

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4845926号
(P4845926)

(45) 発行日 平成23年12月28日(2011.12.28)

(24) 登録日 平成23年10月21日(2011.10.21)

(51) Int.Cl.

F 1

GO2B 13/00	(2006.01)	GO2B 13/00
GO2B 13/18	(2006.01)	GO2B 13/18
HO4N 5/225	(2006.01)	HO4N 5/225

D

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-139083 (P2008-139083)
(22) 出願日	平成20年5月28日 (2008.5.28)
(65) 公開番号	特開2009-288377 (P2009-288377A)
(43) 公開日	平成21年12月10日 (2009.12.10)
審査請求日	平成22年11月16日 (2010.11.16)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	000005810 日立マクセル株式会社 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号
(74) 代理人	100103894 弁理士 家入 健
(72) 発明者	中西 正貴 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立 マクセル株式会社内
(72) 発明者	皆川 良明 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立 マクセル株式会社内

審査官 井上 信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】レンズユニット及びカメラモジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より順に、

正のパワーを有し、物体側及び像側の両面が凸である第1レンズと、

負のパワーを有し、像側の面が凹である第2レンズと、

負のパワーを有し、像側に凸のメニスカスレンズである第3レンズと、

物体側に凸のメニスカスレンズである第4レンズと、からなるレンズ群を有し、絞りが前記第1レンズの物体側に配置され、撮像面が平面状である撮像素子に結像させるレンズユニットであって、

前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズ及び前記第4レンズは、物体側及び像側の少なくとも一方の面は、非球面形状を有し、

前記第2レンズのアッベ数を 2、前記第3レンズのアッベ数を 3とした場合に、以下の数式(1)、(2)を満たし、

$$2 < 3.5 \dots \dots \dots (1)$$

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

さらに、前記第3レンズの中心厚を d_3 、前記レンズユニットの全系の焦点距離を f とした場合に、以下の数式(5)を満たす

ことを特徴とするレンズユニット。

$$0.05 < (d_3 / f) < 0.12 \dots \dots \dots (5)$$

【請求項 2】

10

20

請求項 1 に記載のレンズユニットにおいて、

$$(d_3 / f) < 0.10$$

を満たすことを特徴とするレンズユニット。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載のレンズユニットにおいて、

$$0.07 < (d_3 / f)$$

を満たすことを特徴とするレンズユニット。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載のレンズユニットにおいて、

前記レンズユニットの全系の焦点距離を f 、前記第 2 レンズの焦点距離を f_2 、前記第 3 レンズの焦点距離を f_3 とした場合に、以下の式 (3)、(4) を満たすことを特徴とするレンズユニット。10

$$-1.0 < (f_2 / f) < 0 \cdots \cdots \cdots (3)$$

$$-8.0 < (f_3 / f) < -2.0 \cdots \cdots \cdots (4)$$

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載のレンズユニットにおいて、

前記第 2 レンズの物体側の面の曲率半径を R_3 、前記レンズユニットの全系の焦点距離を f とした場合に、以下の式 (6) を満たす

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載のレンズユニット。

$$-0.05 < (f / R_3) < 0.1 \cdots \cdots \cdots (6)$$

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載のレンズユニットにおいて、

前記第 1 レンズの像側の面の曲率半径を R_2 、前記レンズユニットの全系の焦点距離を f とした場合に、以下の式 (7) を満たす

ことを特徴とするレンズユニット。

$$-1.5 < f / R_2 < -0.7 \cdots \cdots \cdots (7)$$

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載のレンズユニットにおいて、

前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズ、前記第 3 レンズ及び前記第 4 レンズは、樹脂製である

ことを特徴とするレンズユニット。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載のレンズユニットを有するカメラモジュール。

【請求項 9】

物体側より順に、

正のパワーを有し、物体側及び像側の両面が凸である第 1 レンズと、

負のパワーを有し、像側の面が凹である第 2 レンズと、

負のパワーを有し、像側に凸のメニスカスレンズである第 3 レンズと、

物体側に凸のメニスカスレンズである第 4 レンズと、からなるレンズ群を有し、絞りが前記第 1 レンズの物体側に配置されたレンズユニットと、

前記第 4 レンズの像側に配置され、撮像面が平面状である撮像素子と、を備えたカメラモジュールであって、

前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズ、前記第 3 レンズ及び前記第 4 レンズは、物体側及び像側の少なくとも一方の面は、非球面形状を有し、

前記第 2 レンズのアッペ数を 2、前記第 3 レンズのアッペ数を 3 とした場合に、以下の式 (1)、(2) を満たし、

$$2 < 3.5 \cdots \cdots \cdots (1)$$

$$3 < 3.5 \cdots \cdots \cdots (2)$$

さらに、前記第 3 レンズの中心厚を d_3 、前記レンズユニットの全系の焦点距離を f とした場合に、以下の式 (5) を満たす

10

20

30

40

50

ことを特徴とするカメラモジュール。

0.05 < (d₃ / f) < 0.12 · · · · · (5)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レンズユニット及びカメラモジュールに関するものであり、特に、4枚の撮像レンズからなるレンズユニット及び当該レンズユニットを有するカメラモジュールに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、撮像素子が小型化されるとともに、高画素化されている。そのため、ピクセルピッチがより狭くなっている。これに伴い、カメラモジュールの小型化・高画質化が望まれている。カメラモジュールの小型化を実現するには、レンズユニットを2枚レンズ構成とすることが望ましい。しかし、2枚レンズ構成のレンズユニットでは、十分に高画質の画像を撮像することが困難である。そこで、カメラモジュールの高画質化を実現するため、4枚の撮像レンズからなるレンズユニットの開発が行われている。

【0003】

例えば、特許文献1には、4枚の撮像レンズからなるレンズユニットにおいて、色収差を補正する技術が記載されている。

【特許文献1】特開2007-225833号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の技術では、軸上色収差を十分に補正できていない。そのため、カメラモジュールを十分に高画質化することができない。

【0005】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、より高画質画像の撮像を可能にするレンズユニット及びカメラモジュール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】

【0006】

20

本発明にかかるレンズユニットは、物体側より順に、正のパワーを有し、物体側及び像側の両面が凸である第1レンズと、負のパワーを有し、像側の面が凹である第2レンズと、負のパワーを有し、像側に凸のメニスカスレンズである第3レンズと、物体側に凸のメニスカスレンズである第4レンズと、を備え、前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズ及び前記第4レンズは、物体側及び像側の少なくとも一方の面は、非球面形状を有し、前記第2レンズのアッベ数を2、前記第3レンズのアッベ数を3とした場合に、以下の式(1)、(2)を満たすものである。

$$2 < 3.5 \cdots \cdots \cdots (1)$$

$$3 < 3.5 \cdots \cdots \cdots (2)$$

【0007】

30

本発明においては、第2レンズ及び第3レンズのアッベ数がともに3.5未満となっているため、第1レンズによって発生する軸上色収差を第2レンズで補正するとともに、第2レンズにおいて補正できなかった軸上色収差を第3レンズで補正することができる。これにより、レンズユニットの全系における軸上色収差をより低減することができる。そして、レンズユニットの解像度を向上することができる。そのため、より高画質な画像を撮像可能なレンズユニットを提供できる。

【0008】

また、前記レンズユニットの全系の焦点距離をf、前記第2レンズの焦点距離をf₂、前記第3レンズの焦点距離をf₃とした場合に、以下の式(3)、(4)を満たすことが好ましい。

40

50

$$\begin{aligned} -1.0 & f_2/f & 0 \dots \dots \dots (3) \\ -8.0 & f_3/f & -2.0 \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

【0009】

f_2/f が 0 より大きくなると、第 2 レンズのパワーが正となってしまい、軸上色収差を補正することができない。また、 f_2/f が -1.0 未満となると、第 2 レンズのパワーが弱くなり色収差の補正量が不足してしまう。また、 f_2/f が -1.0 未満となると、像面湾曲が発生し、良好な画像を得ることができない。具体的には、 f_2/f が -1.0 未満とするためには、第 2 レンズの像側の面の曲率半径を大きくする必要がある。第 2 レンズの像側の曲率半径を大きくすると、第 2 レンズの有効径付近を透過する光線と、光軸付近を透過する光線とに位相ずれが発生する。そのため、像面湾曲が発生してしまう。

10

また、 f_3/f が -2.0 より大きくなると、第 3 レンズの負のパワーが強くなりすぎ、軸上色収差の補正量が過剰となってしまう。また、負のパワーが強くなるため、光学長が長くなってしまう。また、 f_3/f が -10.0 未満となると、第 3 レンズのパワーが弱くなりすぎ、軸上色収差を十分に補正することができない。

【0010】

さらに、前記第 3 レンズの中心厚を d_3 、前記レンズユニットの全系の焦点距離を f とした場合に、以下の式 (5) を満たすことが好ましい。

$$0.05 < d_3/f < 0.12 \dots \dots \dots (5)$$

d_3/f が 0.12 以上となると、歪曲収差が発生してしまう。そのため、良好な画像を得ることができない。また、 d_3/f が 0.05 以下となると、第 3 レンズのレンズ厚が薄くなりすぎてしまい、製造が困難となる。

20

【0011】

さらに、前記第 2 レンズの物体側の面の曲率半径を R_3 、前記レンズユニットの全系の焦点距離を f とした場合に、以下の式 (6) を満たすことが好ましい。

$$-0.05 < f/R_3 < 0.1 \dots \dots \dots (6)$$

f/R_3 が 0.1 以上又は -0.05 以下となると、像面湾曲が発生してしまう。そのため、良好な画像を得ることができない。

【0012】

また、前記第 1 レンズの像側の面の曲率半径を R_2 、前記レンズユニットの全系の焦点距離を f とした場合に、以下の式 (7) を満たすことが好ましい。

30

$$-1.5 < f/R_2 < -0.7 \dots \dots \dots (7)$$

f/R_2 が -0.7 以上又は -1.5 以下となると、像面湾曲が発生してしまう。そのため、良好な画像を得ることができない。

【0013】

さらにまた、前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズ、前記第 3 レンズ及び前記第 4 レンズは、樹脂製であることが好ましい。これにより、第 1 レンズ、第 2 レンズ、第 3 レンズ、第 4 レンズを鋳型により成形することができ、より容易に製造することができる。また、製造コストを低減することができる。

【0014】

また、絞りが前記第 1 レンズの物体側に配置されることが好ましい。これにより、レンズユニットの物体側のテレセントリック性が向上する。

40

【0015】

本発明にかかるカメラモジュールは、上述のレンズユニットを有するものである。上述のレンズユニットでは、全系における軸上色収差がより低減されているので、レンズユニットの解像度を向上することができる。そのため、より高画質な画像を撮像可能なカメラモジュールを提供できる。

【発明の効果】

【0016】

本発明により、より高画質画像の撮像を可能にするレンズユニット及びカメラモジュールを提供することができる。

50

【発明を実施するための最良の形態】**【0017】**

以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、各実施の形態は、説明の便宜上、簡略化されている。図面は簡略的なものであるから、図面の記載を根拠として本発明の技術的範囲を狭く解釈してはならない。図面は、もっぱら技術的事項の説明のためのものであり、図面に示された要素の正確な大きさ等は反映していない。同一の要素には、同一の符号を付し、重複する説明は省略するものとする。上下左右といった方向を示す言葉は、図面を正面視した場合を前提として用いるものとする。

【0018】

10

まず、図1を参照して、カメラモジュールの構成及び機能について説明する。図1は、カメラモジュール100の概略的な構成を示す分解斜視図である。図1に示すように、カメラモジュール100は、レンズユニット101、ホルダー102、撮像素子103、配線基板104、信号処理回路105、フレキシブル配線106、及びコネクタ107を有する。

【0019】

カメラモジュール100は、携帯電話又はノートパソコンといった小型電子機器に組み込まれる。カメラモジュール100は、撮像素子103で撮像した像をコネクタ107から電気信号として出力する。

【0020】

20

レンズユニット101は、鏡筒にレンズが取り付けられた光学部品である。レンズユニット101の外周面にはネジ溝が形成されている。

【0021】

ホルダー102は、レンズユニット101が取り付けられる台座部品である。ホルダー102は、筒部102A及び基部102Bを有する。筒部102Aの内周面にはネジ溝が形成されている。なお、レンズユニット101内のレンズの光軸に対応する開口がホルダー102には形成されている。

【0022】

ホルダー102に形成されたネジ溝に対してレンズユニット101に形成されたネジ溝を噛み合わせた状態で、レンズユニット101を回転させることで、レンズユニット101はホルダー102に取り付けられる。

30

【0023】

撮像素子103は、CCD(Charge Coupled Device)、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)といった一般的な撮像素子である。撮像素子103の撮像面(主面)には複数の画素がマトリクス状に形成されている。撮像素子103は、ホルダー102の基部102Bに設けられた収納空間に収納される。

【0024】

配線基板104は、単層又は複層の配線層を有する板状部材である。貫通電極等を介して上下面の配線は互いに接続される。

【0025】

40

信号処理回路105は、撮像素子103を制御する半導体集積回路である。例えば、信号処理回路105は、撮像素子103に対して信号の蓄積を指示したり、撮像素子103に蓄積された信号を出力させたりする。また、信号処理回路105は、撮像素子103から出力されたアナログ信号をデジタル信号に変換して出力する。

【0026】

フレキシブル配線106は、可撓性を有する配線基板である。フレキシブル配線106の一端には上述の信号処理回路105が接続され、フレキシブル配線106の他端にはコネクタ107が取り付けられる。フレキシブル配線106は、信号の伝送路として機能する。

【0027】

50

コネクタ 107 は、カメラモジュール 100 を他の電子部品（マザーボード又はデーターボード等）に接続させる。

【0028】

なお、フレキシブル配線 106 上には、信号処理回路 105、配線基板 104、撮像素子 103、ホルダー 102、及びレンズユニット 101 がこの順で積層される。また、撮像素子 103、配線基板 104、信号処理回路 105、フレキシブル配線 106、及びコネクタ 107 は、この順で電気的に接続されている。カメラモジュール 100 の具体的な組み立て手順は任意である。

【0029】

カメラモジュール 100 は、次のように動作する。物体側から入射する光は、レンズユニット 101 のレンズを介して撮像素子 103 に入射する。撮像素子 103 は、入射した像を電気信号に変換する。信号処理回路 105 は、撮像素子 103 からの電気信号に対して信号処理（A/D 変換、画像補正処理等）を実行する。信号処理回路 105 から出力される電気信号は、フレキシブル配線 106 及びコネクタ 107 を介して外部の電子機器に接続される。

【0030】

次に、図 2 を参照して、レンズユニット 101 の光学系について説明する。図 2 は、本実施形態にかかるレンズユニット 101 の一例を示したものである。レンズユニット 101 は、図 2 に示すように、光量絞り（絞り）10、第 1 レンズ 11、第 2 レンズ 12、第 3 レンズ 13、第 4 レンズ 14 などを有している。

また、物体側から撮像側に向かって、光量絞り 10、第 1 レンズ 11、第 2 レンズ 12、第 3 レンズ 13、第 4 レンズ 14 の順に配置されている。そして、撮像素子 103 と第 4 レンズ 14 との間に、カバーガラス 15 が配置されている。なお、光量絞り 10 の位置は、第 1 レンズ 11 の物体側に限られない。

【0031】

カバーガラス 15 は、撮像素子 103 に可視光以外の光線が入射しないように、IRC F（赤外線カットフィルター）機能等を有していてもよい。

【0032】

第 1 レンズ 11 は、物体側及び像側の両面が凸のレンズである。第 1 レンズ 11 は、正のパワー（屈折力）を有する。また、第 1 レンズ 11 の少なくとも一方の面は、非球面形状に形成されている。

【0033】

第 2 レンズ 12 は、像側の面が凹のレンズである。第 2 レンズ 12 は、負のパワーを有する。また、第 2 レンズ 12 の少なくとも一方の面は、非球面形状に形成されている。

【0034】

第 3 レンズ 13 は、像側の面が凸のレンズである。第 3 レンズ 13 は、負のパワーを有する。また、第 3 レンズ 13 の少なくとも一方の面は、非球面形状に形成されている。

【0035】

第 4 レンズ 14 は、物体側に凸のメニスカスレンズである。また、第 4 レンズ 14 の少なくとも一方の面は、非球面形状に形成されている。また、第 4 レンズ 14 のパワーは正負のどちらであってもよい。

【0036】

通常、レンズの表面は、球面形状となるように形成される。しかし、レンズの表面を球面ではない非球面形状に形成することにより、収差を補正するために必要なレンズの枚数を少なくすることができ、光学長を短くすることができる。

具体的には、第 1 レンズ 11、第 2 レンズ 12、第 3 レンズ 13 及び第 4 レンズ 14 の少なくとも一方の面形状は、以下に示す数式（8）により規定される。

10

20

30

40

【数1】

$$Y(h) = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)c^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12} + A_{14}h^{14} + A_{16}h^{16} \dots \dots \dots (8)$$

ここで、Yはサグ量、cは曲率、Kは円錐係数、hは光線高さである。また、A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16は、それぞれ、4次、6次、8次、10次、12次、14次、16次の非球面係数である。ただし、曲率cと曲率半径Rとは、c = 1/Rを満たす。

10

【0037】

また、レンズユニット101は、第2レンズ12のアッベ数を2、第3レンズ13のアッベ数を3とした場合、以下の数式(1)、(2)を満たす。

$$2 < 3.5 \dots \dots \dots (1)$$

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

これにより、第1レンズ11によって発生する軸上色収差を第2レンズ12で補正するとともに、第2レンズ12において補正できなかった軸上色収差を第3レンズ13で補正することができる。これにより、レンズユニット101の全系における軸上色収差をより低減することができる。そして、レンズユニット101の解像度を向上することができる。そのため、より高画質な画像を撮像可能なレンズユニット101を提供できる。

20

【0038】

さらに、第2レンズ12及び第3レンズ13のアッベ数は、3.1以下であることが好ましい。また、第2レンズ12及び第3レンズ13のアッベ数は、2.7以下であることがより好ましい。第2レンズ12及び第3レンズ13のアッベ数を3.5未満とし、負のパワーを持たせることにより、軸上色収差を補正することができる。

【0039】

また、レンズユニット101の全系の焦点距離をf、第2レンズ12の焦点距離をf2、第3レンズ13の焦点距離をf3とした場合に、以下の数式(3)、(4)を満たすことが好ましい。

$$-1.0 < f_2/f < 0 \dots \dots \dots (3)$$

$$-8.0 < f_3/f < -2.0 \dots \dots \dots (4)$$

30

【0040】

f_2/f が0より大きくなると、第2レンズ12のパワーが正となってしまい、軸上色収差を補正することができない。また、 f_2/f が-1.0未満となると、第2レンズ12のパワーが弱くなり色収差の補正量が不足してしまう。また、 f_2/f が-1.0未満となると、像面湾曲が発生し、良好な画像を得ることができない。具体的には、 f_2/f が-1.0未満とするためには、第2レンズ12の像側の面の曲率半径を大きくする必要がある。第2レンズ12の像側の曲率半径を大きくすると、第2レンズ12の有効径付近を透過する光線と、光軸付近を透過する光線とに位相ずれが発生する。そのため、像面湾曲が発生してしまう。

40

また、 f_3/f が-2.0より大きくなると、第3レンズ13の負のパワーが強くなりすぎ、軸上色収差の補正量が過剰となってしまう。また、負のパワーが強くなるため、光学長が長くなってしまう。また、 f_3/f が-10.0未満となると、第3レンズ13のパワーが弱くなりすぎ、軸上色収差を十分に補正することができない。

【0041】

さらに、第3レンズ13の中心厚をd3、レンズユニット101の全系の焦点距離をfとした場合に、以下の数式(5)を満たすことが好ましい。

$$0.05 < d_3/f < 0.12 \dots \dots \dots (5)$$

d_3/f が0.12以上となると、歪曲収差が発生してしまう。そのため、良好な画像を得ることができない。また、 d_3/f が0.05以下となると、第3レンズ13のレン

50

ズ厚が薄くなりすぎてしまい、製造が困難となる。

さらに、 d_3/f が 0.07 以上 0.10 以下であることが好ましい。

【0042】

さらに、第2レンズ12の物体側の面の曲率半径を R_3 、レンズユニット101の全系の焦点距離を f とした場合に、以下の式 (6) を満たすことが好ましい。

$$-0.05 < f/R_3 < 0.1 \dots \dots \dots (6)$$

f/R_3 が 0.1 以上又は -0.05 以下となると、像面湾曲が発生してしまう。そのため、良好な画像を得ることができない。

さらに、 $-0.02 < f/R_3 < 0.06$ であることが好ましい。

また、 $0 < f/R_3 < 0.04$ であることがより好ましい。

10

【0043】

また、第1レンズ11の像側の面の曲率半径を R_2 、レンズユニット101の全系の焦点距離を f とした場合に、以下の式 (7) を満たすことが好ましい。

$$-1.5 < f/R_2 < -0.7 \dots \dots \dots (7)$$

f/R_2 が -0.7 以上又は -1.5 以下となると、像面湾曲が発生してしまう。そのため、良好な画像を得ることができない。

さらに、 $-1.4 < f/R_2 < -0.8$ であることが好ましい。

また、 $-1.3 < f/R_2 < -0.9$ であることがより好ましい。

【0044】

さらにまた、第1レンズ11、第2レンズ12、第3レンズ13及び第4レンズ14は、樹脂製であることが好ましい。これにより、第1レンズ11、第2レンズ12、第3レンズ13、第4レンズ14を鋳型により成形することができ、より容易に製造することができる。また、製造コストを低減することができる。

20

【0045】

また、光量絞り10が第1レンズ11の物体側に配置されることが好ましい。これにより、レンズユニット101の物体側のテレセントリック性が向上する。

具体的には、光量絞り10を第1レンズ11の物体側に配置することにより、光量絞り10から第4レンズ14までの距離が長くなる。これにより、第4レンズ14の像側の面に入射する光線の光線高さを高くすることができるため、センサー（撮像素子103）に入射する光線の角度を小さくすることができる。

30

【0046】

【実施例1】

次に、本発明の実施例1について説明する。図3に、本実施例1にかかるレンズユニット201の側面図を模式的に示す。なお、図5において、物体側より光量絞り10をST（絞り面）、第1レンズ21の物体側レンズを第2面、第1レンズ21の像側レンズ面を第3面、第2レンズ22の物体側レンズ面を第4面、第2レンズ22の像側レンズ面を第5面、第3レンズ23の物体側レンズ面を第6面、第3レンズ23の像側レンズ面を第7面、第4レンズ24の物体側レンズ面を第8面、第4レンズ24の像側レンズ面を第9面、カバーガラス15の物体側の面を第10面、カバーガラス15の像側の面を第11面、撮像素子103の撮像面を第12面、撮像素子103の像側面を第13面とする。なお、本実施例では、レンズ材料として第1レンズ21、第2レンズ22、第3レンズ23及び第4レンズ24に樹脂を使用しているが、ガラスを用いてもよい。

40

【0047】

表1及び表2に、本実施例1にかかるレンズデータを示す。

表1は、実施例1にかかるレンズユニット201のそれぞれの面（ST、第2面、・・・、第13面）における曲率半径、面間隔、屈折率（nd）、及びアッベ数（abbe数：d）を示している。

表2は、式(8)で用いられる円錐係数K、非球面係数A4、・・・、A16を示す。そして、表1に示す第2面の曲率半径、及び表2に示す第2面の各係数と式(8)により、第1レンズ21の物体側レンズ面の形状が規定される。同様に、表1に示す第3

50

面～第9面の曲率半径、及び表2に示す第3面～第9面の各係数と、式(8)とにより、それぞれ、第1レンズ21の像側レンズ面、第2レンズ22の物体側レンズ面、第2レンズ22の像側レンズ面、第3レンズ23の物体側レンズ面、第3レンズ23の像側レンズ面、第4レンズ24の物体側レンズ面及び第4レンズ24の像側レンズ面の形状が規定される。

【表1】

	曲率半径	面間隔	nd(屈折率)	νd (abbe数)
ST(絞り面)	Infinity	-0.085		
第2面	1.42	0.680	1.54	56
第3面	-3.43	0.050		
第4面	130.00	0.370	1.62	26.5
第5面	1.58	0.610		
第6面	-1.40	0.300	1.62	26.5
第7面	-1.72	0.070		
第8面	1.67	0.800	1.54	56
第9面	1.97	0.095		
第10面	Infinity	0.300	1.52	64
第11面	Infinity	0.901		
第12面	Infinity	-0.014		
第13面	Infinity			

10

20

【表2】

	第2面	第3面	第4面	第5面	
K	0.607576	-4.962058	-1450.307010	-2.449572	
A4	-0.053015	0.210338	0.179090	0.079186	
A6	0.022751	-0.825480	-0.702801	-0.118242	
A8	-0.327477	1.316125	1.020697	0.364683	
A10	0.550729	-0.396529	0.820744	-0.108565	10
A12	-0.623720	-0.468334	-1.857887	-0.737037	
A14	0.437399	-0.413469	-0.181779	2.759916	
A16	-0.199823	0.505053	0.853968	-2.303462	

	第6面	第7面	第8面	第9面
	-0.607402	-5.098918	-17.947297	0.000000
	0.350864	-0.334692	-0.250887	-0.248126
	-1.226898	0.620020	0.234742	0.098454
	2.203955	-1.114129	-0.097282	-0.032658
	-2.805188	1.427863	0.011398	0.004747
	2.431681	-0.738842	0.006763	-0.000224
	-1.199265	-0.140092	-0.003072	0.000156
	-0.479168	0.168694	0.000390	-0.000046

【0048】

30

また、表3に、実施例1に係るレンズユニット201の光学特性値を示す。表3は、実施例1におけるレンズユニット201の全系の焦点距離 f 、Fナンバー(F No.)、対角画角、軸上色収差(C-f線)、第2レンズ22のアッペ数(2)、第3レンズ23のアッペ数(3)、 f_2/f 、 f_3/f 、 d_3/f 、 f/R_3 を示している。ここで、Fナンバーは、焦点距離 f を入射瞳径で割った値である。また、対角画角は、撮像素子103の対角(像高100%)に結像することができる画角の最大値である。 f_2 は、第2レンズ22の焦点距離、 f_3 は、第3レンズ23の焦点距離、 d_3 は、第3レンズ23のレンズ厚(レンズ中心厚)、 R_3 は、第2レンズ22の物体側レンズ面の曲率半径である。

20

【表3】

f	3.591	mm
F No	2.8	
光学長	4.16	mm
対角画角	63.4	度
軸上色収差(C-f線)	0.0021	mm
$\nu 2$	26.5	
$\nu 3$	26.5	
f_2/f	-0.71	
f_3/f	-5.25	
d_3/f	0.08	
f/R_3	0.03	
f/R_2	-1.05	

10

20

【0049】

そして、表3に示すように、第2レンズ22と第3レンズ23のアッペ数が3.5未満となっているため、第1レンズ21で発生した軸上色収差を第2レンズ22で補正するとともに、第2レンズ22において補正できなかった軸上色収差を第3レンズ23で補正することができる。

【0050】

また、表3に示すように、 $-1.0 < f_2/f < 0$ となっている。これにより、第1レンズ21で生じた軸上色収差を確実に補正することができる。また、像面湾曲の発生を防止することができる。

30

また、 $-8.0 < f_3/f < -2.0$ となっている。これにより、第3レンズ23における軸上色収差の補正量が過剰とならず、光学長も長くなりすぎない。また、軸上色収差を十分に補正することができる。

【0051】

さらに、表3に示すように、 $0.05 < d_3/f < 0.12$ となっている。これにより、歪曲収差の発生を防止することができる。また、第3レンズ23のレンズ厚が薄くなりすぎず、製造上の困難も回避することができる。

【0052】

さらに、 $-0.05 < f/R_3 < 0.1$ となっている。これにより、像面湾曲の発生を防止することができる。

40

【0053】

また、 $-1.5 < f/R_2 < -0.7$ となっている。これにより、像面湾曲の発生を防止することができる。

【0054】

さらにまた、第1レンズ21、第2レンズ22、第3レンズ23及び第4レンズ24は、樹脂製である。これにより、第1レンズ21、第2レンズ22、第3レンズ23、第4レンズ24を鋳型により成形することができ、より容易に製造することができる。また、製造コストを低減することができる。

【0055】

また、光量絞り10が第1レンズ11の物体側に配置される。これにより、レンズユニ

50

ット 201 の物体側のテレセントリック性が向上する。

【0056】

図4に、実施例1における各収差を示す。図4(a)に軸上色収差、図4(b)に像面湾曲、図4(c)に歪曲収差を示す。図4(a)では、フランフォーファーのC線(656nm)、F線(486nm)、D線(587nm)において発生する色収差を示している。図4(b)においては、Tanはタンジェンシャル、Sagはサジタルの像面を表している。

図4に示すように、実施例1にかかるレンズユニット201によれば、球面収差、像面湾曲、歪曲収差が良好に補正され、レンズユニット201の結像性能を優れたものにすることができる。特に、図4(a)に示すように、各波長における軸上の色収差がほぼ同じとなっている。具体的には、表3に示すように、軸上色収差を0.0021mmにすることができる。従って、実施例1にかかるレンズユニット201では、軸上色収差を良好に低減することができる。

【0057】

【実施例2】

次に、本発明の実施例2について説明する。図5に、本実施例2にかかるレンズユニット301の側面図を模式的に示す。なお、図5に示すように、実施例2にかかるレンズユニット301では、第1レンズ31、第2レンズ32、第3レンズ33及び第4レンズ34以外の構成については実施例1にかかるレンズユニット201と略同一である。そこで、略同一の構成については、同一の符号を付すとともに、その説明を省略する。なお、本実施例では、レンズ材料として第1レンズ31、第2レンズ32、第3レンズ33及び第4レンズ34に樹脂を使用しているが、ガラスを用いてもよい。

【0058】

また、実施例1と同様に、図5において、物体側より光量絞り10をST(絞り面)、第1レンズ31の物体側レンズ面を第2面、第1レンズ31の像側レンズ面を第3面、第2レンズ32の物体側レンズ面を第4面、第2レンズ32の像側レンズ面を第5面、第3レンズ33の物体側レンズ面を第6面、第3レンズ33の像側レンズ面を第7面、第4レンズ34の物体側レンズ面を第8面、第4レンズ34の像側レンズ面を第9面、カバーガラス15の物体側の面を第10面、カバーガラス15の像側の面を第11面、撮像素子103の撮像面を第12面、撮像素子103の像側面を第13面とする。

【0059】

表4及び表5に、本実施例2にかかるレンズデータを示す。

表4は、実施例2にかかるレンズユニット301のそれぞれの面(ST、第2面、・・・、第13面)における曲率半径、面間隔、屈折率(nd)、及びアッベ数(abb数:d)を示している。

表5は、数式(8)で用いられる円錐係数K、非球面係数A4、・・・、A16を示す。そして、表4に示す第2面の曲率半径、及び表5に示す第2面の各係数と数式(8)とにより、第1レンズ31の物体側レンズ面の形状が規定される。同様に、表4に示す第3面～第9面の曲率半径、及び表5に示す第3面～第9面の各係数と、数式(8)とにより、それぞれ、第1レンズ31の像側レンズ面、第2レンズ32の物体側レンズ面、第2レンズ32の像側レンズ面、第3レンズ33の物体側レンズ面、第3レンズ33の像側レンズ面、第4レンズ34の物体側レンズ面及び第4レンズ34の像側レンズ面の形状が規定される。

10

20

30

40

【表4】

	曲率半径	面間隔	nd(屈折率)	νd (abbe数)
第1面	Infinity	-0.035		
第2面	1.41	0.610	1.53	56
第3面	-3.23	0.047		
第4面	-200.00	0.360	1.60	27.5
第5面	1.77	0.570		
第6面	-1.49	0.350	1.60	27.5
第7面	-1.95	0.087		
第8面	1.68	0.800	1.53	56
第9面	1.98	0.096		
第10面	Infinity	0.300	1.52	64
第11面	Infinity	0.812		
第12面	Infinity	-0.010		
第13面	Infinity			

10

20

【表5】

	第2面	第3面	第4面	第5面	
K	0.561089	-2.991864	0.000000	-2.547629	
A4	-0.056870	0.206374	0.179862	0.068252	
A6	0.023461	-0.833201	-0.697489	-0.150821	
A8	-0.353204	1.326943	1.078728	0.459360	
A10	0.479115	-0.369986	0.778907	-0.206304	
A12	-0.567813	-0.484576	-1.929116	-0.931366	
A14	0.823841	-0.674194	-0.121912	2.859798	
A16	-0.700453	0.939022	1.007556	-2.088472	

30

	第6面	第7面	第8面	第9面	
	-0.172790	-2.350975	-17.800597	0.000000	
	0.292186	-0.302745	-0.255414	-0.244901	
	-1.033221	0.696880	0.239562	0.097020	
	2.156789	-1.125456	-0.097103	-0.032179	
	-3.024740	1.393211	0.010882	0.004706	
	2.535148	-0.726650	0.006651	-0.000229	
	-0.771411	-0.118635	-0.003049	0.000157	
	-1.011191	0.160705	0.000399	-0.000047	

40

【0060】

50

また、表6に、実施例2に係るレンズユニット301の光学特性値を示す。表6は、実施例2におけるレンズユニット301の全系の焦点距離 f 、Fナンバー(F No.)、対角画角、軸上色収差(C-f線)、第2レンズ32のアッベ数(ν2)、第3レンズ33のアッベ数(ν3)、 f_2/f 、 f_3/f 、 d_3/f 、 f/R_3 を示している。ここで、Fナンバーは、焦点距離 f を入射瞳径で割った値である。また、対角画角は、撮像素子103の対角(像高100%)に結像することができる画角の最大値である。 f_2 は、第2レンズ32の焦点距離、 f_3 は、第3レンズ33の焦点距離、 d_3 は、第3レンズ33のレンズ厚(レンズ中心厚)、 R_3 は、第2レンズ32の物体側レンズ面の曲率半径である。

【表6】

10

f	3.394	mm
F No	2.8	
光学長	4.01	mm
軸上色収差(C-f線)	0.0077	mm
対角画角	65.5	度
ν_2	27.5	
ν_3	27.5	
f_2/f	-0.86	
f_3/f	-4.34	
d_3/f	0.10	
f/R_3	-0.02	
f/R_2	-1.05	

20

【0061】

そして、表6に示すように、第2レンズ32と第3レンズ33のアッベ数が35未満となっているため、第1レンズ31で発生した軸上色収差を第2レンズ32で補正するとともに、第2レンズ32において補正できなかった軸上色収差を第3レンズ33で補正することができる。

30

【0062】

また、表6に示すように、 $-1.0 < f_2/f < 0$ となっている。これにより、第1レンズ31で生じた軸上色収差を確実に補正することができる。また、像面湾曲の発生を防止することができる。

また、 $-8.0 < f_3/f < -2.0$ となっている。これにより、第3レンズ33における軸上色収差の補正量が過剰とならず、光学長も長くなりすぎない。また、軸上色収差を十分に補正することができる。

【0063】

さらに、表6に示すように、 $0.05 < d_3/f < 0.12$ となっている。これにより、歪曲収差の発生を防止することができる。また、第3レンズ33のレンズ厚が薄くなりすぎず、製造上の困難も回避することができる。

40

【0064】

さらに、 $-0.05 < f/R_3 < 0.1$ となっている。これにより、像面湾曲の発生を防止することができる。

【0065】

また、 $-1.5 < f/R_2 < -0.7$ となっている。これにより、像面湾曲の発生を防止することができる。

【0066】

さらにまた、第1レンズ31、第2レンズ32、第3レンズ33及び第4レンズ34は

50

、樹脂製である。これにより、第1レンズ31、第2レンズ32、第3レンズ33、第4レンズ34を鋳型により成形することができ、より容易に製造することができる。また、製造コストを低減することができる。

【0067】

また、光量絞り10が第1レンズ31の物体側に配置される。これにより、レンズユニット301の物体側のテレセントリック性が向上する。

【0068】

図6に、実施例2における各収差を示す。図6(a)に軸上色収差、図6(b)に像面湾曲、図6(c)に歪曲収差を示す。図6(a)では、フランフォーファーのC線(656nm)、F線(486nm)、D線(587nm)において発生する色収差を示している。図6(b)においては、Tanはタンジェンシャル、Sagはサジタルの像面を表している。
10

図6に示すように、実施例2にかかるレンズユニット301によれば、球面収差、像面湾曲、歪曲収差が良好に補正され、レンズユニット301の結像性能を優れたものにすることができる。特に、図6(a)に示すように、各波長における軸上の色収差がほぼ同じとなっている。具体的には、表6に示すように、軸上色収差を0.0077mmにすることができる。従って、実施例2にかかるレンズユニット301では、軸上色収差を良好に低減することができる。

【0069】

実施例2では、実施例1と比べて、第2レンズ32及び第3レンズ33のアッペ数が大きくなっている。そのため、実施例1に比べて軸上色収差も大きくなっている。
20

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本発明の実施形態にかかるカメラモジュールの概略的な構成を示す分解斜視図である。

【図2】本発明の実施形態にかかるレンズユニットを模式的に示す側面図である。

【図3】本発明の実施例1にかかるレンズユニットを模式的に示す側面図である。

【図4】本発明の実施例1における軸上色収差を示すグラフ(図4(a))、像面湾曲を示すグラフ(図4(b))、歪曲収差を示すグラフ(図4(c))である。

【図5】本発明の実施例2にかかるレンズユニットを模式的に示す側面図である。
30

【図6】本発明の実施例2における軸上色収差を示すグラフ(図6(a))、像面湾曲を示すグラフ(図6(b))、歪曲収差を示すグラフ(図6(c))である。

【符号の説明】

【0071】

10 光量絞り(絞り)

101、201、301 レンズユニット

11、21、31 第1レンズ

12、22、32 第2レンズ

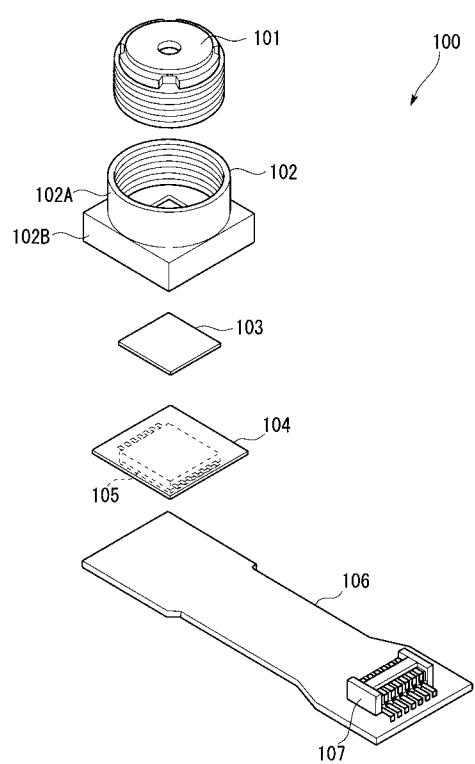
13、23、33 第3レンズ

14、24、34 第4レンズ

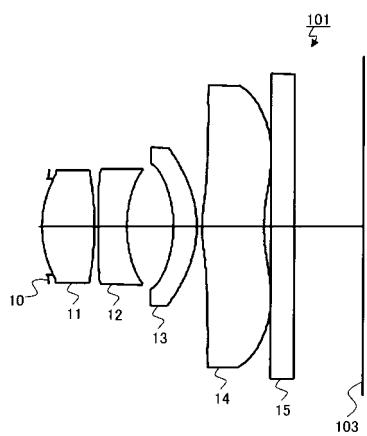
100 カメラモジュール

40

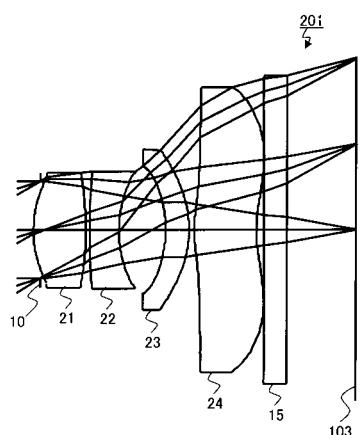
【図1】



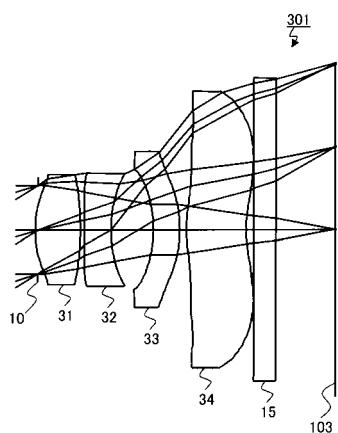
【図2】



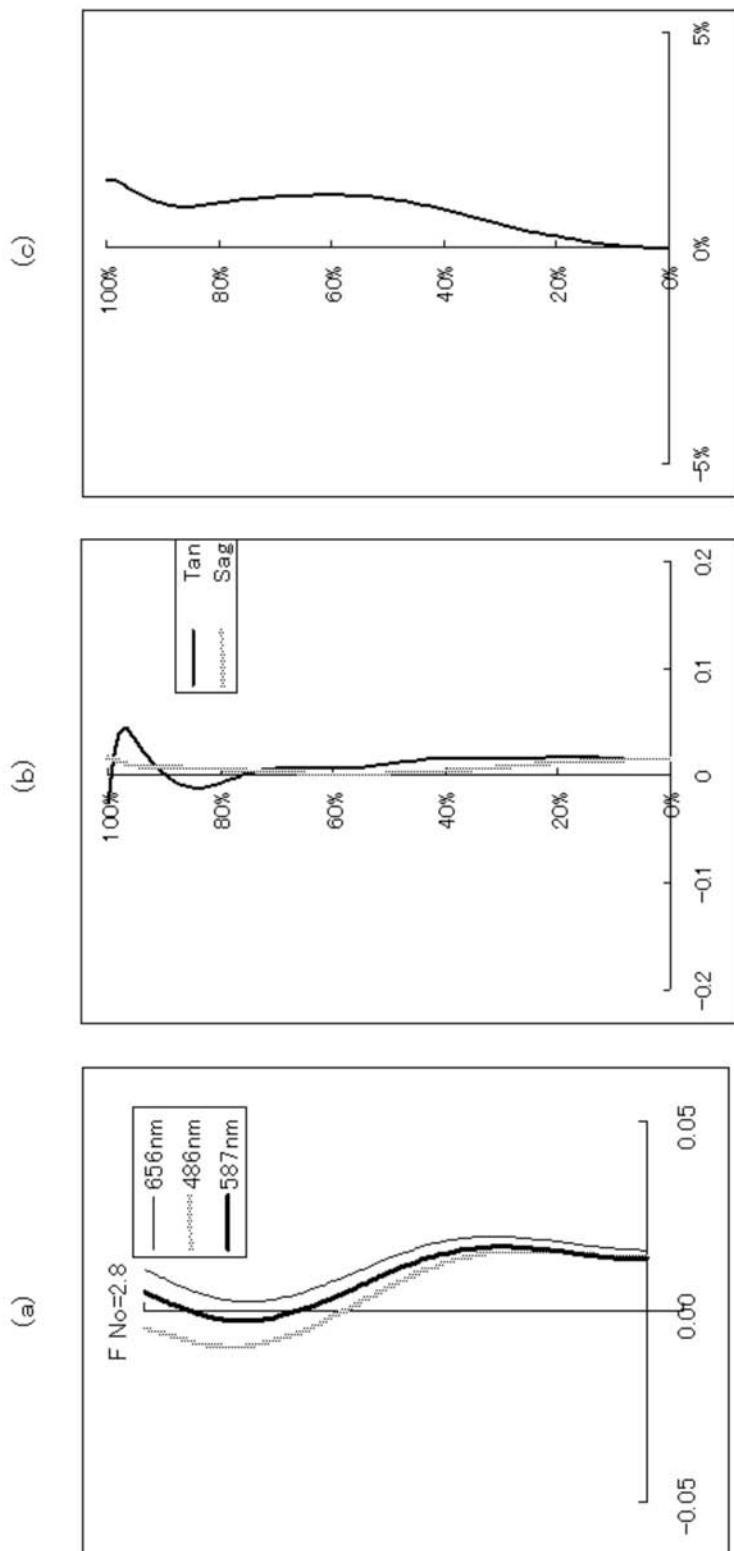
【図3】



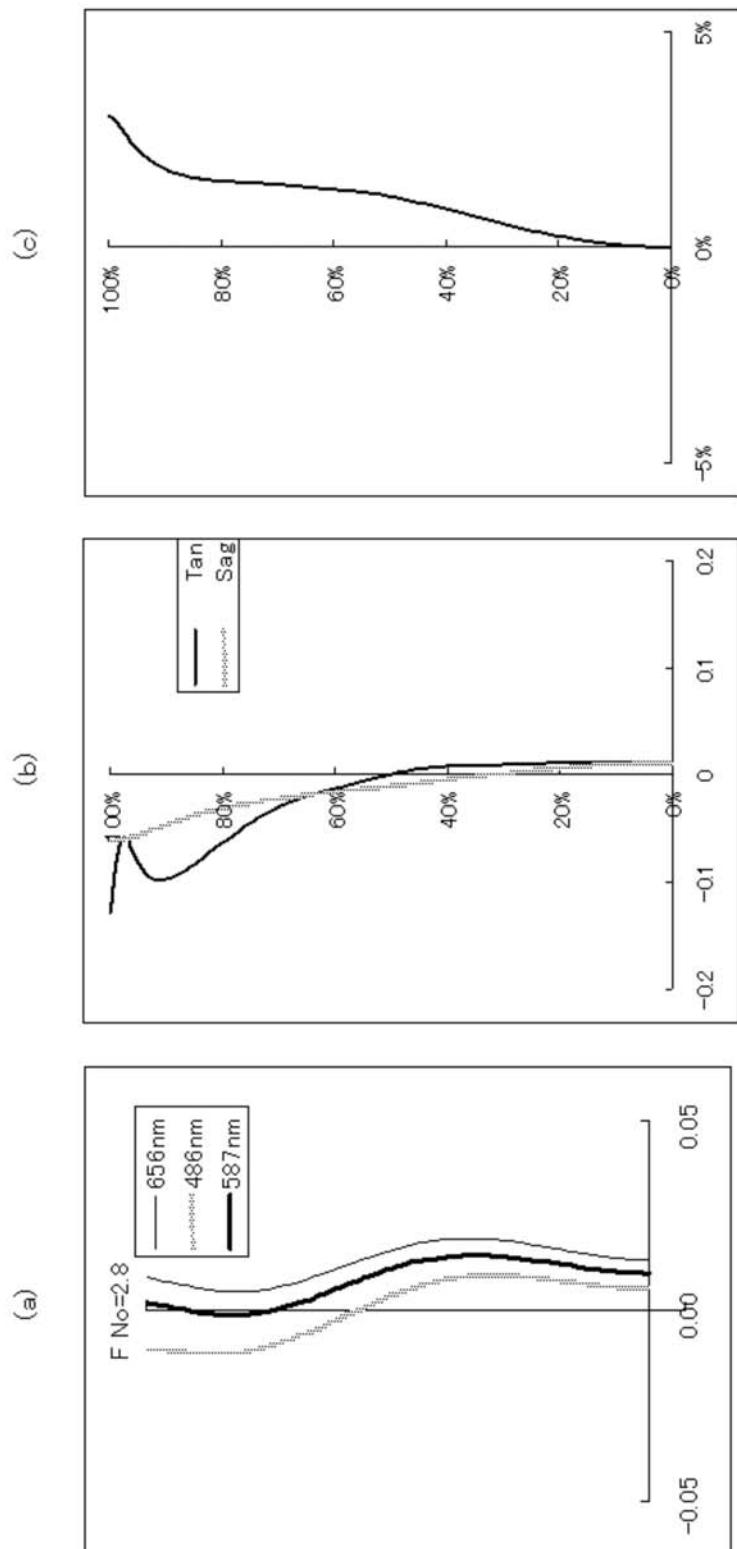
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-184783(JP,A)
特開2009-98514(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 13/00 - 13/26