

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6785030号
(P6785030)

(45) 発行日 令和2年11月18日(2020.11.18)

(24) 登録日 令和2年10月28日(2020.10.28)

(51) Int. Cl. F 1
GO 2 B 13/00 (2006.01) GO 2 B 13/00
GO 2 B 13/18 (2006.01) GO 2 B 13/18

請求項の数 3 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2019-200528 (P2019-200528) (22) 出願日 令和1年11月5日(2019.11.5) (65) 公開番号 特開2020-109487 (P2020-109487A) (43) 公開日 令和2年7月16日(2020.7.16) 審査請求日 令和1年11月5日(2019.11.5) (31) 優先権主張番号 201811650595.X (32) 優先日 平成30年12月31日(2018.12.31) (33) 優先権主張国・地域又は機関 中国 (CN)</p>	<p>(73) 特許権者 519312957 エーエーシー オプティックス ソリュー ションズ ピーティーイー リミテッド シンガポール, キャベンディッシュ, サイ エンスパークドライブ85, #02-08 , 〒118259 (74) 代理人 100128347 弁理士 西内 盛二</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像光学レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像光学レンズであって、

物体側から像側に向かって順に、絞りと、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、負の屈折力を有する第4レンズとからなり、

前記第4レンズの焦点距離を f_4 、前記第1レンズの物体側面の曲率半径を R_1 、前記第1レンズの像側面の曲率半径を R_2 、前記第2レンズの物体側面の曲率半径を R_3 、前記第2レンズの像側面の曲率半径を R_4 、前記第4レンズの物体側面の曲率半径を R_7 としたときに、以下の条件式(1)~(3)を満たすことを特徴とする撮像光学レンズ。

$$62.00 < R_7 / f_4 < 70.00 \quad (1)$$

$$0.10 < R_1 / R_2 < 0.40 \quad (2)$$

$$-0.50 < R_3 / R_4 < -0.30 \quad (3)$$

【請求項 2】

前記第3レンズの物体側面の曲率半径を R_5 、前記第3レンズの像側面の曲率半径を R_6 としたときに、以下の条件式(4)を満たすことを特徴とする請求項1に記載の撮像光学レンズ。

$$10.00 < R_5 / R_6 < 30.00 \quad (4)$$

【請求項 3】

前記第3レンズの焦点距離を f_3 、前記第3レンズの軸上厚みを d_5 としたときに、以

下の条件式(5)を満たすことを特徴とする請求項1に記載の撮像光学レンズ。

$$0.60 < d5 / f3 < 0.68 \quad (5)$$

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学レンズ分野に関し、特にスマートフォン、デジタルカメラなどの携帯端末装置と、モニタ、PCレンズなどの撮像装置とに適用される撮像光学レンズに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、スマートフォンの登場に伴い、小型化の撮像レンズに対する需要がますます高まっているが、撮像レンズの感光素子は、一般的に、感光結合素子(Charge Coupled Device、CCD)又は相補型金属酸化物半導体素子(Complementary Metal-Oxide Semiconductor Sensor、CMOS Sensor)の2種類のみで大別される。また、半導体製造プロセスの技術の進歩により、感光素子の画素サイズが縮小可能であるとともに、現在の電子製品は、優れた機能および軽量化・薄型化・小型化の外観を発展の傾向とする。そのため、良好な結像品質を有する小型化の撮像レンズは、現在の市場において既に主流となっている。

【0003】

優れた結像品質を得るために、携帯電話のカメラに搭載された従来のレンズは、3枚式のレンズ構造を用いることが多い。しかしながら、技術の発展及びユーザの多様化のニーズの増加に伴い、感光素子の画素面積が縮小しつつあり且つ結像品質に対するシステムからの要求が高くなってきている場合には、4枚式のレンズ構造が徐々にレンズの設計に現れている。よく見られる4枚式のレンズは、良好な光学性能を有しているが、その屈折力、レンズ間隔、およびレンズ形状の設定には依然としてある程度の非合理性があるので、レンズ構造では、良好な光学性能を有すると共に、大口径及び極薄化の設計要求を満たすことができない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、良好な光学性能を有するとともに、大口径及び極薄化の設計要求を満たす撮像光学レンズ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】

【0005】

上記問題を解決するために、本発明の実施形態は、撮像光学レンズを提供する。前記撮像光学レンズは、物体側から像側に向かって順に、絞りと、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、負の屈折力を有する第4レンズとからなり、

前記第4レンズの焦点距離を f_4 、前記第1レンズの物体側面の曲率半径を R_1 、前記第1レンズの像側面の曲率半径を R_2 、前記第2レンズの物体側面の曲率半径を R_3 、前記第2レンズの像側面の曲率半径を R_4 、前記第4レンズの物体側面の曲率半径を R_7 としたときに、以下の条件式(1)~(3)を満たす。

$$62.00 < R7 / f4 < 70.00 \quad (1)$$

$$0.10 < R1 / R2 < 0.40 \quad (2)$$

$$-0.50 < R3 / R4 < -0.30 \quad (3)$$

【0006】

本発明の実施形態は、従来技術に対して、上記レンズの配置方式に基づいて、異なる屈折力を有するレンズと、特定の形状を有する第1レンズ、第2レンズ及び第4レンズとを使用することによって、光学システムが良好な光学性能を有すると共に、大口径及び極薄化の設計要求を満足することができる。

【0007】

10

20

30

40

50

また、前記第3レンズの物体側面の曲率半径を R_5 、前記第3レンズの像側面の曲率半径を R_6 としたときに、以下の条件式(4)を満たす。

$$10.00 < R_5 / R_6 < 30.00 \quad (4)$$

【0008】

また、前記第3レンズの焦点距離を f_3 、前記第3レンズの軸上厚みを d_5 としたときに、以下の条件式(5)を満たす。

$$0.60 < d_5 / f_3 < 0.68 \quad (5)$$

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の第1実施形態における撮像光学レンズの構造を示す模式図である。 10

【図2】図1に示す撮像光学レンズの軸上色収差を示す模式図である。

【図3】図1に示す撮像光学レンズの倍率色収差を示す模式図である。

【図4】図1に示す撮像光学レンズの像面湾曲及び歪曲収差を示す模式図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係る撮像光学レンズの構造を示す模式図である。

【図6】図5に示す撮像光学レンズの軸上色収差を示す模式図である。

【図7】図5に示す撮像光学レンズの倍率色収差を示す模式図である。

【図8】図5に示す撮像光学レンズの像面湾曲及び歪曲収差を示す模式図である。

【図9】本発明の第3実施形態の撮像光学レンズの構造を示す模式図である。

【図10】図9に示す撮像光学レンズの軸上色収差を示す模式図である。

【図11】図9に示す撮像光学レンズの倍率色収差を示す模式図である。 20

【図12】図9に示す撮像光学レンズの像面湾曲および歪曲収差を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の目的、解決手段及びメリットがより明瞭になるように、以下、図面を参照しながら本発明の各実施形態を詳細に説明する。しかし、本発明の各実施形態において、本発明が良く理解されるように多くの技術的詳細が与えられているが、それらの技術的詳細および以下の各実施形態に基づく各種の変化及び修正が存在しなくとも、本発明の保護しようとするものを実現可能であることは、当業者に理解されるべきである。

【0011】

以下は、第1実施形態である。 30

図面を参照すると、本発明は、撮像光学レンズ10を提供する。図1は、本発明の第1実施形態の撮像光学レンズ10を示す。当該撮像光学レンズ10は、4枚のレンズを備える。具体的に、前記撮像光学レンズ10は、物体側から像側に向かって順に絞り S_1 、第1レンズ L_1 、第2レンズ L_2 、第3レンズ L_3 及び第4レンズ L_4 からなる。本実施形態では、第4レンズ L_4 と像面 S_i との間にガラス平板 GF などの光学素子が設けられていることが好ましく、ガラス平板 GF が、カバーガラスであってもよく、光学フィルタ(filter)であってもよい。無論、他の実施形態では、ガラス平板 GF が他の位置に設けられることも可能である。

【0012】

本実施形態では、第1レンズ L_1 は、正の屈折力を有し、その物体側面が外へ突出して凸面となり、その像側面が凹面であり、第2レンズ L_2 は、負の屈折力を有し、その物体側面が凹面であり、その像側面が凹面であり、第3レンズ L_3 は、正の屈折力を有し、その物体側面が凹面であり、その像側面が凸面であり、第4レンズ L_4 は、負の屈折力を有し、その物体側面が凹面であり、その像側面が凹面である。 40

【0013】

また、レンズの表面は、非球面に設けることができ、非球面は、球面以外の形状に容易に形成でき、より多くの制御変数を得ることができるので、収差を低減し、さらに使用されるレンズの数を減らすことができるため、本発明の撮像光学レンズの全長を効果的に低減することが可能となる。本発明の実施形態では、各レンズの物体側面及び像側面は、いずれも非球面である。 50

【0014】

ここで、第4レンズL4の焦点距離を f_4 、第1レンズL1の物体側の曲率半径を R_1 、第1レンズL1の像側の曲率半径を R_2 、第2レンズL2の物体側の曲率半径を R_3 、第2レンズL2の像側の曲率半径を R_4 、第4レンズL4の物体側の曲率半径を R_7 として定義する。前記 f_4 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 及び R_7 は、以下の条件式を満たす。

$$62.00 < R_7 / f_4 < 70.00 \quad (1)$$

$$0.10 < R_1 / R_2 < 0.40 \quad (2)$$

$$-0.50 < R_3 / R_4 < -0.30 \quad (3)$$

その中で、条件式(1)は、第4レンズL4の形状を規定するものである。このように設けると、光学システムにおける先頭3枚のレンズ(第1レンズL1、第2レンズL2、第3レンズL3)で発生された収差を効果的に補正することができる。

条件式(2)は、第1レンズL1の形状を規定するものである。 R_1 と R_2 が条件式(2)で規定された範囲内にあると、レンズを通る光の偏向の程度を緩和でき、収差を効果的に低減できる。

条件式(3)は、第2レンズL2の形状を規定するものである。このように設けると、コマ収差及び倍率色収差を除去することに寄与できる。

【0015】

本実施形態では、上記レンズの配置方式に基づいて、異なる屈折力を持つ各レンズ(L1、L2、L3、L4)と、特定の形状を有する第1レンズL1、第2レンズL2及び第4レンズL4とを使用することによって、光学システムが、良好な光学性能を有すると共に、大口径及び極薄化の設計要求を満足できる。

【0016】

具体的には、本実施形態において、第3レンズL3の物体側の曲率半径 R_5 、第3レンズL3の像側の曲率半径 R_6 が、以下の条件式を満たす。

$$10.00 < R_5 / R_6 < 30.00 \quad (4)$$

条件式(4)は、第3レンズL3の形状を規定するものである。 R_5 と R_6 が条件式(4)で規定された範囲内にあると、レンズの加工及びレンズの組立に寄与できる。

【0017】

好ましくは、本実施形態において、第3レンズL3の焦点距離を f_3 、前記第3レンズの軸上厚みを d_5 としたときに、 f_3 と d_5 が以下の条件式を満たす。

$$0.60 < d_5 / f_3 < 0.68 \quad (5)$$

条件式(5)は、第3レンズL3の寸法及び屈折力を規定するものである。 f_3 と d_5 が条件式(5)で規定された範囲内にあると、レンズの加工及びレンズの組立に寄与する。

【0018】

なお、本実施形態に係る撮像光学レンズ10を構成する第1レンズL1、第2レンズL2、第3レンズL3及び第4レンズL4が、上記した構成とパラメータ関係を有しているため、撮像光学レンズ10が各レンズの屈折力、面型、材料及び各レンズの軸上厚みなどを合理的に配分でき、様々な種類の収差を補正することができる。本発明における撮像光学レンズ10の結像光学系は、 $Fno = 2.10$ である。撮像光学レンズ10の光学長 TTL 及び撮像光学レンズ10の像高 IH は、条件式 $TTL / IH = 1.50$ を満たす。良好な光学結像性能を有すると共に、大口径及び極薄化の設計要求を満足することが実現される。

【0019】

図1は、第1実施形態における撮像光学レンズ10の構造を示す模式図である。以下に、本発明の第1実施形態における撮像光学レンズ10の設計データを示す。

【0020】

表1は、本発明の第1実施形態において撮像光学レンズ10を構成する第1レンズL1～第4レンズL4の物体側及び像側の曲率半径 R 、レンズの軸上厚み、レンズ間の距離 d

10

20

30

40

50

、屈折率 n_d 及びアッペ数 v_d を挙げる。表 2 は、撮像光学レンズ 10 の円錐係数 k 及び非球面係数を示す。なお、本実施形態では、距離、半径及び軸上厚みの単位は、ミリメートル (mm) である。

【 0 0 2 1 】

【表 1】

	R	d		nd		v d	
S1	∞	d0=	-0.187				
R1	1.258	d1=	0.562	nd1	1.5439	v 1	55.95
R2	5.872	d2=	0.293				
R3	-5.728	d3=	0.415	nd2	1.6614	v 2	20.41
R4	17.358	d4=	0.164				
R5	-12.263	d5=	0.895	nd3	1.5439	v 3	55.95
R6	-0.700	d6=	0.051				
R7	-77.232	d7=	0.389	nd4	1.5352	v 4	56.12
R8	0.644	d8=	0.100				
R9	∞	d9=	0.210	ndg	1.5168	v g	64.17
R10	∞	d10=	0.352				

10

【 0 0 2 2 】

上記表において、各符号の意味は、以下の通りである。

R : 光学面の曲率半径、レンズの場合は中心曲率半径

S 1 : 絞り

R 1 : 第 1 レンズ L 1 の物体側面の曲率半径

R 2 : 第 1 レンズ L 1 の像側面の曲率半径

R 3 : 第 2 レンズ L 2 の物体側面の曲率半径

R 4 : 第 2 レンズ L 2 の像側面の曲率半径

R 5 : 第 3 レンズ L 3 の物体側面の曲率半径

R 6 : 第 3 レンズ L 3 の像側面の曲率半径

R 7 : 第 4 レンズ L 4 の物体側面の曲率半径

R 8 : 第 4 レンズ L 4 の像側面の曲率半径

R 9 : ガラス平板 G F の物体側面の曲率半径

R 1 0 : ガラス平板 G F の像側面の曲率半径

d : レンズの軸上厚み、又は、隣接するレンズ間の軸上距離

d 0 : 絞り S 1 から第 1 レンズ L 1 の物体側面までの軸上距離

d 1 : 第 1 レンズ L 1 の軸上厚み

d 2 : 第 1 レンズ L 1 の像側面から第 2 レンズ L 2 の物体側面までの軸上距離

d 3 : 第 2 レンズ L 2 の軸上厚み

d 4 : 第 2 レンズ L 2 の像側面から第 3 レンズ L 3 の物体側面までの軸上距離

d 5 : 第 3 レンズ L 3 の軸上厚み

d 6 : 第 3 レンズ L 3 の像側面から第 4 レンズ L 4 の物体側面までの軸上距離

d 7 : 第 4 レンズ L 4 の軸上厚み

d 8 : 第 4 レンズ L 4 の像側面からガラス平板 G F の物体側面までの軸上距離

d 9 : ガラス平板 G F の軸上厚み

d 1 0 : ガラス平板 G F の像側面から像面 S i までの軸上距離

n d : d 線の屈折率

n d 1 : 第 1 レンズ L 1 の d 線の屈折率

n d 2 : 第 2 レンズ L 2 の d 線の屈折率

n d 3 : 第 3 レンズ L 3 の d 線の屈折率

n d 4 : 第 4 レンズ L 4 の d 線の屈折率

20

30

40

50

n_d : ガラス平板 G F の d 線の屈折率
 v_d : アッペ数
 v_1 : 第 1 レンズ L 1 のアッペ数
 v_2 : 第 2 レンズ L 2 のアッペ数
 v_3 : 第 3 レンズ L 3 のアッペ数
 v_4 : 第 4 レンズ L 4 のアッペ数
 v_g : ガラス平板 G F のアッペ数

【 0 0 2 3 】

【 表 2 】

	円錐係数	非球面係数							
		A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	
R1	k -4.1950E+00	1.80E-01	9.09E-01	-7.11E+00	2.79E+01	-6.10E+01	6.98E+01	-3.27E+01	
R2	3.4760E+01	-3.94E-02	-4.67E-01	2.62E+00	1.04E+01	2.16E+01	-2.38E+01	1.04E+01	
R3	-4.3805E+02	-3.73E-01	1.97E-01	1.37E+00	1.20E+01	3.62E+01	-5.09E+01	2.74E+01	
R4	-4.1293E+02	4.87E-02	-5.26E-01	1.93E+00	5.77E+00	1.10E+01	-1.12E+01	4.74E+00	
R5	1.4231E+02	1.54E-01	-1.59E-01	-4.93E-01	2.10E+00	-3.55E+00	2.81E+00	-8.90E-01	
R6	-5.6034E+00	-2.71E-01	7.90E-01	-1.61E+00	2.21E+00	-1.65E+00	6.13E-01	-9.02E-02	
R7	4.9561E+02	-2.53E-01	3.97E-02	9.16E-02	1.64E-02	-6.20E-02	2.64E-02	-3.53E-03	
R8	-6.1981E+00	-1.98E-01	1.47E-01	-8.58E-02	3.46E-02	-9.19E-03	1.43E-03	-9.77E-05	

10

20

30

40

【 0 0 2 4 】

表 2 において、k は円錐係数であり、A 4、A 6、A 8、A 10、A 12、A 14、A 16 は非球面係数である。

【 0 0 2 5 】

なお、本実施形態では、各レンズ面の非球面は、下記式(6)で表される非球面を使用している。しかしながら、下記式(6)の具体例は、一例に過ぎなく、本発明は、特にこの式(6)の非球面多項式に限定されるものではない。

50

$$y = (x^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + k)(x^2 / R^2)\}^{1/2}] + A_4 x^4 + A_6 x^6 + A_8 x^8 + A_{10} x^{10} + A_{12} x^{12} + A_{14} x^{14} + A_{16} x^{16} \quad (6)$$

【0026】

表3、表4は、本発明の実施形態に係る撮像光学レンズ10における各レンズの変曲点及び停留点の設計データを示す。ここで、P1R1、P1R2は、それぞれ第1レンズL1の物体側面と像側面を示し、P2R1、P2R2は、それぞれ第2レンズL2の物体側面と像側面を示し、P3R1、P3R2は、それぞれ第3レンズL3の物体側面と像側面を示し、P4R1、P4R2は、それぞれ第4レンズL4の物体側面と像側面を示す。「変曲点位置」欄の対応するデータは、各レンズの表面に設置された変曲点から撮像光学レンズ10の光軸までの垂直距離である。「停留点位置」欄の対応するデータは、各レンズの表面に設置された停留点から撮像光学レンズ10の光軸までの垂直距離である。

【0027】

【表3】

	変曲点の数	変曲点位置 1	変曲点位置 2
P1R1	1	0.745	
P1R2	1	0.415	
P2R1	1	0.785	
P2R2	2	0.345	0.725
P3R1	2	0.245	0.505
P3R2	2	0.685	1.165
P4R1	2	0.915	1.445
P4R2	1	0.415	

【0028】

【表4】

	停留点の数	停留点位置 1	停留点位置 2
P1R1	0		
P1R2	1	0.595	
P2R1	0		
P2R2	2	0.535	0.795
P3R1	0		
P3R2	0		
P4R1			
P4R2	1	1.135	

【0029】

また、後の表 1 3 において、第 1 実施形態における各種パラメータ、及び条件式で規定されたパラメータに対応する値をさらに示す。

【 0 0 3 0 】

図 2、図 3 は、それぞれ波長 4 8 6 n m、5 8 8 n m 及び 6 5 6 n m の光が第 1 実施形態に係る撮像光学レンズ 1 0 を通った後の軸上色収差及び倍率色収差を示す模式図である。図 4 は、波長 5 8 8 n m の光が第 1 実施形態に係る撮像光学レンズ 1 0 を通った後の像面湾曲及び歪曲収差を示す模式図である。図 4 の像面湾曲 S は、サジタル方向の像面湾曲であり、T は、タンジェンシャル方向の像面湾曲である。

【 0 0 3 1 】

本実施形態において、前記撮像光学レンズ 1 0 の全画角が 2θ であり、F 値が F_{no} であり、その中で、 $2\theta = 73.87^\circ$ であり、 $F_{no} = 2.05$ であり、このように、撮像光学レンズ 1 0 が、大口径かつ極薄であり、且つ、優れた結像性能を有する。

10

【 0 0 3 2 】

以下は、第 2 実施形態である。

【 0 0 3 3 】

図 5 は、本発明の第 2 実施形態に係る撮像光学レンズ 2 0 の構造を示す模式図である。第 2 実施形態は、第 1 実施形態と基本的に同じであり、符号の意味も第 1 実施形態と同様であるため、相違点のみを以下に示す。

【 0 0 3 4 】

表 5、表 6 は、本発明の第 2 実施形態に係る撮像光学レンズ 2 0 の設計データを示す。

20

【 0 0 3 5 】

【表 5】

	R	d		nd		v d	
S1	∞	d0=	-0.180				
R1	1.262	d1=	0.563	nd1	1.5439	v 1	55.95
R2	6.454	d2=	0.286				
R3	-5.670	d3=	0.422	nd2	1.6614	v 2	20.41
R4	12.606	d4=	0.170				
R5	-17.670	d5=	0.860	nd3	1.5439	v 3	55.95
R6	-0.707	d6=	0.052				
R7	-82.568	d7=	0.392	nd4	1.5352	v 4	56.12
R8	0.649	d8=	0.100				
R9	∞	d9=	0.210	ndg	1.5168	v g	64.17
R10	∞	d10=	0.340				

30

【 0 0 3 6 】

【表 6】

	円錐係数 k	非球面係数							
		A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	
R1	-4.3209E+00	1.79E-01	9.09E-01	-7.11E+00	2.79E+01	-6.10E+01	6.98E+01	-3.27E+01	
R2	3.5218E+01	-3.81E-02	-4.66E-01	2.62E+00	1.04E+01	2.16E+01	-2.38E+01	1.04E+01	
R3	-3.8282E+02	-3.74E-01	1.97E-01	1.37E+00	1.20E+01	3.62E+01	-5.09E+01	2.74E+01	
R4	-4.8388E+02	5.09E-02	-5.23E-01	1.93E+00	5.77E+00	1.10E+01	-1.12E+01	4.73E+00	
R5	2.0287E+02	1.42E-01	-1.61E-01	-4.93E-01	2.10E+00	-3.55E+00	2.80E+00	-8.91E-01	
R6	-5.6119E+00	-2.67E-01	7.90E-01	-1.61E+00	2.21E+00	-1.65E+00	6.13E-01	-9.01E-02	
R7	-2.8117E+02	-2.53E-01	3.97E-02	9.14E-02	1.63E-02	-6.20E-02	2.64E-02	-3.53E-03	
R8	-6.2377E+00	-1.99E-01	1.47E-01	-8.57E-02	3.46E-02	-9.20E-03	1.43E-03	-9.79E-05	

10

20

30

【0037】

表 7、表 8 は本発明の実施形態 2 に係る撮像光学レンズ 20 における各レンズの変曲点及び停留点の設計データを示す。

【0038】

【表 7】

	変曲点の数	変曲点位置 1	変曲点位置 2
P1R1	1	0.745	
P1R2	1	0.395	
P2R1	1	0.785	
P2R2	2	0.365	0.725
P3R1	2	0.205	0.525
P3R2	2	0.675	1.175
P4R1	2	0.915	1.425
P4R2	1	0.405	

10

【0039】

【表 8】

	停留点の数	停留点位置 1	停留点位置 2
P1R1	0		
P1R2	1	0.575	
P2R1	0		
P2R2	2	0.575	0.795
P3R1	2	0.395	0.605
P3R2	0		
P4R1			
P4R2	1	1.115	

20

30

【0040】

後の表 13 において、第 2 実施形態における各種パラメータ、及び条件式で規定されたパラメータに対応する値をさらに示す。

【0041】

図 6、図 7 は、それぞれ波長 486 nm、588 nm 及び 656 nm の光が第 2 実施形態に係る撮像光学レンズ 20 を通った後の軸上色収差及び倍率色収差を示す模式図である。図 8 は、波長 588 nm の光が第 2 実施形態に係る撮像光学レンズ 20 を通った後の像面湾曲及び歪曲収差を示す模式図である。図 8 の像面湾曲 S は、サジタル方向の像面湾曲であり、T は、タンジェンシャル方向の像面湾曲である。

40

【0042】

本実施形態の撮像光学レンズ 20 において、 $2\theta = 74.60^\circ$ であり、 $Fno = 2.05$ であり、このように、撮像光学レンズ 20 が、大口径かつ極薄であり、且つ優れた結像性能を有する。

【0043】

50

以下は、第3実施形態である。

【0044】

図9は、本発明の第3実施形態に係る撮像光学レンズ30の構造を示す模式図である。第3実施形態は、第1実施形態と基本的に同じであり、符号の意味も第1実施形態と同様であるため、相違点のみを以下に示す。

【0045】

表9、表10は、本発明の第3実施形態に係る撮像光学レンズ30の設計データを示す。

【0046】

【表9】

	R	d		nd		v d	
S1	∞	d0=	-0.179				
R1	1.265	d1=	0.587	nd1	1.5439	v 1	55.95
R2	4.671	d2=	0.293				
R3	-8.258	d3=	0.362	nd2	1.6614	v 2	20.41
R4	20.702	d4=	0.186				
R5	-8.337	d5=	0.832	nd3	1.5439	v 3	55.95
R6	-0.698	d6=	0.052				
R7	-75.514	d7=	0.399	nd4	1.5352	v 4	56.12
R8	0.656	d8=	0.100				
R9	∞	d9=	0.210	ndg	1.5168	v g	64.17
R10	∞	d10=	0.350				

10

20

【0047】

【表 1 0】

	円錐係数 k	非球面係数						
		A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
R1	-3.7360E+00	1.74E-01	9.04E-01	-7.10E+00	2.79E+01	-6.10E+01	6.98E+01	-3.26E+01
R2	3.0535E+01	-6.36E-02	-4.57E-01	2.62E+00	1.04E+01	2.16E+01	-2.39E+01	1.02E+01
R3	-5.0000E+02	-3.58E-01	1.78E-01	1.35E+00	1.20E+01	3.63E+01	-5.09E+01	2.74E+01
R4	-5.0000E+02	3.69E-02	-5.32E-01	1.90E+00	5.69E+00	1.10E+01	-1.13E+01	4.81E+00
R5	6.3310E+01	1.71E-01	-1.60E-01	-4.94E-01	2.11E+00	-3.55E+00	2.79E+00	-8.78E-01
R6	-5.2613E+00	-2.74E-01	7.90E-01	-1.61E+00	2.21E+00	-1.65E+00	6.13E-01	-9.01E-02
R7	5.0000E+02	-2.54E-01	3.93E-02	9.16E-02	1.62E-02	-6.19E-02	2.64E-02	-3.54E-03
R8	-6.2244E+00	-1.99E-01	1.48E-01	-8.57E-02	3.46E-02	-9.19E-03	1.43E-03	-9.76E-05

10

20

30

【 0 0 4 8 】

表 1 1、表 1 2 は本発明の実施形態 3 に係る撮像光学レンズ 3 0 における各レンズの変曲点及び停留点の設計データを示す。

【 0 0 4 9 】

【表 1 1】

	変曲点の数	変曲点位置 1	変曲点位置 2
P1R1	1	0.755	
P1R2	1	0.445	
P2R1	1	0.785	
P2R2	2	0.315	0.715
P3R1	2	0.305	0.505
P3R2	2	0.695	1.145
P4R1	2	0.915	1.465
P4R2	1	0.415	

10

【 0 0 5 0】

【表 1 2】

	停留点の数	停留点位置 1	停留点位置 2
P1R1	0		
P1R2	1	0.635	
P2R1	0		
P2R2	2	0.475	0.805
P3R1	0		
P3R2	0		
P4R1	2	1.425	1.495
P4R2	1	1.135	

20

30

【 0 0 5 1】

後の表 1 3 において、第 3 実施形態における各種パラメータ、及び条件式で規定されたパラメータに対応する値をさらに示す。

【 0 0 5 2】

図 1 0、図 1 1 は、それぞれ波長 4 8 6 n m、5 8 8 n m 及び 6 5 6 n m の光が第 3 実施形態に係る撮像光学レンズ 3 0 を通った後の軸上色収差及び倍率色収差を示す模式図である。図 1 2 は、波長 5 8 8 n m の光が第 3 実施形態に係る撮像光学レンズ 3 0 を通った後の像面湾曲及び歪曲収差を示す模式図である。図 1 2 の像面湾曲 S は、サジタル方向の像面湾曲であり、T は、タンジェンシャル方向の像面湾曲である。

40

【 0 0 5 3】

本実施形態の撮像光学レンズ 3 0 において、 $2\theta = 74.82^\circ$ であり、 $Fno = 2.06$ であり、このように、撮像光学レンズ 3 0 が、大口径かつ極薄であり、且つ優れた結像性能を有する。

【 0 0 5 4】

以下、表 1 3 では、上記条件式に従って、第 1 実施形態、第 2 実施形態及び第 3 実施形

50

態における各条件式(1)、(2)、(3)、(4)及び(5)に対応する値、及び他の関連パラメータの取り得る値を挙げている。

【0055】

【表13】

	第1実施形態	第2実施形態	第3実施形態	備考
R7/f4	65.12	68.98	62.56	条件式(1)
R1/R2	0.21	0.20	0.27	条件式(2)
R3/R4	-0.33	-0.45	-0.40	条件式(3)
R5/R6	17.52	24.99	11.94	条件式(4)
d5/f3	0.68	0.65	0.62	条件式(5)
f	2.942	2.907	2.89	
f1	2.808	2.762	2.989	
f2	-6.392	-5.792	-8.78	
f3	1.321	1.323	1.341	
f4	-1.186	-1.197	-1.207	
IH	2.285	2.285	2.285	

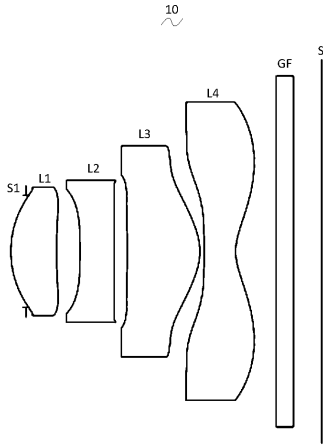
10

20

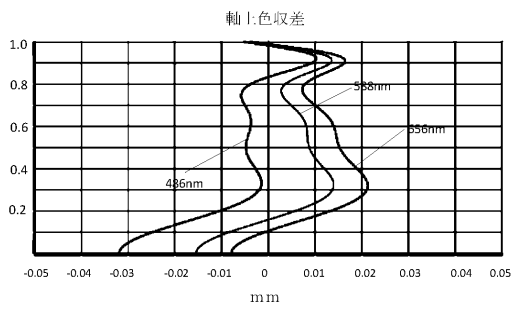
【0056】

当業者であれば分かるように、上記各実施形態が本発明を実現するための具体的な実施形態であり、実際の応用において、本発明の要旨と範囲から逸脱しない限り、形式及び詳細に対する各種の変更は可能である。

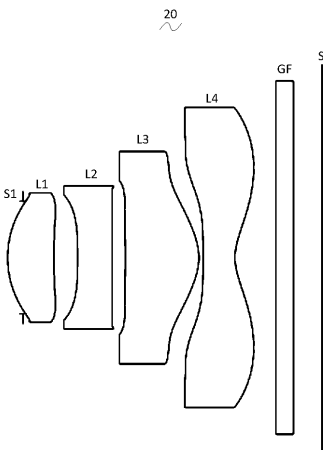
【 図 1 】



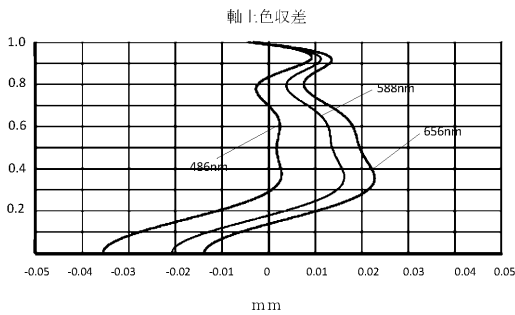
【 図 2 】



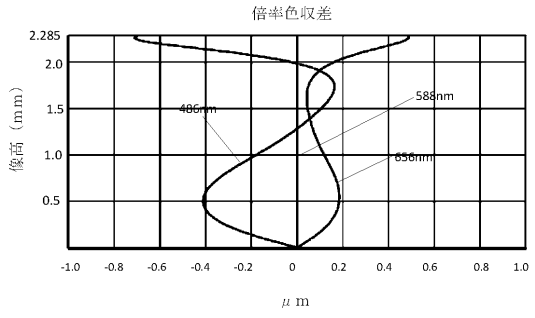
【 図 5 】



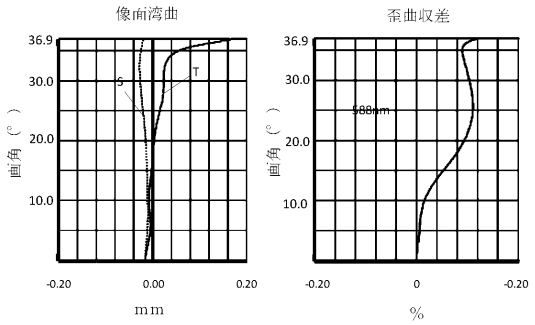
【 図 6 】



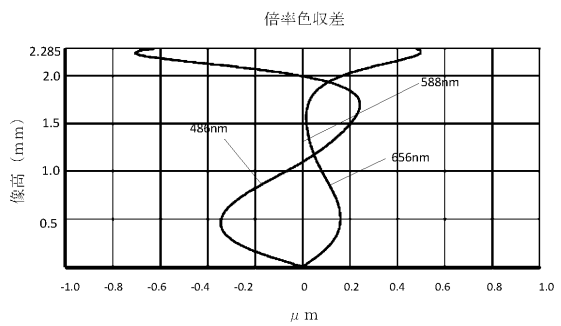
【 図 3 】



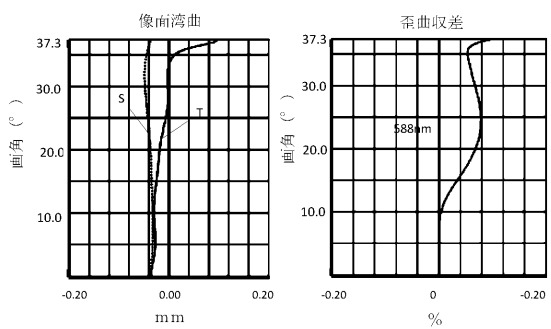
【 図 4 】



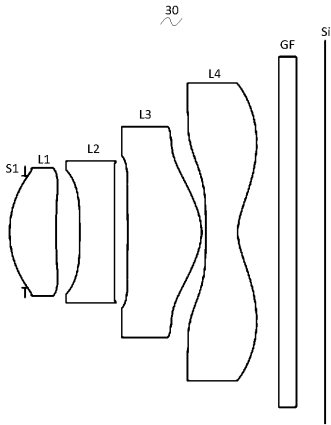
【 図 7 】



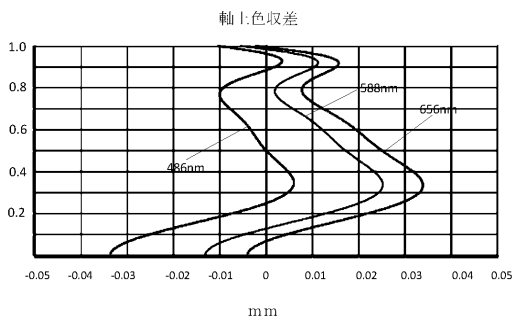
【 図 8 】



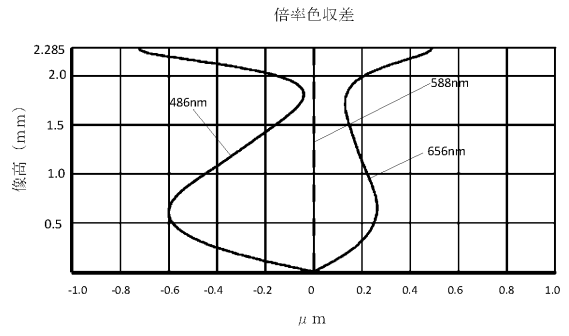
【図9】



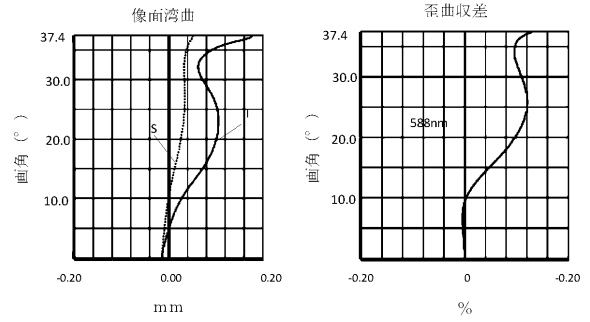
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 趙 効楠

中華人民共和国、518057、シンセン、ナンシャン ディストリクト、サウス ハイテック
インダストリアル パーク、ナンバー6 ユエシン サード ロード、ナンジン ユニバーシティ
リサーチ センター シンセン ブランチ、ブロック エー

(72)発明者 寺岡 弘之

大阪府大阪市中央区久太郎町1丁目6番11号 株式会社AAC Technologies J
apan R&D Center内

審査官 岡田 弘

(56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0285908(US, A1)

中国実用新案第201133964(CN, Y)

米国特許第08422146(US, B1)

特開2008-158413(JP, A)

特開2013-092584(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04