

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5358425号
(P5358425)

(45) 発行日 平成25年12月4日 (2013. 12. 4)

(24) 登録日 平成25年9月6日 (2013. 9. 6)

(51) Int.Cl.
G O 2 B 13/18 (2006.01)

F I
G O 2 B 13/18

請求項の数 2 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2009-292279 (P2009-292279)	(73) 特許権者	391014055
(22) 出願日	平成21年12月24日 (2009. 12. 24)		カンタツ株式会社
(65) 公開番号	特開2011-133631 (P2011-133631A)		栃木県矢板市片岡 1 1 5 〇 番地 2 3
(43) 公開日	平成23年7月7日 (2011. 7. 7)	(74) 代理人	100091694
審査請求日	平成24年12月13日 (2012. 12. 13)		弁理士 中村 守
		(72) 発明者	鈴木 久則
			福島県須賀川市横山町 8 8 番地 カンタツ
			株式会社 須賀川工場内
		(72) 発明者	渡邊 慎吾
			福島県須賀川市横山町 8 8 番地 カンタツ
			株式会社 須賀川工場内
		(72) 発明者	鎌田 健一
			福島県須賀川市横山町 8 8 番地 カンタツ
			株式会社 須賀川工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2枚構成から成るF値が3以下の高性能大口径比撮像レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より順に、プラスチック材料から成る第1レンズ、絞り、プラスチック材料から成る第2レンズを具備するレンズ系から構成される撮像レンズであって、

第1レンズの第1面が凸面、第2面が凹面で構成され、第2レンズの第1面が凹面、第2面が凸面で構成され、レンズの各々の面が非球面で構成されかつ第2レンズの第1面が色分散機能を発揮する回折光学面であり、以下の条件式(2)を満足することを特徴とする2枚構成から成るF値が3以下の高性能大口径比撮像レンズ。

ただし、

$$(2) \quad 0.09 < D_e / f \leq 0.155$$

D_e : 第1レンズ第1面及び第1レンズ第2面のそれぞれの有効径に於ける光軸方向の距離

f : 全系の焦点距離

第1レンズおよび第2レンズの物体側の面を第1面、像側の面を第2面とする。

【請求項 2】

基準点から物体方向を負、像面方向を正とする座標系において、各光学要素が以下の条件式を満足するように構成されてなることを特徴とする請求項1記載の2枚構成から成るF値が3以下の高性能大口径比撮像レンズ。

$$(1) \quad -0.11 < (L/R) / (V1/V2) < -0.07$$

ただし、

R : 第2レンズ第1面の平均曲率半径

なお、平均曲率半径とは非球面の光軸方向の変位を最小二乗法で近似した球面の曲率半径を表す

L : 絞りから第2レンズ第1面までの距離

V1 : 第1レンズ材料のe線のアッベ数

V2 : 第2レンズ材料のe線のアッベ数

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、例えば、携帯電話等に搭載されることを目的とする小型撮像レンズに関するものであり、白色光等の広帯域光で且つ広画角の物体を撮影するための2枚構成から成るF値が3以下の高性能大口径比撮像レンズを提供するものである。

【背景技術】

【0002】

近年撮像レンズは写真フィルムからCCDやCMOSなどの撮像素子への移行に伴い小型化が急速に進み携帯電話等への搭載が可能となり大量消費による低価格化の要求が強まる一方、極端な薄型化や電子式受光素子のための光線入射角度の制約等の技術的課題も満足しなくてはならない。

【0003】

20

さらに、近年では撮像素子の高画素化が進み特許文献1～3で示すように、2～4枚構成のガラス又はプラスチックレンズが主流となっている一方、携帯電話等の普及が急速に進むにつれ低価格であっても高画質を望む市場要求が強くなり、少ない構成枚数でより高性能な撮像レンズが望まれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-298719号公報

【特許文献2】特開2005-326682号公報

【特許文献3】特開2005-284153号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来小型で低価格な撮像レンズとしては、2枚の非球面を用いたプラスチックレンズで構成されたものがよく知られていて3枚構成に比べ生産効率も高く安価に供給されているが、画質に関しては3枚構成のものに比べ大きな差がある。しかし、3枚構成のものは設計性能には優れているが2枚構成のものに比べ公差に敏感なため、2枚構成に比べ歩留まりが悪く部品コストが高いだけではなく組立コストが大幅に高くなる欠点がある。

【0006】

この問題を解決するためにコスト面からみると撮像レンズは必然的に2枚構成に成らざるを得ないが、構成枚数が少ないことから広帯域光のための色収差補正が困難であり、高い空間周波数に対して十分な解像性能を得ることができない。

40

【0007】

本発明は効果的に色収差を補正することにより、これらの問題を解決し最小構成で高性能な2枚構成から成るF値が3以下の高性能大口径比撮像レンズを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に関わる撮像レンズは、白色光等の広帯域光で且つ広画角の物体を撮像するための撮像レンズを2枚構成のレンズでもって提供するものであり、次のような特徴を有して

50

いる。

【 0 0 0 9 】

物体側より順に、プラスチック材料から成る第 1 レンズ、絞り、プラスチック材料から成る第 2 レンズを具備する 2 枚のレンズ系から構成されおり、第 1 レンズの第 1 面が凸面、第 2 面が凹面で構成され、第 2 レンズの第 1 面が凹面、第 2 面が凸面で構成され、レンズの各々の面が非球面で構成されかつ第 2 レンズの第 1 面に色分散機能を発揮する回折光学面が配置されている。

【 0 0 1 0 】

また、前述のような撮像レンズは基準点から物体方向を負、像面方向を正とする座標系において、各光学要素が以下の条件式を満足するように構成されることが好ましい。

$$(1) -0.11 < (L/R) / (V1/V2) < -0.07$$

$$(2) 0.09 < De/f \leq 0.155$$

ただし、

R : 第 2 レンズ第 1 面の平均曲率半径

なお、平均曲率半径とは非球面の光軸方向の変位を最小二乗法で近似した球面の曲率半径を表す。

L : 絞りから第 2 レンズ第 1 面までの距離

V 1 : 第 1 レンズ材質の e 線のアッベ数

V 2 : 第 2 レンズ材質の e 線のアッベ数

De : 第 1 レンズ第 1 面及び第 1 レンズ第 2 面のそれぞれの有効径に於ける光軸方向の距離

f : 全系の焦点距離

【 0 0 1 1 】

また、色分散機能を有する回折光学面とは、レンズ面上に回折レリーフを形成し、その面がレンズ材質の色分散度に比して大となる色分散度を発揮することを特徴とする光学面のことをいう。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明は広帯域光で且つ広画角の物体を良好に撮像するための撮像レンズを 2 枚構成のレンズ系で実現するものである。2 枚構成は、広画角に対応するための像面湾曲補正を実現するために一定のベッツパール和を確保し最適な収差補正を行い、且つ電子式受光素子に対して最適な入射角度で光が入射するようレンズからの光線の射出角を確保するために必要な構成枚数である。

【 0 0 1 3 】

しかし、レンズ構成を 2 枚構成にすることで光線収差は良好に補正できるものの色収差補正は不十分で、広帯域光に対して結像映像に色収差に依存するにじみが残る結果となりより多くの画素を持った電子式受光素子に対して満足した解像度を得られない。

【 0 0 1 4 】

また、近年受光素子が急速に小型化されることによりレンズ系全体が小型化され、個別部品精度がそれに比例して厳しくなっている。これにより量産品質を一定に保つために各部品の高精度化と組立精度の確保が要求されるようになり構成枚数が多くなると製造に困難が伴うようになってきた。

【 0 0 1 5 】

本発明は 2 枚構成でレンズ系を構成することにより製造を容易にし、色分散機能を発揮する回折光学面を最適に配置することで前述の問題を解決し、2 枚構成から成る F 値が 3 以下の高性能大口径比撮像レンズを提供するものである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【図 1】実施例 1 に関わる撮像レンズの構成図である。

【図 2】実施例 1 に関わる撮像レンズの収差図である。

【図 3】実施例 1 に関わる第 2 レンズ第 1 面に回折光学面を配した場合の回折効率を表す図である。

【図 4】実施例 1 に関わる第 1 レンズ第 2 面に回折光学面を配した場合の回折効率を表す図である。

【図 5】実施例 2 に関わる撮像レンズの収差図である。

【図 6】実施例 3 に関わる撮像レンズの収差図である。

【図 7】比較例に関わる撮像レンズの収差図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0017】

以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。先ず本発明の代表例として実施例 1 を詳細に説明する。以下の各実施例においては重複する説明を省略する。

【実施例 1】

【0018】

図 1 に本発明の実施例 1 に関わる撮像レンズの構成図を示す。

【0019】

実施例 1 の撮像レンズは図 1 に示す通り、物体側より順に、第 1 レンズ、絞り R 4、第 2 レンズを具備するレンズ系から構成されており、第 1 レンズの第 1 面が凸面、第 2 面が凹面で構成され、第 2 レンズの第 1 面が凹面、第 2 面が凸面で構成され、レンズの各々の面が非球面で構成されかつ第 2 レンズの第 1 面に色分散機能を有する回折光学面が配置されている。レンズは非球面形成の容易さと最適な分散を得るために材質としてシクロオレフィン系またはポリカーボネート系のプラスチックを使用している。

20

【0020】

本実施例においては、第 1 レンズと第 2 レンズとの間に光量を制御するための鏡枠に相当する仮想面 R 3、R 5 が配置されその中間に絞り R 4 が配されており、撮像レンズの第 2 レンズ第 2 面 R 7 と結像面 S との間に平行平面 R 8、R 9 で構成されるカバーガラスが配されている。また、図 1 において d 1、d 2・・・d 9 は面間隔を、X は光軸をそれぞれ表している。

【0021】

30

なお、レンズ面 R 1、R 2、R 6 及び R 7 は数 1 で表される基本となる非球面で構成され、レンズ面 R 6 には基本となる非球面の上に数 2 で表される光路差関数としての回折光学面が形成されている。

【0022】

【数 1】

非球面形状式

$$Z = \frac{\frac{Y^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - K \times \frac{Y^2}{R^2}}} + \sum_{i=2}^{10} A_{2i} \times Y^{2i}$$

ただし、

Z : 光軸からのX軸方向（像面方向が正）の変移

Y : 光軸からの高さ

 A_{2i} : 非球面係数（ $i = 1 \sim 10$ ）

K : 離心率

R : 非球面の近軸曲率半径

10

【0023】

【数 2】

$$P = \sum_{i=1}^5 B_{2i} Y^{2i}$$

ただし、

P : 光路差（単位：波長）

 B_{2i} : 光路差関数係数（ $i = 1 \sim 5$ ）

20

【0024】

また、実施例 1 の撮像レンズは以下の条件式を満足するような構成になっている。

$$(1) -0.11 < (L/R) / (V1/V2) < -0.07$$

$$(2) 0.09 < De/f \leq 0.155$$

ただし、

R : 第 2 レンズ第 1 面の平均曲率半径

なお、平均曲率半径とは非球面の光軸方向の変位を最小二乗法で近似した球面の曲率半径を表す。

L : 絞りから第 2 レンズ第 1 面までの距離

V1 : 第 1 レンズ材質の e 線のアッペ数

V2 : 第 2 レンズ材質の e 線のアッペ数

De : 第 1 レンズ第 1 面及び第 1 レンズ第 2 面のそれぞれの有効径に於ける光軸方向の距離

f : 全系の焦点距離

以下、本発明の骨子の詳細を説明する。

30

40

【0025】

まず、本撮像レンズの基本構成は、物体側より順に、第 1 面が凸面、第 2 面が凹面からなる第 1 レンズ、絞り、第 1 面が凹面、第 2 面が凸面からなる第 2 レンズにより構成されており、レンズの各々の面が非球面で構成されかつ第 2 レンズの第 1 面に色分散機能を有する回折光学面が配置されている。

【0026】

広画角に対して良好に収差補正を行うためには像面湾曲を良好に補正することが必要で

50

あり、像面湾曲補正を目的とし負のパワーをもった面を絞りに近い位置に配置することによりベッツバール和を小さくし、負のパワーを有した面を絞りの両側に配置し第1レンズの第1面と第2レンズの第2面を凸面にすることにより、系全体が絞りを挟んでコンセン
トリックに近い構成になることでディストーションを良好に保つことが可能となる。

【0027】

しかし、2枚構成では軸上色収差に関して補正手段がなく、色のにじみが発生し結果として空間周波数の高い領域での解像性能が劣化してしまう。本発明はこの問題を、色分散機能を有する回折光学面を配することで解決を図ったものである。

【0028】

回折光学面は光路差関数で定義される光路差を発生させるレリーフにより構成されるものであり、通常ガラスの分散がe線のアップペ数で25から80であるのに対して同約-3.5と逆符号でおおよそ一桁大きな分散を示す性質がある。また、ガラス等の一般の光学材料で色収差を補正する場合少なくとも2種類の分散の異なる材料を組み合わせることでレンズを構成する必要があるが、回折光学面をレンズに1面配置するだけで前述の大きな色分散機能を発揮し効果的に色収差補正を実現することが可能である。後述の表8は本発明の実施例1と比較例として回折光学面が無い本発明に類似した構成のレンズの軸上色収差を比較したものであるが、比較例のg線からc線までのスペクトル線の波長における軸上色収差の広がりが0.025mmに対し実施例1の同広がりは0.006mmと約1/4の大きさになっており、色収差が極めて良好に補正されていることが判る。

【0029】

一方、回折光学面は設計基準波長に対しては回折効率が極めて高いが、設計基準波長を外れたり光線入射角が大きくなると回折効率が低下したりする欠点があるので、これらの欠点の影響が出来る限り小さくなるような設計が要求される。

【0030】

回折光学面を用いない一般的なガラス等で構成されるレンズ系は色収差を補正するために用いられる色収差補正面等の光学要素は絞りに比較的近い位置に配するのが一般的である。回折光学面も同様に絞りに近い位置に配することで軸上、軸外共に色収差補正が可能である。しかし、実施例1のようにF/2.8というように比較的大口径比で画角が大きくなると光線入射角が大きくなることで回折効率の急激な低下を招き周辺部のコントラストを大きく低下させることになる。

【0031】

本発明は大きな画角に対応するために絞りから適宜離れた凹面に回折光学面を配することでこの問題の解決を図っている。前述の光線入射角の変化により回折効率が低下する問題を解決するためには絞りを挟みコンセントリックに近い面に回折光学面を配することが望ましいが、本発明の構成では絞りの直後にある第2レンズの第1面に回折光学面を配している。

【0032】

本発明の撮像レンズは主に携帯電話に搭載されるカメラ用撮像レンズユニットを想定しており、撮像素子が要求する光線入射角の制約とコンパクト化を同時に成立するために、絞り位置を出来るだけ物体側に寄せることが必要である。しかし、絞りを第1レンズの前に置くと第1レンズ第2面により上側光線が大きく跳ね上げられ収差補正が困難となるため、結果として第1レンズ第2面の近傍に配されることとなる。また、同様な理由により第2レンズ第2面により撮像素子の特性に合わせて光線射出角を制御するため第2レンズの厚みが大きくなる。一方、回折光学素子は分散が非常に大きいため絞りから遠くに配置すると倍率の色収差が大きくなりすぎて補正が過剰になる欠点を持っている。

【0033】

以上のような理由により本発明に於いて回折光学面を配する位置は絞りの直後の第2レンズ第1面が最適であるとの結論に至った。しかし、回折光学面が絞りからやや離れた位置にあることと色収差以外の光線収差補正との兼ね合いから倍率の色収差に影響が出るため、第1レンズと第2レンズの分散を適正にとることによって軸上色収差と倍率の色収差

10

20

30

40

50

を最適に補正することが可能である。

【0034】

条件式(1)は絞りと回折光学面の位置関係を表すものであり、色収差をおよび他の光線収差を良好に補正しかつ良好な回折効率を保つために一定の関係がある。また、絞りと回折光学面との距離は第2レンズの材料の分散の大きさにより異なり、倍率の色収差補正の観点から2つのレンズ材質のアッペ数の比 V_1/V_2 と回折光学面の平均曲率半径及び絞りから回折光学面までの距離の3要素のバランスで最適値が定まり、 $(L/R)/(V_1/V_2)$ の値は大凡一定の値をとることが好ましい。条件式(1)はこのバランスに関わるものであり、 $(L/R)/(V_1/V_2)$ の値が大きくなると相対的にレンズ面が絞りに近づくか面の平均曲率半径が大きくなり倍率の色収差が補正不足となるため (V_1/V_2) の値を小さくすることで倍率の色収差を最適に補正する必要がある。また、 $(L/R)/(V_1/V_2)$ の値が小さくなると前述と逆の現象が起こり、 (V_1/V_2) の値を大きくすることで倍率の色収差を最適に補正しなくてはならない。後述の各実施例によれば (L/R) と (V_1/V_2) はそれぞれに大きく異なる値をとっても、その比である $(L/R)/(V_1/V_2)$ は-0.09前後のほぼ一定の値をとっている。条件式の範囲を外れると軸上色収差補正と倍率の色収差補正を同時に行うことが困難となり、他の収差補正に悪影響を及ぼすこととなり所望の性能を実現できなくなる。

10

【0035】

なお、平均曲率半径とは非球面形状式で与えられた非球面形状を最小二乗法によって導出された球面の曲率半径のことを表す。平均曲率半径を用いることは、非球面における近軸的な曲率半径では屈折面周辺部の形状を正しく表すことが困難で、大きな画角における色収差に影響を与える絞りから離れた回折光学面の影響と条件式との相関関係をよりの確に表すために有用である。

20

【0036】

条件式(2)は第1レンズ縁厚にかかわる条件で、携帯電話用撮像レンズ等の特に小型の撮像レンズに特有な制約であり、機構上の制約と性能との関係を表している。本発明が主に対象としているのは口径比 $F2.8$ 前後、最大半画角： $\omega = 33^\circ$ 前後の非常に小型の撮像レンズである。本発明のようなレンズ構成は絞りを挟んでコンセントリックに近い形状に屈折面が配置されるため一般的に非点収差、コマ収差、ディストーションなどの補正に有利であるが、撮像素子の要求する光線入射角に合わせて射出光線角を一定の条件に合わせるため絞りに対してパワー配置の非対称性が大きくなり収差の補正バランスが崩れてしまう。それに加え光学回折面が絞りに対して非対称に配置されるため結果として絞り位置が像面からより遠い位置に配置されるような構成になる。この結果軸外収差補正を良好に行うためには第1レンズの厚みを薄くすることが好ましいが、前述の使用目的のような場合大きな口径比と広い画角のため相対的に縁厚が薄くなり機構上レンズの厚みに制約が生ずることとなる。

30

【0037】

また、第1レンズの縁厚を増大させることは、大きな口径比と広い画角の影響により機構上の制約だけではなく第1レンズ第1面及び第2レンズ第2面の有効径内における法線角度が増大することとなり、特にレンズの成型加工上の問題を引き起こす要因となる。よって、条件式(2)において D_e が下限を下回ると機構上レンズを保持できなくなり、 D_e が上限を超えると性能が低下すると共にレンズ面の法線角が大きくなりレンズの成型加工上問題が生じる結果となる。

40

【0038】

回折光学面を備えた2枚構成のレンズは既に特開2004-191844号公報ならびに特開2008-89949号公報等により公知であるが、何れも回折光学面を持たない基本構成レンズに回折光学面を付加した例であり回折光学面の配置位置及びその形状が明確に規定されていない。大きな分散を有する回折光学面はその特質からレンズ構成と配置位置及びその形状を最適化しないと有効的な効果を上げることが困難である。単色光や画角が小さいなどの特定条件においては回折光学面の配置に関する自由度は大きい、当該

50

実施例のように白色光かつ広画角の撮像レンズにおいて回折光学面を有効に作用させるためには本発明の形態が最適である。また、本発明の目的とする白色光かつ広画角の撮像レンズに関わるレンズは特開平 10 - 161020 号公報等により公知であるが何れも F ナンバー：8 程度と口径比が小さく本発明のような大口径比のレンズに求められるような性能や機構的な条件が大きく異なるため条件式 (2) のような制約が課されない。

【0039】

本発明の回折光学面の位置は絞り直後の面間隔 L の位置に配されている。これは軸外光束の光線の入射角の変化を出来るだけ小さくするためである。光線収差的には、第 1 レンズの第 2 面に回折光学面を配しても設計は可能であるが、回折光学面への主光線の入射角の変化が大きくなり回折効率が低下する問題がある。実施例 1 において、第 1 レンズ第 2 面と第 2 レンズ第 1 面のそれぞれについて主光線入射角より回折効率を比較したものを図 3 および図 4 に示す。これより画角が大きくなると回折効率が低下することが判るが第 2 レンズ第 1 面に回折光学面を配した方が回折効率の低下が小さいことが解る。

【0040】

実施例 1 では、 $R = -0.354$ 、 $L/R = -0.168$ 、 $V1/V2 = 1.873$ 、 $(L/R)/(V1/V2) = -0.090$ 、 $De = 0.107$ であり、条件式 (1) および条件式 (2) に規定される範囲にある。

【0041】

表 1 に、本実施例 1 の各レンズの曲率半径 R (mm)、各面の光軸上の面間隔 d (mm)、レンズ材質の e 線における屈折率 n およびアッベ数 v を示す。また、表の下段に本実施例 1 の全系の焦点距離 f、F ナンバー、半画角 ω 、ならびに条件式 (1) および条件式 (2) に対応する値を示す。なお、表 1 及び以下の表において、各記号に対応する番号は物体側から順次増加するようになっている。

【0042】

【表 1】

実施例 1

面データ

面番号	R	d	n	v	有効径
物面	∞	∞			
1	0.2838	0.2536	1.52732	56.2	0.248
2	0.3482	0.0296			0.125
3	∞	0.0036			0.121
4 (絞り)	∞	0.0036			0.120
5	∞	0.0560			0.120
6 (回折光学面)	-0.4581	0.2857	1.58820	30.0	0.149
7	-0.3959	0.0400			0.290
8	∞	0.1100	1.51872	64.2	0.387
9	∞	0.4670			0.417
像面	∞				

$f = 1.000$ 、 $Fno = 2.8$ 、 $\omega = 32.7^\circ$ 、 $R = -0.354$ 、 $L/R = -0.168$ 、 $V1/V2 = 1.873$ 、 $(L/R)/(V1/V2) = -0.090$ 、 $De = 0.107$

【0043】

表 2 に本実施例 1 における非球面係数と回折光学面における光路差関数の各定数の値を

示す。

【 0 0 4 4 】

【 表 2 】

実施例 1

非球面データ

第 1 面

非球面係数

$$K = 0.2520$$

$$A4 = -0.43488903D+00$$

$$A6 = 0.71816950D+01$$

$$A8 = -0.56036263D+03$$

$$A10 = 0.12293064D+05$$

$$A12 = -0.11258887D+06$$

10

第 2 面

非球面係数

$$K = -5.8002$$

$$A4 = 0.23209346D+02$$

$$A6 = -0.12518102D+03$$

$$A8 = 0.13067697D+06$$

$$A10 = -0.16164518D+08$$

$$A12 = 0.86940577D+09$$

$$A14 = -0.15905823D+11$$

20

第 6 面 (回折光学面)

非球面係数

$$K = 1.6998$$

$$A4 = -0.93754597D+01$$

$$A6 = -0.66587481D+03$$

$$A8 = 0.82790853D+05$$

$$A10 = -0.46757322D+07$$

$$A12 = 0.64309149D+08$$

$$A14 = 0.71919002D+08$$

30

光路差関数係数

$$B2 = -0.14149037D+03$$

$$B4 = -0.91515493D+04$$

$$B6 = 0.70169346D+06$$

$$B8 = -0.19367624D+08$$

$$B10 = -0.25669963D+09$$

$$\text{光路差関数の最適波長 } \lambda_0 = 520.0 \text{ nm}$$

40

第7面

非球面係数

$$K = 0.7780$$

$$A4 = 0.94191399D+00$$

$$A6 = -0.82686301D+02$$

$$A8 = 0.27932274D+04$$

$$A10 = -0.57295447D+05$$

$$A12 = 0.59642326D+06$$

$$A14 = -0.25559621D+07$$

10

【実施例2】

【0045】

本実施例2に関わる撮像レンズは実施例1と略同様のレンズ構成となっているが、第1レンズと第2レンズのアッペ数が等しく、平均曲率半径Rの絶対値が大きくなり絞りから第2レンズ第1面までの距離Lが小さくなることによりL/Rの値が相対的に小さくなっている。その結果、実施例2では、 $R = -0.546$ 、 $L/R = -0.092$ 、 $V1/V2 = 1.0$ 、 $(L/R)/(V1/V2) = -0.092$ 、 $De = 0.139$ となり、条件式(1)および条件式(2)に規定される範囲にある。

【0046】

20

表3に、本実施例2の各レンズの曲率半径R(mm)、各面の光軸上の面間隔d(mm)、レンズ材質のe線における屈折率nおよびアッペ数vを示す。また、表の下段に本実施例1の全系の焦点距離f、Fナンバー、半画角 ω 、ならびに条件式(1)および条件式(2)に対応する値を示す。なお、表1及び以下の表において、各記号に対応する番号は物体側から順次増加するようになっている。

【0047】

【表3】

実施例2

面データ

面番号	R	d	n	v	有効径
物面	∞	∞			
1	0.3471	0.2984	1.53690	56.3	0.284
2	0.3592	0.0338			0.127
3	∞	0.0070			0.119
4(絞り)	∞	0.0070			0.132
5	∞	0.0432			0.144
6(回折光学面)	-0.6135	0.5206	1.53690	56.3	0.172
7	-0.3559	0.0400			0.382
8	∞	0.1200	1.51872	64.2	0.504
9	∞	0.5258			0.529
像面	∞				

30

40

$$f = 1.000, Fno = 2.8, \omega = 34.7^\circ, R = -0.546, L/R = -0.092, V1/V2 = 1.0, (L/R)/(V1/V2) = -0.092, De = 0.139$$

【0048】

50

表 4 に本実施例 2 における非球面係数と回折光学面における光路差関数の各定数の値を示す。

【 0 0 4 9 】

【表 4】

実施例 2

非球面データ

第 1 面

非球面係数

$$K = 0.4036$$

10

$$A4 = 0.12169939D+00$$

$$A6 = -0.93301300D+01$$

$$A8 = 0.13332965D+03$$

$$A10 = -0.19423211D+03$$

$$A12 = -0.88556149D+04$$

第 2 面

非球面係数

$$K = 0.2677$$

20

$$A4 = 0.18363733D+022$$

$$A6 = -0.37558947D+043$$

$$A8 = 0.59119907D+066$$

$$A10 = -0.38398140D+088$$

$$A12 = 0.93286359D+099$$

第 6 面(回折光学面)

非球面係数

$$K = -1.6530$$

30

$$A4 = -0.98766223D+01$$

$$A6 = 0.92914029D+03$$

$$A8 = -0.75898267D+05$$

$$A10 = 0.25710442D+07$$

$$A12 = -0.30149271D+08$$

光路差関数係数

40

$$B2 = -0.13772708D+03$$

$$B4 = 0.19272869D+04$$

$$B6 = -0.29019397D+05$$

$$B8 = -0.12414953D+07$$

光路差関数の最適波長 $\lambda_0 = 520.0\text{nm}$

第7面

非球面係数

$$K = -0.1715$$

$$A4 = 0.18068764D+00$$

$$A6 = 0.11139511D+02$$

$$A8 = -0.20344444D+03$$

$$A10 = 0.16444093D+04$$

$$A12 = -0.51546144D+04$$

10

【実施例3】

【0050】

本実施例3に関わる撮像レンズは実施例1と略同様のレンズ構成となっているが、実施例1と比較して絞りから光学回折面までの距離Lがより大きく第1レンズの縁厚Deがより大きくなることで構造的な構造及びレンズ加工を容易にしている。その結果、実施例3では、 $R = -0.424$ 、 $L/R = -0.165$ 、 $V1/V2 = 1.877$ 、 $(L/R)/(V1/V2) = -0.088$ 、 $De = 0.155$ となり、条件式(1)および条件式(2)に規定される範囲にある。

【0051】

表5に、本実施例3の各レンズの曲率半径R(mm)、各面の光軸上の面間隔d(mm)、レンズ材質のe線における屈折率nおよびアッベ数vを示す。また、表の下段に本実施例1の全系の焦点距離f、Fナンバー、半画角 ω 、ならびに条件式(1)および条件式(2)に対応する値を示す。なお、表1及び以下の表において、各記号に対応する番号は物体側から順次増加するようになっている。

20

【0052】

【表5】

実施例3

面データ

面番号	R	d	n	v	有効径
物面	∞	∞			
1	0.3467	0.2994	1.53690	56.3	0.283
2	0.3988	0.0258			0.127
3	∞	0.0064			0.122
4(絞り)	∞	0.0064			0.121
5	∞	0.0637			0.121
6(回折光学面)	-0.5722	0.3900	1.58820	30.1	0.161
7	-0.3934	0.0400			0.340
8	0.0	0.1100	1.51872	64.2	0.435
9	0.0	0.4934			0.459
像面	∞				

30

40

$$f = 1.000, Fno = 2.8, \omega = 33.0^\circ, R = -0.424, L/R = -0.165, V1/V2 = 1.877, (L/R)/(V1/V2) = -0.088, De = 0.155$$

【0053】

表6に本実施例3における非球面係数と回折光学面における光路差関数の各定数の値を示

50

す。

【 0 0 5 4 】

【 表 6 】

実施例 3

非球面データ

第 1 面

非球面係数

$K = 0.3090$

$A4 = -0.43065357D+00$

$A6 = 0.30599768D+02$

$A8 = -0.13948844D+04$

$A10 = 0.31090212D+05$

$A12 = -0.34073731D+06$

$A14 = 0.14754447D+07$

10

第 2 面

非球面係数

$K = -0.6094$

$A4 = 0.90255551D+01$

$A6 = -0.12133389D+04$

$A8 = 0.26032200D+06$

$A10 = -0.22470476D+08$

$A12 = 0.88953894D+09$

$A14 = -0.12651037D+11$

20

30

第 6 面 (回折光学面)

非球面係数

$K = 8.4549$

$A4 = -0.10489025D+02$

$A6 = 0.47241207D+03$

$A8 = -0.15413041D+05$

$A10 = 0.58574737D+06$

$A12 = -0.28760257D+08$

$A14 = 0.39112018D+09$

40

光路差関数係数

$$B2 = -0.17633824D+03$$

$$B4 = -0.11521691D+05$$

$$B6 = 0.41945514D+06$$

$$B8 = -0.23956993D+05$$

$$B10 = -0.35933658D+09$$

光路差関数の最適波長 $\lambda_0 = 500.0\text{nm}$

10

第 7 面

非球面係数

$$K = 0.2773$$

$$A4 = 0.28085742D+00$$

$$A6 = -0.62714401D+00$$

$$A8 = -0.41109426D+02$$

$$A10 = 0.51395752D+03$$

$$A12 = -0.25143089D+04$$

20

【 0 0 5 5 】

光学回折面の効果を比較する比較例に基づいて説明すると、回折光学面無しで出来るだけ色収差が小さくなるようなレンズ材質を使用しかつ実施例に近いレンズ構成としたので、光学回折面を持たないものの実施例 2 に類似した形態となっている。

【 0 0 5 6 】

表 7 に、比較例の各レンズの曲率半径 R (mm)、各面の光軸上の面間隔 d (mm)、レンズ材質の e 線における屈折率 n およびアッペ数 v を示す。また、表の下段に比較例の全系の焦点距離 f 、F ナンバー、半画角 ω に対応する値を示す。

【 0 0 5 7 】

【表 7】

30

比較例

面データ

面番号	R	d	n	v	有効径
物面	∞	∞			
1	0.4212	0.3129	1.53690	56.3	0.317
2	0.4425	0.0448			0.147
3	∞	0.0078			0.126
4 (絞り)	∞	0.0078			0.127
5	∞	0.0179			0.127
6	-0.9877	0.5779	1.53690	56.3	0.136
7	-0.3799	0.0447			0.381
8	∞	0.1341	1.51872	64.2	0.478
9	∞	0.5933			0.507

40

$$f = 1.000, F \# = 2.8, \omega = 34.7^\circ$$

【 0 0 5 8 】

表 8 に比較例における非球面係数と回折光学面における光路差関数の各定数の値を示す

50

。

【 0 0 5 9 】

【 表 8 】

比較例

非球面データ

第 1 面

非球面係数

$$K = 0.6732$$

$$A4 = 0.21623648D+00$$

$$A6 = -0.50458728D+01$$

$$A8 = 0.90255327D+02$$

$$A10 = -0.75163854D+03$$

$$A12 = 0.21659529D+04$$

10

第 2 面

非球面係数

$$K = 0.7226$$

$$A4 = 0.27453671D+02$$

$$A6 = -0.44160067D+04$$

$$A8 = 0.42152830D+06$$

$$A10 = -0.17501868D+08$$

$$A12 = 0.27520845D+09$$

20

第 6 面

非球面係数

$$K = -38.4264$$

$$A4 = -0.71023326D+01$$

$$A6 = 0.87632937D+02$$

$$A8 = -0.66055242D+04$$

$$A10 = 0.52419451D+06$$

$$A12 = -0.88944774D+07$$

30

第 7 面

非球面係数

$$K = -0.8352$$

$$A4 = -0.13488359D+01$$

$$A6 = 0.95086666D+01$$

$$A8 = -0.23332497D+03$$

$$A10 = 0.15916120D+04$$

$$A12 = -0.54166338D+04$$

40

【 0 0 6 0 】

表 9 に実施例 1、実施例 2、実施例 3 及び比較例の軸上色収差量を示す。なお、色収差量は e 線の波長 546.1 nm を基準として波長 435.8 nm から 656.3 nm の範

50

図における色収差の幅を「広がり」として表す。数値は単位がmmである。

【 0 0 6 1 】

【表 9】

軸上色収差比較表

スペクトル線	g	F	e	d	C	広がり
実施例_1	-0.0060	-0.0018	0.0000	-0.0003	-0.0027	0.0060
実施例_2	-0.0033	-0.0002	0.0000	-0.0011	-0.0074	0.0074
実施例_3	-0.0018	0.0002	0.0000	-0.0017	-0.0065	0.0067
比較例	-0.0164	-0.0074	0.0000	0.0039	0.0088	0.0252

10

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 2 】

以上のように、本発明の撮像レンズによれば、回折光学面を最適な位置に配することにより、2枚の構成枚数で色収差を極めて良好に補正することが可能であり、かつ、その他の収差を実用的なレベルまで補正することが可能であり、生産効率が高く、電子式受光素子に十分な明るさをもった大口径で高画質に対応した低コストのレンズを提供できる。特に、小型化、低価格化の要求が強い携帯電話搭載用の撮像レンズの分野では効果が大きい。

20

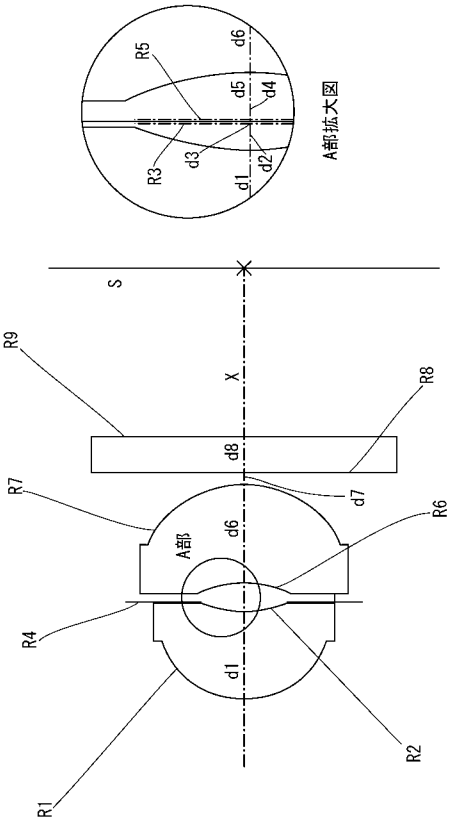
【符号の説明】

【 0 0 6 3 】

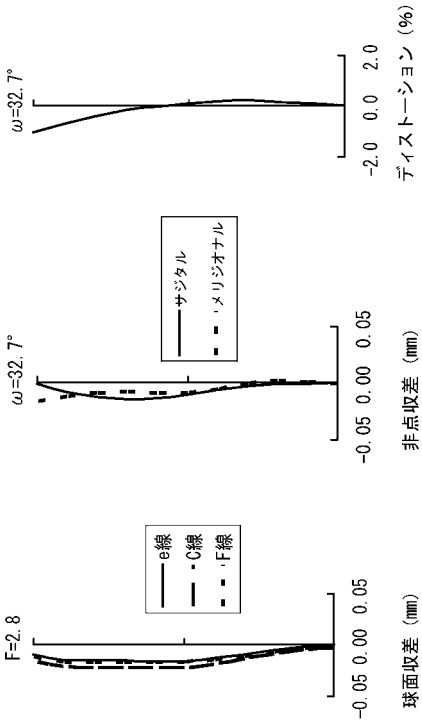
- R 1 第1レンズ第1面の非球面
- R 2 第1レンズ第2面の非球面
- R 3、R 5 光束を制御するための鏡枠に相当する仮想面
- R 4 絞り
- R 6 第2レンズ第1面の回折光学面が形成された非球面
- R 7 第2レンズ第2面の非球面
- R 8、R 9 カバーガラスの曲率半径
- d 1 ~ d 8 軸上面間隔
- X 光軸
- S 結像面

30

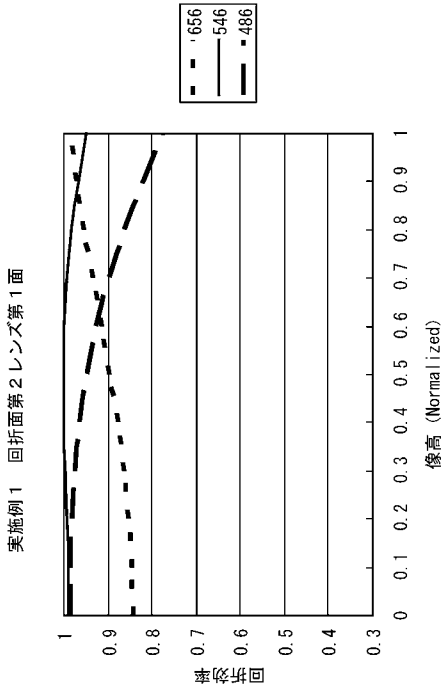
【図 1】



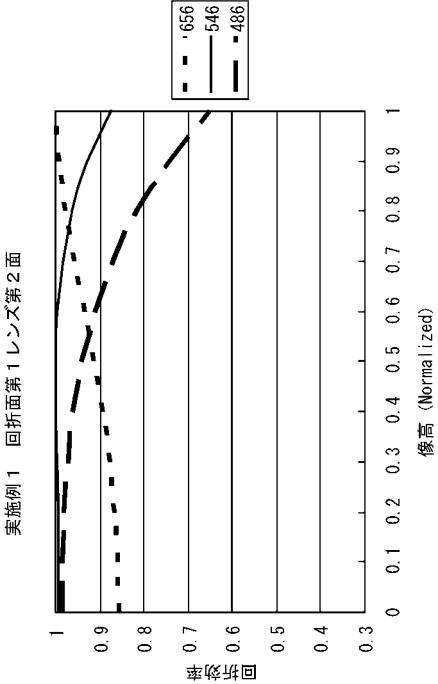
【図 2】



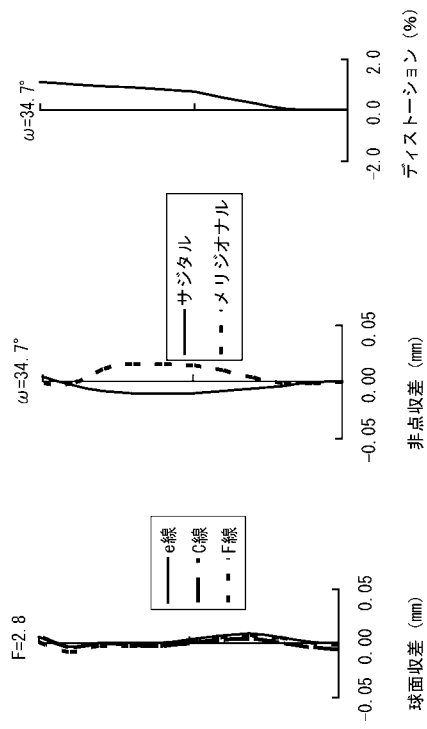
【図 3】



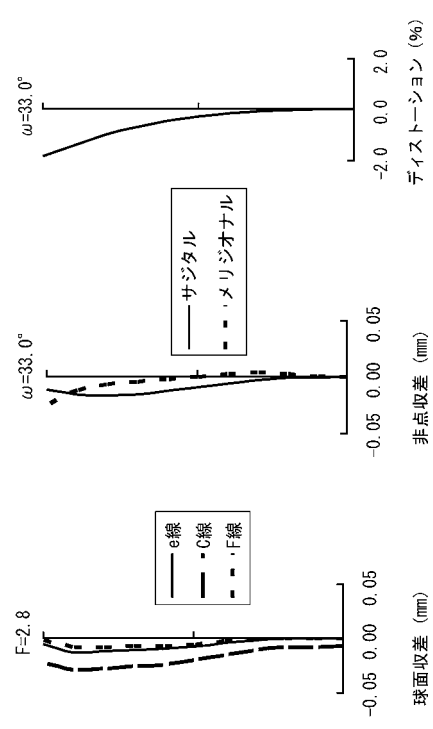
【図 4】



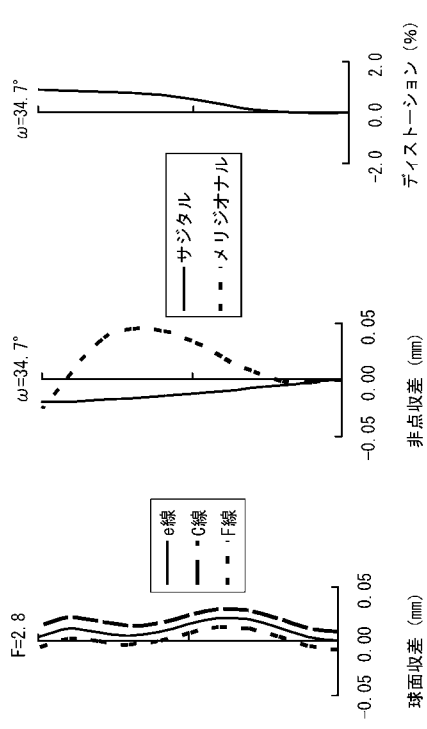
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 松岡 和雄

埼玉県さいたま市大宮区堀の内町 3 丁目 2 8 1 番地 1 0

審査官 原田 英信

(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 2 9 2 2 7 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8

G 0 2 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4

G 0 2 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4