6= 2.31180E-03  
A8= 1.52002E-04  
A10= -3.51900E-06  
A12= -1.17600E-06

30

第5面

K= 6.33226E-01  
A4= -4.75293E-02  
A6= 4.21668E-02  
A8= -1.73544E-02  
A10= 5.63640E-03  
A12= -9.66313E-04

第9面

K= -5.06495E+00  
A4= -2.20953E-02  
A6= 2.18748E-03  
A8= -3.04762E-04  
A10= 3.11830E-05  
A12= -1.22600E-06

40

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離(mm)
1	2	2.685
2	4	-3.284
3	6	-32.177
4	8	25.242

【 0 0 5 9 】

図 9 は実施例 5 のレンズの断面図である。図中、L 1 は第 1 レンズ、L 2 は第 2 レンズ、L 3 は第 3 レンズ、L 4 は第 4 レンズ、S は開口絞り、I は撮像面を示す。また、F は光学的ローパスフィルタや I R カットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板である。図 1 0 は実施例 5 の収差図 ( ( a ) 球面収差、( b ) 非点収差、( c )

50

) 歪曲収差、(d) メリディオナルコマ収差) である。本実施例において、全てのレンズはプラスチック材料から形成されている。

【0060】

(実施例6)

レンズデータを表6に示す。

【0061】

【表6】

実施例6

f=5.78mm fB=0.41mm F=2.88 2Y=7.128mm  
ENTP=0.00mm EXTP=-3.60mm H1=2.58mm H2=-5.38mm

10

面番号 1(絞り)	R(mm)	D(mm)	Nd	$\nu d$	有効半径(mm)
2*	3.593	1.40	1.5318	56.0	1.04
3*	-2.732	0.22			1.27
4*	-5.977	0.55	1.6147	25.6	1.30
5*	3.337	0.71			1.35
6*	3.072	0.68	1.6147	25.6	2.06
7*	5.148	1.07			2.19
8*	2.977	0.97	1.5318	56.0	2.31
9*	1.986	0.80			3.02
10	$\infty$	0.10	1.5163	64.1	3.54
11	$\infty$				3.56

20

非球面係数

第2面

K= 5.04986E-01  
A4= -1.82428E-02  
A6= -4.70154E-03  
A8= -2.69071E-03

第6面

K= -3.36018E+00  
A4= -6.74829E-03  
A6= 2.25850E-03  
A8= -8.53340E-04  
A10= 8.04900E-05  
A12= 1.12300E-06

第3面

K= -4.64024E+00  
A4= -3.27464E-02  
A6= 8.81743E-03  
A8= -3.99579E-03

第7面

K= -3.00000E+01  
A4= 7.23468E-03  
A6= -1.95930E-04  
A8= -6.57004E-04  
A10= 7.48160E-05  
A12= -1.73500E-06

30

第4面

K= 1.22431E+01  
A4= -1.19046E-02  
A6= 4.09868E-02  
A8= -1.39908E-02  
A10= 2.20502E-03

第8面

K= -8.95344E+00  
A4= -4.42224E-02  
A6= 1.64693E-03  
A8= 3.68129E-04  
A10= -1.22820E-05  
A12= -1.41770E-05

第5面

K= 4.93645E-01  
A4= -4.52343E-02  
A6= 3.88576E-02  
A8= -1.46950E-02  
A10= 4.18316E-03  
A12= -6.00899E-04

第9面

K= -4.95017E+00  
A4= -2.75856E-02  
A6= 2.53634E-03  
A8= -2.86738E-04  
A10= 2.08770E-05  
A12= -1.15300E-06

40

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離(mm)
1	2	3.161
2	4	-3.407
3	6	11.022
4	8	-17.011

50



## 【 0 0 6 2 】

図 1 1 は実施例 6 のレンズの断面図である。図中、L 1 は第 1 レンズ、L 2 は第 2 レンズ、L 3 は第 3 レンズ、L 4 は第 4 レンズ、S は開口絞り、I は撮像面を示す。また、F は光学的ローパスフィルタや I R カットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板である。図 1 2 は実施例 6 の収差図（（ a ）球面収差、（ b ）非点収差、（ c ）歪曲収差、（ d ）メリディオナルコマ収差）である。本実施例において、全てのレンズはプラスチック材料から形成されている。

## 【 0 0 6 3 】

（実施例 7）

レンズデータを表 7 に示す。

## 【 0 0 6 4 】

【表 7】

## 実施例 7

f=5.817 fB=0.25 F=2.88 2Y=7.128  
 ENTP=0 EXTP=-4.2317 H1=1.72 H2=-5.561

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	$\nu d$	有効半径(mm)
1(絞り)	$\infty$	0.00			1.01
2*	2.430	0.84	1.53180	56.0	1.11
3*	-6.047	0.05			1.19
4*	6.279	0.40	1.58300	30.0	1.20
5*	1.802	1.63			1.19
6*	4.781	0.92	1.58300	30.0	2.44
7*	3.087	0.47			2.86
8*	1.824	1.14	1.53180	56.0	3.48
9*	2.204	1.00			3.48
10	$\infty$	0.10	1.51630	64.1	3.63
11	$\infty$	0.25			3.64

10

## 非球面係数

## 第2面

K= 4.03625E-01  
 A4= -1.32522E-02  
 A6= -2.48146E-03  
 A8= -6.85541E-03

## 第6面

K= -1.57571E+00  
 A4= -7.84038E-03  
 A6= 1.44951E-03  
 A8= -7.68916E-04  
 A10= 1.06609E-04  
 A12= -4.15000E-06

20

## 第3面

K= -2.96314E+01  
 A4= -1.65891E-02  
 A6= 1.08492E-03  
 A8= -6.18565E-03

## 第7面

K= -2.28808E+01  
 A4= 9.61994E-04  
 A6= 8.06526E-04  
 A8= -5.22517E-04  
 A10= 6.90790E-05  
 A12= -3.04000E-06

30

## 第4面

K= -3.00000E+01  
 A4= -3.25199E-02  
 A6= 3.13563E-02  
 A8= -1.03164E-02  
 A10= 1.29181E-03

## 第8面

K= -5.32726E+00  
 A4= -1.54789E-02  
 A6= 1.17813E-03  
 A8= 2.35210E-05  
 A10= -4.02900E-06  
 A12= 1.03000E-07

## 第5面

K= 4.88050E-01  
 A4= -7.98554E-02  
 A6= 3.82313E-02  
 A8= -1.64131E-02  
 A10= 4.56374E-03  
 A12= -2.22199E-03

## 第9面

K= -4.50315E+00  
 A4= -1.58654E-02  
 A6= 1.63631E-03  
 A8= -2.04459E-04  
 A10= 1.56300E-05  
 A12= -3.68000E-07

40

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離(mm)
1	2	3.375
2	4	-4.481
3	6	-18.669
4	8	9.750

図13は実施例7のレンズの断面図である。図中、L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、L4は第4レンズ、Sは開口絞り、Iは撮像面を示す。また、Fは光学的ローパスフィルタやIRカットフィルタ、固体撮像素子のシールガラス等を想定した平行平板である。図14は実施例7の収差図((a)球面収差、(b)非点収差、(c)歪曲収差、(d)メリディオナルコマ収差)である。本実施例において、全てのレンズはプラスチック材料から形成されている。

【0066】

各条件式に対応する各実施例の値を表8に示す。

【0067】

【表8】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7
(1) $r_4/f$	0.49	0.35	0.55	0.46	0.51	0.58	0.31
(2) $P_3/P$	0.03	0.13	0.16	0.12	0.17	0.52	0.31
(3) $v_2$	30.0	25.4	25.6	31.2	25.6	25.6	30.00
(4) $v_3$	30.0	30.0	25.6	30.0	25.6	25.6	30.00
(5) $n_2$	1.583	1.805	1.615	1.689	1.615	1.615	1.58
(6) $n_3$	1.583	1.583	1.615	1.583	1.615	1.615	1.58
(7) $f_1/f$	0.51	0.71	0.58	0.51	0.48	0.55	0.58
(8) $d_{23}/f$	0.22	0.19	0.19	0.18	0.23	0.12	0.28
(9) $v_1 - v_2$	26.0	38.7	30.4	30.1	19.4	30.4	26.0
(10) $L/f$	1.17	1.20	1.22	1.17	1.19	1.19	1.17

【0068】

ここで、プラスチック材料は温度変化時の屈折率変化が大きいため、上述の実施例1、3、5、6、7のように、第1レンズから第4レンズの全てをプラスチックレンズで構成すると、周囲温度が変化した場合に、撮像レンズ全系の像点位置が変動してしまう恐れがある。この像点位置変動を無視できない仕様の撮像ユニットにおいては、例えば実施例2、4のように比較的屈折力の大きな正の第1レンズ、及び負の第2レンズをガラス材料にて形成されるレンズ(例えばガラスモールドレンズ)とし、第3レンズ及び第4レンズをプラスチックレンズとし、かつ第3レンズ及び第4レンズとで温度変化時の像点位置変動をある程度相殺するような屈折力配分とすることで、この温度特性の問題を軽減することができる。ガラスモールドレンズを用いる場合は、成形金型の消耗をできるだけ防ぐために、ガラス転移点(Tg)が400以下のガラス材料を使用するのが望ましい。

【0069】

また最近では、プラスチック材料中に無機微粒子を混合させ、プラスチック材料の温度変化を小さくできることが分かってきた。詳細に説明すると、一般に透明なプラスチック材料に微粒子を混合させると、光の散乱が生じ透過率が低下するため、光学材料として使用することは困難であったが、微粒子の大きさを透過光束の波長より小さくすることにより、散乱が実質的に発生しないようにできる。プラスチック材料は温度が上昇することにより屈折率が低下してしまうが、無機粒子は温度が上昇すると屈折率が上昇する。そこで、これらの温度依存性を利用して互いに打ち消しあうように作用させることにより、屈折率変化がほとんど生じないようにすることができる。具体的には、母材となるプラスチック材料に最大長が20ナノメートル以下の無機粒子を分散させることにより、屈折率の温度依存性のきわめて低いプラスチック材料となる。例えばアクリルに酸化ニオブ(Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)の微粒子を分散させることで、温度変化による屈折率変化を小さくすることができる。本発明において、比較的屈折力の大きな正レンズ(L1)、またはすべてのレンズ(L1~L4)に、このような無機粒子を分散させたプラスチック材料を用いることにより、撮像レンズ全系の温度変化時の像点位置変動を小さく抑えることが可能となる。

【0070】

10

20

30

40

50

なお、本実施例は、固体撮像素子の撮像面に入射する光束の主光線入射角については、撮像面周辺部において必ずしも十分小さい設計になっていない。しかし、最近の技術では、画体撮像素子の色フィルタやオンチップマイクロレンズアレイの配列の見直しによって、シェーディングを軽減することができるようになってきた。具体的には撮像素子の撮像面の画素ピッチに対し、色フィルタやオンチップマイクロレンズアレイの配列のピッチをわずかに小さく設定すれば、撮像面の周辺部にいくほど各画素に対し色フィルタやオンチップマイクロレンズアレイが撮像レンズ光軸側へシフトするため、斜入射の光束を効率的に各画素の受光部に導くことができる。これにより固体撮像素子で発生するシェーディングを小さく抑えることができる。本実施例は、前記要求が緩和された分について、より小型化を目指した設計例となっている。

10

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】実施例1のレンズの断面図である。

【図2】実施例1の収差図である。

【図3】実施例2のレンズの断面図である。

【図4】実施例2の収差図である。

【図5】実施例3のレンズの断面図である。

【図6】実施例3の収差図である。

【図7】実施例4のレンズの断面図である。

【図8】実施例4の収差図である。

20

【図9】実施例5のレンズの断面図である。

【図10】実施例5の収差図である。

【図11】実施例6のレンズの断面図である。

【図12】実施例6の収差図である。

【図13】実施例7のレンズの断面図である。

【図14】実施例7の収差図である。

【符号の説明】

【0072】

L1 第1レンズ

L2 第2レンズ

30

L3 第3レンズ

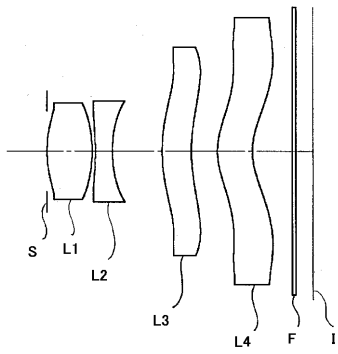
L4 第4レンズ

S 開口絞り

I 撮像面

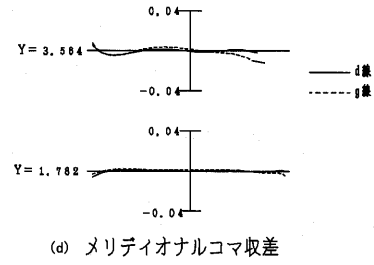
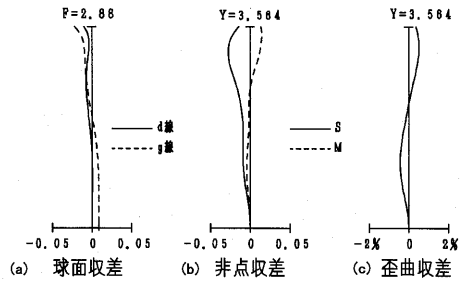
F 平行平板

【図1】

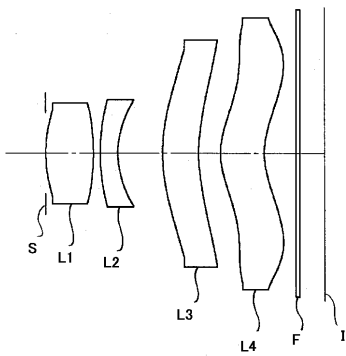


【図2】

実施例1

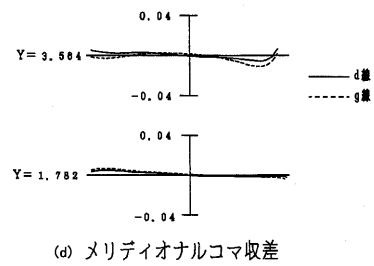
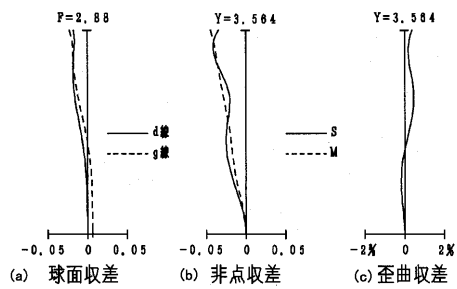


【図3】

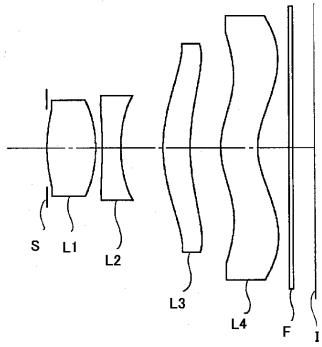


【図4】

実施例2

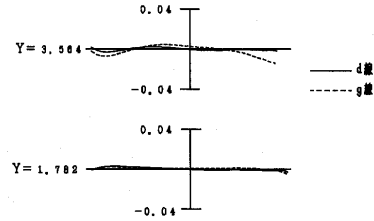
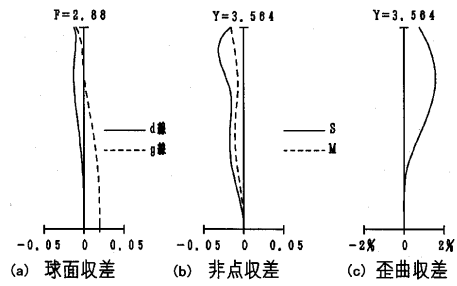


【図5】

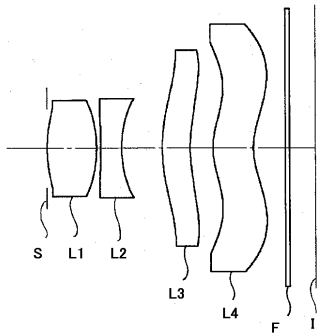


【図6】

実施例3

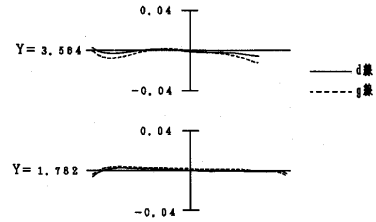
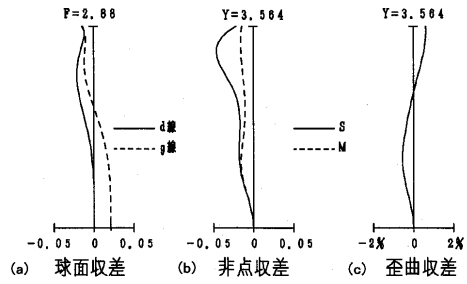


【図7】

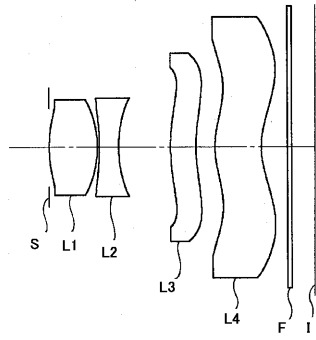


【図8】

実施例4

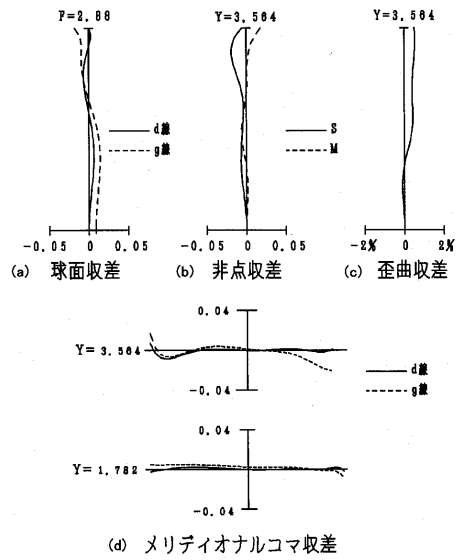


【図9】

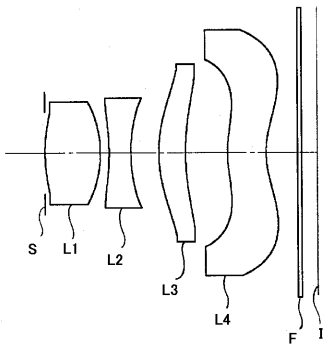


【図10】

実施例5

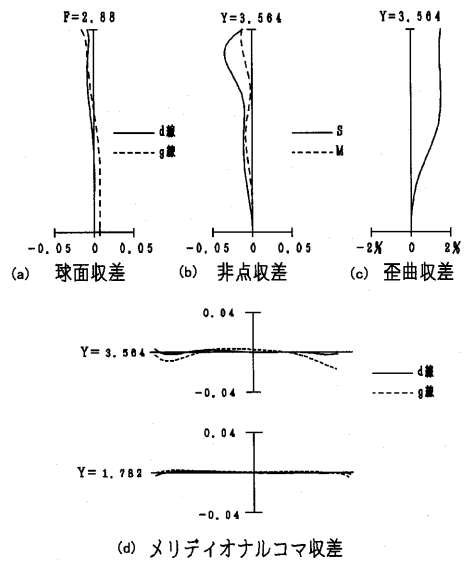


【図11】

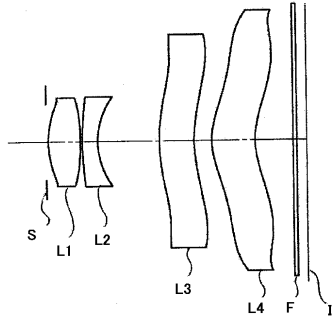


【図12】

実施例6

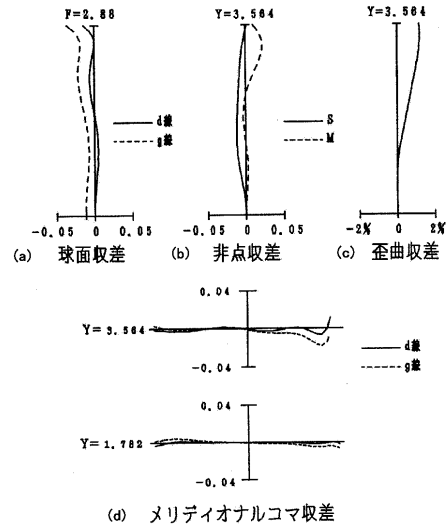


【図13】



【図14】

実施例7





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-004028(JP,A)  
特開2005-024889(JP,A)  
特開2006-267570(JP,A)  
特開2007-148138(JP,A)  
特開2007-225833(JP,A)  
特開2008-176185(JP,A)  
特開2008-064884(JP,A)  
特開2005-114787(JP,A)  
特開平02-189509(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