

(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2016-57562
(P2016-57562A)

(43) 公開日 平成28年4月21日(2016.4.21)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
G02B 13/04 (2006.01) G02B 13/04 D 2H087
G02B 13/18 (2006.01) G02B 13/18

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2014-186037 (P2014-186037)
 (22) 出願日 平成26年9月12日 (2014.9.12)

(71) 出願人 000002233
 日本電産サンキョー株式会社
 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地
 (74) 代理人 100090170
 弁理士 横沢 志郎
 (74) 代理人 100125690
 弁理士 小平 晋
 (74) 代理人 100142619
 弁理士 河合 徹
 (74) 代理人 100153316
 弁理士 河口 伸子
 (72) 発明者 小宮山 忠史
 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 日本
 電産サンキョー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 広角レンズ

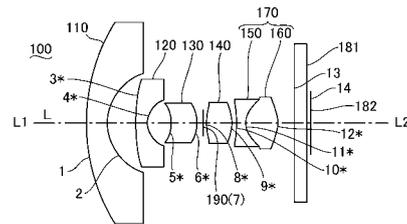
(57) 【要約】

【課題】 絞りより像側 L 2 に接合レンズを配置した場合でも各種収差を低減することのできるとともに、接合レンズを構成するレンズの接合面の曲率半径の絶対値を比較的大きくすることのできる広角レンズを提供すること。

【解決手段】 広角レンズ 100 は 5 群 6 枚のレンズ構成を有し、第 1 レンズ 110 および第 2 レンズ 120 は、負のパワーを有するレンズであり、第 3 レンズ 130 および第 4 レンズ 140 は、正のパワーを有するレンズである。第 5 レンズ 150 は、物体側 L 1 に凹面を向け、像側 L 2 に凹面を向けた負のパワーを有するプラスチックレンズであり、第 6 レンズ 160 は、物体側 L 1 に凸面を向け、像側 L 2 に凸面を向けた正のパワーを有するプラスチックレンズである。第 3 レンズ 130 と第 4 レンズ 140 との間に絞り 190 が配置されている。第 5 レンズ 150 と第 6 レンズ 160 とは接合レンズである。

【選択図】 図 1

(a)



(b)

Surf	Radius	Thickness	Nd	vd	f
1	12.250	1.300	1.715	49.6	-6.242
2	3.360	1.770			
3*	12.500	0.700	1.531	55.8	-3.182
4*	1.450	1.460			
5*	-3.060	1.630	1.580	30.3	9.370
6*	-2.340	0.430			
7(stop)	Infinity	0.180			
8*	3.860	1.570	1.619	63.9	2.838
9*	-2.35	0.290			
10*	-7.480	0.550	1.635	24.0	-1.593
11*	1.200	2.615	1.531	55.8	1.855
12*	-2.300	1.000			
13	Infinity	0.800	1.517	64.1	
14	Infinity	0.210			

(c)

非球面係数	K	A4	A6	A8	A10	
Surf	c (1/Radius)	K <td>A4 <td>A6 <td>A8 <td>A10</td> </td></td></td>	A4 <td>A6 <td>A8 <td>A10</td> </td></td>	A6 <td>A8 <td>A10</td> </td>	A8 <td>A10</td>	A10
3	8.0000E-02	0.0000E+00	-1.79000E-03	2.36000E-04	-2.0000E-06	0.0000E+00
4	8.84932E-01	-8.0000E-02	-1.25000E-02	-2.40000E-03	2.85000E-03	-1.47000E-03
5	-3.28797E-01	0.00000E+00	-3.12000E-02	8.70000E-04	-7.00000E-03	1.73000E-03
6	-4.27350E-01	0.00000E+00	-1.12000E-02	3.43000E-03	-1.81000E-04	0.00000E+00
8	2.61188E-01	0.00000E+00	-1.67000E-02	2.29000E-03	0.00000E+00	0.00000E+00
9	-3.65361E-01	0.00000E+00	3.71000E-03	1.60000E-03	9.00000E-04	0.00000E+00
10	-1.34048E-01	0.00000E+00	-1.22000E-02	2.68000E-03	1.88000E-03	-2.00000E-04
11	8.33333E-01	-8.50000E-01	-4.62000E-03	-1.36000E-02	3.80000E-03	-8.64000E-04
12	-4.34783E-01	-2.30000E+00	-1.24000E-03	2.27000E-03	-1.24000E-03	7.33000E-04

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

5 群 6 枚のレンズ構成を有し、

物体側から第 1 番目の第 1 レンズは、物体側に凸面を向け、像側に凹面を向けた負のパワーを有するレンズであり、

物体側から第 2 番目の第 2 レンズは、像側に凹面を向けた負のパワーを有するレンズであり、

物体側から第 3 番目の第 3 レンズは、像側に凸面を向けた正のパワーを有するレンズであり、

物体側から第 4 番目の第 4 レンズは、像側に凸面を向けた正のパワーを有するレンズであり、

物体側から第 5 番目の第 5 レンズは、物体側に凹面を向け、像側に凹面を向けた負のパワーを有するプラスチックレンズであり、

物体側から第 6 番目の第 6 レンズは、物体側に凸面を向け、像側に凸面を向けた正のパワーを有するプラスチックレンズであり、

前記第 3 レンズと前記第 4 レンズとの間に絞りが配置され、

前記第 5 レンズと前記第 6 レンズとは接合レンズであることを特徴とする広角レンズ。

【請求項 2】

有効焦点距離を f_0 とし、前記第 3 レンズの焦点距離を f_3 とし、前記第 5 レンズの焦点距離を f_5 としたとき、

以下の条件 1 および条件 2

$$\text{条件 1 : } 6 < f_3 / f_0 < 12$$

$$\text{条件 2 : } -1.5 < f_5 / f_0 < -1$$

の双方を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の広角レンズ。

【請求項 3】

前記第 3 レンズのアッペ数を 3 とし、前記第 4 レンズのアッペ数を 4 としたとき、

以下の条件 3 および条件 4

$$\text{条件 3 : } 3 \quad 3 \quad 5$$

$$\text{条件 4 : } 4 \quad 5 \quad 0$$

の双方を満たすことを特徴とする請求項 2 に記載の広角レンズ。

【請求項 4】

前記第 4 レンズはガラスレンズからなることを特徴とする請求項 3 に記載の広角レンズ。

【請求項 5】

前記第 5 レンズは、物体側に凹面を向けていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の広角レンズ。

【請求項 6】

前記第 1 レンズの物体側の面から撮像素子までの物像間距離を D としたとき、

以下の条件 5

$$\text{条件 5 : } 10 < D / f_0 < 15$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の広角レンズ。

【請求項 7】

前記第 5 レンズのアッペ数を 5 とし、前記第 6 レンズのアッペ数を 6 としたとき、

以下の条件 6 および条件 7

$$\text{条件 6 : } 5 \quad 3 \quad 5$$

$$\text{条件 7 : } 6 \quad 4 \quad 0$$

の双方を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の広角レンズ。

【請求項 8】

水平画角が 130° 以上であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の広角レンズ。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、各種撮像系に用いられる広角レンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

監視用カメラ、車載用カメラ、携帯機器用カメラに搭載されるレンズに関しては、90°以上の画角を有するとともに、十分な解像度を得ることができるよう収差を低減したレンズが求められている。また、4群5枚のレンズ構成において、第3群と第4群との間に絞りを配置するとともに、プラスチックレンズを接合した接合レンズを第4群として絞りに対して後側（像側）で隣り合う位置に配置し、コストの低減や色収差等の改善等を図った構成が提案されている（特許文献1参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第5064154号公報

【発明の概要】

【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に記載の広角レンズのように、絞りに対して後側（像側）で隣り合う位置に接合レンズを配置しても他の収差が残存して解像度が低下するという問題点がある。また、絞りの後方に接合レンズを配置すると、接合面の曲率半径の絶対値が極端に小さくなるため、接合レンズに用いるレンズの製造やレンズの接合を安定に行えなくなるため、好ましくない。

20

【0005】

以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、絞りより像側に接合レンズを配置した場合でも各種収差を低減することのできるのと同時に、接合レンズを構成するレンズの接合面の曲率半径の絶対値を比較的大きくすることのできる広角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】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明に係る広角レンズは、5群6枚のレンズ構成を有し、物体側から第1番目の第1レンズは、物体側に凸面を向け、像側に凹面を向けた負のパワーを有するレンズであり、物体側から第2番目の第2レンズは、像側に凹面を向けた負のパワーを有するレンズであり、物体側から第3番目の第3レンズは、像側に凸面を向けた正のパワーを有するレンズであり、物体側から第4番目の第4レンズは、像側に凸面を向けた正のパワーを有するレンズであり、物体側から第5番目の第5レンズは、物体側に凹面を向け、像側に凹面を向けた負のパワーを有するプラスチックレンズであり、物体側から第6番目の第6レンズは、物体側に凸面を向け、像側に凸面を向けた正のパワーを有するプラスチックレンズであり、前記第3レンズと前記第4レンズとの間に絞りが配置され、前記第5レンズと前記第6レンズとは接合レンズであることを特徴とする。

30

40

【0007】

本発明では、各レンズの形状および屈折力を適正化してある。また、絞りの後方に正のパワーを有する第4レンズを配置したため、広角であっても、倍率色収差、像面湾曲収差、歪曲収差、コマ収差、非点収差等の補正が可能である。また、絞りの後方に正のパワーを有する第4レンズを配置したため、結像面への入射角を小さく抑えることができる。それ故、高画素な撮像素子に対応することができる。さらに、第5群は、両凹の第5レンズと両凸の第6レンズとの接合レンズであるため、倍率色収差の補正に有利である。それ故、広角化に伴う倍率色収差の発生を抑制することができる。この場合でも、絞りと接合レンズとの間に第4レンズが介在するので、接合レンズを構成するプラスチックレンズの接合面の曲率半径の絶対値を比較的大きくすることができる。それ故、接合レンズを製造し

50

やすい。

【0008】

本発明において、有効焦点距離を f_0 とし、前記第3レンズの焦点距離を f_3 とし、前記第5レンズの焦点距離を f_5 としたとき、

以下の条件1および条件2

$$\text{条件1: } 6 < f_3 / f_0 < 12$$

$$\text{条件2: } -1.5 < f_5 / f_0 < -1$$

の双方を満たすことが好ましい。条件1において、 f_3 / f_0 が6（下限）以下であると、第3レンズの負のパワーが弱くなる。そのため、第2レンズの曲率半径の絶対値が小さくなって第2レンズを製造しにくくなる。一方、 f_3 / f_0 が12（上限）以上であると、色収差を補正しにくくなる。また、条件2から外れると、色収差を補正しにくくなる。従って、条件1、2を満たせば、第2レンズを製造しやすく、かつ、色収差を補正しやすいという利点がある。

10

【0009】

本発明において、前記第3レンズのアッペ数を 3 とし、前記第4レンズのアッペ数を 4 としたとき、

以下の条件3および条件4

$$\text{条件3: } 3 \quad 3 \quad 5$$

$$\text{条件4: } 4 \quad 5 \quad 0$$

の双方を満たすことが好ましい。かかる構成によれば、色収差を補正しやすいという利点がある。

20

【0010】

本発明において、前記第4レンズはガラスレンズからなることが好ましい。かかる構成によれば、温度変化による解像度の低下や像高の変化を抑制することができる。

【0011】

本発明において、前記第5レンズは、物体側に凹面を向けていることが好ましい。かかる構成によれば、色収差を補正しやすいという利点がある。

【0012】

本発明において、前記第1レンズの物体側の面から撮像素子までの物像間距離を D としたとき、

以下の条件5

$$\text{条件5: } 1.0 < D / f_0 < 1.5$$

を満たすことが好ましい。条件5において、 D / f_0 が1.0（下限）以下であると、広角化に不利である。また、 D / f_0 が1.5（上限）以上であると、広角レンズが大型化する。それ故、条件5を満たせば、小型の広角レンズを構成するのに有利である。

30

【0013】

本発明において、前記第5レンズのアッペ数を 5 とし、前記第6レンズのアッペ数を 6 としたとき、

以下の条件6および条件7

$$\text{条件6: } 5 \quad 3 \quad 5$$

$$\text{条件7: } 6 \quad 4 \quad 0$$

の双方を満たすことが好ましい。かかる構成によれば、色収差を補正しやすいという利点がある。

40

【0014】

本発明によれば、水平画角が 130° 以上の広角レンズを構成することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明では、各レンズの形状および屈折力を適正化してある。また、絞りの後方に正のパワーを有する第4レンズを配置したため、広角であっても、倍率色収差、像面湾曲収差、歪曲収差、コマ収差、非点収差等の補正が可能である。また、絞りの後方に正のパワー

50

を有する第4レンズを配置したため、結像面への入射角を小さく抑えることができる。それ故、高画素な撮像素子に対応することができる。さらに、第5群は、両凹の第5レンズと両凸の第6レンズとの接合レンズであるため、倍率色収差の補正に有利である。それ故、広角化に伴う倍率色収差の発生を抑制することができる。この場合でも、絞りと接合レンズとの間に第4レンズが介在するので、接合レンズを構成するプラスチックレンズの接合面の曲率半径の絶対値を比較的大きくすることができる。それ故、接合レンズを製造しやすい。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施の形態1に係る広角レンズの説明図である。

10

【図2】本発明の実施の形態1に係る広角レンズの収差を示す説明図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係る広角レンズの横収差を示す説明図である。

【図4】本発明の実施の形態2に係る広角レンズの説明図である。

【図5】本発明の実施の形態2に係る広角レンズの収差を示す説明図である。

【図6】本発明の実施の形態2に係る広角レンズの横収差を示す説明図である。

【図7】本発明の実施の形態3に係る広角レンズの説明図である。

【図8】本発明の実施の形態3に係る広角レンズの収差を示す説明図である。

【図9】本発明の実施の形態3に係る広角レンズの横収差を示す説明図である。

【図10】本発明の実施の形態4に係る広角レンズの説明図である。

【図11】本発明の実施の形態4に係る広角レンズの収差を示す説明図である。

20

【図12】本発明の実施の形態4に係る広角レンズの横収差を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に、図面を参照して、本発明を適用した広角レンズの実施例を説明する。

【0018】

[実施の形態1]

図1は、本発明の実施の形態1に係る広角レンズの説明図であり、図1(a)、(b)、(c)は、レンズ構成を示す説明図、各面の物性等を示す説明図、および非球面係数を示す説明図である。図2は、本発明の実施の形態1に係る広角レンズの収差を示す説明図であり、図2(a)、(b)、(c)は、倍率色収差の説明図、像面湾曲収差の説明図、および歪曲収差の説明図である。図3は、本発明の実施の形態1に係る広角レンズの横収差を示す説明図であり、図3(a)、(b)、(c)、(d)、(e)は、光軸に対して成す角度が0°、24.14°、47.75°、71.55°、97.25°でのタンジェンシャル方向(Y方向)およびサジタル方向(X方向)での横収差を示してある。

30

【0019】

なお、図1(a)、(b)では、非球面に「*」を付してある。また、図1(b)には、各面の以下の項目

曲率半径(Radius)

厚さ(Thickness)

屈折率Nd

アッペ数 d

焦点距離 f

40

が示されている。図1(c)には、非球面の形状を下式(数1)で表した際の非球面係数A4、A6、A8、A10が示されている。

【数1】

$$Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)c^2r^2}} + \sum_{n=1}^5 A_{2n}r^{2n}$$

【0020】

50

上式においては、光軸方向の軸を Z、光軸と垂直方向の高さを r、円錐係数を K、曲率半径の逆数を c としてある。また、曲率半径、厚さ、焦点距離等の単位は mm である。

【0021】

また、図 2 および図 3 には、赤色光 R (波長 486 nm)、緑色光 G (波長 588 nm)、青色光 B (波長 656 nm) の色収差の各々に R、G、B を付してある。また、図 2 (b) には、サジタル方向の特性には S を付し、タンジェンシャル方向の特性には T を付してある。なお、後述する図 4 ~ 図 12 でも同様である。

【0022】

図 1 (a) に示すように、本形態の広角レンズ 100 は、5 群 6 枚のレンズ構成を有しており、水平画角が 130° 以上である。より具体的には、広角レンズ 100 は、光軸 L に沿って、物体側 L1 より像側 L2 に向けて第 1 レンズ 110、第 2 レンズ 120、第 3 レンズ 130、絞り 190、第 4 レンズ 140、第 5 レンズ 150 および第 6 レンズ 160 が配置されている。絞り 190 は、第 7 面 7 を構成している。また、第 6 レンズ 160 に対して像側 L2 にはフィルタ 181 や撮像素子 182 が配置されており、フィルタ 181 および撮像素子 182 は各々、第 13 面 13 および第 14 面 14 を構成している。

【0023】

ここで、物体側 L1 から第 1 番目の第 1 レンズ 110 は、物体側 L1 に凸面 (第 1 面 1) を向け、像側 L2 に凹面 (第 2 面 2) を向けた負のパワーを有するレンズである。本形態において、第 1 レンズ 110 は、第 1 面 1 および第 2 面 2 が球面のガラスレンズである。

【0024】

物体側 L1 から第 2 番目の第 2 レンズ 120 は、像側 L2 に凹面 (第 4 面 4) を向けた負のパワーを有するレンズである。本形態において、第 2 レンズ 120 は、物体側 L1 に凸面 (第 3 面 3) を向けており、第 2 レンズ 120 は、第 3 面 3 および第 4 面 4 が非球面のプラスチックレンズからなる。

【0025】

物体側 L1 から第 3 番目の第 3 レンズ 130 は、像側 L2 に凸面 (第 6 面 6) を向けた正のパワーを有するレンズである。本形態において、第 3 レンズ 130 は、物体側 L1 に凹面 (第 5 面 5) を向けており、第 3 レンズ 130 は、第 5 面 5 および第 6 面 6 が非球面のプラスチックレンズからなる。

【0026】

物体側 L1 から第 4 番目の第 4 レンズ 140 は、像側 L2 に凸面 (第 9 面) を向けた正のパワーを有するレンズである。本形態において、第 4 レンズ 140 は、物体側 L1 に凸面 (第 8 面 8) を向けており、第 4 レンズ 140 は、第 8 面 8 および第 9 面 9 が非球面のガラスレンズからなる。

【0027】

物体側 L1 から第 5 番目の第 5 レンズ 150 は、物体側 L1 に凹面 (第 10 面 10) を向け、像側 L2 に凹面 (第 11 面 11) を向けた負のパワーを有するプラスチックレンズであり、物体側 L1 から第 6 番目の第 6 レンズ 160 と接合レンズ 170 を構成している。

【0028】

第 6 レンズ 160 は、物体側 L1 に凸面 (第 11 面 11) を向け、像側 L2 に凸面 (第 12 面 12) を向けた正のパワーを有するプラスチックレンズである。本形態において、接合レンズ 170 (第 5 レンズ 150 および第 6 レンズ 160) は、第 10 面 10、第 11 面 11 および第 12 面 12 が非球面からなる。

【0029】

また、各面 (Surf) は、図 1 (b)、(c) に示す構成を有しており、広角レンズ 100 は、レンズ系全体の有効焦点距離 f_0 (Effective Focal Length) は 1.062 mm であり、第 1 レンズ 110 の物体側 L1 の面 (第 1 面 1) から撮像素子 182 までの物像間距離 D (Total Track) は、13.938 mm である。また、広角レンズ 100 の F 値 (1

10

20

30

40

50

mage Space) は、 2.0 であり、最大画角 (Max. Field Angle) は 208° であり、水平画角 (Horizontal Field Angle) は 195° である。

【0030】

また、広角レンズ100は、以下の条件1~5を満たしている。まず、有効焦点距離 f_0 、第3レンズ130の焦点距離 f_3 、および第5レンズ150の焦点距離 f_5 は各々、 1.062 mm 、 9.370 mm 、 -1.589 mm である。従って、 f_3/f_0 は、 8.823 であり、 f_5/f_0 は、 -1.496 である。それ故、以下の条件1および条件2

$$\text{条件1: } 6 < f_3/f_0 < 12$$

$$\text{条件2: } -1.5 < f_5/f_0 < -1$$

の双方を満たしている。

10

【0031】

条件1において、 f_3/f_0 が6 (下限) 以下であると、第3レンズ130の負のパワーが弱くなる。そのため、第2レンズ120の曲率半径の絶対値が小さくなって第2レンズ120を製造しにくくなる。一方、 f_3/f_0 が12 (上限) 以上であると、色収差を補正しにくくなる。また、条件2から外れると、色収差を補正しにくくなる。従って、本形態では、条件1、2を満たしているので、第2レンズ120を製造しやすく、かつ、色収差を補正しやすいという利点がある。

【0032】

また、第3レンズ130のアッペ数 3、および第4レンズ140のアッペ数 4は各々、 30.3 、 63.9 であり、以下の条件3および条件4

$$\text{条件3: } 3 < 35$$

$$\text{条件4: } 4 < 50$$

の双方を満たしている。このため、本形態では、色収差を補正しやすい。

20

【0033】

また、物像間距離 D は 13.938 mm であるため、 D/f_0 は、 13.124 である。従って、以下の条件5

$$\text{条件5: } 10 < D/f_0 < 15$$

を満たしている。ここで、 D/f_0 が10 (下限) 以下であると、広角化に不利である。また、 D/f_0 が15 (上限) 以上であると、広角レンズ100が大型化する。それ故、条件5を満たせば、小型の広角レンズ100を構成するのに有利である。

30

【0034】

また、第5レンズ150のアッペ数 5、および第6レンズ160のアッペ数 6は各々、 24.0 、 55.8 である。従って、以下の条件6および条件7

$$\text{条件6: } 5 < 35$$

$$\text{条件7: } 6 < 40$$

の双方を満たしている。それ故、色収差を補正しやすい。

【0035】

また、第5レンズ150は、物体側 L_1 に凹面 (第10面10) を向けているため、色収差を補正しやすいという利点がある。

【0036】

よって、本形態の広角レンズ100の収差 (倍率色収差、像面湾曲収差、歪曲収差、および横収差) は、図2および図3に示す通りであり、十分なレベルまで収差を低減することができる。すなわち、本形態では、各レンズの形状および屈折力を適正化してある。また、絞り190に後方 (像側 L_2) で隣り合う位置に正のパワーを有する第4レンズ140を配置したため、広角であっても、コマ収差、非点収差、色収差等の補正が可能である。また、絞り190に後方 (像側 L_2) で隣り合う位置に正のパワーを有する第4レンズ140を配置したため、結像面への入射角を小さく抑えることができる。それ故、高画素な撮像素子182に対応することができる。

40

【0037】

さらに、第5群は、両凹の第5レンズ150と両凸の第6レンズ160との接合レンズ

50

170であるため、倍率色収差の補正に有利である。それ故、広角化に伴う倍率色収差の発生を抑制することができる。この場合でも、絞り190と接合レンズ170との間に第4レンズ140が介在するので、接合レンズ170を構成するプラスチックレンズ(第5レンズ150および第6レンズ160)の接合面(第11面11)の曲率半径の絶対値を比較的大きくすることができる。それ故、接合レンズ170を製造しやすい。

【0038】

また、本形態の広角レンズ100において、絞り190に後方(像側L2)で隣り合う第4レンズ140がガラスレンズからなる。このため、温度変化による解像度の低下や像高の変化を抑制することができる。

【0039】

[実施の形態2]

図4は、本発明の実施の形態2に係る広角レンズの説明図であり、図4(a)、(b)、(c)は、レンズ構成を示す説明図、各面の物性等を示す説明図、および非球面係数を示す説明図である。図5は、本発明の実施の形態2に係る広角レンズの収差を示す説明図であり、図5(a)、(b)、(c)は、倍率色収差の説明図、像面湾曲収差の説明図、および歪曲収差の説明図である。図6は、本発明の実施の形態2に係る広角レンズの横収差を示す説明図であり、図6(a)、(b)、(c)、(d)、(e)は、光軸に対して成す角度が0°、24.32°、47.26°、70.56°、97.23°でのタンジェンシャル方向(Y方向)およびサジタル方向(X方向)での横収差を示してある。

【0040】

図4(a)に示すように、本形態の広角レンズ100でも、実施の形態1と同様、5群6枚のレンズ構成を有しており、光軸Lに沿って、物体側L1より像側L2に向けて第1レンズ110、第2レンズ120、第3レンズ130、絞り190、第4レンズ140、第5レンズ150および第6レンズ160が配置されている。また、第6レンズ160に対して像側L2にはフィルタ181や撮像素子182が配置されている。

【0041】

ここで、第1レンズ110は、物体側L1に凸面(第1面1)を向け、像側L2に凹面(第2面2)を向けた負のパワーを有するレンズである。本形態において、第1レンズ110は、第1面1が球面で、第2面2が非球面のプラスチックレンズである。

【0042】

第2レンズ120は、像側L2に凹面(第4面4)を向けた負のパワーを有するレンズである。本形態において、第2レンズ120は、物体側L1に凸面(第3面3)を向けており、第2レンズ120は、第3面3および第4面4が非球面のプラスチックレンズからなる。

【0043】

第3レンズ130は、像側L2に凸面(第6面6)を向けた正のパワーを有するレンズである。本形態において、第3レンズ130は、物体側L1に凹面(第5面5)を向けており、第3レンズ130は、第5面5および第6面6が非球面のプラスチックレンズからなる。

【0044】

第4レンズ140は、像側L2に凸面(第9面)を向けた正のパワーを有するレンズである。本形態において、第4レンズ140は、物体側L1に凸面(第8面8)を向けており、第4レンズ140は、第8面8および第9面9が非球面のプラスチックレンズからなる。

【0045】

第5レンズ150は、物体側L1に凹面(第10面10)を向け、像側L2に凹面(第11面11)を向けた負のパワーを有するプラスチックレンズであり、第6レンズ160と接合レンズ170を構成している。

【0046】

第6レンズ160は、物体側L1に凸面(第11面11)を向け、像側L2に凸面(第

10

20

30

40

50

12面12)を向けた正のパワーを有するプラスチックレンズである。本形態において、接合レンズ170(第5レンズ150および第6レンズ160)は、第10面10、第11面11および第12面12が非球面からなる。

【0047】

また、各面(Surf)は、図4(b)、(c)に示す構成を有しており、広角レンズ100は、レンズ系全体の有効焦点距離 f_0 は1.047mmであり、第1レンズ110の物体側L1の面(第1面1)から撮像素子182までの物像間距離 D は、13.982mmである。また、広角レンズ100の F 値は、2.0であり、最大画角は 213° であり、水平画角は 194° である。

【0048】

また、広角レンズ100は、以下の条件1~5を満たしている。まず、有効焦点距離 f_0 、第3レンズ130の焦点距離 f_3 、および第5レンズ150の焦点距離 f_5 は各々、1.047mm、10.006mm、-1.522mmである。従って、 f_3/f_0 は、9.557であり、 f_5/f_0 は、-1.454である。それ故、以下の条件1および条件2

$$\text{条件1: } 6 < f_3 / f_0 < 12$$

$$\text{条件2: } -1.5 < f_5 / f_0 < -1$$

の双方を満たしている。従って、第2レンズ120を製造しやすく、かつ、色収差を補正しやすいという利点がある。

【0049】

また、第3レンズ130のアッベ数 3 、および第4レンズ140のアッベ数 4 は各々、30.2、55.8であり、以下の条件3および条件4

$$\text{条件3: } 3 \quad 35$$

$$\text{条件4: } 4 \quad 50$$

の双方を満たしている。このため、本形態では、色収差を補正しやすい。

【0050】

また、物像間距離 D は13.982mmであるため、 D/f_0 は、13.354である。従って、以下の条件5

$$\text{条件5: } 10 < D / f_0 < 15$$

を満たしている。それ故、小型の広角レンズ100を構成するのに有利である。

【0051】

また、第5レンズ150のアッベ数 5 、および第6レンズ160のアッベ数 6 は各々、24.0、55.8である。従って、以下の条件6および条件7

$$\text{条件6: } 5 \quad 35$$

$$\text{条件7: } 6 \quad 40$$

の双方を満たしている。それ故、色収差を補正しやすい。

【0052】

また、第5レンズ150は、物体側L1に凹面(第10面10)を向けているため、色収差を補正しやすいという利点がある。

【0053】

よって、本形態の広角レンズ100の収差(倍率色収差、像面湾曲収差、歪曲収差、および横収差)は、図5および図6に示す通りであり、十分なレベルまで収差を低減することができる。すなわち、本形態では、絞り190に後方(像側L2)で隣り合う位置に正のパワーを有する第4レンズ140を配置したため、広角であっても、コマ収差、非点収差、色収差等の補正が可能である。また、絞り190に後方(像側L2)で隣り合う位置に正のパワーを有する第4レンズ140を配置したため、結像面への入射角を小さく抑えることができる。それ故、高画素な撮像素子182に対応することができる。さらに、第5群は、両凹の第5レンズ150と両凸の第6レンズ160との接合レンズ170であるため、倍率色収差の補正に有利である。それ故、広角化に伴う倍率色収差の発生を抑制することができる。この場合でも、絞り190と接合レンズ170との間に第4レンズ140が介在するので、接合レンズ170を構成するプラスチックレンズ(第5レンズ150

10

20

30

40

50

および第6レンズ160)の接合面(第11面11)の曲率半径の絶対値を比較的大きくすることができる。それ故、接合レンズ170を製造しやすい。

【0054】

さらに、本形態では、第1レンズ110、第2レンズ120、第3レンズ130、第4レンズ140、第5レンズ150および第6レンズ160の全てがプラスチックレンズからなる。このため、広角レンズ100の低コスト化を図ることができる。

【0055】

[実施の形態3]

図7は、本発明の実施の形態3に係る広角レンズの説明図であり、図7(a)、(b)、(c)は、レンズ構成を示す説明図、各面の物性等を示す説明図、および非球面係数を示す説明図である。図8は、本発明の実施の形態3に係る広角レンズの収差を示す説明図であり、図8(a)、(b)、(c)は、倍率色収差の説明図、像面湾曲収差の説明図、および歪曲収差の説明図である。図9は、本発明の実施の形態3に係る広角レンズの横収差を示す説明図であり、図9(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)は、光軸に対して成す角度が0°、20.23°、39.42°、67.71°、76.79°、96.34°でのタンジェンシャル方向(Y方向)およびサジタル方向(X方向)での横収差を示してある。

10

【0056】

図7(a)に示すように、本形態の広角レンズ100でも、実施の形態1、2と同様、5群6枚のレンズ構成を有しており、光軸Lに沿って、物体側L1より像側L2に向けて第1レンズ110、第2レンズ120、第3レンズ130、絞り190、第4レンズ140、第5レンズ150および第6レンズ160が配置されている。また、第6レンズ160に対して像側L2にはフィルタ181や撮像素子182が配置されている。

20

【0057】

ここで、物体側L1から第1番目の第1レンズ110は、物体側L1に凸面(第1面1)を向け、像側L2に凹面(第2面2)を向けた負のパワーを有するレンズである。本形態において、第1レンズ110は、第1面1および第2面2が球面のガラスレンズである。

【0058】

物体側L1から第2番目の第2レンズ120は、像側L2に凹面(第4面4)を向けた負のパワーを有するレンズである。本形態において、第2レンズ120は、物体側L1に凸面(第3面3)を向けており、第2レンズ120は、第3面3および第4面4が非球面のプラスチックレンズからなる。

30

【0059】

物体側L1から第3番目の第3レンズ130は、像側L2に凸面(第6面6)を向けた正のパワーを有するレンズである。本形態において、第3レンズ130は、物体側L1に凹面(第5面5)を向けており、第3レンズ130は、第5面5および第6面6が非球面のプラスチックレンズからなる。

【0060】

物体側L1から第4番目の第4レンズ140は、像側L2に凸面(第9面)を向けた正のパワーを有するレンズである。本形態において、第4レンズ140は、物体側L1に凸面(第8面8)を向けており、第4レンズ140は、第8面8および第9面9が非球面のガラスレンズからなる。

40

【0061】

物体側L1から第5番目の第5レンズ150は、物体側L1に凹面(第10面10)を向け、像側L2に凹面(第11面11)を向けた負のパワーを有するプラスチックレンズであり、物体側L1から第6番目の第6レンズ160と接合レンズ170を構成している。

【0062】

第6レンズ160は、物体側L1に凸面(第11面11)を向け、像側L2に凸面(第

50

12面12)を向けた正のパワーを有するプラスチックレンズである。本形態において、接合レンズ170(第5レンズ150および第6レンズ160)は、第10面10、第11面11および第12面12が非球面からなる。

【0063】

また、各面(Surf)は、図7(b)、(c)に示す構成を有しており、広角レンズ100は、レンズ系全体の有効焦点距離 f_0 は1.259mmであり、第1レンズ110の物体側L1の面(第1面1)から撮像素子182までの物像間距離Dは、16.333mmである。また、広角レンズ100のF値は、2.0であり、最大画角は201°であり、水平画角は191°である。

【0064】

また、広角レンズ100は、以下の条件1~5を満たしている。まず、有効焦点距離 f_0 、第3レンズ130の焦点距離 f_3 、および第5レンズ150の焦点距離 f_5 は各々、1.259mm、9.321mm、-1.836mmである。従って、 f_3/f_0 は、7.403であり、 f_5/f_0 は、-1.458である。それ故、以下の条件1および条件2

$$\text{条件1: } 6 < f_3 / f_0 < 12$$

$$\text{条件2: } -1.5 < f_5 / f_0 < -1$$

の双方を満たしている。従って、第2レンズ120を製造しやすく、かつ、色収差を補正しやすいという利点がある。

【0065】

また、第3レンズ130のアッベ数 ν_3 、および第4レンズ140のアッベ数 ν_4 は各々、24.0、63.9であり、以下の条件3および条件4

$$\text{条件3: } \nu_3 > \nu_4$$

$$\text{条件4: } \nu_4 > 50$$

の双方を満たしている。このため、本形態では、色収差を補正しやすい。

【0066】

また、物像間距離Dは16.333mmであるため、 D/f_0 は、12.973である。従って、以下の条件5

$$\text{条件5: } 10 < D / f_0 < 15$$

を満たしている。それ故、小型の広角レンズ100を構成するのに有利である。

【0067】

また、第5レンズ150のアッベ数 ν_5 、および第6レンズ160のアッベ数 ν_6 は各々、24.0、55.8である。従って、以下の条件6および条件7

$$\text{条件6: } \nu_5 > \nu_6$$

$$\text{条件7: } \nu_6 > 40$$

の双方を満たしている。それ故、色収差を補正しやすい。

【0068】

また、第5レンズ150は、物体側L1に凹面(第10面10)を向けているため、色収差を補正しやすいという利点がある。

【0069】

よって、本形態の広角レンズ100の収差(倍率色収差、像面湾曲収差、歪曲収差、および横収差)は、図8および図9に示す通りであり、十分なレベルまで収差を低減することができる。すなわち、本形態では、絞り190に後方(像側L2)で隣り合う位置に正のパワーを有する第4レンズ140を配置したため、広角であっても、コマ収差、非点収差、色収差等の補正が可能である。また、絞り190に後方(像側L2)で隣り合う位置に正のパワーを有する第4レンズ140を配置したため、結像面への入射角を小さく抑えることができる。それ故、高画素な撮像素子182に対応することができる。さらに、第5群は、両凹の第5レンズ150と両凸の第6レンズ160との接合レンズ170であるため、倍率色収差の補正に有利である。それ故、広角化に伴う倍率色収差の発生を抑制することができる。この場合でも、絞り190と接合レンズ170との間に第4レンズ140が介在するので、接合レンズ170を構成するプラスチックレンズ(第5レンズ150

10

20

30

40

50

および第 6 レンズ 1 6 0) の接合面 (第 1 1 面 1 1) の曲率半径の絶対値を比較的大きくすることができる。それ故、接合レンズ 1 7 0 を製造しやすい。

【 0 0 7 0 】

さらに、本形態の広角レンズ 1 0 0 において、絞り 1 9 0 に後方 (像側 L 2) で隣り合う第 4 レンズ 1 4 0 がガラスレンズからなる。このため、温度変化による解像度の低下や像高の変化を抑制することができる。

【 0 0 7 1 】

[実施の形態 4]

図 1 0 は、本発明の実施の形態 4 に係る広角レンズの説明図であり、図 1 0 (a)、(b)、(c) は、レンズ構成を示す説明図、各面の物性等を示す説明図、および非球面係数を示す説明図である。図 1 1 は、本発明の実施の形態 4 に係る広角レンズの収差を示す説明図であり、図 1 1 (a)、(b)、(c) は、倍率色収差の説明図、像面湾曲収差の説明図、および歪曲収差の説明図である。図 1 2 は、本発明の実施の形態 4 に係る広角レンズの横収差を示す説明図であり、図 1 2 (a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f) は、光軸に対して成す角度が 0° 、 19.93° 、 36.69° 、 53.86° 、 68.38° 、 93.11° でのタンジェンシャル方向 (Y 方向) およびサジタル方向 (X 方向) での横収差を示してある。

【 0 0 7 2 】

図 1 0 (a) に示すように、本形態の広角レンズ 1 0 0 でも、実施の形態 1、2、3 と同様、5 群 6 枚のレンズ構成を有しており、光軸 L に沿って、物体側 L 1 より像側 L 2 に向けて第 1 レンズ 1 1 0、第 2 レンズ 1 2 0、第 3 レンズ 1 3 0、絞り 1 9 0、第 4 レンズ 1 4 0、第 5 レンズ 1 5 0 および第 6 レンズ 1 6 0 が配置されている。また、第 6 レンズ 1 6 0 に対して像側 L 2 にはフィルタ 1 8 1 や撮像素子 1 8 2 が配置されている。

【 0 0 7 3 】

ここで、物体側 L 1 から第 1 番目の第 1 レンズ 1 1 0 は、物体側 L 1 に凸面 (第 1 面 1) を向け、像側 L 2 に凹面 (第 2 面 2) を向けた負のパワーを有するレンズである。本形態において、第 1 レンズ 1 1 0 は、第 1 面 1 および第 2 面 2 が球面のガラスレンズである。

【 0 0 7 4 】

物体側 L 1 から第 2 番目の第 2 レンズ 1 2 0 は、像側 L 2 に凹面 (第 4 面 4) を向けた負のパワーを有するレンズである。本形態において、第 2 レンズ 1 2 0 は、物体側 L 1 に凸面 (第 3 面 3) を向けており、第 2 レンズ 1 2 0 は、第 3 面 3 および第 4 面 4 が非球面のプラスチックレンズからなる。

【 0 0 7 5 】

物体側 L 1 から第 3 番目の第 3 レンズ 1 3 0 は、像側 L 2 に凸面 (第 6 面 6) を向けた正のパワーを有するレンズである。本形態において、第 3 レンズ 1 3 0 は、物体側 L 1 に凹面 (第 5 面 5) を向けており、第 3 レンズ 1 3 0 は、第 5 面 5 および第 6 面 6 が非球面のプラスチックレンズからなる。

【 0 0 7 6 】

物体側 L 1 から第 4 番目の第 4 レンズ 1 4 0 は、像側 L 2 に凸面 (第 9 面) を向けた正のパワーを有するレンズである。本形態において、第 4 レンズ 1 4 0 は、物体側 L 1 に凸面 (第 8 面 8) を向けており、第 4 レンズ 1 4 0 は、第 8 面 8 および第 9 面 9 が非球面のガラスレンズからなる。

【 0 0 7 7 】

物体側 L 1 から第 5 番目の第 5 レンズ 1 5 0 は、物体側 L 1 に凹面 (第 1 0 面 1 0) を向け、像側 L 2 に凹面 (第 1 1 面 1 1) を向けた負のパワーを有するプラスチックレンズであり、物体側 L 1 から第 6 番目の第 6 レンズ 1 6 0 と接合レンズ 1 7 0 を構成している。

【 0 0 7 8 】

第 6 レンズ 1 6 0 は、物体側 L 1 に凸面 (第 1 1 面 1 1) を向け、像側 L 2 に凸面 (第

10

20

30

40

50

12面12)を向けた正のパワーを有するプラスチックレンズである。本形態において、
 接合レンズ170(第5レンズ150および第6レンズ160)は、第10面10、第1
 1面11および第12面12が非球面からなる。

【0079】

また、各面(Surf)は、図10(b)、(c)に示す構成を有しており、広角レンズ1
 00は、レンズ系全体の有効焦点距離 f_0 は1.344mmであり、第1レンズ110の
 物体側L1の面(第1面1)から撮像素子182までの物像間距離Dは、15.762m
 mである。また、広角レンズ100のF値は、2.0であり、最大画角は173°であり
 、水平画角は166°である。

【0080】

また、広角レンズ100は、以下の条件1~5を満たしている。まず、有効焦点距離 f_0
 0、第3レンズ130の焦点距離 f_3 、および第5レンズ150の焦点距離 f_5 は各々、1
 .344mm、9.393mm、-1.914mmである。従って、 f_3/f_0 は、6.9
 89であり、 f_5/f_0 は、-1.424である。それ故、以下の条件1および条件2

$$\text{条件1: } 6 < f_3 / f_0 < 12$$

$$\text{条件2: } -1.5 < f_5 / f_0 < -1$$

の双方を満たしている。従って、第2レンズ120を製造しやすく、かつ、色収差を補正
 しやすいという利点がある。

【0081】

また、第3レンズ130のアッベ数 3、および第4レンズ140のアッベ数 4は各々
 、24.0、63.9であり、以下の条件3および条件4

$$\text{条件3: } 3 \quad 35$$

$$\text{条件4: } 4 \quad 50$$

の双方を満たしている。このため、本形態では、色収差を補正しやすい。

【0082】

また、物像間距離Dは15.762mmであるため、 D/f_0 は、11.728である
 。従って、以下の条件5

$$\text{条件5: } 10 < D / f_0 < 15$$

を満たしている。それ故、小型の広角レンズ100を構成するのに有利である。

【0083】

また、第5レンズ150のアッベ数 5、および第6レンズ160のアッベ数 6は各々
 、24.0、55.8である。従って、以下の条件6および条件7

$$\text{条件6: } 5 \quad 35$$

$$\text{条件7: } 6 \quad 40$$

の双方を満たしている。それ故、色収差を補正しやすい。

【0084】

また、第5レンズ150は、物体側L1に凹面(第10面10)を向けているため、色
 収差を補正しやすいという利点がある。

【0085】

よって、本形態の広角レンズ100の収差(倍率色収差、像面湾曲収差、歪曲収差、お
 よび横収差)は、図11および図12に示す通りであり、十分なレベルまで収差を低減す
 ることができる。すなわち、本形態では、絞り190に後方(像側L2)で隣り合う位置
 に正のパワーを有する第4レンズ140を配置したため、広角であっても、コマ収差、非
 点収差、色収差等の補正が可能である。また、絞り190に後方(像側L2)で隣り合う
 位置に正のパワーを有する第4レンズ140を配置したため、結像面への入射角を小さく
 抑えることができる。それ故、高画素な撮像素子182に対応することができる。さら
 に、第5群は、両凹の第5レンズ150と両凸の第6レンズ160との接合レンズ170で
 あるため、倍率色収差の補正に有利である。それ故、広角化に伴う倍率色収差の発生を
 抑制することができる。この場合でも、絞り190と接合レンズ170との間に第4レン
 ズ140が介在するので、接合レンズ170を構成するプラスチックレンズ(第5レンズ1

10

20

30

40

50

50および第6レンズ160)の接合面(第11面11)の曲率半径の絶対値を比較的大きくすることができる。それ故、接合レンズ170を製造しやすい。

【0086】

さらに、本形態の広角レンズ100において、絞り190に後方(像側L2)で隣り合う第4レンズ140がガラスレンズからなる。このため、温度変化による解像度の低下や像高の変化を抑制することができる。

【0087】

[他の実施の形態]

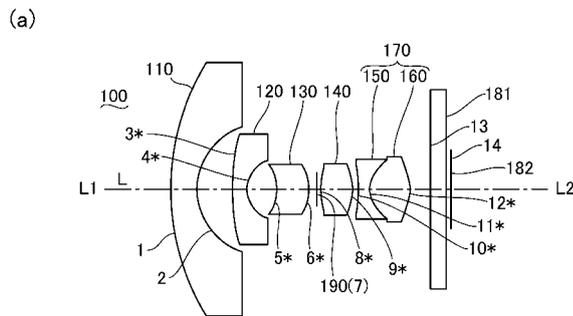
上記実施の形態では、条件3として、第3レンズ130のアップベ数3を35以下が好ましいとしたが、30以下であれば、色収差をさらに補正することができる。また、条件4として、第4レンズ140のアップベ数4を50以上が好ましいとしたが、60以上であれば、色収差をさらに補正することができる。また、条件6として、第5レンズ150のアップベ数5を35以下が好ましいとしたが、30以下であれば、色収差をさらに補正することができる。

【符号の説明】

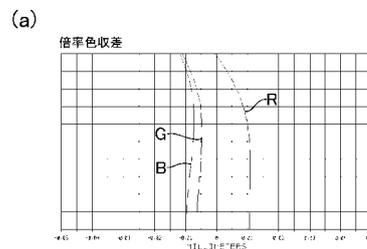
【0088】

- 100・・・広角レンズ
- 110・・・第1レンズ
- 120・・・第2レンズ
- 130・・・第3レンズ
- 140・・・第4レンズ
- 150・・・第5レンズ
- 160・・・第6レンズ
- 170・・・接合レンズ
- 190・・・絞り

【図1】



【図2】

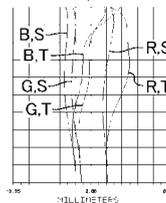


(b)

Surf	Radius	Thickness	Nd	vd	f
1	12.250	1.300	1.773	49.6	-8.242
2	3.300	1.770			
3*	12.500	0.700	1.531	55.8	-3.182
4*	1.480	1.480			
5*	-3.060	1.630	1.580	30.3	9.370
6*	-2.340	0.430			
7(stop)	Infinity	0.180			
8*	3.800	1.570	1.619	63.9	2.838
9*	-2.75	0.290			
10*	-7.460	0.550	1.635	24.0	-1.589
11*	1.200	2.015	1.531	55.8	1.855
12*	-2.300	1.000			
13	Infinity	0.800	1.517	64.1	
14	Infinity	0.243			

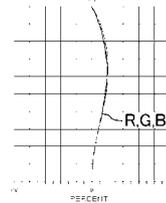
(b)

像面湾曲収差



(c)

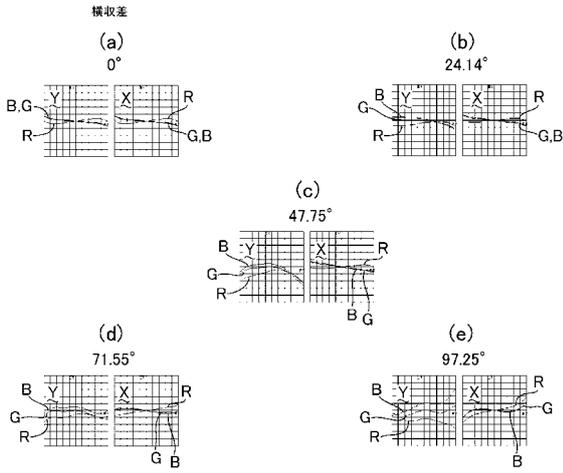
歪曲収差



(c)

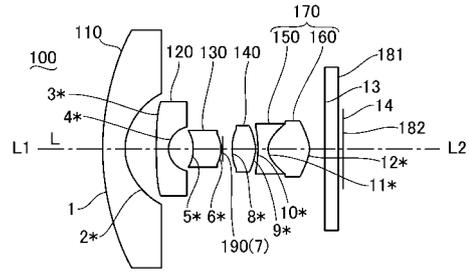
Surf	c (1/Radius)	K	A4	A6	A8	A10
3	8.00000E-02	0.00000E+00	-1.78000E-03	3.36000E-04	-2.00000E-06	0.00000E+00
4	6.84932E-01	-8.00000E-02	-1.25000E-02	-2.40000E-03	2.85000E-03	-1.47000E-03
5	-3.26797E-01	0.00000E+00	-3.12000E-02	8.70000E-04	-7.00000E-03	1.73000E-03
6	-4.27350E-01	0.00000E+00	-1.12000E-02	3.43000E-03	-1.91000E-04	0.00000E+00
8	2.63158E-01	0.00000E+00	-1.67000E-02	2.29000E-03	0.00000E+00	0.00000E+00
9	-3.63636E-01	0.00000E+00	3.71000E-03	1.08000E-03	9.00000E-04	0.00000E+00
10	-1.34048E-01	0.00000E+00	-1.22000E-02	2.68000E-03	1.89000E-03	-2.00000E-04
11	8.33333E-01	-8.50000E-01	-4.62000E-03	-1.36000E-02	3.80000E-03	-8.64000E-04
12	-4.34783E-01	-2.30000E+00	-1.24000E-03	2.27000E-03	-1.24000E-03	7.33000E-04

【 図 3 】



【 図 4 】

(a)



(b)

Surf	Radius	Thickness	Nd	νd	f
1	16.663	1.300	1.491	58.0	-9.782
2*	3.632	1.824			
3*	37.569	0.700	1.531	55.8	-2.683
4*	1.364	1.425			
5*	-2.961	1.609	1.583	30.2	10.006
6*	-2.356	0.076			
7(stop)	Infinity	0.592			
8*	3.017	1.377	1.531	55.8	2.793
9*	-2.456022	0.128			
10*	-8.638	0.600	1.635	24.0	-1.522
11*	1.118	2.396	1.531	55.8	1.832
12*	-1.929	0.900			
13	Infinity	0.800	1.517	64.1	
14	Infinity	0.255			

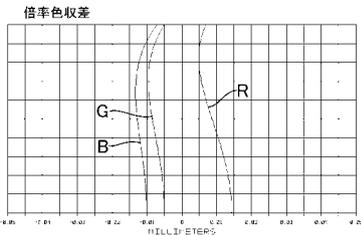
(c)

非球面係数

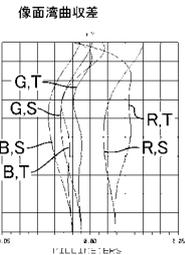
Surf	c (1/Radius)	K	A4	A6	A8	A10
2	2.75339E-01	-2.09856E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
3	2.66178E-02	0.00000E+00	7.61327E-04	1.97410E-04	-1.02146E-05	0.00000E-00
4	7.33027E-01	-4.73602E-02	-2.38700E-02	6.96442E-03	-1.80246E-03	-1.71757E-03
5	-3.37722E-01	0.00000E+00	-2.72708E-02	6.16359E-03	-9.93442E-03	3.67585E-03
6	-4.24399E-01	0.00000E+00	-9.55927E-03	3.24144E-03	8.92673E-04	0.00000E+00
8	3.31506E-01	0.00000E+00	-1.48016E-02	8.79018E-04	0.00000E+00	0.00000E+00
9	-4.07162E-01	0.00000E+00	1.54134E-02	-4.36050E-04	5.24905E-04	0.00000E+00
10	-1.15772E-01	0.00000E+00	-1.25678E-02	1.85272E-03	1.11045E-03	-1.39342E-04
11	8.94749E-01	-7.71936E-01	-3.52484E-02	-5.10980E-03	-1.53618E-03	2.86775E-04
12	-5.18533E-01	-2.23979E+00	3.09168E-03	-2.53948E-03	8.89385E-04	2.82724E-04

【 図 5 】

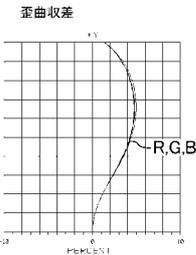
(a)



(b)

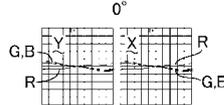


(c)

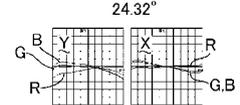


【 図 6 】

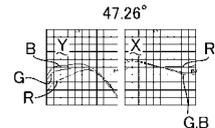
(a)



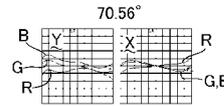
(b)



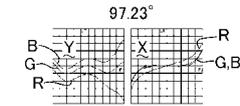
(c)



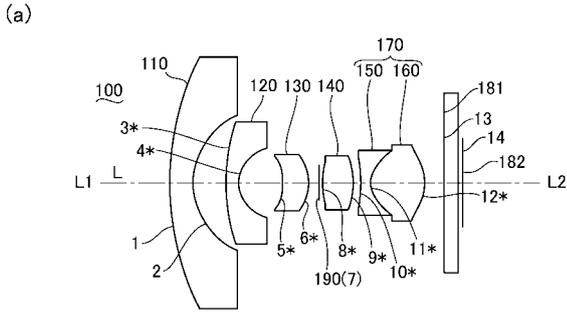
(d)



(e)



【 図 7 】



(b)

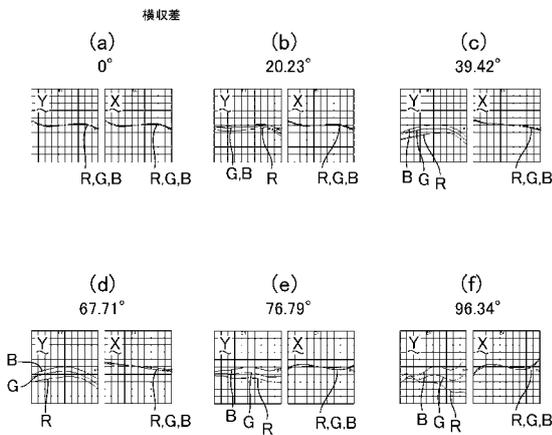
Surf	Radius	Thickness	Nd	νd	f
1	15.633	1.300	1.773	49.6	-7.841
2	4.130	1.840			
3*	10.388	0.700	1.531	55.8	-3.983
4*	1.716	2.458			
5*	-3.420	1.451	1.635	24.0	9.321
6*	-2.524	0.563			
7(stop)	Infinity	0.241			
8*	5.189	1.701	1.619	63.9	3.565
9*	-3.351871	0.408			
10*	-9.029	0.550	1.635	24.0	-1.838
11*	1.370	3.015	1.531	55.8	2.264
12*	-2.327	1.100			
13	Infinity	0.800	1.517	64.1	
14	Infinity	0.208			

(c)

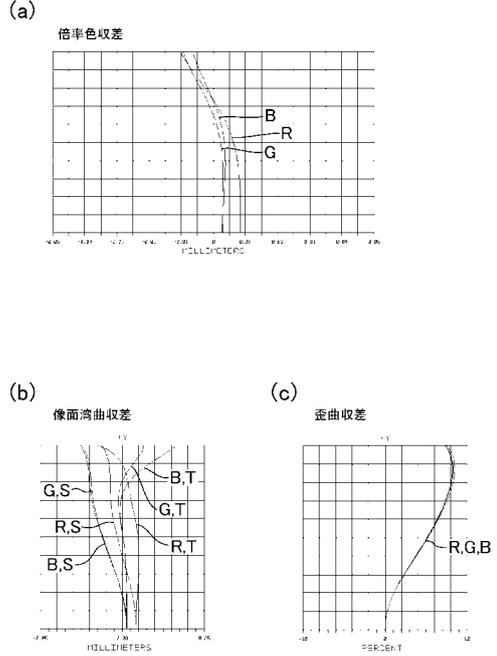
非球面係数

Surf	c (1/Radius)	K	A4	A6	A8	A10
3	9.62798E-02	0.00000E+00	-1.52118E-03	1.78621E-04	-4.73233E-06	0.00000E+00
4	5.82622E-01	-2.73431E-01	-8.64043E-03	4.42845E-04	-2.28123E-04	0.00000E+00
5	-2.92425E-01	0.00000E+00	-1.94474E-02	-2.05881E-03	3.05495E-04	0.00000E+00
6	-3.96133E-01	0.00000E+00	-9.59449E-04	9.28759E-04	8.39264E-05	0.00000E+00
8	1.92338E-01	0.00000E+00	-3.30335E-04	2.02947E-03	0.00000E+00	0.00000E+00
9	-2.98341E-01	0.00000E+00	7.55554E-03	1.7212E-03	3.75487E-04	0.00000E+00
10	-1.10749E-01	0.00000E+00	-6.21655E-03	2.37049E-03	-8.01264E-05	0.00000E+00
11	7.29881E-01	-8.80239E-01	-3.01977E-03	-2.06356E-03	5.42679E-04	0.00000E+00
12	-4.29812E-01	-2.85574E+00	-3.65379E-03	1.12980E-04	1.28529E-04	0.00000E+00

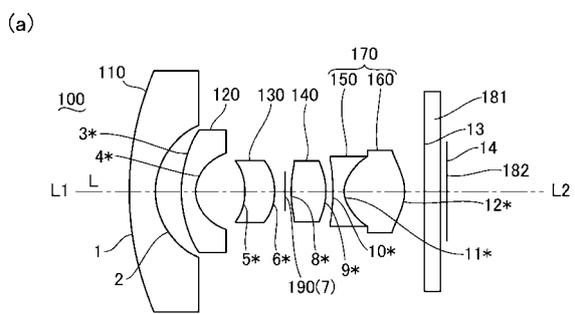
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】



(b)

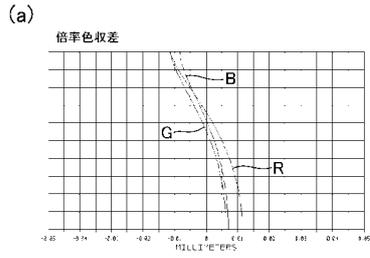
Surf	Radius	Thickness	Nd	νd	f
1	15.488	1.300	1.773	49.6	-6.493
2	3.649	1.279			
3*	5.780	0.700	1.531	55.8	-4.777
4*	1.689	2.447			
5*	-3.445	1.483	1.635	24.0	9.393
6*	-2.549	0.518			
7(stop)	Infinity	0.294			
8*	5.265	1.733	1.619	63.9	3.579
9*	-3.341	0.368			
10*	-9.759	0.550	1.635	24.0	-1.914
11*	1.418	2.970	1.531	55.8	2.311
12*	-2.498	1.000			
13	Infinity	0.800	1.517	64.1	
14	Infinity	0.320			

(c)

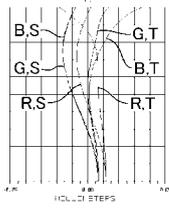
非球面係数

Surf	c (1/Radius)	K	A4	A6	A8	A10
3	1.73018E-01	0.00000E+00	-1.09371E-03	9.9607E-05	6.79808E-07	0.00000E+00
4	5.92055E-01	-3.69067E-01	-5.46149E-03	5.33491E-05	3.24049E-05	0.00000E+00
5	-2.90235E-01	0.00000E+00	-1.48101E-02	-1.55558E-03	-2.60943E-05	0.00000E+00
6	-3.92338E-01	0.00000E+00	1.72912E-03	1.38909E-04	1.25643E-04	0.00000E+00
8	1.89948E-01	0.00000E+00	-1.80517E-03	-1.34657E-04	0.00000E+00	0.00000E+00
9	-2.99302E-01	0.00000E+00	3.83487E-03	5.78953E-04	1.48169E-04	0.00000E+00
10	-1.02468E-01	0.00000E+00	-7.94964E-03	1.27201E-03	2.80342E-04	0.00000E+00
11	7.05129E-01	-8.33546E-01	-3.01901E-03	-2.10878E-03	1.13519E-03	0.00000E+00
12	-4.00348E-01	-2.73434E+00	2.76394E-04	2.34199E-04	1.36198E-04	0.00000E+00

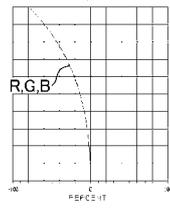
【 図 1 1 】



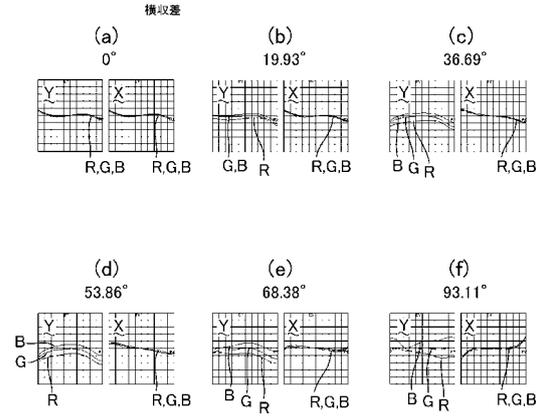
(b) 像面湾曲収差



(c) 歪曲収差



【 図 1 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 LA03 PA05 PA18 PB06 QA02 QA07 QA17 QA22 QA25
QA34 QA41 QA45 RA04 RA05 RA12 RA13 RA32 RA43 RA44
UA01