

(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2012-252193

(P2012-252193A)

(43) 公開日 平成24年12月20日(2012.12.20)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G02B 13/00 (2006.01)	G02B 13/00	2H087
G02B 13/18 (2006.01)	G02B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2011-125266 (P2011-125266)	(71) 出願人	303000408 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社 東京都八王子市石川町2970番地
(22) 出願日	平成23年6月3日(2011.6.3)	(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
		Fターム(参考)	2H087 KA02 KA03 LA01 NA01 NA02 PA04 PA17 PB04 QA02 QA06 QA14 QA22 QA25 QA32 QA37 QA39 QA41 QA45 RA05 RA12 RA13 RA32 RA34 RA43 RA44

(54) 【発明の名称】 撮像装置用の撮像レンズ、撮像装置及び携帯端末

(57) 【要約】

【課題】 固体撮像素子の撮像面が湾曲したことを利用することにより、小型かつ高性能で、シェーディングを抑制できるような4枚構成の撮像レンズおよび撮像装置並びに携帯端末を得る。

【解決手段】 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を有する撮像装置用の撮像レンズは、前記固体撮像素子の撮像面が、画面周辺部に向かって物体側へ倒れるように湾曲しており、前記撮像レンズは物体側より順に、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、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、からなり、以下の条件式を満足する。

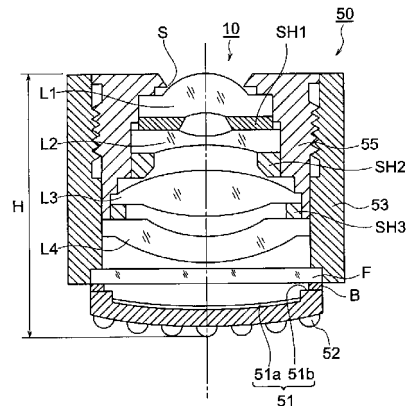
$$0.5 < f_{123} / f < 1.4 \quad (1)$$

ただし、

f_{123} : 前記第1レンズから前記第3レンズまでの合成焦点距離

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

【選択図】 図2



【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を有する撮像装置用の撮像レンズであって、

前記固体撮像素子の撮像面が、画面周辺部に向かって物体側へ倒れるように湾曲しており、

前記撮像レンズは物体側より順に、

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、

10

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、

からなり、以下の条件式を満足することを特徴とする前記撮像装置用の撮像レンズ。

$$0.5 < f_{123} / f < 1.4 \quad (1)$$

ただし、

f_{123} : 前記第 1 レンズから前記第 3 レンズまでの合成焦点距離

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項 2】

前記湾曲した撮像面の湾曲量は、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。

$$0.05 < SAGI / Y < 0.50 \quad (2)$$

20

ただし、

$SAGI$: 前記撮像面の光軸からの変位量

Y : 最大像高

【請求項 3】

前記湾曲した撮像面は球面形状を有し、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像レンズ。

$$-8.0 < RI / Y < -1.0 \quad (3)$$

ただし、

RI : 前記撮像面の曲率半径

Y : 最大像高

30

【請求項 4】

前記第 1 レンズは物体側に凸面を向けた形状であり、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。

$$0.4 < f_1 / f < 1.3 \quad (4)$$

ただし、

f_1 : 前記第 1 レンズの焦点距離

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項 5】

前記第 2 レンズは像側に凹面を向けた形状であり、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。

40

$$0 < (r_3 + r_4) / (r_3 - r_4) < 1.0 \quad (5)$$

ただし、

r_3 : 前記第 2 レンズ物体側面の曲率半径

r_4 : 前記第 2 レンズ像側面の曲率半径

【請求項 6】

前記第 3 レンズは両凸形状であり、以下の条件式を満足する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。

$$0.6 < f_3 / f < 3.5 \quad (6)$$

ただし、

f_3 : 前記第 3 レンズの焦点距離

50

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項 7】

以下の条件式を満足す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。

$$p / m < 5 . 0 \quad (7)$$

ただし、

p : 近軸における前記第 4 レンズのパワー

m : 最大光線高の位置における前記第 4 レンズのパワー

【請求項 8】

前記第 1 レンズの有効径内で前記第 1 レンズ周辺部の物体側面位置より、物体側に開口絞りを配置したことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。 10

【請求項 9】

前記第 1 レンズと前記第 2 レンズの間開口絞りを配置したことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

【請求項 10】

実質的にパワーを持たないレンズを更に有す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。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズを有することを特徴とする撮像装置 20

【請求項 12】

請求項 11 に記載の撮像装置を有することを特徴とする携帯端末。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置用の撮像レンズ及び撮像装置並びに携帯端末に関し、特に本発明は、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であって撮像面が湾曲してなる固体撮像素子に好適な撮像レンズ及び撮像装置並びにそれを用いた携帯端末に関する。

【背景技術】 30

【0002】

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小型の撮像装置が、携帯電話やPDA (Personal Digital Assistant) 等の携帯端末、更にはノートパソコン等にも搭載されるようになり、遠隔地へ音声情報だけでなく画像情報も相互に伝送することが可能になっている。

【0003】

このような撮像装置に用いられる固体撮像素子においては、近年、画素サイズの小型化が進み、撮像素子の高画素化や小型化が図られている。さらに、撮像面を湾曲させることも可能になり、そのような撮像素子に最適な、小型で高性能を有する撮像レンズが求められるようになっている。 40

【0004】

ここで、特許文献 1 に、固体撮像素子を湾曲させた撮像装置が開示されている。特許文献 1 によれば、固体撮像素子を多項式面形状に湾曲させることにより、レンズで発生する像面湾曲、歪曲収差をバランスよく補正し、小型で解像度の高い撮像装置が提供される。しかしながら、固体撮像素子はCIFサイズ(352画素×288画素)、撮像レンズは1枚構成であるため、色収差は十分に補正されていないので、さらに高画素の固体撮像素子を用いて高性能を有する撮像装置を得ることは望めない。

【0005】

また、特許文献 2 および特許文献 3 には、コンパクトカメラやレンズ付きフィルムユニ 50

ット用途の、撮像面が湾曲し、撮影画角が77度程度、F5.7ないしF6.2の明るさを有する撮像レンズが開示されている。そのレンズ構成は、正の第1レンズ、負の第2レンズ、正の第3レンズおよび開口絞り、からなる後置絞りトリプレット型レンズである。しかし、F5より暗いF値では、十分な性能を得ることができず、トリプレット型は、バックフォーカスを長くなりやすいため、撮像レンズおよび撮像装置が大型化してしまう。

【0006】

また、特許文献2～3は、フィルムカメラ用の撮像レンズであり、レンズで発生する像面湾曲にあわせて、フィルム面（撮像面）を湾曲させることにより、性能向上を図ったものであるところ、いずれもロールフィルムを使用するカメラ用撮像レンズであるため、カメラの構造上、フィルム面は画面長辺方向のみに湾曲するいわゆるシリンダリカルな撮像面になっている。そのため、画面長辺方向は良好な性能が得られるものの、画面短辺方向の撮像面は平面のままなので、性能向上が図れないばかりか、像面湾曲の補正状況によっては劣化を招く場合もあり得る。特許文献2～3のように撮像面の長辺方向のみの湾曲では、画面全体にわたり高性能を得ることは難しい。

10

【0007】

さらに、特許文献2～3は、前述の通りフィルムカメラ用の撮像レンズであるため、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はなっていない。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においては、撮像面に入射する光束の主光線入射角いわゆるテレセントリック特性が悪くなると、光束が固体撮像素子に対し斜めより入射し、撮像面周辺部において実質的な開口効率が減少する現象（シェーディング）が生じ、周辺光量不足となってしまう。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2004-356175号公報

【特許文献2】特開平8-68935号公報

【特許文献3】特開2000-292688号公報

【特許文献4】特開2010-271541号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0009】

一方で、小型で高性能なレンズとしては、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言うことで、4枚構成の撮像レンズが提案されている。一例として、特許文献4に、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。しかしながら、特許文献4に記載の撮像レンズは、撮像面への主光線入射角度が最大で25°～30°程度となっており、テレセントリック特性が良好であるとは言えず、光学全長の短縮化も不十分である。

40

【0010】

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、固体撮像素子の撮像面が湾曲したことを利用することにより、小型かつ高性能で、シェーディングを抑制できるような4枚構成の撮像レンズおよび撮像装置並びに携帯端末を得ることを目的とする。

【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を有する撮像装置用の撮像レンズであって、

前記固体撮像素子の撮像面が、画面周辺部に向かって物体側へ倒れるように湾曲しており、

50

前記撮像レンズは物体側より順に、
 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、
 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、
 からなり、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$0.5 < f_{123} / f < 1.4 \quad (1)$$

ただし、

f_{123} : 前記第1レンズから前記第3レンズまでの合成焦点距離

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

10

【0012】

本発明の撮像装置は、光電変換部を備えた固体撮像素子と、前記固体撮像素子の前記光電変換部に被写体像を結像させる撮像レンズを有する撮像装置において、前記固体撮像素子の撮像面が湾曲していることを特徴とする。固体撮像素子の撮像面が湾曲していることにより、小型化と高性能化を両立させることができる。撮像面は、撮像レンズ側に湾曲させると、撮像面に入射する光束の主光線入射角、所謂テレセントリック特性の補正が有利になる。撮像面が平面の場合より、撮像レンズ側に湾曲している場合の方が、撮像面に入射する光束の主光線入射角が小さくなるため、撮像レンズでテレセントリック特性の補正を十分に行わなくても、開口効率が減少せず、シェーディングの発生を抑えることができる。また、像面湾曲や歪曲収差、コマ収差の補正が容易になり、小型化も可能になる。ここで、本発明では撮像面の湾曲形状は、画面の長辺方向と短辺方向のどちらも同様に画面周辺部に向かって物体側へ倒れるように湾曲していることを前提としているが、その形状は球必ずしも球面形状である必要はなく、非球面形状、放物面形状、XY多項式面形状等、任意の数式で表現できる面形状であれば何でも良く、レンズ系で発生する像面湾曲の形状にフィットするような形状とすることで、画面全体にわたり性能を向上させることが可能となる。

20

【0013】

本発明の撮像装置に搭載される撮像レンズは、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、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レンズから構成される。第1レンズ、第2レンズ、第3レンズからなる正群と、第4レンズからなる負群の配置となる、所謂テレポートタイプのこのレンズ構成は、撮像レンズ全長の小型化に有利な構成である。

30

【0014】

条件式(1)は第1レンズから第3レンズの合成焦点距離を適切に設定するための条件式である。条件式(1)の値が下限を上回ること、第1レンズから第3レンズの正の合成焦点距離が必要以上に短くなりすぎず、第1レンズから第3レンズの製造誤差に対する性能劣化の敏感度、所謂誤差感度を低減することができる。一方、条件式(1)の値が上限を下回ること、第1レンズから第3レンズまでの合成焦点距離を適度に維持することができ、レンズ全系の合成主点位置をより物体側へ配置することができるようになるため、撮像レンズ全長の短縮に有利となる。また、より望ましくは下式の範囲がよい。

40

$$0.6 < f_{123} / f < 1.3 \quad (1)'$$

【0015】

請求項2に記載の撮像レンズは、請求項1に記載の発明において、前記湾曲した撮像面の湾曲量は、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$0.05 < SAGI / Y < 0.50 \quad (2)$$

ただし、

SAGI : 前記撮像面の光軸からの変位量

Y : 最大像高

【0016】

50

条件式(2)は、前記撮像面の湾曲量を適切に設定するための条件式である。条件式(2)の値が下限を上回ると、撮像面の湾曲量を適度に維持することができ、撮像レンズでのテレセントリック特性や像面湾曲の補正負担を増大することを防げるため、ペッツパール和が小さくなり過ぎず、コマ収差や色収差を良好に補正できる。一方、条件式(2)の値が上限を下回ると、撮像面の湾曲量が大きくなり過ぎて、像面湾曲の補正過剰を防ぐことができる。また、撮像レンズの最終面と撮像面とが近づきすぎるのを防ぎ、IRカットフィルター等を挿入するための空気間隔を十分に確保できる。また、より望ましくは下式の範囲がよい。

$$0.10 < SAGI / Y < 0.40 \quad (2)'$$

【0017】

10

請求項3に記載の撮像レンズは、請求項1又は2に記載の発明において、前記湾曲した撮像面は球面形状を有し、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$-8.0 < RI / Y < -1.0 \quad (3)$$

ただし、

RI：前記撮像面の曲率半径

Y：最大像高

【0018】

前記撮像面を球面形状とすることで、撮像面が複雑な形状とならず、撮像面を湾曲させる製造プロセスの難易度を低減させることができる。ここで、条件式(3)は、前記撮像面の湾曲量を適切に設定するための条件式である。条件式(3)の値が下限を上回ると、撮像面の湾曲量を適度に維持することができ、撮像レンズでのテレセントリック特性や像面湾曲の補正負担を増大することを防げるため、ペッツパール和が小さくなり過ぎず、コマ収差や色収差を良好に補正できる。一方、条件式(3)の値が上限を下回ると、撮像面の湾曲量が大きくなり過ぎて、像面湾曲の補正過剰を防ぐことができる。また、撮像レンズの最終面と撮像面とが近づきすぎるのを防ぎ、IRカットフィルター等を挿入するための空気間隔を十分に確保できる。また、より望ましくは下式の範囲がよい。

20

$$-7.0 < RI / Y < -1.5 \quad (3)'$$

【0019】

請求項4に記載の撮像レンズは、請求項1～3のいずれかに記載の発明において、前記第1レンズは物体側に凸面を向けた形状であり、以下の条件式を満足することを特徴とする。

30

$$0.4 < f1 / f < 1.3 \quad (4)$$

ただし、

f1：前記第1レンズの焦点距離

f：撮像レンズ全系の焦点距離

【0020】

条件式(4)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式である。条件式(4)の値が上限を下回ることによって、第1レンズの屈折力を適度に維持することができ、第1レンズから第3レンズ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、条件式(4)の値が下限を上回ることによって、第1レンズの屈折力が必要以上に大きくなり過ぎず、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、より望ましくは下式の範囲がよい。

40

$$0.5 < f1 / f < 1.2 \quad (4)'$$

【0021】

請求項5に記載の撮像レンズは、請求項1～4のいずれかに記載の発明において、前記第2レンズは像側に凹面を向けた形状であり、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$0 < (r3 + r4) / (r3 - r4) < 1.0 \quad (5)$$

ただし、

50

r_3 : 前記第2レンズ物体側面の曲率半径

r_4 : 前記第2レンズ像側面の曲率半径

【0022】

条件式(5)は前記第2レンズのシェーピングファクターを適切に設定するための条件式である。条件式(5)の値が下限値を上回ることによって、第2レンズの主点位置が像側に移動し、第1レンズと第2レンズの主点間隔が広くなり、第1レンズと第2レンズの合成焦点距離を保ちつつ、第1レンズと第2レンズの屈折力を低下することができるので、各収差の発生を抑えることができ、さらに製造誤差の影響を小さくすることができるので、量産性が良くなる。一方、条件式(5)の値が上限値を下回ることによって、像側面の曲率半径の増大によるコマフレア等の高次収差の発生を抑えることができる。また、より望ましくは下式の範囲がよい。

10

$$0 < (r_3 + r_4) / (r_3 - r_4) < 0.80 \quad (5)'$$

【0023】

請求項6に記載の撮像レンズは、請求項1~5のいずれかに記載の発明において、前記第3レンズは両凸形状であり、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$0.6 < f_3 / f < 3.5 \quad (6)$$

ただし、

f_3 : 前記第3レンズの焦点距離

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

【0024】

条件式(6)は第3レンズの焦点距離を適切に設定するための条件式である。条件式(6)の値が下限を上回ることによって、第3レンズの焦点距離が小さくなりすぎず、歪曲収差やコマ収差の発生を抑えることができる。一方、条件式(6)の値が上限を下回ることによって、第3レンズの焦点距離を適度に維持することができ、撮像レンズ全長の短縮化を達成することができる。また、より望ましくは下式の範囲がよい。

20

$$0.70 < f_3 / f < 3.40 \quad (6)'$$

【0025】

請求項7に記載の撮像レンズは、請求項1~6のいずれかに記載の発明において、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$p / m < 5.0 \quad (7)$$

30

ただし、

p : 近軸における前記第4レンズのパワー

m : 最大光線高の位置における前記第4レンズのパワー

【0026】

条件式(7)は、第4レンズの最大光線高の位置におけるパワーと近軸パワーの比を適切に設定するための条件式である。軸外での像面湾曲や非点収差を良好に補正するためには、第4レンズ周辺部のパワーが条件式(7)の範囲にあるのが望ましい。条件式(7)の上限を上回ると軸外での収差補正が不足し、良好な性能を得ることが出来ない恐れがある。また、より望ましくは下式の範囲がよい。

$$m / p < 4.0 \quad (7)'$$

40

【0027】

ここで、最大光線高の位置におけるレンズパワー m は、対称のレンズ物体側面での有効半径 H_m に、物体側の無限遠方から平行光線を入射させ、レンズ通過後の傾き角を t としたとき、 $m = \tan t / H_m$ で与えられる。また、 p は第4レンズ近軸での焦点距離の逆数で与えられる。(参考文献：特開2004-326097号公報)

【0028】

請求項8に記載の撮像レンズは、請求項1~7のいずれかに記載の発明において、前記第1レンズの有効径内で前記第1レンズ周辺部の物体側面位置より、物体側に開口絞りを配置したことを特徴とする。

【0029】

50

第1レンズの有効径内で第1レンズ周辺部の物体側面位置より、物体側に開口絞りを配置することで、射出瞳位置を撮像面から遠ざけることができ、良好なテレセントリック特性を確保することができるようになる。

【0030】

請求項9に記載の撮像レンズは、請求項1～7のいずれかに記載の発明において、前記第1レンズと前記第2レンズの間に開口絞りを配置したことを特徴とする。

【0031】

第1レンズと第2レンズの間に開口絞りを配置することで、第1レンズ物体側面を通過する周辺マージナル光線の屈折角が大きくなりすぎず、撮像レンズの小型化と良好な収差補正を両立することができる。

【0032】

請求項10に記載の撮像レンズは、請求項1～9のいずれかに記載の発明において、実質的にパワーを持たないレンズを更に有することを特徴とする。つまり、請求項1の構成に、実質的にパワーを持たないダミーレンズを付与した場合でも本発明の適用範囲内である。

【0033】

請求項11に記載の撮像装置は、請求項1～10のいずれかに記載の撮像レンズを有することを特徴とする。

【0034】

本発明の撮像レンズを用いることで、小型かつ高性能で、シェーディングを抑制できるような撮像装置を得ることができる。

【0035】

請求項12に記載の携帯端末は、請求項11に記載の撮像装置を備えることを特徴とする。

【0036】

本発明の撮像装置を用いることで、より小型かつ高性能な携帯端末を得ることができる。

【発明の効果】

【0037】

本発明によれば、撮像面が湾曲した固体撮像素子を利用することにより、固体撮像素子の撮像面が湾曲したことを利用することにより、小型かつ高性能で、シェーディングを抑制できるような4枚構成の撮像レンズおよび撮像装置並びに携帯端末を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本実施の形態に係る撮像装置の斜視図である。

【図2】本実施の形態に係る撮像装置の撮像レンズの光軸に沿った断面を模式的に示した図である。

【図3】本実施の形態に係る撮像装置を備えた携帯端末の一例である携帯電話機の外觀図である。

【図4】実施例1の撮像レンズの断面図である。

【図5】実施例1の撮像レンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。

【図6】実施例1のメリディオナルコマ収差図である。

【図7】実施例2の撮像レンズの断面図である。

【図8】実施例2の撮像レンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。

【図9】実施例2のメリディオナルコマ収差図である。

【図10】実施例3の撮像レンズの断面図である。

【図11】実施例3の撮像レンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。

【図12】実施例3のメリディオナルコマ収差図である。

【図13】実施例4の撮像レンズの断面図である。

10

20

30

40

50

【図14】実施例4の撮像レンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。

【図15】実施例4のメリディオナルコマ収差図である。

【図16】実施例5の撮像レンズの断面図である。

【図17】実施例5の撮像レンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。

【図18】実施例5のメリディオナルコマ収差図である。

【図19】実施例6の撮像レンズの断面図である。

【図20】実施例6の撮像レンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。

【図21】実施例6のメリディオナルコマ収差図である。

【図22】実施例7の撮像レンズの断面図である。

【図23】実施例7の撮像レンズの収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差）である。

10

【図24】実施例7のメリディオナルコマ収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は、本実施の形態にかかる撮像装置50の上面図であり、図2は、図1の構成を、光軸を含む断面で切断してなる断面図である。

【0040】

図1又は図2に示すように、撮像装置50は光電変換部51aを有する固体撮像素子としてのCMOS型撮像素子51と、この撮像素子51上の光電変換部51aに被写体像を撮像する撮像レンズ10と、物体側からの光入射用の開口部を有する遮光部材からなる筐体53とを備え、これらが一体的に形成されている。

20

【0041】

図2に示すように、撮像素子51は、所定の曲率半径で球状に湾曲しており、その湾曲した受光側の面の中央部に画素（光電変換素子）が2次元的に配置され、受光部としての光電変換部51aが形成され、その周囲には信号処理回路51bが形成されている。この信号処理回路51bは、各画素を順次駆動し信号電荷を得る駆動回路部と、各信号電荷をデジタル信号に変換するA/D変換部と、このデジタル信号を用い画像信号出力を形成する信号処理部等から構成されている。なお、撮像素子は、上述のCMOS型のイメージセンサに限るものでなく、CCD等の他のものを適用したものでよい。

【0042】

撮像素子51の光電変換部51a側には、スペーサBを介し光学的ローパスフィルタFが固着され、更に、光学的ローパスフィルタF或いは撮像素子51の側面部が筐体53に固着されている。光学的ローパスフィルタFは、ここでは平板であるが、光電変換部51aに合わせて湾曲していても良い。

30

【0043】

撮像素子51の他方の面（光電変換部51aと反対側の面）には、外部回路との接続に用いられる複数の外部電極52が形成されている。外部電極52と不図示の外部回路（例えば、撮像装置を実装した上位装置が有する制御回路）とが接続されて、外部回路から撮像素子51を駆動するための電圧やクロック信号の供給を受けたり、また、デジタルYUV信号を外部回路へ出力したりすることを可能としている。

40

【0044】

なお、図示しないが、撮像素子51の光電変換部51aと反対側の面に基板を配置し、該基板と撮像素子51をワイヤボンディングで接続し、該基板の撮像素子と反対側の面に外部回路との接続に用いられる複数の外部電極を形成してもよい。

【0045】

図2に示したように、遮光部材からなる筐体53は、撮像素子51の光電変換部51a側において、撮像レンズ10を保持する鏡枠55に螺合しており、これにより撮像レンズ10は光軸方向に調整可能となっている。

【0046】

撮像レンズ10は、物体側より順に、開口絞りS、正の第1レンズL1、負の第2レン

50

ズL2、正の第3レンズL3、正又は負の第4レンズL4からなり、撮像素子51の光電変換面51aに、被写体像が結像されるよう構成されている。なお、図2における一点鎖線が各レンズL1~L4の光軸である。

【0047】

第1レンズL1、第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4、光学的ローパスフィルタFのいずれか一つの面には赤外光カットコートがなされている。なお、図示しないが、赤外カットコートのかわりに光学的ローパスフィルタより前方に赤外光カットフィルタを配置してもよい。

【0048】

撮像レンズ10を構成する各レンズL1~L4は、遮光部材からなる鏡枠55に保持されている。各レンズL1~L4は、物体側から像側に向かうに連れて外径が拡大しており、レンズL1、L2のフランジ部間には、中央に開口を形成した円盤状の遮光部材SH1が配置されている。又、レンズL2の像側フランジ部に当接するようにして、遮光部材SH2が鏡枠55に固着されている。更に、レンズL3、L4の間には、遮光部材SH3が設けられている。不要光をカットする遮光部材SH1、SH2、SH3の表面は、階段状又は粗し面として良い。又、第4レンズL4と光学的ローパスフィルタFの間に遮光部材を配置しても良い。光線経路の外側に遮光部材を配置することで、ゴースト、フレアの発生を抑えることができる。なお、図2に示す撮像装置の場合、図示Hが撮像装置の撮像レンズ光軸方向の高さとなる。

10

【0049】

図3は、本実施の形態に係る撮像装置50を備えた携帯端末の一例である携帯電話機100の外観図である。同図に示す携帯電話機100は、表示画面D1及びD2を備えたケースとしての上筐体71と、入力部である操作ボタン60を備えた下筐体72とがヒンジ73を介して連結されている。撮像装置50は、上筐体71内の表示画面D2の下方に内蔵されており、撮像装置50が上筐体71の外表面側から光を取り込めるよう配置されている。なお、この撮像装置の位置は上筐体71内の表示画面D2の上方や側面に配置してもよい。また携帯電話機は折りたたみ式に限るものではないのは、勿論である。

20

【0050】

(実施例)

次に、上述した実施の形態に好適な実施例について説明する。但し、以下に示す実施例により本発明が限定されるものではない。各実施例に使用する記号は下記の通りである。

30

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

fB : バックフォーカス

F : Fナンバー

2Y : 固体撮像素子の撮像面对角線長

ENTP : 入射瞳位置 (第1面から入射瞳位置までの距離)

EXTP : 射出瞳位置 (撮像面から射出瞳位置までの距離)

H1 : 前側主点位置 (第1面から前側主点位置までの距離)

H2 : 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

Nd : 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

40

【0051】

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。

【0052】

【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

10

【0053】

(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 2.5×10^{-02} ）を、E（たとえば $2.5E-02$ ）を用いて表すものとする。図 4 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、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り、I は撮像面を示す。図 5 (a) は実施例 1 の球面収差図、図 5 (b) は非点収差図、図 5 (c) は歪曲収差図である。図 6 は、メリディオナルコマ収差図である。ここで、球面収差図、コマ収差図及びメリディオナルコマ収差図において、g は g 線、d は d 線に対する球面収差量をそれぞれ表す。また、非点収差図において、実線 S はサジタル面、点線 M はメリディオナル面をそれぞれ表す（以下同じ）。開口絞り S は、第 1 レンズ L 1 の物体側にある。

20

【0054】

[表 1]

実施例 1

f=5.78mm fB=0.88mm F=2.88 2Y=7.128mm
 ENTP=0mm EXTP=-3.77mm H1=-1.41mm H2=-4.9mm

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	d	有効半径(mm)
1(絞り)		-0.12			1.00
2*	2.503	1.03	1.53180	56.0	1.04
3*	-4.655	0.05			1.16
4*	-5.683	0.40	1.58300	30.0	1.18
5*	4.189	0.90			1.27
6*	15.416	0.89	1.53180	56.0	2.03
7*	-5.207	1.69			2.05
8*	-6.184	0.52	1.53180	56.0	2.44
9*	26.685	0.20			2.90
10		0.15	1.51630	64.1	3.45
11		0.87			3.49
12(撮像面)		-15.201			

30

40

非球面係数

第2面

K=0.20668E+00
 A4=-0.45215E-02
 A6=-0.30318E-02
 A8=-0.10255E-03

第6面

K=0.44775E+02
 A4=-0.11350E-02
 A6=0.10797E-02
 A8=0.55500E-03

50

A10=-0.46269E-03

A10=-0.78770E-04

A12=0.38768E-05

第3面

第7面

K=0.23020E-02
A4=0.40995E-02
A6=0.88443E-02
A8=-0.28733E-02
A10=-0.94745E-04

K=-0.27977E+02
A4=-0.20548E-01
A6=0.86374E-02
A8=-0.16996E-02
A10=0.36981E-03
A12=-0.18637E-04

10

第4面

第8面

K=-0.36926E+02
A4=-0.18770E-01
A6=0.28390E-01
A8=-0.76595E-02
A10=0.83678E-03

K=0.49501E+01
A4=-0.38583E-01
A6=0.55910E-02
A8=0.11518E-03
A10=-0.20463E-03
A12=0.26886E-04

第5面

第9面

K=0.96482E+00
A4=0.58465E-02
A6=0.14042E-01
A8=-0.73500E-02
A10=0.35023E-02

K=-0.44208E+03
A4=-0.33633E-01
A6=0.59291E-02
A8=-0.70521E-03
A10=0.34026E-

20

04

A12=-0.69564E-03

A12=-0.10257E-06

単レンズデータ

30

レンズ	始面	焦点距離 (mm)
1	2	3.222
2	4	-4.076
3	6	7.431
4	8	-9.389

【 0 0 5 5 】

(実施例 2)

レンズデータを表 2 に示す。図 7 は実施例 2 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、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り、I は撮像面を示す。図 8 (a) は実施例 2 の球面収差図、図 8 (b) は非点収差図、図 8 (c) は歪曲収差図である。図 9 は、メリディオナルコマ収差図である。開口絞り S は、第 1 レンズ L 1 の物体側にある。

40

【 0 0 5 6 】

[表 2]

実施例 2

f=4.68mm fB=1.03mm F=2.88 2Y=7.128mm
ENTP=0mm EXTP=-3.82mm H1=0.16mm H2=-3.65mm

50

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	d	有効半径(mm)	
1(絞り)		-0.01			0.81	
2*	3.484	1.59	1.54470	56.2	0.85	
3*	-4.706	0.06			1.30	
4*	-7.921	0.40	1.63200	23.4	1.33	
5*	6.574	0.26			1.54	
6*	12.758	1.28	1.54470	56.2	1.77	
7*	-5.217	0.81			1.98	
8*	3.523	0.73	1.54470	56.2	2.30	
9*	2.618	0.40			3.06	10
10		0.15	1.51630	64.1	3.47	
11		1.03			3.52	
12(撮像面)		-9.840				

非球面係数

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	
第2面	K=0.26831E+00	A4=-0.49640E-02	A6=-0.35249E-02	A8=0.41901E-02	A10=-0.30654E-02		
第6面	K=0.19634E+02	A4=-0.55092E-02	A6=0.37558E-02	A8=-0.64978E-03	A10=0.16145E-03	A12=-0.16946E-04	20
第3面	K=0.34256E+01	A4=-0.34442E-02	A6=0.10763E-01	A8=-0.59391E-02	A10=0.37082E-03		
第7面	K=-0.29973E+01	A4=-0.25718E-01	A6=0.83725E-02	A8=-0.20725E-02	A10=0.44531E-03	A12=-0.20066E-04	30
第4面	K=-0.17415E+02	A4=-0.23971E-01	A6=0.19654E-01	A8=-0.88369E-02	A10=0.11981E-02		
第8面	K=-0.11658E+02	A4=-0.41840E-01	A6=-0.12657E-02	A8=0.82939E-03	A10=-0.12381E-03	A12=0.92004E-05	40
第5面	K=-0.19173E+02	A4=-0.59634E-02	A6=0.11854E-01	A8=-0.55652E-02	A10=0.14173E-02	A12=-0.14817E-03	
第9面	K=-0.64839E+00	A4=-0.55582E-01	A6=0.72567E-02	A8=-0.83289E-03	A10=0.59449E-04	A12=-0.19144E-05	

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離 (mm)
1	2	3.946
2	4	-5.624
3	6	6.973
4	8	-26.180

【 0 0 5 7 】

(実施例 3)

レンズデータを表 3 に示す。図 1 0 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。図 1 1 (a) は実施例 3 の球面収差図、図 1 1 (b) は非点収差図、図 1 1 (c) は歪曲収差図である。図 1 2 は、メリディオナルコマ収差図である。開口絞り S は、第 1 レンズ L 1 の物体側にある。

10

【 0 0 5 8 】

[表 3]

実施例 3

f=3.77mm fB=1.27mm F=2.8 2Y=5.744mm
 ENTP=0mm EXTP=-2.18mm H1=-0.35mm H2=-2.5mm

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	d	有効半径 (mm)
1(絞り)		-0.03			0.67
2*	1.941	0.53	1.54470	56.2	0.71
3*	-12.609	0.05			0.82
4*	-15.100	0.30	1.63200	23.4	0.86
5*	4.353	0.32			0.93
6*	34.147	0.66	1.54470	56.2	1.22
7*	-4.010	0.90			1.31
8*	3.771	0.60	1.54470	56.2	1.78
9*	2.525	1.24			2.27
10(撮像面)		-9.119			

20

30

非球面係数

第 2 面

K=-0.68875E+00
 A4=-0.12853E-01
 A6=-0.52162E-01
 A8=0.27637E-01
 A10=-0.55353E-01

第 6 面

K=-0.23459E+02
 A4=-0.17684E-01
 A6=0.30999E-01
 A8=0.82705E-02
 A10=-0.35244E-02
 A12=0.62240E-04

40

第 3 面

K=0.50000E+02
 A4=-0.10330E+00
 A6=0.74303E-01
 A8=-0.40486E-01
 A10=0.20244E-01

第 7 面

K=-0.32505E+00
 A4=-0.50179E-01
 A6=0.31260E-01
 A8=-0.40429E-02
 A10=0.51426E-02
 A12=0.18280E-03

第 4 面

第 8 面

50

K=-0.22519E+02
 A4=-0.17286E-01
 A6=0.79880E-01
 A8=0.42798E-01
 A10=-0.28936E-01

K=-0.16264E+02
 A4=-0.10138E+00
 A6=-0.24632E-02
 A8=0.44097E-02
 A10=-0.84127E-03
 A12=0.18354E-03

第5面

K=0.94031E+01
 A4=0.53517E-01
 A6=0.44420E-01
 A8=-0.37207E-01
 A10=0.23040E-01
 A12=-0.10128E-01

第9面

K=-0.72066E+00
 A4=-0.10906E+00
 A6=0.20776E-01
 A8=-0.35735E-02
 A10=0.43364E-03
 A12=-0.23964E-04

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離 (mm)
1	2	3.128
2	4	-5.314
3	6	6.629
4	8	-16.893

20

【 0 0 5 9 】

(実施例 4)

レンズデータを表 4 に示す。図 1 3 は実施例 4 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。図 1 4 (a) は実施例 4 の球面収差図、図 1 4 (b) は非点収差図、図 1 4 (c) は歪曲収差図である。図 1 5 は、メリディオナルコマ収差図である。開口絞り S は、第 1 レンズ L 1 の物体側にある。

30

【 0 0 6 0 】

[表 4]

実施例 4

f=3.77mm fB=1.52mm F=2.8 2Y=5.744mm
 ENTP=0mm EXTP=-2.24mm H1=-0.01mm H2=-2.25mm

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	d	有効半径 (mm)
1 (絞り)		0.07			0.67
2*	2.414	0.61	1.54470	56.2	0.78
3*	-6.963	0.21			0.92
4*	-6.891	0.50	1.63200	23.4	1.01
5*	6.621	0.24			1.12
6*	5.080	0.61	1.54470	56.2	1.42
7*	38.385	0.43			1.55
8*	2.116	0.70	1.54470	56.2	1.79
9*	2.287	1.50			2.25
10* (撮像面)		-8.498			

40

非球面係数

50

第2面

K=-0.20704E+01
 A4=-0.27221E-01
 A6=-0.48137E-01
 A8=0.13821E-02
 A10=-0.55764E-01

第6面

K=-0.91604E+01
 A4=-0.23651E-01
 A6=0.92425E-02
 A8=0.77904E-02
 A10=-0.54959E-02
 A12=0.11377E-02

第3面

K=0.35439E+02
 A4=-0.12696E+00
 A6=0.30338E-01
 A8=-0.26796E-01
 A10=-0.26313E-02

第7面

K=0.42309E+02
 A4=-0.83829E-01
 A6=0.43637E-01
 A8=-0.86494E-02
 A10=0.15484E-02
 A12=-0.12148E-03

10

第4面

K=0.21888E+02
 A4=-0.95721E-01
 A6=0.11337E+00
 A8=0.93111E-02
 A10=-0.11726E-01

第8面

K=-0.69345E+01
 A4=-0.90125E-01
 A6=-0.23591E-02
 A8=0.45847E-02
 A10=-0.78287E-03
 A12=0.12231E-03

20

第5面

K=-0.29589E+02
 A4=-0.36693E-01
 A6=0.93988E-01
 A8=-0.39750E-01
 A10=0.21120E-01
 A12=-0.62407E-02

第9面

K=-0.66240E+00
 A4=-0.10620E+00
 A6=0.20570E-01
 A8=-0.36171E-02
 A10=0.42612E-03
 A12=-0.24544E-04

30

第10面

K=-0.28506E+01
 A4=0.40989E-03
 A6=0.13817E-04
 A8=0.24635E-07
 A10=-0.83635E-07
 A12=-0.15480E-07

40

レンズ	始面	焦点距離 (mm)
1	2	3.368
2	4	-5.268
3	6	10.681
4	8	21.225

【 0 0 6 1 】

(実施例 5)

レンズデータを表 5 に示す。図 1 6 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。図 1 7 (a) は実施例 5 の球面収差図、図 1 7 (b) は非点収差図、図 1 7 (c) は歪曲収差図である。図 1 8 は、メリディオナルコマ収差図である。開口絞り S は、第 1 レンズ L 1 の物体側にある。

10

【 0 0 6 2 】

[表 5]

実施例 5

f=3.77mm fB=1.86mm F=2.8 2Y=5.744mm
 ENTP=0mm EXTP=-2.12mm H1=0.19mm H2=-1.92mm

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	d	有効半径 (mm)
1(絞り)		0.01			0.67
2*	2.441	0.57	1.54470	56.2	0.71
3*	-4.907	0.09			0.85
4*	-7.730	0.30	1.63200	23.4	0.91
5*	7.135	0.38			1.00
6*	-9.102	0.94	1.54470	56.2	1.37
7*	-1.494	0.28			1.38
8*	-11.994	0.40	1.54470	56.2	1.47
9*	2.884	1.83			1.99
10(撮像面)		-9.443			

20

30

非球面係数

第2面

K=-0.23154E+01
 A4=-0.25043E-01
 A6=-0.72675E-01
 A8=0.21654E-01
 A10=-0.59724E-01

第6面

K=-0.50000E+02
 A4=0.14876E-02
 A6=0.34718E-01
 A8=0.62594E-02
 A10=-0.49021E-02
 A12=0.71466E-03

40

第3面

K=0.26366E+02
 A4=-0.11508E+00
 A6=0.66611E-01
 A8=-0.43570E-01
 A10=0.61226E-01

第7面

K=-0.31032E+01
 A4=-0.50615E-01
 A6=0.21893E-01
 A8=-0.89335E-02
 A10=0.62006E-02
 A12=0.16910E-02

第4面

第8面

50

K=0.40282E+02
 A4=-0.32281E-01
 A6=0.64987E-01
 A8=0.39301E-01
 A10=-0.15000E-01

K=-0.50000E+02
 A4=-0.80693E-01
 A6=-0.10915E-01
 A8=0.32314E-02
 A10=-0.71436E-03
 A12=0.29826E-03

第5面

K=0.13893E+02
 A4=0.56552E-01
 A6=0.50388E-01
 A8=-0.52279E-01
 A10=0.11343E-01
 A12=0.65470E-02

第9面

K=-0.37404E+00
 A4=-0.10580E+00
 A6=0.21369E-01
 A8=-0.35956E-02
 A10=0.40603E-03
 A12=-0.34408E-04

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離 (mm)
1	2	3.077
2	4	-5.826
3	6	3.144
4	8	-4.229

20

【 0 0 6 3 】

(実施例 6)

レンズデータを表 6 に示す。図 1 9 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。図 2 0 (a) は実施例 6 の球面収差図、図 2 0 (b) は非点収差図、図 2 0 (c) は歪曲収差図である。図 2 1 は、メリディオナルコマ収差図である。開口絞り S は、第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 との間にある。

30

【 0 0 6 4 】

[表 6]

実施例 6

f=3.48mm fB=1.82mm F=2.45 2Y=5.744mm
 ENTP=0.45mm EXTP=-1.98mm H1=0.74mm H2=-1.66mm

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	d	有効半径 (mm)
1		0.00			1.18
2*	2.383	0.62	1.54470	56.2	1.03
3*	-27.053	0.01			0.82
4(絞り)		0.15			0.66
5*	-90.439	0.30	1.63200	23.4	0.77
6*	14.723	0.49			0.88
7*	-4.125	0.97	1.54470	56.2	1.35
8*	-1.452	0.05			1.57
9*	3.731	0.40	1.61550	25.2	2.03
10*	1.862	1.81			2.31
11(撮像面)		-7.000			

40

非球面係数

50

第2面

K=-0.18146E+01
 A4=-0.11238E-01
 A6=-0.30746E-01
 A8=0.10694E-01
 A10=-0.21214E-01

第7面

K=-0.45751E+00
 A4=0.25690E-01
 A6=-0.88706E-01
 A8=0.11499E+00
 A10=-0.42740E-01
 A12=0.43753E-02

第3面

K=0.50000E+02
 A4=-0.50657E-01
 A6=-0.49064E-01
 A8=0.65050E-01
 A10=-0.12985E+00
 A12=0.84402E-01

第8面

K=-0.67502E+01
 A4=-0.22802E+00
 A6=0.18391E+00
 A8=-0.12891E+00
 A10=0.58370E-01
 A12=-0.95961E-02

10

第5面

K=0.50000E+02
 A4=0.68018E-01
 A6=-0.12063E-01
 A8=-0.49062E-01
 A10=0.56240E-01
 A12=-0.43945E-01

第9面

K=-0.35206E+00
 A4=-0.18176E+00
 A6=0.61277E-01
 A8=-0.33819E-02
 A10=-0.27661E-02
 A12=0.70086E-03
 A14=-0.54457E-04

20

第6面

K=-0.36470E+02
 A4=0.12730E+00
 A6=-0.13318E-01
 A8=0.51169E-01
 A10=-0.97708E-01
 A12=0.42755E-01

第10面

K=-0.72398E+01
 A4=-0.94630E-01
 A6=0.36323E-01
 A8=-0.84703E-02
 A10=0.12047E-02
 A12=-0.91611E-04
 A14=0.25018E-05

30

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離 (mm)
1	2	4.051
2	5	-20.012
3	7	3.647
4	9	-6.578

40

【 0 0 6 5 】

(実施例7)

レンズデータを表7に示す。図22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。図23(a)は実施例7の球面収差図、図23(b)は非点収差図、図23(c)は歪曲収差図である。図24は、メリディオナルコマ収差図である。開口絞りSは、第1レンズL1の物体側にある。

【 0 0 6 6 】

50

[表 7]
 实施例7

f=3.52mm fB=1.04mm F=2.8 2Y=5.744mm
 ENTP=0mm EXTP=-2.89mm H1=0.37mm H2=-2.48mm

面番号	R(mm)	D(mm)	Nd	d	有効半径(mm)	
1(絞り)		-0.05			0.67	
2*	2.379	0.98	1.54470	56.2	0.63	
3*	-2.832	0.05			0.89	10
4*	-3.018	0.30	1.63200	23.4	0.92	
5*	-235.830	0.27			1.07	
6*	-28.219	0.71	1.54470	56.2	1.44	
7*	-5.145	0.77			1.59	
8*	7.781	0.68	1.54470	56.2	2.02	
9*	8.171	1.03			2.37	
10(撮像面)		-5.000				

非球面係数

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	
第2面	K=-0.12146E+01	A4=-0.12881E-01	A6=-0.21281E-01	A8=0.14977E-01	A10=-0.45090E-01		第6面	K=0.46169E+02	A4=-0.23820E-01	A6=0.29470E-01	A8=0.66328E-02	A10=-0.58642E-02	A12=0.79812E-03	
第3面	K=0.77739E+01	A4=-0.87252E-01	A6=0.12099E+00	A8=0.10957E-01	A10=-0.15074E-02		第7面	K=0.35966E+01	A4=-0.50298E-01	A6=0.32881E-01	A8=-0.89186E-02	A10=0.58415E-02	A12=-0.12032E-02	30
第4面	K=0.83353E+01	A4=0.60055E-02	A6=0.11417E+00	A8=0.13321E-01	A10=-0.64017E-02		第8面	K=-0.50000E+02	A4=-0.80417E-01	A6=0.42909E-02	A8=0.57286E-02	A10=-0.22401E-02	A12=0.27244E-03	40
第5面	K=0.50000E+02	A4=0.75714E-01	A6=0.26850E-01	A8=-0.37066E-01	A10=0.35778E-01		第9面	K=0.10651E+02	A4=-0.73689E-01	A6=0.14902E-01	A8=-0.29045E-02	A10=0.40555E-03		50

A12=-0.15596E-01

A12=-0.36409E-04

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離 (mm)
1	2	2.543
2	4	-4.840
3	6	11.426
4	8	185.132

【0067】

請求項に記載の条件式の値を表8にまとめて示す。

【0068】

【表8】

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	実施例7
(1) f123/f	0.87	1.02	0.98	1.23	0.69	0.81	1.04
(2) SAGI/Y	0.12	0.18	0.16	0.15	0.15	0.21	0.30
(3) RI/Y	-4.27	-2.76	-3.18	-2.96	-3.29	-2.44	-1.74
(4) f1/f	0.56	0.84	0.83	0.89	0.82	1.17	0.72
(5) (r3+r4)/(r3-r4)	0.15	0.09	0.55	0.02	0.04	0.72	-1.03
(6) f3/f	1.29	1.49	1.76	2.83	0.83	1.05	3.25
(7) Φp/Φm	3.30	0.35	-6.94	1.88	1.23	-13.54	0.02

【0069】

なお、特許請求の範囲及び実施例に記載の近軸曲率半径の意味合いについて、実際のレンズ測定の場合においては、レンズ中央近傍（具体的には、レンズ外径に対して10%以内の中央領域）での形状測定値を最小自乗法でフィッティングした際の近似曲率半径を近軸曲率半径であるとみなすことができる。また、例えば2次の非球面係数を使用した場合には、非球面定義式の基準曲率半径に2次の非球面係数も勘案した曲率半径を近軸曲率半径とみなすことができる（例えば参考文献として、松居吉哉著「レンズ設計法」（共立出版株式会社）のP41～42を参照のこと）。

【産業上の利用可能性】

【0070】

本発明は、明細書に記載の実施例に限定されるものではなく、他の実施例・変形例を含むことは、本明細書に記載された実施例や思想から本分野の当業者にとって明らかである。例えば、実質的にパワーを持たないダミーレンズを更に付与した場合でも本発明の適用範囲内である。

【符号の説明】

【0071】

10 撮像レンズ

50 撮像装置

51 a 光電変換部

51 b 信号処理回路

52 外部電極

53 筐体

55 鏡枠

60 操作ボタン

71 上筐体

72 下筐体

73 ヒンジ

100 携帯電話機

B スペーサ

10

20

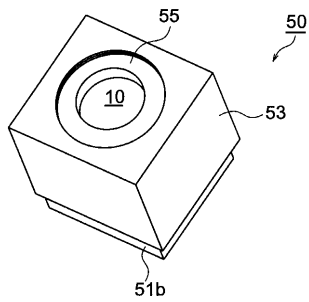
30

40

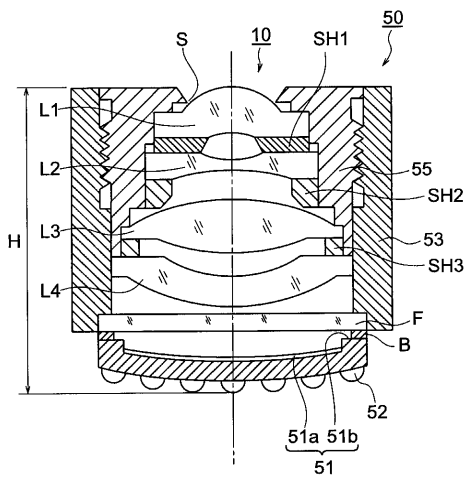
50

- F 光学のローパスフィルタ
- D 1 , D 2 表示画面
- L 1 第 1 レンズ
- L 2 第 2 レンズ
- L 3 第 3 レンズ
- L 4 第 4 レンズ
- S 開口絞り
- S H 1 遮光部材
- S H 2 遮光部材
- S H 3 遮光部材

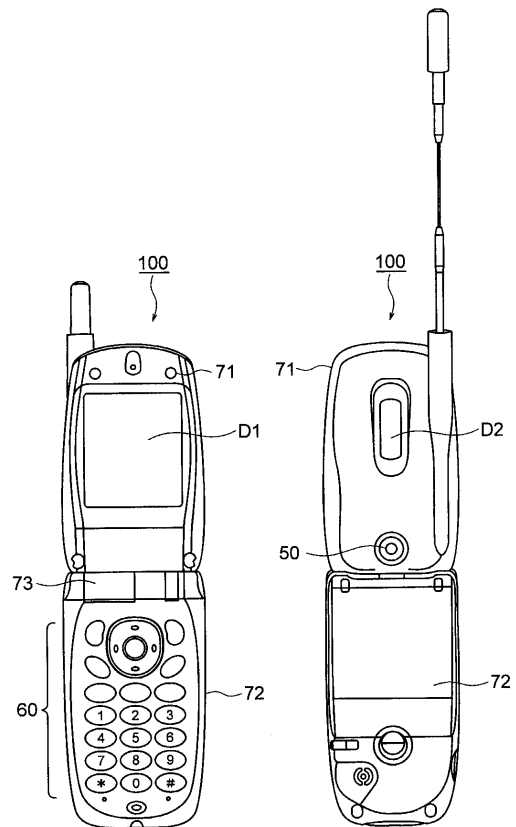
【 図 1 】



【 図 2 】

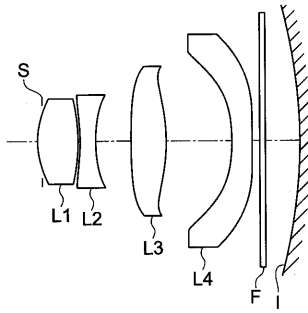


【 図 3 】



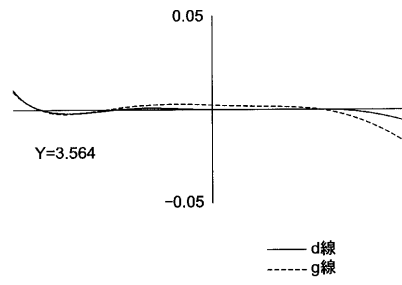
【 図 4 】

ex1



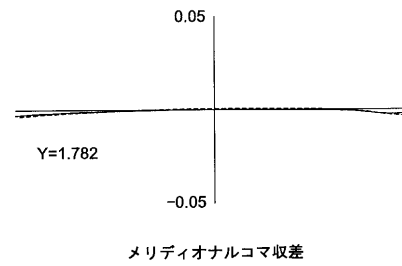
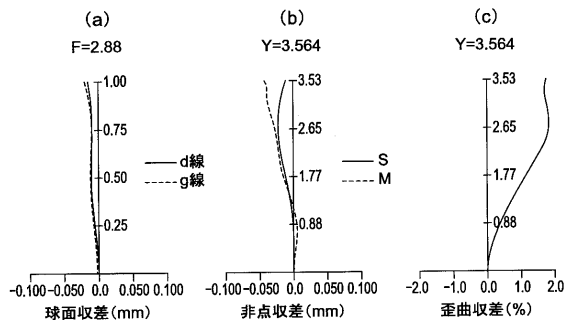
【 図 6 】

ex1



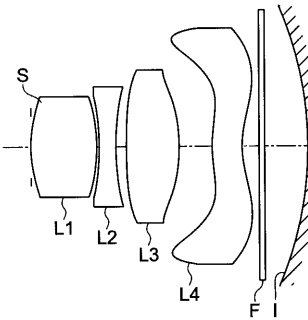
【 図 5 】

ex1



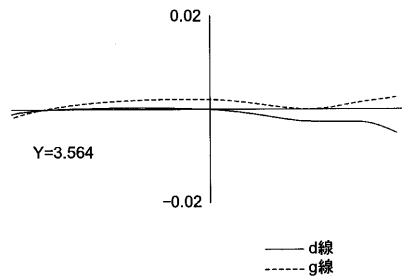
【 図 7 】

ex2



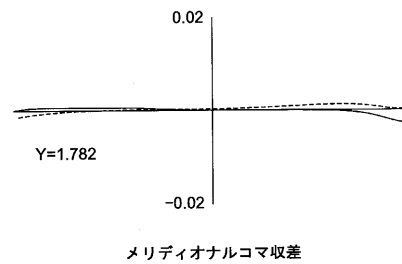
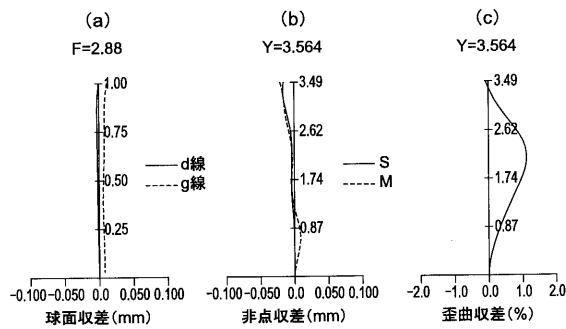
【 図 9 】

ex2

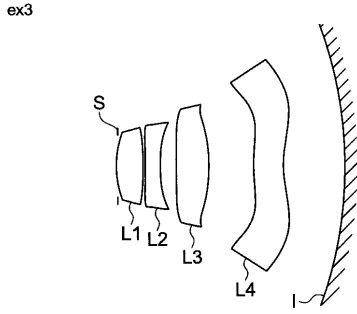


【 図 8 】

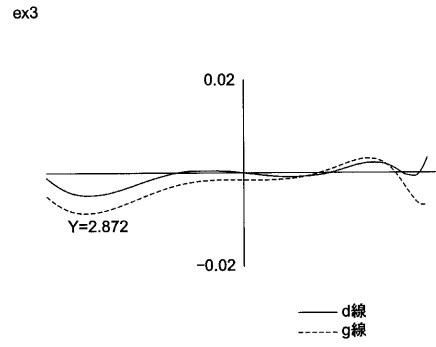
ex2



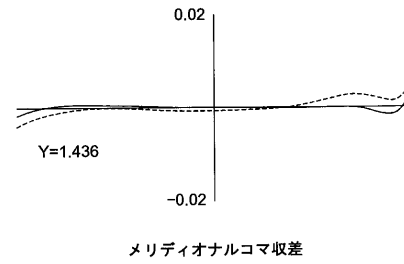
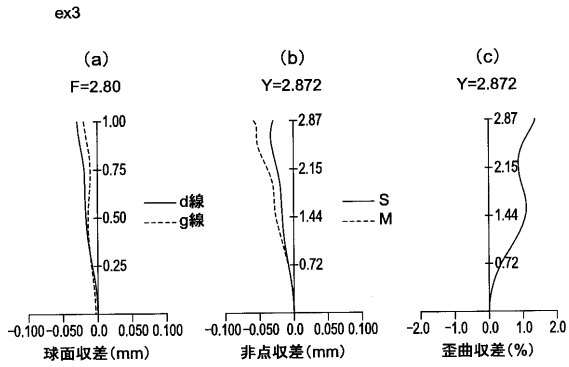
【 図 1 0 】



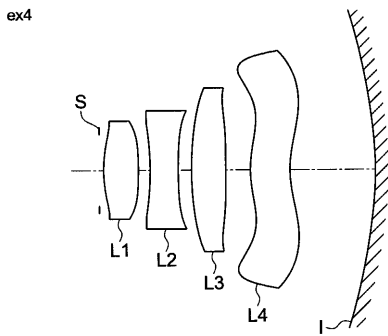
【 図 1 2 】



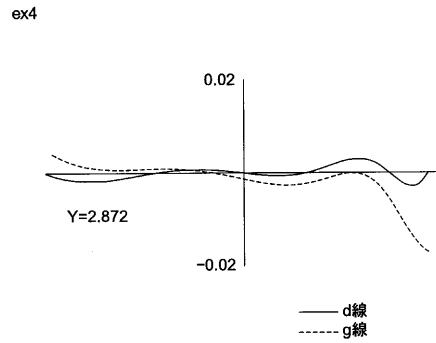
【 図 1 1 】



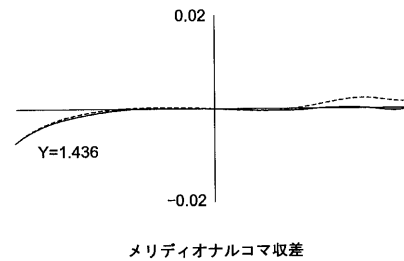
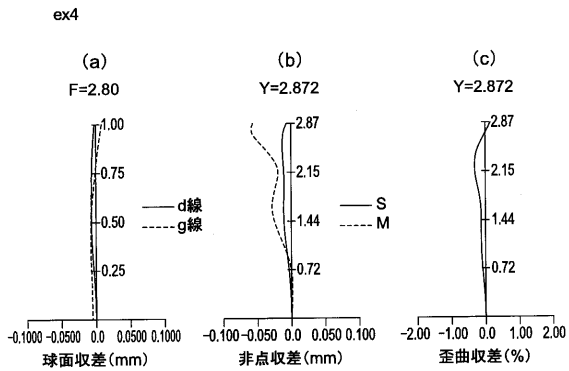
【 図 1 3 】



【 図 1 5 】

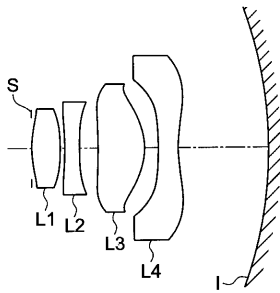


【 図 1 4 】



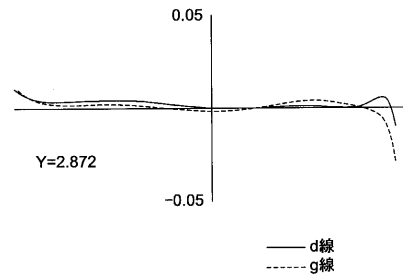
【 図 1 6 】

ex5



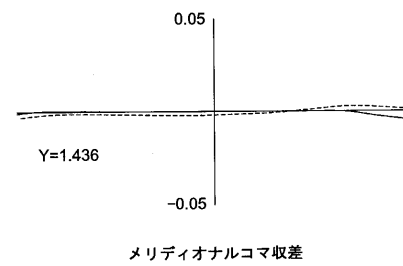
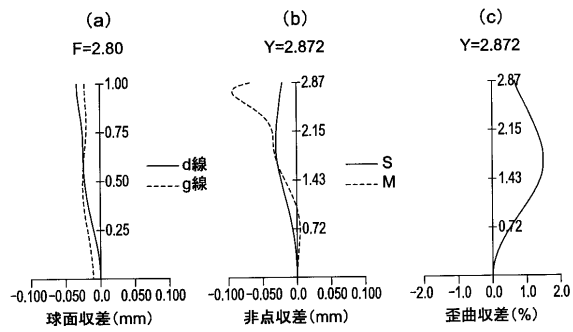
【 図 1 8 】

ex5



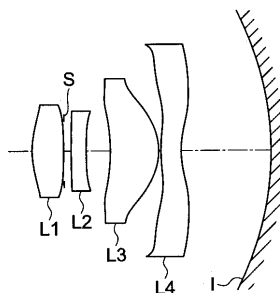
【 図 1 7 】

ex5



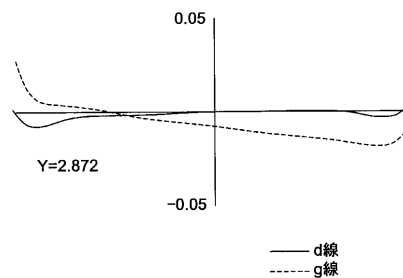
【 図 1 9 】

ex6



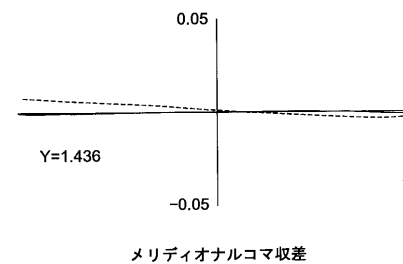
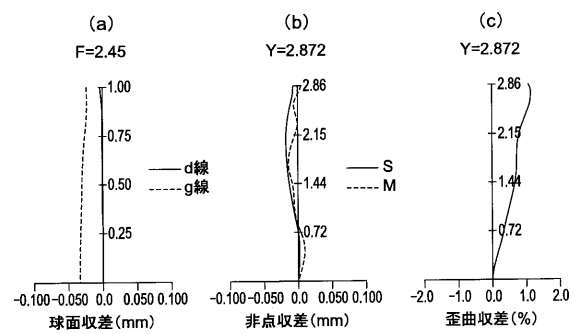
【 図 2 1 】

ex6



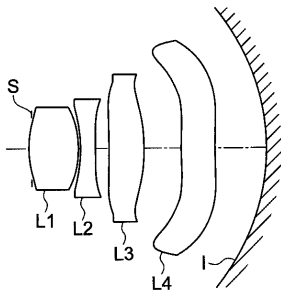
【 図 2 0 】

ex6



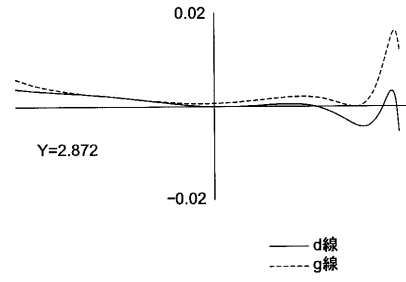
【 図 2 2 】

ex7



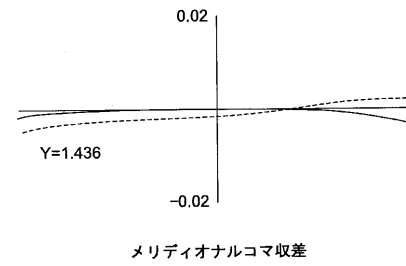
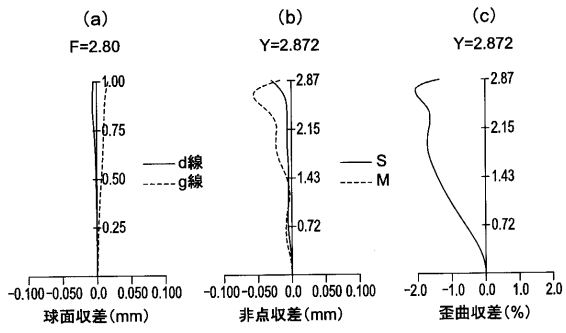
【 図 2 4 】

ex7



【 図 2 3 】

ex7



メリディオナルコマ収差