

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5804474号  
(P5804474)

(45) 発行日 平成27年11月4日(2015.11.4)

(24) 登録日 平成27年9月11日(2015.9.11)

(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 5 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2011-236598 (P2011-236598)	(73) 特許権者	708000650
(22) 出願日	平成23年10月28日(2011.10.28)		株式会社オプトロジック
(65) 公開番号	特開2013-97007 (P2013-97007A)		長野県伊那市西春近6554番地3
(43) 公開日	平成25年5月20日(2013.5.20)	(73) 特許権者	391014055
審査請求日	平成26年10月24日(2014.10.24)		カンタツ株式会社
			栃木県矢板市片岡1150番地23
		(72) 発明者	久保田 洋治
			長野県伊那市伊那部2833番地6 株式
			会社オプトロジック内
		(72) 発明者	久保田 賢一
			長野県伊那市伊那部2833番地6 株式
			会社オプトロジック内
		(72) 発明者	平野 整
			長野県伊那市伊那部2833番地6 株式
			会社オプトロジック内

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】

物体側から像面側に向かって順に、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズと、負の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有する第4レンズとを配置して構成され、

前記第1レンズは、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に正となる形状に形成されており、

前記第2レンズは、物体側の面の曲率半径が正となる形状に形成されており、

前記第3レンズは、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に負となる形状に形成されており、

前記第4レンズは、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に正となる形状に形成されており、

レンズ系全体の焦点距離を  $f$ 、前記第1レンズの焦点距離を  $f_1$ 、前記第2レンズの焦点距離を  $f_2$ 、前記第2レンズの物体側の面の曲率半径を  $R_2 f$  としたとき、

$$-0.6 < f_2 / f_1 < -0.1$$

$$0.15 < R_2 f / f < 0.35$$

を満足する撮像レンズ。

【請求項2】

レンズ系全体の焦点距離を  $f$ 、前記第1レンズの物体側の面の曲率半径を  $R_1 f$  としたとき、

$$0 < f / R_1 f < 2.0$$

を満足する請求項 1 に記載の撮像レンズ。

【請求項 3】

前記第 4 レンズの焦点距離を  $f_4$  としたとき、

$$0.7 < f_2 / f_4 < 1.0$$

を満足する請求項 1 または 2 に記載の撮像レンズ。

【請求項 4】

前記第 3 レンズの焦点距離を  $f_3$ 、前記第 4 レンズの焦点距離を  $f_4$  としたとき、

$$0.7 < |f_3 / f_4| < 1.0$$

を満足する請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

10

【請求項 5】

前記第 3 レンズの像面側の面の曲率半径を  $R_3 r$ 、前記第 4 レンズの物体側の面の曲率半径を  $R_4 f$  としたとき、

$$-2.0 < R_3 r / R_4 f < -0.5$$

を満足する請求項 1 ~ 4 のいずれか一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 センサや CMOS センサ等の撮像素子上に被写体像を形成する撮像レンズに係り、携帯電話機や携帯情報端末等の携帯機器に内蔵されるカメラ、デジタルステ

20

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話機の殆どの機種にカメラが内蔵され、携帯電話機としての付加価値の向上が図られている。こうしたカメラの性能は年々向上しており、特に解像度の向上には目を見張るものがある。最近では、デジタルスティルカメラに匹敵する性能を備えたカメラが内蔵されることも珍しくなくなってきた。一方、携帯電話機と携帯情報端末 (PDA) やパーソナルコンピュータとを組み合わせ、いわゆるスマートフォン (smartphone) が登場し、携帯電話機以上に販売台数を伸ばしている。スマートフォンは多機能であることが

30

【0003】

これら携帯電話機やスマートフォンのカメラに組み込まれる撮像レンズには、撮像素子の解像度に応じた十分な光学性能とともに小型化が強く要求される。従来は 2 枚構成や 3 枚構成の撮像レンズによって十分な光学性能の確保と小型化との両立が図られてきた。しかしながら、撮像素子の高画素化に伴って要求される光学性能は高くなり、2 枚や 3 枚のレンズ構成によっては収差を十分に補正できず、要求される光学性能を確保することが困難になってきた。

【0004】

40

また、携帯電話機やスマートフォンによるカメラの使い方の一つとしてビデオ通話やいわゆる自分撮りがある。例えば携帯電話機を片手に持って友人と一緒に自分を撮影したり、景色を背景にして自分を撮影したりといった使い方であり、若年者層を中心に広く利用されている。このような使い方では撮影者自身が被写体となるため、携帯電話機に組み込まれる撮像レンズには撮影範囲の拡大、いわゆる広角化が求められる。さらに、撮像素子の解像度の向上に伴い、撮影した画像から所望の範囲の画像を切り出して利用するという楽しみ方も一般的になりつつある。このような使い方では、今まで以上に撮像レンズの広角化や高解像度化が求められることになる。

【0005】

4 枚のレンズから成るレンズ構成は、上述の課題を解決するためには最適なレンズ構成

50

と考えられている。4枚のレンズから成るレンズ構成としては、例えば、特許文献1および特許文献2に記載の撮像レンズが知られている。これら特許文献に記載の撮像レンズは、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズの負の第1レンズと、両凸レンズの第2レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズの負の第3レンズと、正の第4レンズとから構成される。当該構成において第1レンズを、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとすることで撮像レンズの広角化が図られている。また、第3レンズを、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとすることで、入射光線と射出光線とのなす角度(偏角)を小さく保ち、各屈折面における収差の発生量を抑制している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2004-361934号公報

【特許文献2】特開2005-31638号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記特許文献1あるいは上記特許文献2に記載の撮像レンズによれば、比較的良好な収差を得ることは可能である。しかし、携帯電話機やスマートフォンの高機能化は年々進展してきており、撮像レンズに要求される小型化のレベルが厳しくなっている。上記特許文献1あるいは上記特許文献2に記載のレンズ構成では、こうした要求に応じて撮像レンズの小型化と良好な収差補正との両立を図りつつ広角化を図ることは困難である。

【0008】

なお、こうした課題は携帯電話機やスマートフォン等の小型の携帯機器に組み込まれる撮像レンズに特有の課題ではなく、デジタルスティルカメラ、携帯情報端末、セキュリティカメラ、車載カメラ、ネットワークカメラ等の比較的小型のカメラに組み込まれる撮像レンズにおいても共通の課題である。

【0009】

本発明は上記のような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、小型でありながらも収差を良好に補正することができ、比較的画角の広い撮像レンズを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明の撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズと、負の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有する第4レンズとを配置して構成される。第1レンズは、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に正となる形状に形成され、第2レンズは、物体側の面の曲率半径が正となる形状に形成される。また、第3レンズは、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に負となる形状に形成され、第4レンズは、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に正となる形状に形成される。当該構成において本発明に係る撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を $f$ 、第1レンズの焦点距離を $f_1$ 、第2レンズの焦点距離を $f_2$ 、第2レンズの物体側の面の曲率半径を $R_2 f$ としたとき次の条件式(1)および(3)を満足する。

$$-0.6 < f_2 / f_1 < -0.1 \quad (1)$$

$$0.15 < R_2 f / f < 0.35 \quad (3)$$

【0011】

一般に撮像レンズの広角化を図るためには、当該撮像レンズの焦点距離を短くすることが必要である。しかし、撮像レンズの焦点距離を短くすると、バックフォーカスが短くなり、撮像レンズと撮像素子との間に配置される赤外線カットフィルタやカバーガラス等の挿入物を配置するための空間の確保が困難となる。そこで、本発明に係る撮像レンズでは、第1レンズを、負の屈折力を有するレンズとすることで広角化を図るとともに、その形

10

20

30

40

50

状を、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に正となる形状、すなわち光軸近傍において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状にすることでバックフォーカスの確保と撮像レンズの小型化との両立を図っている。第1レンズの形状が光軸近傍においてメニスカスレンズとなることによって主点の位置が像面側に位置することとなり、撮像レンズの小型化と十分なバックフォーカスの確保との両立が可能となる。

【0012】

条件式(1)は、撮像レンズの広角化を図るとともに、色収差および非点収差を良好に補正するための条件である。上限値「-0.1」を超えると、第2レンズの屈折力に比較して第1レンズの屈折力が相対的に弱くなるため、軸上の色収差が補正不足(基準波長の焦点位置に対して短波長の焦点位置が物体側に移動)となるとともに非点隔差が増大し、  
10 良好な結像性能を得ることが困難となる。また、第1レンズの負の屈折力が弱くなるため、撮像レンズの広角化およびバックフォーカスの確保が困難となる。一方、下限値「-0.6」を下回ると、第2レンズの屈折力に比較して第1レンズの屈折力が相対的に強くなるため、広角化には有利となるものの、軸上の色収差が補正過剰(基準波長の焦点位置に対して短波長の焦点位置が像面側に移動)となる。また、非点収差のうち特にサジタル像面が像面側に湾曲し、像面湾曲が補正過剰となる。軸外光線による内方コマも発生し易くなり、良好な結像性能を得ることが困難となる。

【0013】

条件式(3)は、撮像レンズの小型化を図りつつ、コマ収差および色収差を良好に補正するための条件である。上限値「0.35」を超えると、第2レンズの屈折力が弱くなるため、軸上の色収差が補正過剰となるとともに、軸外の倍率色収差が補正不足(基準波長の結像点に対して短波長の結像点が光軸に近づく方向に移動)となる。また、軸外光線による外方コマが発生し易くなり、良好な結像性能を得ることが困難となる。一方、下限値「0.15」を下回ると、撮像レンズの小型化には有利となるものの、軸外光線による内方コマが発生し易くなり、良好な結像性能を得ることが困難となる。

10

20

【0014】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離をf、第1レンズの物体側の面の曲率半径をR1fとしたとき、次の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$0 < f / R1f < 2.0 \quad (2)$$

【0015】

条件式(2)は、撮像レンズの小型化を図りつつ、歪曲収差および像面湾曲を良好に補正するための条件である。上限値「2.0」を超えると、撮像レンズの小型化および歪曲収差の補正には有利となるものの、結像面が物体側に湾曲するため良好な結像性能を得ることが困難となる。一方、下限値「0」を下回ると、撮像レンズの小型化が困難となるとともにマイナスの歪曲収差が増大し、良好な結像性能を得ることが困難となる。

30

【0017】

上記構成の撮像レンズにおいては、第4レンズの焦点距離をf4としたとき、次の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$0.7 < f2 / f4 < 1.0 \quad (4)$$

【0018】

CCDセンサやCMOSセンサ等の撮像素子を用いる場合、撮像素子への主光線入射角度をできるだけ小さくする必要がある。この主光線入射角度が大きくなると、画像周辺部において実質的な開口効率が低下するため、シェーディング現象によって周辺光量が低下することとなる。条件式(4)は、この主光線入射角度を抑制しつつ、像面湾曲および歪曲収差を良好に補正するための条件である。

40

【0019】

上限値「1.0」を超えると、第2レンズの屈折力に対して第4レンズの屈折力が強くなるため、レンズ系全体の焦点距離に対してバックフォーカスが長くなり、撮像レンズの小型化が困難となる。また、非点収差のうちサジタル像面が像面側に湾曲し、非点隔差や歪曲収差が増大する。このため、良好な結像性能を得ることが困難となる。一方、下限値

50

「0.7」を下回ると、撮像レンズの小型化には有利となるものの、レンズ系全体の焦点距離に対してバックフォーカスが短くなるため、赤外線カットフィルタやカバーガラス等の挿入物を配置するための空間の確保が困難となる。また、結像面の周辺部が物体側に湾曲するとともに歪曲収差が増大し、良好な結像性能を得ることが困難となる。

【0020】

上記構成の撮像レンズにおいては、第3レンズの焦点距離を $f_3$ 、第4レンズの焦点距離を $f_4$ としたとき、次の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$0.7 < |f_3 / f_4| < 1.0 \quad (5)$$

【0021】

条件式(5)は、色収差および歪曲収差をより良好に補正するための条件である。上限値「1.0」を超えると、第4レンズの正の屈折力に対して第3レンズの負の屈折力が相対的に弱くなるため、軸外の倍率色収差が補正不足になるとともに、非点収差のうちサジタル像面が物体側に湾曲することとなり、良好な結像性能を得ることが困難となる。一方、下限値「0.7」を下回ると、第3レンズの負の屈折力が相対的に強くなるため、軸外の倍率色収差が補正過剰(基準波長の結像点に対して短波長の結像点が光軸から遠ざかる方向に移動)になるとともに、結像面が像面側に湾曲することとなる。また、プラスの歪曲収差が増大し、良好な結像性能を得ることが困難となる。

【0022】

上記構成の撮像レンズにおいては、第3レンズの像面側の面の曲率半径を $R_{3r}$ 、第4レンズの物体側の面の曲率半径を $R_{4f}$ としたとき、次の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$-2.0 < R_{3r} / R_{4f} < -0.5 \quad (6)$$

【0023】

条件式(6)は、主光線の撮像素子への入射角度を抑制しつつ、色収差を良好に補正するための条件である。上限値「-0.5」を超えると、第3レンズおよび第4レンズの屈折力が共に弱くなり、軸上の色収差が補正不足になる。このため、良好な結像性能を得ることが困難となる。また、主光線入射角度が大きくなり、シェーディング現象による周辺光量の低下が発生し易くなる。一方、下限値「-2.0」を下回ると、主光線の撮像素子への入射角度を抑制し易くなるものの、軸上の色収差および軸外の倍率色収差が補正過剰となる。よってこの場合も、良好な結像性能を得ることが困難となる。

【0024】

さらに上記構成の撮像レンズにおいては、より良好に色収差を補正するために次の条件式(6A)を満足することが望ましい。

$$-1.8 < R_{3r} / R_{4f} < -0.8 \quad (6A)$$

【発明の効果】

【0025】

本発明の撮像レンズによれば、撮像レンズの小型化と良好な収差補正との両立が図られ、比較的画角の広い撮像レンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の一実施の形態について、数値実施例1に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図2】図1に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図3】図1に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図4】本発明の一実施の形態について、数値実施例2に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図5】図4に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図6】図4に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図7】本発明の一実施の形態について、数値実施例3に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図 8】図 7 に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図 9】図 7 に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図 10】本発明の一実施の形態について、数値実施例 4 に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図 11】図 10 に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図 12】図 10 に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図 13】本発明の一実施の形態について、数値実施例 5 に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図 14】図 13 に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

10

【図 15】図 13 に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明を具体化した一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。

【0028】

図 1、図 4、図 7、図 10、図 13 はそれぞれ、本実施の形態の数値実施例 1 ~ 5 に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。いずれの数値実施例も基本的なレンズ構成は同一であるため、ここでは数値実施例 1 の概略断面図を参照しながら、本実施の形態に係る撮像レンズのレンズ構成について説明する。

20

【0029】

図 1 に示すように、本実施の形態の撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 と、開口絞り S T と、正の屈折力を有する第 2 レンズ L 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ L 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ L 4 とが配列されて構成される。第 4 レンズ L 4 と像面 I M との間にはフィルタ 10 が配置される。このフィルタ 10 は割愛することも可能である。

【0030】

上記構成の撮像レンズにおいて、第 1 レンズ L 1 は、物体側の面の曲率半径 R 1 および像面側の面の曲率半径 R 2 が共に正となる形状であって、光軸 X の近傍において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成される。

30

【0031】

第 2 レンズ L 2 は、物体側の面の曲率半径 R 4 および像面側の面の曲率半径 R 5 が共に正となる形状であって、光軸 X の近傍において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成される。なお、この第 2 レンズ L 2 の形状は、当該メニスカスレンズとなる形状に限定されるものではない。第 2 レンズ L 2 の形状は、物体側の面の曲率半径 R 4 が正となる形状であればよい。例えば、物体側の面の曲率半径 R 4 が正となり、像面側の面の曲率半径 R 5 が負となる形状、すなわち光軸 X の近傍において両凸レンズとなる形状に形成してもよい。あるいは、第 2 レンズ L 2 の像面側の面に非球面を採用し、第 2 レンズ L 2 を、光軸 X の近傍においては両凸レンズとなり、全体としてメニスカスのような形状となるように形成してもよい。この場合、第 2 レンズ L 2 の像面側の面には変曲点が存在することになる。数値実施例 1、2、および 4 の撮像レンズは、第 2 レンズ L 2 が、光軸 X の近傍において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状の例であり、数値実施例 3 および 5 は、第 2 レンズ L 2 が、光軸 X の近傍において両凸レンズとなる形状の例である。

40

【0032】

第 3 レンズ L 3 は、物体側の面の曲率半径 R 6 および像面側の面の曲率半径 R 7 が共に負となる形状であって、光軸 X の近傍において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成される。第 4 レンズ L 4 は、物体側の面の曲率半径 R 8 および像面側の面の曲率半径 R 9 が共に正となる形状であり、光軸 X の近傍において物体側に凸面を向けた

50

メニスカスレンズとなる形状に形成される。また、この第4レンズL4の物体側の面および像面側の面は、光軸Xの近傍において物体側に凸形状で且つ周辺部において物体側に凹形状となる非球面形状に形成されている。第4レンズL4のこのような形状により、撮像レンズから出射した光線の像面IMへの入射角度が好適に抑制される。

【0033】

本実施の形態に係る撮像レンズは、以下に示す条件式(1)~(5)を満足する。このため、本実施の形態に係る撮像レンズによれば、撮像レンズの小型化と良好な収差補正との両立が図られる。

$$-0.6 < f_2 / f_1 < -0.1 \quad (1)$$

$$0 < f / R_{1f} < 2.0 \quad (2)$$

$$0.15 < R_{2f} / f < 0.35 \quad (3)$$

$$0.7 < f_2 / f_4 < 1.0 \quad (4)$$

$$0.7 < |f_3 / f_4| < 1.0 \quad (5)$$

$$-2.0 < R_{3r} / R_{4f} < -0.5 \quad (6)$$

10

但し、

f：レンズ系全体の焦点距離

f<sub>1</sub>：第1レンズL1の焦点距離

f<sub>2</sub>：第2レンズL2の焦点距離

f<sub>3</sub>：第2レンズL2の焦点距離

f<sub>4</sub>：第2レンズL2の焦点距離

20

R<sub>1f</sub>：第1レンズL1の物体側の面の曲率半径

R<sub>2f</sub>：第2レンズL2の物体側の面の曲率半径

R<sub>3r</sub>：第3レンズL3の像面側の面の曲率半径

R<sub>4f</sub>：第4レンズL4の物体側の面の曲率半径

【0034】

本実施の形態に係る撮像レンズは、色収差をより良好に補正するために次の条件式(6A)をさらに満足する。

$$-1.8 < R_{3r} / R_{4f} < -0.8 \quad (6A)$$

【0035】

なお、上記各条件式の全てを満たす必要はなく、上記各条件式のそれぞれを単独に満たすことにより、各条件式に対応する作用効果をそれぞれ得ることができる。

30

【0036】

本実施の形態では、各レンズのレンズ面を非球面で形成している。これらレンズ面に採用する非球面形状は、光軸方向の軸をZ、光軸に直交する方向の高さをH、円錐係数をk、非球面係数をA<sub>4</sub>、A<sub>6</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>10</sub>、A<sub>12</sub>、A<sub>14</sub>、A<sub>16</sub>としたとき、次式により表される。

【数1】

$$Z = \frac{\frac{H^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (k+1) \frac{H^2}{R^2}}} + A_4 H^4 + A_6 H^6 + A_8 H^8 + A_{10} H^{10} + A_{12} H^{12} + A_{14} H^{14} + A_{16} H^{16} \quad 40$$

【0037】

次に、本実施の形態に係る撮像レンズの数値実施例を示す。各数値実施例において、fはレンズ系全体の焦点距離を、FnoはFナンバーを、θは半画角をそれぞれ示す。また、iは物体側より数えた面番号を示し、Rは曲率半径を示し、dは光軸上のレンズ面間の距離(面間隔)を示し、Ndはd線(基準波長)に対する屈折率を、ndはd線に対するアッペ数をそれぞれ示す。なお、非球面の面には、面番号iの後に\*(アスタリスク)の符号を付加して示すこととする。

50

## 【 0 0 3 8 】

## 数値実施例 1

基本的なレンズデータを以下に示す。

$f=3.86\text{mm}$ 、 $Fno=2.9$ 、 $\omega=36.0^\circ$

		単位 mm			
面データ					
面番号 i	R	d	N d	d	
(物面)					
1*	21.864(=R1f)	0.350	1.6142	26.0	
2*	3.942	0.050			10
3(絞り)		0.080			
4*	1.167(=R2f)	0.517	1.5247	56.2	
5*	67.224	1.000			
6*	-0.586	0.350	1.6142	26.0	
7*	-1.384(=R3r)	0.050			
8*	0.969(=R4f)	0.940	1.5247	56.2	
9*	2.599	0.300			
10		0.300	1.5163	64.1	
11		1.159			
(像面)					
f 1 = - 7 . 8 9 m m					
f 2 = 2 . 2 6 m m					
f 3 = - 1 . 9 9 m m					
f 4 = 2 . 4 6 m m					

## 【 0 0 3 9 】

## 非球面データ

## 第 1 面

$k=-1.825E+03$ ,  $A_4=-9.516E-02$ ,  $A_6=-2.527E-02$ ,  $A_8=8.363E-02$ ,  
 $A_{10}=-3.496E-02$

30

## 第 2 面

$k=-2.900$ ,  $A_4=-3.724E-01$ ,  $A_6=4.510E-01$ ,  $A_8=-3.888E-01$ ,  
 $A_{10}=2.004E-01$

## 第 4 面

$k=-6.839$ ,  $A_4=2.518E-01$ ,  $A_6=-3.070E-01$ ,  $A_8=4.098E-01$ ,  
 $A_{10}=-1.907E-01$

## 第 5 面

$k=-4.543E+01$ ,  $A_4=4.704E-02$ ,  $A_6=-4.397E-02$ ,  $A_8=-9.463E-02$ ,  
 $A_{10}=1.185E-01$

## 第 6 面

$k=-3.217$ ,  $A_4=-3.410E-01$ ,  $A_6=5.147E-02$ ,  $A_8=7.612E-02$ ,  
 $A_{10}=-1.547E-01$ ,  $A_{12}=3.503E-02$ ,  $A_{14}=1.026E-01$ ,  $A_{16}=-2.710E-01$

40

## 第 7 面

$k=-2.938E-01$ ,  $A_4=2.002E-05$ ,  $A_6=4.525E-02$ ,  $A_8=4.123E-02$ ,  
 $A_{10}=-1.059E-02$

## 第 8 面

$k=-7.580$ ,  $A_4=-2.171E-02$ ,  $A_6=-2.674E-03$ ,  $A_8=3.063E-03$ ,  
 $A_{10}=-4.321E-04$ ,  $A_{12}=-4.584E-05$ ,  $A_{14}=7.107E-06$ ,  $A_{16}=1.472E-07$

## 第 9 面

$k=-7.795$ ,  $A_4=-3.459E-02$ ,  $A_6=5.139E-03$ ,  $A_8=-2.142E-03$ ,

50

$A_{10}=4.452E-04, A_{12}=-1.347E-06, A_{14}=-6.215E-06, A_{16}=-1.097E-07$

【 0 0 4 0 】

各条件式の値を以下に示す。

$f_2 / f_1 = - 0 . 2 9$

$f / R_1 f = 0 . 1 8$

$R_2 f / f = 0 . 3 0$

$f_2 / f_4 = 0 . 9 2$

$| f_3 / f_4 | = 0 . 8 1$

$R_3 r / R_4 f = - 1 . 4 3$

このように、本数値実施例 1 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面 I M までの光軸 X 上の距離（空気換算長）は 4 . 9 9 mm であり、撮像レンズの小型化が図られている。

10

【 0 0 4 1 】

図 2 は、数値実施例 1 の撮像レンズについて、最大像高に対する各像高の比 H（以下、「像高比 H」という）に対応する横収差をタンジェンシャル方向とサジタル方向とに分けて示したものである（図 5、図 8、図 1 1、および図 1 4 において同じ）。また、図 3 は、数値実施例 1 の撮像レンズについて、球面収差（mm）、非点収差（mm）、および歪曲収差（%）をそれぞれ示したものである。これら収差図において、横収差図および球面収差図には、g 線（4 3 5 . 8 4 nm）、F 線（4 8 6 . 1 3 nm）、e 線（5 4 6 . 0 7 nm）、d 線（5 8 7 . 5 6 nm）、C 線（6 5 6 . 2 7 nm）の各波長に対する収差量を示し、非点収差図には、サジタル像面 S における収差量とタンジェンシャル像面 T における収差量とをそれぞれ示す（図 6、図 9、図 1 2、および図 1 5 において同じ）。図 2 および図 3 に示されるように、本数値実施例 1 に係る撮像レンズによれば、諸収差が良好に補正される。

20

【 0 0 4 2 】

数値実施例 2

基本的なレンズデータを以下に示す。

$f=3.89\text{mm}$ 、 $Fno=2.9$ 、 $\omega=35.8^\circ$

面データ	単位	mm		
面番号 i	R	d	N d	d
(物面)				
1*	2.598(=R1f)	0.340	1.5850	29.0
2*	1.493	0.140		
3(絞り)		0.010		
4*	1.114(=R2f)	0.450	1.5247	56.2
5*	24.224	1.125		
6*	-0.598	0.350	1.5850	29.0
7*	-1.209(=R3r)	0.020		
8*	1.048(=R4f)	0.860	1.5247	56.2
9*	2.346	0.280		
10		0.300	1.5163	64.1
11		1.116		

30

(像面)

$f_1 = - 6 . 7 7 \text{ mm}$

$f_2 = 2 . 2 1 \text{ mm}$

$f_3 = - 2 . 5 7 \text{ mm}$

$f_4 = 2 . 9 4 \text{ mm}$

40

【 0 0 4 3 】

50

非球面データ

第 1 面

k = 7.229E-01, A<sub>4</sub> = -1.843E-01, A<sub>6</sub> = 5.665E-02, A<sub>8</sub> = 1.980E-02,  
A<sub>10</sub> = -1.300E-01, A<sub>12</sub> = 2.131E-02, A<sub>14</sub> = 2.400E-01, A<sub>16</sub> = -1.804E-01

第 2 面

k = -8.523, A<sub>4</sub> = -1.139E-01, A<sub>6</sub> = -1.614E-01, A<sub>8</sub> = 1.731E-01,  
A<sub>10</sub> = 2.436E-01, A<sub>12</sub> = -1.492E-01, A<sub>14</sub> = -9.290E-01, A<sub>16</sub> = 9.487E-01

第 4 面

k = -3.150, A<sub>4</sub> = 1.026E-01, A<sub>6</sub> = -7.461E-03, A<sub>8</sub> = -7.196E-02,  
A<sub>10</sub> = 8.727E-02, A<sub>12</sub> = 8.993E-02, A<sub>14</sub> = -5.004E-02, A<sub>16</sub> = -4.095E-01

10

第 5 面

k = -3.177E+03, A<sub>4</sub> = 9.059E-02, A<sub>6</sub> = -5.682E-03, A<sub>8</sub> = -2.171E-02,  
A<sub>10</sub> = -2.385E-01, A<sub>12</sub> = 1.271E-04, A<sub>14</sub> = 2.996E-01, A<sub>16</sub> = -2.937E-01

第 6 面

k = -3.005, A<sub>4</sub> = -2.150E-01, A<sub>6</sub> = -2.473E-01, A<sub>8</sub> = -1.066E-01,  
A<sub>10</sub> = 4.960E-02, A<sub>12</sub> = 1.173E-01, A<sub>14</sub> = -3.862E-02, A<sub>16</sub> = -4.574E-01

第 7 面

k = -3.065, A<sub>4</sub> = -7.001E-02, A<sub>6</sub> = -4.586E-02, A<sub>8</sub> = -3.139E-03,  
A<sub>10</sub> = 1.211E-02, A<sub>12</sub> = 8.984E-03, A<sub>14</sub> = 3.268E-03, A<sub>16</sub> = -1.849E-03

第 8 面

20

k = -7.241, A<sub>4</sub> = -5.166E-03, A<sub>6</sub> = -1.886E-03, A<sub>8</sub> = 3.678E-04,  
A<sub>10</sub> = 8.219E-05, A<sub>12</sub> = -3.132E-06, A<sub>14</sub> = -4.627E-06, A<sub>16</sub> = 3.669E-07

第 9 面

k = -1.099E+01, A<sub>4</sub> = -1.009E-02, A<sub>6</sub> = -9.874E-04, A<sub>8</sub> = 5.960E-05,  
A<sub>10</sub> = 1.283E-05, A<sub>12</sub> = 2.616E-06, A<sub>14</sub> = 6.416E-07, A<sub>16</sub> = -2.415E-07

【 0 0 4 4 】

各条件式の値を以下に示す。

f<sub>2</sub> / f<sub>1</sub> = - 0 . 3 3

f / R<sub>1f</sub> = 1 . 5 0

R<sub>2f</sub> / f = 0 . 2 9

f<sub>2</sub> / f<sub>4</sub> = 0 . 7 5

| f<sub>3</sub> / f<sub>4</sub> | = 0 . 8 7

R<sub>3r</sub> / R<sub>4f</sub> = - 1 . 1 5

30

このように、本数値実施例 2 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面 I M までの光軸 X 上の距離（空気換算長）は 4 . 8 9 mm であり、撮像レンズの小型化が図られている。

【 0 0 4 5 】

図 5 は、数値実施例 2 の撮像レンズについて、像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 6 は、球面収差 S A ( mm )、非点収差 A S ( mm )、および歪曲収差 D I S T ( % ) をそれぞれ示したものである。これら図 5 および図 6 に示されるように、本数値実施例 2 に係る撮像レンズによっても諸収差が良好に補正される。

40

【 0 0 4 6 】

数値実施例 3

基本的なレンズデータを以下に示す。

f=3.93mm、Fno=2.9、 $\omega$ =35.6°

単位      m m

面データ

面番号 i (物面)	R	d	N d	d
1*	2.311(=R1f)	0.340	1.6142	26.0

50

2*	1.394	0.150		
3(絞り)		0.000		
4*	1.171(=R2f)	0.500	1.5247	56.2
5*	-448.146	1.125		
6*	-0.564	0.350	1.6142	26.0
7*	-1.077(=R3r)	0.020		
8*	1.034(=R4f)	0.860	1.5247	56.2
9*	2.279	0.280		
10		0.300	1.5163	64.1
11		1.190		

10

(像面)

$$f_1 = -6.66 \text{ mm}$$

$$f_2 = 2.23 \text{ mm}$$

$$f_3 = -2.60 \text{ mm}$$

$$f_4 = 2.91 \text{ mm}$$

【0047】

非球面データ

第1面

$$k = 4.980E-01, A_4 = -1.797E-01, A_6 = 1.277E-02, A_8 = 5.926E-02, \\ A_{10} = -1.094E-01, A_{12} = -8.485E-03, A_{14} = 1.904E-01, A_{16} = -1.239E-01$$

20

第2面

$$k = -6.792, A_4 = -7.812E-02, A_6 = -1.932E-01, A_8 = 9.959E-02, \\ A_{10} = 2.974E-01, A_{12} = 4.604E-02, A_{14} = -7.646E-01, A_{16} = 4.631E-01$$

第4面

$$k = -3.150, A_4 = 1.061E-01, A_6 = -1.101E-02, A_8 = 3.822E-02, \\ A_{10} = 6.795E-02, A_{12} = -8.034E-02, A_{14} = -3.957E-02, A_{16} = 4.689E-01$$

第5面

$$k = -3.177E+03, A_4 = 5.913E-02, A_6 = 9.353E-02, A_8 = 2.253E-02, \\ A_{10} = -1.251E-01, A_{12} = -7.006E-02, A_{14} = -7.831E-02, A_{16} = 9.236E-01$$

30

第6面

$$k = -3.005, A_4 = -3.025E-01, A_6 = -9.499E-02, A_8 = 1.924E-02, \\ A_{10} = 4.319E-02, A_{12} = -3.088E-04, A_{14} = -3.308E-02, A_{16} = 6.897E-02$$

第7面

$$k = -3.065, A_4 = -1.119E-01, A_6 = -2.037E-02, A_8 = 1.041E-02, \\ A_{10} = 1.549E-02, A_{12} = 9.212E-03, A_{14} = 2.063E-03, A_{16} = -3.528E-03$$

第8面

$$k = -7.241, A_4 = -5.166E-03, A_6 = -1.886E-03, A_8 = 3.678E-04, \\ A_{10} = 8.219E-05, A_{12} = -3.132E-06, A_{14} = -4.627E-06, A_{16} = 3.669E-07$$

第9面

$$k = -1.099E+01, A_4 = -1.009E-02, A_6 = -9.874E-04, A_8 = 5.960E-05, \\ A_{10} = 1.283E-05, A_{12} = 2.616E-06, A_{14} = 6.416E-07, A_{16} = -2.415E-07$$

40

【0048】

各条件式の値を以下に示す。

$$f_2 / f_1 = -0.33$$

$$f / R_1 f = 1.70$$

$$R_2 f / f = 0.30$$

$$f_2 / f_4 = 0.77$$

$$|f_3 / f_4| = 0.89$$

$$R_3 r / R_4 f = -1.04$$

50

このように、本数値実施例 3 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面 I M までの光軸 X 上の距離（空気換算長）は 5 . 0 1 mm であり、撮像レンズの小型化が図られている。

【 0 0 4 9 】

図 8 は、数値実施例 3 の撮像レンズについて、像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 9 は、球面収差 S A ( mm )、非点収差 A S ( mm )、および歪曲収差 D I S T ( % ) をそれぞれ示したものである。これら図 8 および図 9 に示されるように、本数値実施例 3 に係る撮像レンズによっても諸収差が良好に補正される。

【 0 0 5 0 】

数値実施例 4

基本的なレンズデータを以下に示す。

f=3.88mm、Fno=2.9、 $\omega=35.9^\circ$

面データ	単位 mm			
面番号 i	R	d	N d	d
(物面)				
1*	2.465(=R1f)	0.340	1.6142	26.0
2*	1.448	0.150		
3(絞り)		0.000		
4*	1.135(=R2f)	0.500	1.5247	56.2
5*	40.467	1.125		
6*	-0.569	0.350	1.6142	26.0
7*	-1.093(=R3r)	0.020		
8*	1.005(=R4f)	0.860	1.5247	56.2
9*	2.140	0.280		
10		0.300	1.5163	64.1
11		1.141		
(像面)				

f 1 = - 6 . 5 5 mm

f 2 = 2 . 2 2 mm

f 3 = - 2 . 5 9 mm

f 4 = 2 . 8 6 mm

【 0 0 5 1 】

非球面データ

第 1 面

k=9.922E-01, A<sub>4</sub>=-1.742E-01, A<sub>6</sub>=2.709E-02, A<sub>8</sub>=5.347E-02,  
A<sub>10</sub>=-1.171E-01, A<sub>12</sub>=-5.845E-03, A<sub>14</sub>=1.993E-01, A<sub>16</sub>=-1.377E-01

第 2 面

k=-7.709, A<sub>4</sub>=-7.554E-02, A<sub>6</sub>=-1.682E-01, A<sub>8</sub>=1.200E-01,  
A<sub>10</sub>=2.797E-01, A<sub>12</sub>=-8.835E-03, A<sub>14</sub>=-8.252E-01, A<sub>16</sub>=4.638E-01

第 4 面

k=-3.150, A<sub>4</sub>=1.163E-01, A<sub>6</sub>=-2.665E-02, A<sub>8</sub>=3.458E-02,  
A<sub>10</sub>=8.884E-02, A<sub>12</sub>=-8.052E-02, A<sub>14</sub>=-1.414E-01, A<sub>16</sub>=2.690E-01

第 5 面

k=-3.177E+03, A<sub>4</sub>=7.084E-02, A<sub>6</sub>=5.404E-02, A<sub>8</sub>=-2.260E-02,  
A<sub>10</sub>=-1.236E-01, A<sub>12</sub>=3.306E-02, A<sub>14</sub>=7.744E-03, A<sub>16</sub>=2.109E-01

第 6 面

k=-3.005, A<sub>4</sub>=-2.372E-01, A<sub>6</sub>=-2.654E-01, A<sub>8</sub>=1.618E-02,  
A<sub>10</sub>=8.959E-02, A<sub>12</sub>=-2.184E-02, A<sub>14</sub>=-1.415E-01, A<sub>16</sub>=-4.499E-02

第 7 面

k=-3.065, A<sub>4</sub>=-1.049E-01, A<sub>6</sub>=-2.780E-02, A<sub>8</sub>=-5.889E-03,  
A<sub>10</sub>=9.940E-03, A<sub>12</sub>=1.075E-02, A<sub>14</sub>=4.766E-03, A<sub>16</sub>=-2.564E-03

第 8 面

k=-7.241, A<sub>4</sub>=-5.166E-03, A<sub>6</sub>=-1.886E-03, A<sub>8</sub>=3.678E-04,  
A<sub>10</sub>=8.219E-05, A<sub>12</sub>=-3.132E-06, A<sub>14</sub>=-4.627E-06, A<sub>16</sub>=3.669E-07

第 9 面

k=-1.099E+01, A<sub>4</sub>=-1.009E-02, A<sub>6</sub>=-9.874E-04, A<sub>8</sub>=5.960E-05,  
A<sub>10</sub>=1.283E-05, A<sub>12</sub>=2.616E-06, A<sub>14</sub>=6.416E-07, A<sub>16</sub>=-2.415E-07

【 0 0 5 2 】

10

各条件式の値を以下に示す。

- f 2 / f 1 = - 0 . 3 4
- f / R 1 f = 1 . 5 7
- R 2 f / f = 0 . 2 9
- f 2 / f 4 = 0 . 7 8
- | f 3 / f 4 | = 0 . 9 1
- R 3 r / R 4 f = - 1 . 0 9

このように、本数値実施例 4 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面 I M までの光軸 X 上の距離（空気換算長）は 4 . 9 6 mm であり、撮像レンズの小型化が図られている。

20

【 0 0 5 3 】

図 1 1 は、数値実施例 4 の撮像レンズについて、像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 1 2 は、球面収差 S A ( mm )、非点収差 A S ( mm )、および歪曲収差 D I S T ( % ) をそれぞれ示したものである。これら図 1 1 および図 1 2 に示されるように、本数値実施例 4 に係る撮像レンズによっても諸収差が良好に補正される。

【 0 0 5 4 】

数値実施例 5

基本的なレンズデータを以下に示す。

f=3.93mm、Fno=2.9、 $\omega=36.0^\circ$

単位 m m

30

面データ

面番号 i	R	d	N d	d
(物面)				
1*	3.266(=R1f)	0.340	1.6142	26.0
2*	1.692	0.100		
3(絞リ)		0.050		
4*	1.265(=R2f)	0.450	1.5247	56.2
5*	-15.176	1.125		
6*	-0.546	0.350	1.6142	26.0
7*	-1.014(=R3r)	0.020		
8*	1.057(=R4f)	0.860	1.5247	56.2
9*	2.393	0.280		
10		0.300	1.5163	64.1
11		1.403		

40

(像面)

- f 1 = - 6 . 2 3 m m
- f 2 = 2 . 2 5 m m
- f 3 = - 2 . 6 9 m m
- f 4 = 2 . 9 5 m m

50

## 【 0 0 5 5 】

非球面データ

第 1 面

$$k=0.000, A_4=-1.936E-01, A_6=4.980E-03, A_8=6.270E-02, \\ A_{10}=-9.322E-02, A_{12}=1.485E-03, A_{14}=1.773E-01, A_{16}=-1.650E-01$$

第 2 面

$$k=-1.355E+01, A_4=-1.281E-01, A_6=-2.378E-01, A_8=1.123E-01, \\ A_{10}=3.530E-01, A_{12}=6.343E-02, A_{14}=-8.706E-01, A_{16}=3.776E-01$$

第 4 面

$$k=-3.150, A_4=3.911E-02, A_6=-3.177E-02, A_8=-9.195E-03, \\ A_{10}=6.068E-02, A_{12}=6.148E-03, A_{14}=4.211E-02, A_{16}=1.102E-03$$

10

第 5 面

$$k=-3.177E+03, A_4=6.514E-02, A_6=3.131E-02, A_8=1.066E-02, \\ A_{10}=-1.007E-01, A_{12}=8.310E-03, A_{14}=-1.264E-02, A_{16}=2.171E-01$$

第 6 面

$$k=-3.005, A_4=-2.496E-01, A_6=1.038E-01, A_8=4.788E-02, \\ A_{10}=-1.152E-02, A_{12}=1.523E-03, A_{14}=1.346E-02, A_{16}=-1.747E-02$$

第 7 面

$$k=-3.065, A_4=-8.891E-02, A_6=2.755E-02, A_8=2.755E-02, \\ A_{10}=8.117E-03, A_{12}=-2.539E-03, A_{14}=-2.846E-03, A_{16}=2.330E-04$$

20

第 8 面

$$k=-7.241, A_4=-5.166E-03, A_6=-1.886E-03, A_8=3.678E-04, \\ A_{10}=8.219E-05, A_{12}=-3.132E-06, A_{14}=-4.627E-06, A_{16}=3.669E-07$$

第 9 面

$$k=-1.099E+01, A_4=-1.009E-02, A_6=-9.874E-04, A_8=5.960E-05, \\ A_{10}=1.283E-05, A_{12}=2.616E-06, A_{14}=6.416E-07, A_{16}=-2.415E-07$$

## 【 0 0 5 6 】

各条件式の値を以下に示す。

$$f_2 / f_1 = -0.36$$

$$f / R_1 f = 1.20$$

$$R_2 f / f = 0.32$$

$$f_2 / f_4 = 0.76$$

$$|f_3 / f_4| = 0.91$$

$$R_3 r / R_4 f = -0.96$$

30

このように、本数値実施例 5 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面 I M までの光軸 X 上の距離（空気換算長）は 5.18 mm であり、撮像レンズの小型化が図られている。

## 【 0 0 5 7 】

図 1 4 は、数値実施例 5 の撮像レンズについて、像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 1 5 は、球面収差 S A (mm)、非点収差 A S (mm)、および歪曲収差 D I S T (%) をそれぞれ示したものである。これら図 1 4 および図 1 5 に示されるように、本数値実施例 5 に係る撮像レンズによっても諸収差が良好に補正される。

40

## 【 0 0 5 8 】

また、数値実施例 1 ~ 5 の各撮像レンズの画角 (2θ) はそれぞれ、72.0°、71.6°、71.2°、71.8°、72.0°となっており、従来の撮像レンズに比較して広がっている。このため、本実施の形態に係る撮像レンズによれば、従来の撮像レンズよりも広い範囲を撮影することが可能となる。

## 【 0 0 5 9 】

したがって、上記実施の形態に係る撮像レンズを、携帯電話機、携帯情報端末、およびスマートフォン等の携帯機器に内蔵されるカメラや、デジタルスティルカメラ、セキュリティ

50

ティカメラ、車載カメラ、ネットワークカメラ等の撮像光学系に適用した場合、当該カメラ等の高機能化と小型化の両立を図ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0060】

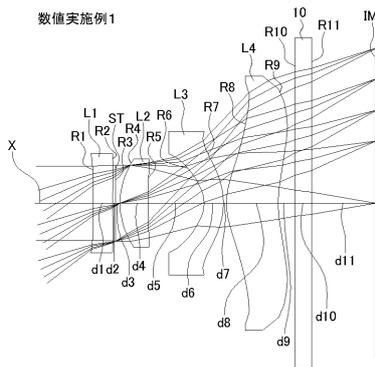
本発明は、撮像レンズとして小型化や良好な収差補正能力が要求されるとともに、比較的広い画角が要求される機器、例えば携帯電話機やスマートフォン等に組み込まれる撮像レンズに適用することができる。

【符号の説明】

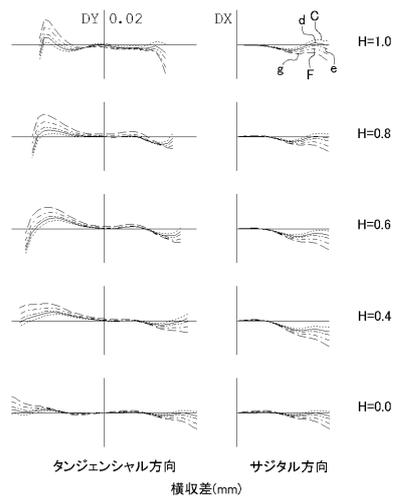
【0061】

- S T 開口絞り
- 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
- 1 0 フィルタ

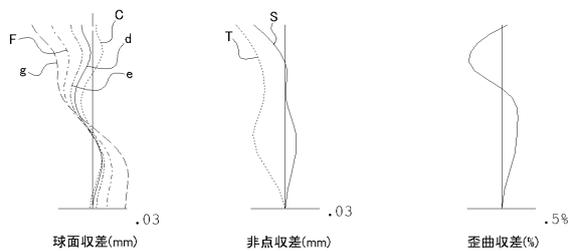
【図1】



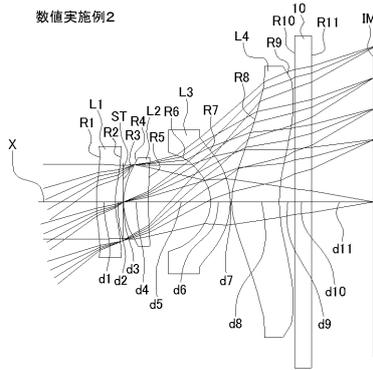
【図2】



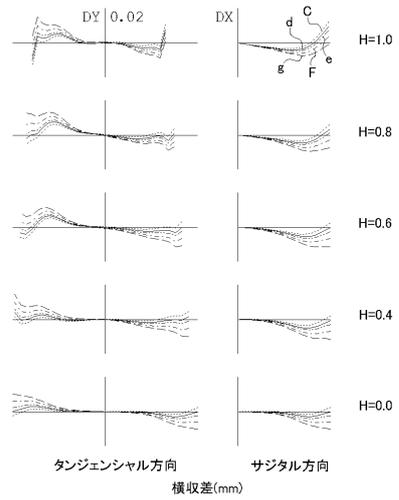
【図3】



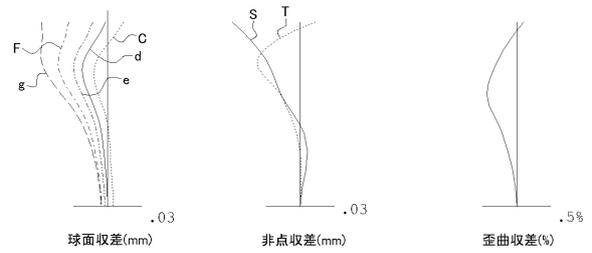
【図4】



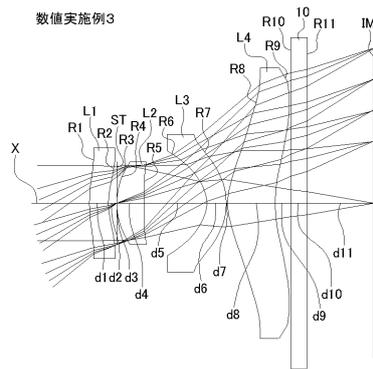
【図5】



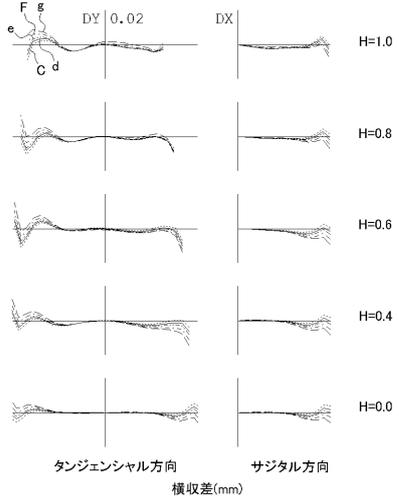
【図6】



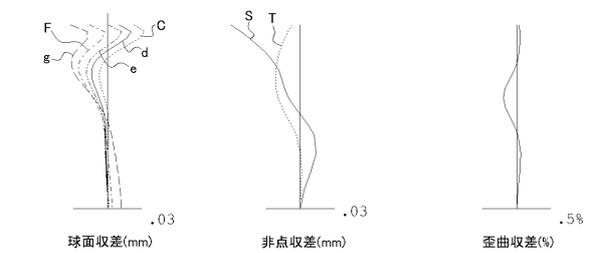
【図7】



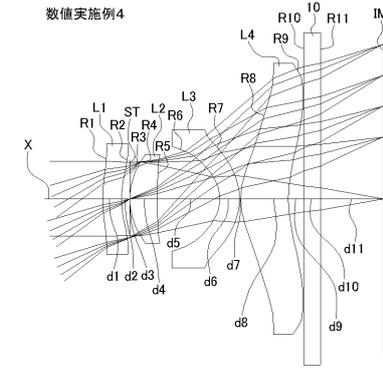
【図8】



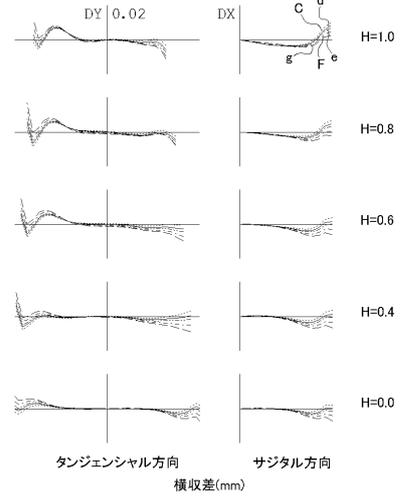
【図9】



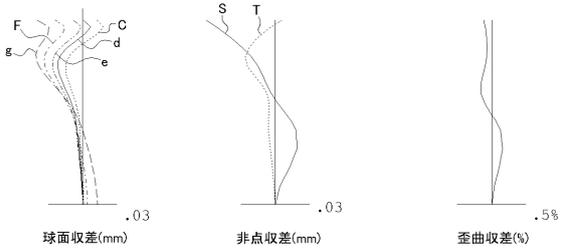
【図10】



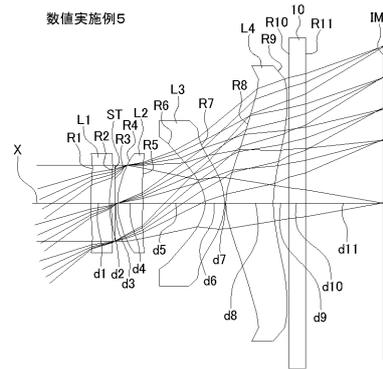
【図11】



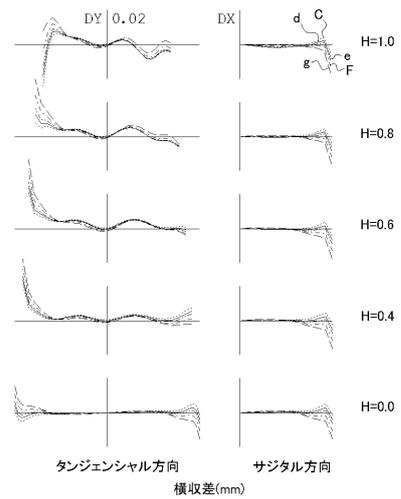
【図12】



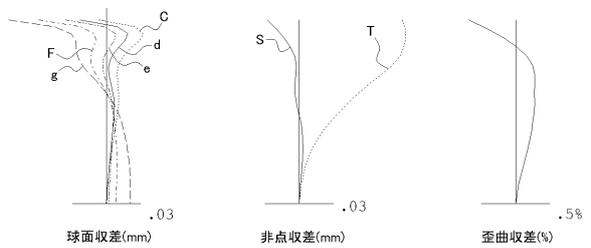
【図13】



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

(72)発明者 米澤 友浩  
栃木県矢板市片岡1150番地23 カンタツ株式会社内

審査官 森内 正明

(56)参考文献 米国特許第7848032(US, B1)  
米国特許第8014080(US, B1)  
米国特許出願公開第2008/0266678(US, A1)

(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