

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年2月12日(12.02.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/020006 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/04 (2006.01) **G02B 13/18** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/070499
- (22) 国際出願日: 2014年8月4日(04.08.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-166339 2013年8月9日(09.08.2013) JP
- (71) 出願人: 日本電産サンキョー株式会社(NIDEC SANKYO CORPORATION) [JP/JP]; 〒3938511 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 Nagano (JP).
- (72) 発明者: 小宮山 忠史(KOMIYAMA, Tadashi); 〒3938511 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 Nagano (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

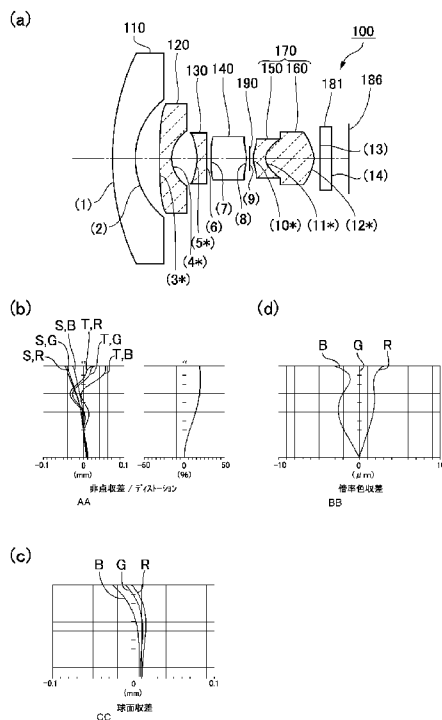
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: WIDE-ANGLE LENS

(54) 発明の名称: 広角レンズ

[図1]



AA Astigmatism/distortion
BB Chromatic aberration of magnification
CC Spherical aberration

(57) Abstract: Provided is a wide-angle lens having a lens shape whereby a first lens comprising a meniscus lens is readily produced, even when ensuring an angle of view of at least 130°, and whereby aberrations can be further improved. In the wide-angle lens (100), the first lens (110) has a negative power having a concave surface facing the image side. A second lens (120) is a negative plastic lens having a non-spherical surface, the concave surface thereof facing the image side. A third lens (130) is a negative plastic lens having a non-spherical surface, the concave surface thereof facing the object side. A fourth lens (140) has a positive power having a convex surface facing the image side. A fifth lens (150) and a sixth lens (160) are both plastic lenses having non-spherical surfaces, and configure a cemented lens (170) having positive power. The effective focal length (f) and the focal length (f_3) of the third lens (130) fulfill the relationship $|f/f_3| < 0.2$.

(57) 要約: 130°以上の画角を確保する場合でも、メニスカスレンズからなる第1レンズを製造しやすいレンズ形状とするとともに、収差をさらに改善することのできる広角レンズを提供すること。広角レンズ100において、第1レンズ110は、像側に凹面を向けた負のパワーを有する。第2レンズ120は、像側に凹面を向けた非球面の負のプラスチックレンズである。第3レンズ130は、物体側に凹面を向けた非球面の負のプラスチックレンズである。第4レンズ140は、像側に凸面を向けた正のパワーを有する。第5番目の第5レンズ150、および第6番目の第6レンズ160は、双方が非球面のプラスチックレンズで、正のパワーを有する接合レンズ170を構成している。有効焦点距離 f と、第3レンズ130の焦点距離を f_3 とは、 $|f/f_3| < 0.2$ の関係を満たしている。

明 細 書

発明の名称： 広角レンズ

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、広角かつ解像度が高いものが要求されている。そこで、物体側から像側に向けて、負のパワーを有する第1レンズ、負のパワーを有する第2レンズ、正のパワーを有する第3レンズ、絞り、および正のパワーを有する接合レンズ（第4レンズおよび第5レンズ）を備えた4群5枚の広角レンズが提案されている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-63877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に記載のレンズ構成では、 130° 以上の画角を確保しようとする、第1レンズの像側のレンズ面が半球に近い形状になってしまうため、歩留まりや生産性が低下してしまい、コストが増大する等の問題点がある。特に、第1レンズがガラスレンズである場合、加工が難しく、それ故、コストが高くなりやすい。

[0005] 以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、 130° 以上の画角を確保する場合でも、メニスカスレンズからなる第1レンズを製造しやすいレンズ形状とするとともに、収差をさらに改善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、水平画角が13

0° 以上であって、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プラスチックレンズまたはガラスレンズであり、

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プラスチックレンズで、物体側のレンズ面および像側のレンズ面の少なくとも一方が非球面であり、

物体側から第3番目の第3レンズは、物体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、物体側のレンズ面および像側のレンズ面の少なくとも一方が非球面であり、

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プラスチックレンズまたはガラスレンズであり、

物体側から第5番目の第5レンズ、および物体側から第6番目の第6レンズは、双方がプラスチックレンズで、正のパワーを有する接合レンズを構成しており、

前記第4レンズと前記接合レンズとの間に絞りが配置され、

有効焦点距離を f とし、前記第3レンズの焦点距離を f_3 としたとき、有効焦点距離 f および焦点距離 f_3 は、以下の関係

$$|f / f_3| < 0.2$$

を満たすことを特徴とする。

[0007] 本発明では、負のパワーを有する2枚のレンズ（第1レンズおよび第2レンズ）に加えて、負のパワーを有する第3レンズを有するため、第1レンズおよび第2レンズの負のパワーを第3レンズによって補うことができる。このため、第1レンズおよび第2レンズの像側の凹面に対する接線が光軸となす角度（接線角）を大きくすることができ、かかる凹面の形状であれば、レンズを製造しやすい。従って、第1レンズおよび第2レンズのコストを低減することができる。また、第3レンズを非球面レンズとし、かつ、上記条件式を満たすように構成したので、非点収差やコマ収差（横収差）を低減することができるとともに、F値を明るく設定した場合でも、収差の補正を行う

ことができる。

- [0008] 本発明において、前記第5レンズの像側のレンズ面、および前記第6レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を $r_{52 \cdot 61}$ とし、前記第5レンズの焦点距離を f_5 としたとき、曲率半径 $r_{52 \cdot 61}$ および焦点距離 f_5 は、以下の関係

$$| r_{52 \cdot 61} / f_5 | < 0.5$$

を満たすことが好ましい。かかる構成によれば、色収差を低減することができる。

- [0009] 本発明において、前記第3レンズのアッベ数を ν_3 としたとき、アッベ数 ν_3 は、以下の関係

$$\nu_3 > 50$$

を満たすことが好ましい。かかる構成によれば、色収差を低減することができる。

- [0010] 本発明において、前記第1レンズの像側のレンズ面に対する接線が光軸と成す角度を θ としたとき、角度 θ は、以下の関係

$$\theta > 20^\circ$$

を満たすことが好ましい。かかる構成によれば、第1レンズの像側の凹面に対する接線が光軸となす角度（接線角）を大きくすることができ、かかる凹面の形状であれば、レンズを製造しやすい。従って、第1レンズのコストを低減することができる。

- [0011] 本発明において、前記第4レンズはガラスレンズであることが好ましい。かかる構成によれば、温度変化に伴う解像度の低下を抑制することができる。

- [0012] 本発明において、前記プラスチックレンズのレンズ面うち、前記第1レンズの物体側のレンズ面以外のレンズ面は、全て非球面であることが好ましい。かかる構成によれば、収差をより効果的に低減することができる。

発明の効果

- [0013] 本発明では、負のパワーを有する2枚のレンズ（第1レンズおよび第2レンズ）に加えて、負のパワーを有する第3レンズを有するため、第1レンズ

および第2レンズの負のパワーを第3レンズによって補うことができる。このため、第1レンズおよび第2レンズの像側の凹面に対する接線が光軸となす角度（接線角）を大きくすることができ、かかる凹面の形状であれば、レンズを製造しやすい。従って、第1レンズおよび第2レンズのコストを低減することができる。また、第3レンズを非球面レンズとし、かつ、有効焦点距離 f と、第3レンズの焦点距離 f_3 とが以下の関係

$$|f/f_3| < 0.2$$

を満たしているので、非点収差やコマ収差（横収差）を低減することができるとともに、F値を明るく設定した場合でも、収差の補正を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施例1に係る広角レンズの説明図である。

[図2]本発明の実施例1に係る広角レンズの各画角における横収差のシミュレーション結果を示す説明図である。

[図3]本発明の実施例2に係る広角レンズの説明図である。

[図4]本発明の実施例2に係る広角レンズの各画角における横収差のシミュレーション結果を示す説明図である。

[図5]本発明の実施例3に係る広角レンズの説明図である。

[図6]本発明の実施例3に係る広角レンズの各画角における横収差のシミュレーション結果を示す説明図である。

[図7]本発明の実施例4に係る広角レンズの説明図である。

[図8]本発明の実施例4に係る広角レンズの各画角における横収差のシミュレーション結果を示す説明図である。

[図9]本発明の実施例5に係る広角レンズの説明図である。

[図10]本発明の実施例5に係る広角レンズの各画角における横収差のシミュレーション結果を示す説明図である。

符号の説明

[0015] 100・・・広角レンズ

1 1 0・・・第1レンズ

1 2 0・・・第2レンズ

1 3 0・・・第3レンズ

1 4 0・・・第4レンズ

1 5 0・・・第5レンズ

1 6 0・・・第6レンズ

1 7 0・・・接合レンズ

1 9 0・・・絞り

発明を実施するための形態

[0016] 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。

[0017] [実施例1]

(概略構成)

図1は、本発明の実施例1に係る広角レンズの説明図であり、図1(a)、(b)、(c)、(d)は、レンズ構成を示す説明図、非点収差とディストーションのシミュレーション結果を示す説明図、球面収差のシミュレーション結果を示す説明図、および倍率色収差のシミュレーション結果を示す説明図である。図2は、本発明の実施例1に係る広角レンズの各画角における横収差のシミュレーション結果を示す説明図であり、図2(a)、(b)、(c)、(d)、(e)は、画角が0°における横収差の説明図、26.91°における横収差の説明図、49.78°における横収差の説明図、71.63°における横収差の説明図、および96.01°における横収差の説明図である。ディストーションとは、撮像中央部と周辺部における像の変化比率を示し、ディストーションをあらわす数値の絶対値が小さいほど、高精度なレンズといえる。

[0018] 図1(a)では、各面1～12を、括弧付で示すとともに、非球面には「*」を付してある。また、収差に関しては、赤色光R(波長656nm)、緑色光G(波長588nm)、青色光B(波長486nm)の収差を示して

ある。また、図 1 (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 3、図 5、図 7、図 9 でも同様である。

[0019] 図 1 (a) に示すように、本発明を適用した広角レンズ 100 は、水平面角が 130° 以上であって、物体側より像側に向かって第 1 レンズ 110、第 2 レンズ 120、第 3 レンズ 130、第 4 レンズ 140、絞り 190、および接合レンズ 170 (第 5 レンズ 150 および第 6 レンズ 160) を有する 5 群 6 枚のレンズ構成を有している。接合レンズ 170 に対して像側にはフィルタ 181 や撮像素子 186 が配置されている。

[0020] 物体側から第 1 番目の第 1 レンズ 110 は、物体側に凸面を向け、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負のパワーを有するプラスチックレンズまたはガラスレンズである。物体側から第 2 番目の第 2 レンズ 120 は、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、物体側のレンズ面および像側のレンズ面の少なくとも一方が非球面である。物体側から第 3 番目の第 3 レンズ 130 は、物体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、物体側のレンズ面および像側のレンズ面の少なくとも一方が非球面である。物体側から第 4 番目の第 4 レンズ 140 は、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またはガラスレンズである。物体側から第 5 番目の第 5 レンズ 150、および物体側から第 6 番目の第 6 レンズ 160 は、双方がプラスチックレンズで、正のパワーを有する接合レンズ 170 を構成している。第 4 レンズ 140 と接合レンズ 170 との間には絞り 190 が配置されている。

[0021] このように構成した広角レンズ 100 の各構成は、表 1 に示す通りであり、表 1 の上欄には、広角レンズ 100 の以下の項目が示されている。

[0022]

[表1]

実施例	f	TTL	f ₃	r _{52・61}	f ₅
1	0.900	13.371	-6.654	0.585	-1.457
2	0.795	13.231	-29.063	0.700	-1.707
3	1.000	16.506	-11.775	0.724	-1.595
4	0.994	16.974	-16.300	0.767	-1.834
5	1.274	14.225	-25.838	0.800	-1.858

実施例	f/TTL	ν_3	f/f ₃	r _{52・61} /f ₅	接線角の最小値 $\theta_{\min}$
1	0.067	55.8	0.135	0.401	38.0
2	0.060	55.8	0.027	0.410	24.2
3	0.061	55.8	0.085	0.454	25.4
4	0.059	55.8	0.061	0.418	24.2
5	0.090	55.8	0.049	0.431	45.0

[0023] 有効焦点距離 = f

物像間距離 = TTL

第3レンズ130の焦点距離 = f₃

第5レンズ150の像側のレンズ面、および第6レンズ160の物体側のレンズ面の曲率半径 = r_{52・61}

第5レンズ150の焦点距離 = f₅

また、表1の下欄には、広角レンズ100の以下の項目が示されている。

[0024] 有効焦点距離と物像間距離との比 = f / TTL

第3レンズ130のアッベ数 = ν_3

有効焦点距離と第3レンズ130の焦点距離との比 = f / f₃

曲率半径 r_{52・61} と第5レンズ150の焦点距離との比の絶対値 = | r_{52・61} / f₅ |

第1レンズ110の像側のレンズ面の接線角 θ の最小値 = $\theta_{\min}$

ここで、接線角 θ とは、第1レンズ110の像側のレンズ面に対する接線が光軸Lとなす角度を意味し、接線角 θ の最小値 $\theta_{\min}$ とは、第1レンズ110の像側のレンズ面の最も外周側に対する接線が光軸Lとなす角度に相当する。なお、表1には、本例（実施例1）の広角レンズ100の各構成の他、後述する実施例2～5の広角レンズ100の各構成も示してある。また、表1における焦点距離等の単位はmmである。

[0025] 表1から分かるように、本発明を適用した広角レンズ100において、有

効焦点距離 f および第3レンズ130の焦点距離 f_3 は、以下の関係

$$|f / f_3| < 0.2$$

を満たしている。

[0026] また、本発明を適用した広角レンズ100において、第5レンズ150の像側のレンズ面、および第6レンズ160の物体側のレンズ面の曲率半径 $r_{52 \cdot 61}$ 、および第5レンズ150の焦点距離を f_5 は、以下の関係

$$|r_{52 \cdot 61} / f_5| < 0.5$$

を満たしている。

[0027] また、本発明を適用した広角レンズ100において、第3レンズ130のアッベ数を ν_3 としたとき、アッベ数 ν_3 は、以下の関係

$$\nu_3 > 50$$

を満たしている。

[0028] また、本発明を適用した広角レンズ100においては、接線角 θ の最小値 $\theta_{\min}$ が 20° 以上であるため、第1レンズ110の像側のレンズ面（面2）に対する接線が光軸Lと成す角度（接線角 θ ）は、第1レンズ110の像側のレンズ面（面2）のいずれの位置でも、以下の関係

$$\theta > 20^\circ$$

を満たしている。

[0029] （具体的構成）

本発明の実施例1に係る広角レンズ100の具体的な構成を表2に示してある。

[0030]

[表2]

Effective Focal Length	0.900 mm
Total Track	13.371 mm
Image Space F/#	2.0
Max. Field Angle	218 deg
Horizontal Field Angle	192 deg

Surf	Radius	Thickness	Nd	ν d	f _n
1	13.500	1.300	1.835	43.1	-7.797
2	4.200	1.350			
3*	27.400	0.700	1.531	55.8	-2.910
4*	1.450	1.420			
5*	-3.250	0.600	1.531	55.8	-6.654
6	-43.000	0.200			
7	9.000	2.000	1.923	20.9	3.500
8	-4.500	0.200			
9(stop)	Infinity	0.206			
10*	2.330	0.700	1.635	24.0	-1.457
11*	0.585	2.720	1.531	55.8	1.463
12*	-1.450	0.350			
13	Infinity	0.700	1.517	64.2	
14	Infinity	0.925			

非球面係数

Surf	c (1/Radius)	K	A4	A6	A8	A10
3	3.64964E-02	0.00000E+00	-1.50212E-03	5.14174E-04	-1.23272E-05	0.00000E+00
4	6.89655E-01	-1.52000E+00	-2.15312E-02	2.97280E-02	-1.44598E-02	3.62426E-03
5	-3.07692E-01	0.00000E+00	-1.93552E-02	7.01460E-03	-1.53493E-03	0.00000E+00
10	4.29185E-01	-5.10000E+00	-1.70207E-03	4.47747E-03	-1.78822E-03	3.87319E-04
11	1.70940E+00	-1.05000E+00	-1.31169E-01	7.09796E-02	-2.32916E-02	3.86636E-03
12	-6.89655E-01	-2.20000E+00	3.34607E-03	-2.56162E-03	1.14508E-03	0.00000E+00

[0031] 表2の上欄には、以下の項目

レンズ系全体の有効焦点距離 f (Effective Focal Length)

物像間距離 (Total Track)

レンズ系全体の F 値 (Image Space F/#)

最大画角 (Max. Field Angle)

水平画角 (Horizontal Field Angle)

が示されている。

[0032] 表2の中欄には、各面の以下の項目

曲率半径 (Radius)

厚さ (Thickness)

屈折率 N d

アッベ数 ν d

焦点距離 f_n

が示されている。

[0033] 表2の下欄には、非球面の形状を下式（数1）で表した際の非球面係数 $A_4 \sim A_{10}$ が示されている。下式においては、光軸 L 方向の軸を z 、光軸 L と垂直方向の高さを r 、円錐係数を k としてある。

[0034] [数1]

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

[0035] ここで、曲率半径、厚さ、焦点距離の単位はいずれも mm である。なお、後述する表3～表6でも同様である。

[0036] 図1（a）および表2からわかるように、本例の広角レンズ100は水平画角が 192° である。本例の広角レンズ100において、第1レンズ110は、物体側に凸面を向け、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負のパワーを有するガラスレンズであり、物体側のレンズ面（面1）および像側のレンズ面（面2）の双方が球面である。第2レンズ120は、物体側に凸面を向け、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負のパワーを有するプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面3）および像側のレンズ面（面4）の双方が非球面である。第3レンズ130は、物体側に凹面を向け、像側に凸面を向けたメニスカス形状の負のパワーを有するプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面5）は非球面であり、像側のレンズ面（面6）は球面である。第4レンズ140は、物体側に凸面を向け、像側に凸面を向けたガラスレンズであり、物体側のレンズ面（面7）および像側のレンズ面（面8）の双方が球面である。

[0037] 第5レンズ150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プラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面10）および像側のレンズ面（面11）の双方が非球面である。第6レンズ160は、物体側に凸面を向け、像側に凸面を向けたプラスチックレンズであり、物体側

のレンズ面（面 1 1）および像側のレンズ面（面 1 2）の双方が非球面である。第 5 レンズ 1 5 0 の像側のレンズ面と第 6 レンズ 1 6 0 の物体側のレンズ面とが接合されて正のパワーを有する接合レンズ 1 7 0 が構成されている。

[0038] このように、本例の広角レンズ 1 0 0 においては、負のパワーを有する 2 枚のレンズ（第 1 レンズ 1 1 0 および第 2 レンズ 1 2 0）に加えて、負のパワーを有する第 3 レンズ 1 3 0 を有するため、第 1 レンズ 1 1 0 および第 2 レンズ 1 2 0 の負のパワーを第 3 レンズ 1 3 0 によって補うことができる。このため、第 1 レンズ 1 1 0 および第 2 レンズ 1 2 0 の像側の凹面に対する接線が光軸 L となす角度（接線角 θ ）を大きくすることができ、かかる凹面の形状であれば、レンズを製造しやすい。従って、第 1 レンズ 1 1 0 および第 2 レンズ 1 2 0 のコストを低減することができる。

[0039] 特に、第 1 レンズ 1 1 0 の像側のレンズ面（面 2）に対する接線角 θ の最小値 $\theta_{\min}$ は、 38.0° であり、第 1 レンズ 1 1 0 の像側のレンズ面（面 2）では、いずれの個所でも接線角 θ が 20° を超える値である。このため、第 1 レンズ 1 1 0 は製造しやすい形状を有しているので、第 1 レンズ 1 1 0 のコストを低減することができる。

[0040] また、本例では、第 3 レンズ 1 3 0 を非球面レンズとしてある。また、有効焦点距離 f と第 3 レンズ 1 3 0 の焦点距離 f_3 との比の絶対値 $|f/f_3|$ は、 0.135 であり、 0.2 未満である。このため、図 1（b）、（c）および図 2 に示すように、非点収差やディストーション、球面収差、コマ収差（横収差）、を低減することができるとともに、F 値を明るく設定した場合でも、収差の補正を行うことができる。

[0041] また、第 3 レンズ 1 3 0 はガラスレンズからなるため、温度変化に伴う解像度の低下を抑制することができる。

[0042] また、第 5 レンズ 1 5 0 の像側のレンズ面、および第 6 レンズ 1 6 0 の物体側のレンズ面の曲率半径 $r_{52 \cdot 61}$ と、第 5 レンズ 1 5 0 の焦点距離 f_5 との比の絶対値 $|r_{52 \cdot 61}/f_5|$ は、 0.401 であり、 0.5 未満である。また、

第3レンズ130のアッペ数 ν_3 は、55.8であり、50以上である。このため、図1(d)に示すように、色収差を低減することができる。

[0043] [実施例2]

図3は、本発明の実施例2に係る広角レンズの説明図であり、図3(a)、(b)、(c)、(d)は、レンズ構成を示す説明図、非点収差とディストーションのシミュレーション結果を示す説明図、球面収差のシミュレーション結果を示す説明図、および倍率色収差のシミュレーション結果を示す説明図である。図4は、本発明の実施例2に係る広角レンズの各画角における横収差のシミュレーション結果を示す説明図であり、図4(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)は、画角が 0° における横収差の説明図、 30.86° における横収差の説明図、 56.01° における横収差の説明図、 77.16° における横収差の説明図、 97.26° における横収差の説明図、および 103.35° における横収差の説明図である。なお、図4には、赤色光R(波長656nm)、緑色光G(波長588nm)、青色光B(波長486nm)の収差をまとめて示してある。

[0044] 図3(a)に示すように、本例の広角レンズ100も、実施例1と同様、物体側より像側に向かって第1レンズ110、第2レンズ120、第3レンズ130、第4レンズ140、絞り190、および接合レンズ170(第5レンズ150および第6レンズ160)を有する5群6枚のレンズ構成を有している。接合レンズ170に対して像側にはフィルタ181や撮像素子186が配置されている。このように構成した広角レンズ100の各構成は、表3に示す通りである。

[0045]

[表3]

Effective Focal Length	0.795 mm
Total Track	13.231 mm
Image Space F/#	2.0
Max. Field Angle	207 deg
Horizontal Field Angle	195 deg

Surf	Radius	Thickness	Nd	ν_d	fn
1	17.700	1.000	1.491	58.0	-7.527
2*	3.000	2.300			
3*	-98.100	0.650	1.531	55.8	-2.556
4*	1.380	1.190			
5*	-5.882	0.708	1.531	55.8	-29.063
6*	-9.900	0.200			
7*	7.186	1.194	1.635	24.0	3.398
8*	-2.884	0.150			
9(stop)	Infinity	0.669			
10*	2.743	0.700	1.635	24.0	-1.707
11*	0.700	2.990	1.531	55.8	1.926
12*	-1.068	0.250			
13	Infinity	0.700	1.517	64.1	
14	Infinity	0.530			

非球面係数

Surf	c (1/Radius)	K	A4	A6	A8	A10
2	5.64972E-02	-1.82000E+00	1.41000E-02	-4.55000E-05	0.00000E+00	0.00000E+00
3	3.33333E-01	0.00000E+00	2.47000E-03	4.79000E-04	-4.41000E-05	0.00000E+00
4	-1.01937E-02	-5.40000E-02	-4.78000E-02	2.33000E-02	4.99000E-04	7.11000E-04
5	7.24638E-01	0.00000E+00	-2.20000E-03	-2.80000E-03	-7.85000E-03	0.00000E+00
6	-1.70010E-01	0.00000E+00	-8.25000E-04	-5.07000E-03	5.32000E-03	0.00000E+00
7	-1.01010E-01	0.00000E+00	-8.61000E-03	2.07000E-02	-1.06000E-03	6.11000E-04
8	1.39159E-01	0.00000E+00	3.96000E-05	4.88000E-04	5.22000E-03	0.00000E+00
10	3.64564E-01	0.00000E+00	-3.85000E-02	8.80000E-03	-2.60000E-03	9.49000E-04
11	1.42857E+00	-1.06000E+00	1.91000E-02	-4.29000E-02	2.28000E-02	-3.52000E-03
12	-9.36330E-01	-2.28000E+00	-8.92000E-03	-9.90000E-04	9.46000E-04	0.00000E+00

[0046] 図3(a)および表3からわかるように、本例の広角レンズ100は水平画角が195°である。本例の広角レンズ100において、第1レンズ110は、物体側に凸面を向け、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負のパワーを有するプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面(面1)は球面であり、像側のレンズ面(面2)は非球面である。第2レンズ120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、物体側のレンズ面(面3)および像側のレンズ面(面4)の双方が非球面である。第3レンズ130は、物体側に凹面を向け、像側に凸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、物体側のレンズ面(面5)および像側のレンズ面(面6)の双方が非球面である。第4レンズ140は、物体側に凸面を向け、像側に凸面を向けたプラスチックレンズであ

り、物体側のレンズ面（面 7）および像側のレンズ面（面 8）の双方が非球面である。

[0047] 第 5 レンズ 1 5 0 は、物体側に凸面を向け、像側に凹面を向けたプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面 1 0）および像側のレンズ面（面 1 1）の双方が非球面である。第 6 レンズ 1 6 0 は、物体側に凸面を向け、像側に凸面を向けたプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面 1 1）および像側のレンズ面（面 1 2）の双方が非球面である。第 5 レンズ 1 5 0 の像側のレンズ面と第 6 レンズ 1 6 0 の物体側のレンズ面とが接合されて正のパワーを有する接合レンズ 1 7 0 が構成されている。

[0048] このように、本例の広角レンズ 1 0 0 においても、実施例 1 と同様、負のパワーを有する 2 枚のレンズ（第 1 レンズ 1 1 0 および第 2 レンズ 1 2 0）に加えて、負のパワーを有する第 3 レンズ 1 3 0 を有するため、第 1 レンズ 1 1 0 および第 2 レンズ 1 2 0 の像側の凹面に対する接線が光軸 L となす角度（接線角 θ ）を大きくすることができる。特に、第 1 レンズ 1 1 0 の像側のレンズ面（面 2）に対する接線角 θ の最小値 $\theta_{\min}$ は、 24.2° であり、第 1 レンズ 1 1 0 の像側のレンズ面（面 2）では、いずれの個所でも接線角 θ が 20° を超える値である。このため、第 1 レンズ 1 1 0 は製造しやすい形状を有しているので、第 1 レンズ 1 1 0 のコストを低減することができる。

[0049] また、本例では、第 3 レンズ 1 3 0 を非球面レンズとしてある等、プラスチックレンズについては、第 1 レンズ 1 1 0 の物体側のレンズ面（面 1）を除く全ての面が非球面である。また、有効焦点距離 f と第 3 レンズ 1 3 0 の焦点距離 f_3 との比の絶対値 $|f/f_3|$ は、 0.027 であり、 0.2 未満である。このため、図 3（b）、（c）および図 4 に示すように、非点収差やディストーション、球面収差、コマ収差（横収差）、を低減できるとともに、F 値を明るく設定した場合でも、収差の補正を行うことができる。

[0050] また、第 5 レンズ 1 5 0 の像側のレンズ面、および第 6 レンズ 1 6 0 の物

体側のレンズ面の曲率半径 $r_{52 \cdot 61}$ と、第5レンズ150の焦点距離 f_5 との比の絶対値 $|r_{52 \cdot 61} / f_5|$ は、0.410であり、0.5未満である。また、第3レンズ130のアッベ数 ν_3 は、55.8であり、50以上である。このため、図3(d)に示すように、色収差を低減することができる。

[0051] [実施例3]

図5は、本発明の実施例3に係る広角レンズの説明図であり、図5(a)、(b)、(c)、(d)は、レンズ構成を示す説明図、非点収差とディストーションのシミュレーション結果を示す説明図、球面収差のシミュレーション結果を示す説明図、および倍率色収差のシミュレーション結果を示す説明図である。図6は、本発明の実施例3に係る広角レンズの各画角における横収差のシミュレーション結果を示す説明図であり、図6(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)は、画角が0°における横収差の説明図、24.17°における横収差の説明図、43.79°における横収差の説明図、60.51°における横収差の説明図、75.53°における横収差の説明図、および89.24°における横収差の説明図である。

[0052] 図5(a)に示すように、本例の広角レンズ100も、実施例1と同様、物体側より像側に向かって第1レンズ110、第2レンズ120、第3レンズ130、第4レンズ140、絞り190、および接合レンズ170（第5レンズ150および第6レンズ160）を有する5群6枚のレンズ構成を有している。接合レンズ170に対して像側にはフィルタ181や撮像素子186が配置されている。このように構成した広角レンズ100の各構成は、表4に示す通りである。

[0053]

[表4]

Effective Focal Length	1.000 mm
Total Track	16.506 mm
Image Space F/#	2.0
Max. Field Angle	192 deg
Horizontal Field Angle	151 deg

Surf	Radius	Thickness	Nd	ν_d	fn
1	14.730	1.300	1.834	42.7	-6.966
2	4.000	2.150			
3*	-33.660	0.800	1.531	55.8	-3.878
4*	2.212	1.740			
5*	-7.883	0.700	1.531	55.8	-11.775
6	31.200	0.400			
7	6.728	2.170	1.847	23.8	3.705
8	-5.008	0.150			
9(stop)	Infinity	0.740			
10*	3.495	0.700	1.635	24.0	-1.595
11*	0.724	3.645	1.531	55.8	2.134
12*	-1.496	0.250			
13	Infinity	0.700	1.517	64.1	
14	Infinity	1.061			

非球面係数

Surf	c (1/Radius)	K	A4	A6	A8	A10
3	-2.97089E-02	0.00000E+00	4.52000E-03	-3.21000E-05	5.63000E-07	0.00000E+00
4	4.52080E-01	-3.60000E-02	-2.84000E-02	1.01000E-02	-2.40000E-03	3.70000E-04
5	-1.26855E-01	0.00000E+00	-1.05000E-02	2.97000E-03	-6.22000E-04	0.00000E+00
10	2.86123E-01	0.00000E+00	-3.02000E-02	6.44000E-03	-8.31000E-04	-2.79000E-04
11	1.38122E+00	-1.24000E+00	-1.87000E-02	6.19000E-03	7.95000E-04	-4.78000E-04
12	-6.68449E-01	-2.15000E+00	2.40000E-03	-1.66000E-03	2.39000E-04	0.00000E+00

[0054] 図5 (a) および表4 からわかるように、本例の広角レンズ100は水平画角が151°である。本例の広角レンズ100において、第1レンズ110は、物体側に凸面を向け、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負のパワーを有するガラスレンズであり、物体側のレンズ面（面1）および像側のレンズ面（面2）の双方が球面である。第2レンズ120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、物体側のレンズ面（面3）および像側のレンズ面（面4）の双方が非球面である。第3レンズ130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、物体側のレンズ面（面5）は非球面であり、像側のレンズ面（面6）は球面である。第4レンズ140は、物体側に凸面を向け、像側に凸面を向けたガラスレンズであり、物体側のレンズ面（面7）および像側のレンズ面（面8）の双方が球面である。

[0055] 第5レンズ150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プラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面10）および像側のレンズ面（面11）の双方が非球面である。第6レンズ160は、物体側に凸面を向け、像側に凸面を向けたプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面11）および像側のレンズ面（面12）の双方が非球面である。第5レンズ150の像側のレンズ面と第6レンズ160の物体側のレンズ面とが接合されて正のパワーを有する接合レンズ170が構成されている。

[0056] このように、本例の広角レンズ100においても、実施例1と同様、負のパワーを有する2枚のレンズ（第1レンズ110および第2レンズ120）に加えて、負のパワーを有する第3レンズ130を有するため、第1レンズ110および第2レンズ120の像側の凹面に対する接線が光軸Lとなす角度（接線角 θ ）を大きくすることができる。特に、第1レンズ110の像側のレンズ面（面2）に対する接線角 θ の最小値 $\theta_{\min}$ は、 25.4° であり、第1レンズ110の像側のレンズ面（面2）では、いずれの個所でも接線角 θ が 20° を超える値である。このため、第1レンズ110は製造しやすい形状を有しているので、第1レンズ110のコストを低減することができる。

[0057] また、本例では、第3レンズ130を非球面レンズとしてある。また、有効焦点距離 f と第3レンズ130の焦点距離 f_3 との比の絶対値 $|f/f_3|$ は、 0.085 であり、 0.2 未満である。このため、図5（b）、（c）および図6に示すように、非点収差やディストーション、球面収差、コマ収差（横収差）、を低減することができるとともに、F値を明るく設定した場合でも、収差の補正を行うことができる。

[0058] また、第4レンズ140はガラスレンズからなるため、温度変化に伴う解像度の低下を抑制することができる。

[0059] また、第5レンズ150の像側のレンズ面、および第6レンズ160の物体側のレンズ面の曲率半径 $r_{52 \cdot 61}$ と、第5レンズ150の焦点距離 f_5 との比

の絶対値 $|r_{52 \cdot 61} / f_5|$ は、0.454であり、0.5未満である。また、第3レンズ130のアッベ数 ν_3 は、55.8であり、50以上である。このため、図5(d)に示すように、色収差を低減することができる。

[0060] [実施例4]

図7は、本発明の実施例4に係る広角レンズの説明図であり、図7(a)、(b)、(c)、(d)は、レンズ構成を示す説明図、非点収差とディストーションのシミュレーション結果を示す説明図、球面収差のシミュレーション結果を示す説明図、および倍率色収差のシミュレーション結果を示す説明図である。図8は、本発明の実施例4に係る広角レンズの各画角における横収差のシミュレーション結果を示す説明図であり、図8(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)は、画角が0°における横収差の説明図、24.54°における横収差の説明図、46.42°における横収差の説明図、64.64°における横収差の説明図、80.45°における横収差の説明図、および94.93°における横収差の説明図である。

[0061] 図7(a)に示すように、本例の広角レンズ100も、実施の形態1と同様、物体側より像側に向かって第1レンズ110、第2レンズ120、第3レンズ130、第4レンズ140、絞り190、および接合レンズ170（第5レンズ150および第6レンズ160）を有する5群6枚のレンズ構成を有している。接合レンズ170に対して像側にはフィルタ181や撮像素子186が配置されている。このように構成した広角レンズ100の各構成は、表5に示す通りである。

[0062]

[表5]

Effective Focal Length	0.994 mm
Total Track	16.974 mm
Image Space F/#	2.0
Max. Field Angle	207 deg
Horizontal Field Angle	161 deg

Surf	Radius	Thickness	Nd	ν_d	fn
1	21.440	1.000	1.491	58.0	-9.422
2*	3.746	3.205			
3*	363.000	0.800	1.531	55.8	-3.401
4*	1.796	1.895			
5*	-5.124	0.700	1.531	55.8	-16.300
6*	-13.150	0.200			
7*	9.962	2.044	1.635	24.0	4.277
8*	-3.436	0.150			
9(stop)	Infinity	0.776			
10*	3.043	0.700	1.635	24.0	-1.834
11*	0.767	3.375	1.531	55.8	1.855
12*	-1.821	0.250			
13	Infinity	0.700	1.517	64.1	
14	Infinity	1.179			

非球面係数

Surf	c (1/Radius)	K	A4	A6	A8	A10
2	4.66418E-02	-5.00000E+00	8.20000E-03	-9.60000E-05	0.00000E+00	0.00000E+00
3	2.66951E-01	0.00000E+00	1.20000E-03	2.80000E-05	-1.31000E-06	0.00000E+00
4	2.75482E-03	-1.61000E-01	-2.07000E-02	2.75000E-03	1.32000E-04	-2.17000E-05
5	5.56793E-01	0.00000E+00	-5.75000E-04	-5.31000E-04	-7.56000E-04	0.00000E+00
6	-1.95160E-01	0.00000E+00	1.75000E-04	-1.71000E-03	2.44000E-04	0.00000E+00
7	-7.60456E-02	0.00000E+00	-3.89000E-03	2.67000E-03	2.45000E-05	3.38000E-06
8	1.00381E-01	0.00000E+00	8.23000E-03	-7.94000E-04	4.34000E-04	0.00000E+00
10	3.28623E-01	0.00000E+00	-1.19000E-02	1.51000E-03	-1.67000E-04	-1.27000E-05
11	1.30378E+00	-1.06000E+00	-3.19000E-03	-7.74000E-03	5.73000E-03	-8.92000E-04
12	-5.49149E-01	-2.82300E+00	-4.15000E-03	1.01000E-03	3.33000E-04	0.00000E+00

[0063] 図7(a)および表5からわかるように、本例の広角レンズ100は水平画角が161°である。本例の広角レンズ100において、第1レンズ110は、物体側に凸面を向け、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負のパワーを有するプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面(面1)は球面であり、像側のレンズ面(面2)は非球面である。第2レンズ120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プラスチックレンズであり、物体側のレンズ面(面3)および像側のレンズ面(面4)の双方が非球面である。第3レンズ130は、物体側に凹面を向け、像側に凸面を向けた負メニスカス形状のプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面(面5)および像側のレンズ面(面6)の双方が非球面である。第4レンズ1

40は、物体側に凸面を向け、像側に凸面を向けたプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面7）および像側のレンズ面（面8）の双方が非球面である。

[0064] 第5レンズ150は、物体側に凸面を向け、像側に凹面を向けたプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面10）および像側のレンズ面（面11）の双方が非球面である。第6レンズ160は、物体側に凸面を向け、像側に凸面を向けたプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面11）および像側のレンズ面（面12）の双方が非球面である。第5レンズ150の像側のレンズ面と第6レンズ160の物体側のレンズ面とが接合されて正のパワーを有する接合レンズ170が構成されている。

[0065] このように、本例の広角レンズ100においても、実施例1と同様、負のパワーを有する2枚のレンズ（第1レンズ110および第2レンズ120）に加えて、負のパワーを有する第3レンズ130を有するため、第1レンズ110および第2レンズ120の像側の凹面に対する接線が光軸Lとなす角度（接線角 θ ）を大きくすることができる。特に、第1レンズ110の像側のレンズ面（面2）に対する接線角 θ の最小値 $\theta_{\min}$ は、 24.2° であり、第1レンズ110の像側のレンズ面（面2）では、いずれの個所でも接線角 θ が 20° を超える値である。このため、第1レンズ110は製造しやすい形状を有しているので、第1レンズ110のコストを低減することができる。

[0066] また、本例では、第3レンズ130を非球面レンズとしてある等、プラスチックレンズについては、第1レンズ110の物体側のレンズ面（面1）を除く全ての面が非球面である。また、有効焦点距離 f と第3レンズ130の焦点距離 f_3 との比の絶対値 $|f/f_3|$ は、 0.061 であり、 0.2 未満である。このため、図7（b）、（c）および図8に示すように、非点収差やディストーション、球面収差、コマ収差（横収差）、を低減するとともに、F値を明るく設定した場合でも、収差の補正を行うことができる。

[0067] また、第5レンズ150の像側のレンズ面、および第6レンズ160の物体側のレンズ面の曲率半径 $r_{52 \cdot 61}$ と、第5レンズ150の焦点距離 f_5 との比の絶対値 $|r_{52 \cdot 61} / f_5|$ は、0.418であり、0.5未満である。また、第3レンズ130のアッベ数 ν_3 は、55.8であり、50以上である。このため、図7(d)に示すように、色収差を低減することができる。

[0068] [実施例5]

図9は、本発明の実施例5に係る広角レンズの説明図であり、図9(a)、(b)、(c)、(d)は、レンズ構成を示す説明図、非点収差とディストーションのシミュレーション結果を示す説明図、球面収差のシミュレーション結果を示す説明図、および倍率色収差のシミュレーション結果を示す説明図である。図10は、本発明の実施例5に係る広角レンズの各画角における横収差のシミュレーション結果を示す説明図であり、図10(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)は、画角が0°における横収差の説明図、19.82°における横収差の説明図、38.39°における横収差の説明図、56.21°における横収差の説明図、74.56°における横収差の説明図、および97.34°における横収差の説明図である。

[0069] 図9(a)に示すように、本例の広角レンズ100も、実施例1と同様、物体側より像側に向かって第1レンズ110、第2レンズ120、第3レンズ130、第4レンズ140、絞り190、および接合レンズ170（第5レンズ150および第6レンズ160）を有する5群6枚のレンズ構成を有している。接合レンズ170に対して像側にはフィルタ181や撮像素子186が配置されている。このように構成した広角レンズ100の各構成は、表6に示す通りである。

[0070]

[表6]

Effective Focal Length	1.274 mm
Total Track	14.225 mm
Image Space F/#	2.0
Max. Field Angle	202 deg
Horizontal Field Angle	149 deg

Surf	Radius	Thickness	Nd	νd	fn
1	17.745	1.000	1.491	58.0	-8.663
2*	3.367	1.620			
3*	34.500	0.650	1.531	55.8	-3.535
4*	1.769	2.037			
5*	-2.279	0.700	1.531	55.8	-25.838
6*	-3.024	0.200			
7*	10.310	1.180	1.635	24.0	4.368
8*	-3.625	0.150			
9(stop)	Infinity	0.541			
10*	3.329	0.700	1.635	24.0	-1.858
11*	0.800	2.962	1.531	55.8	1.668
12*	-2.344	0.250			
13	Infinity	0.700	1.517	64.1	
14	Infinity	1.535			

非球面係数

Surf	c (1/Radius)	K	A4	A6	A8	A10
2	5.83539E-02	-1.00000E+00	9.45000E-04	1.20000E-04	0.00000E+00	0.00000E+00
3	2.97000E-01	0.00000E+00	6.79000E-04	4.38000E-05	-1.52000E-07	0.00000E+00
4	2.89855E-02	1.00000E-03	-6.11000E-03	3.02000E-04	-3.03000E-04	0.00000E+00
5	5.65291E-01	0.00000E+00	1.56000E-04	6.45000E-04	-1.36000E-03	0.00000E+00
6	-4.38789E-01	0.00000E+00	1.29000E-04	-1.05000E-03	-1.65000E-04	0.00000E+00
7	-3.30688E-01	0.00000E+00	-2.39000E-03	1.97000E-03	4.95000E-04	0.00000E+00
8	9.69932E-02	0.00000E+00	1.02000E-02	-1.19000E-03	1.15000E-03	0.00000E+00
10	3.00391E-01	0.00000E+00	-6.17000E-03	6.37000E-04	6.60000E-05	0.00000E+00
11	1.25000E+00	-1.14000E+00	1.14000E-02	4.46000E-04	1.57500E-03	0.00000E+00
12	-4.26621E-01	-3.15000E+00	-2.29000E-03	7.13000E-04	2.49000E-04	0.00000E+00

[0071] 図9(a)および表6からわかるように、本例の広角レンズ100は水平画角が149°である。また、広角レンズ100において、第1レンズ110は、物体側に凸面を向け、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負のパワーを有するプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面(面1)は球面であり、像側のレンズ面(面2)は非球面である。第2レンズ120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プラスチックレンズであり、物体側のレンズ面(面3)および像側のレンズ面(面4)の双方が非球面である。第3レンズ130は、物体側に凹面を向け、像側に凸面を向けた負メニスカス形状のプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面(面5)および像側のレンズ面(面6)の双方が非球面である。第4レンズ1

40は、物体側に凸面を向け、像側に凸面を向けたプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面7）および像側のレンズ面（面8）の双方が非球面である。

[0072] 第5レンズ150は、物体側に凸面を向け、像側に凹面を向けたプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面10）および像側のレンズ面（面11）の双方が非球面である。第6レンズ160は、物体側に凸面を向け、像側に凸面を向けたプラスチックレンズであり、物体側のレンズ面（面11）および像側のレンズ面（面12）の双方が非球面である。第5レンズ150の像側のレンズ面と第6レンズ160の物体側のレンズ面とが接合されて正のパワーを有する接合レンズ170が構成されている。

[0073] このように、本例の広角レンズ100においても、実施例1と同様、負のパワーを有する2枚のレンズ（第1レンズ110および第2レンズ120）に加えて、負のパワーを有する第3レンズ130を有するため、第1レンズ110および第2レンズ120の像側の凹面に対する接線が光軸Lとなす角度（接線角 θ ）を大きくすることができる。特に、第1レンズ110の像側のレンズ面（面2）に対する接線角 θ の最小値 $\theta_{\min}$ は、 45.0° であり、第1レンズ110の像側のレンズ面（面2）では、いずれの個所でも接線角 θ が 20° を超える値である。このため、第1レンズ110は製造しやすい形状を有しているので、第1レンズ110のコストを低減することができる。

[0074] また、本例では、第3レンズ130を非球面レンズとしてある等、プラスチックレンズについては、第1レンズ110の物体側のレンズ面（面1）を除く全ての面が非球面である。また、有効焦点距離 f と第3レンズ130の焦点距離 f_3 との比の絶対値 $|f/f_3|$ は、 0.049 であり、 0.2 未満である。このため、図9（b）、（c）および図10に示すように、非点収差やディストーション、球面収差、コマ収差（横収差）、を低減できるとともに、F値を明るく設定した場合でも、収差の補正を行うことができる。

[0075] また、第5レンズ150の像側のレンズ面、および第6レンズ160の物体側のレンズ面の曲率半径 $r_{52 \cdot 61}$ と、第5レンズ150の焦点距離 f_5 との比の絶対値 $|r_{52 \cdot 61} / f_5|$ は、0.431であり、0.5未満である。また、第3レンズ130のアッベ数 ν_3 は、55.8であり、50以上である。このため、図9（d）に示すように、色収差を低減することができる。

請求の範囲

[請求項1]

水平画角が 130° 以上であって、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プラスチックレンズまたはガラスレンズであり、

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プラスチックレンズで、物体側のレンズ面および像側のレンズ面の少なくとも一方が非球面であり、

物体側から第3番目の第3レンズは、物体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、物体側のレンズ面および像側のレンズ面の少なくとも一方が非球面であり、

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プラスチックレンズまたはガラスレンズであり、

物体側から第5番目の第5レンズ、および物体側から第6番目の第6レンズは、双方がプラスチックレンズで、正のパワーを有する接合レンズを構成しており、

前記第4レンズと前記接合レンズとの間に絞りが配置され、
有効焦点距離を f とし、前記第3レンズの焦点距離を f_3 としたとき、有効焦点距離 f および焦点距離 f_3 は、以下の関係

$$|f/f_3| < 0.2$$

を満たすことを特徴とする広角レンズ。

[請求項2]

前記第5レンズの像側のレンズ面、および前記第6レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を $r_{52 \cdot 61}$ とし、前記第5レンズの焦点距離を f_5 としたとき、曲率半径 $r_{52 \cdot 61}$ および焦点距離 f_5 は、以下の関係

$$|r_{52 \cdot 61}/f_5| < 0.5$$

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レンズのアッベ数を ν_3 としたとき、アッベ数 ν_3 は、以下の関係

$$\nu_3 > 50$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の広角レンズ。

[請求項4] 前記第 1 レンズの像側のレンズ面に対する接線が光軸と成す角度を θ としたとき、角度 θ は、以下の関係

$$\theta > 20^\circ$$

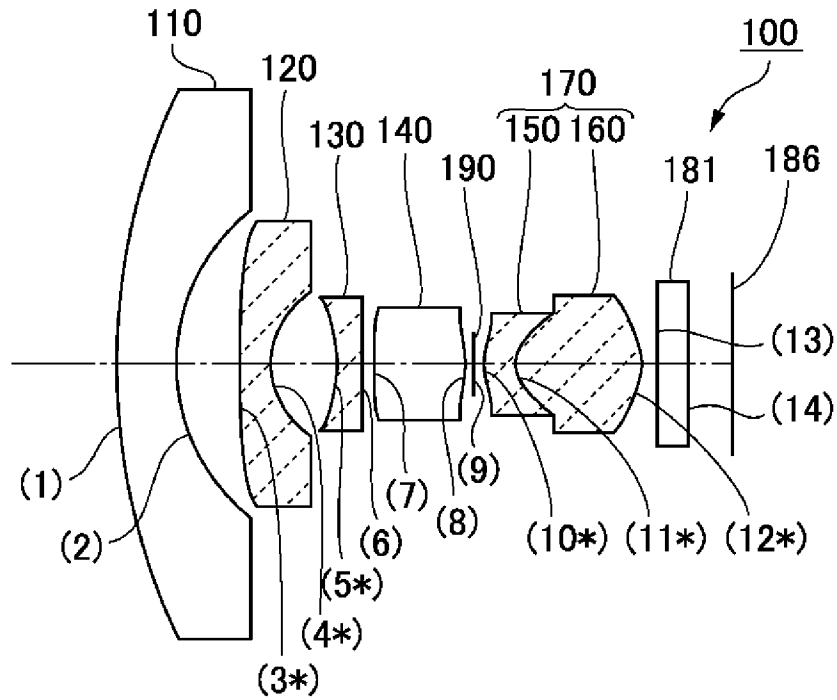
を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の広角レンズ。

[請求項5] 前記第 4 レンズはガラスレンズであ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。

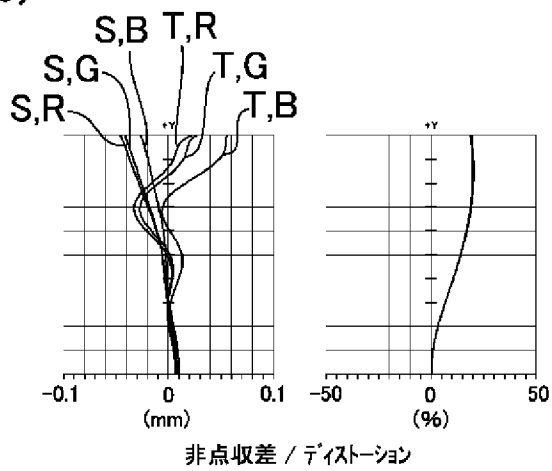
[請求項6] 前記プラスチックレンズのレンズ面うち、前記第 1 レンズの物体側のレンズ面以外のレンズ面は、全て非球面であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の広角レンズ。

[図1]

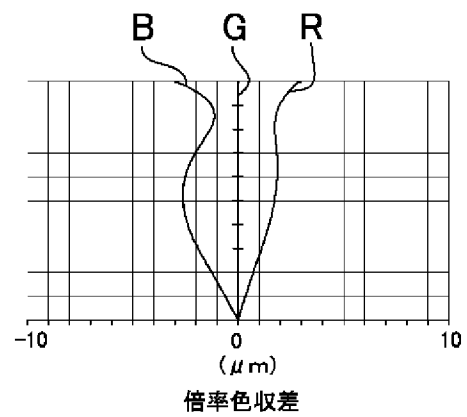
(a)



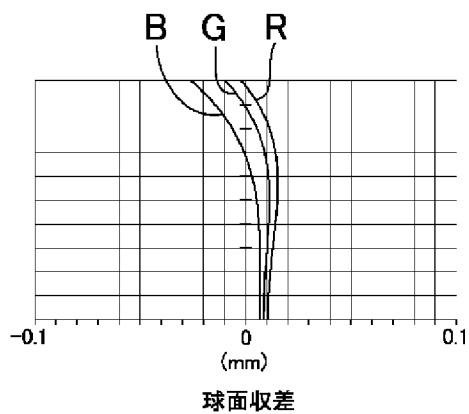
(b)



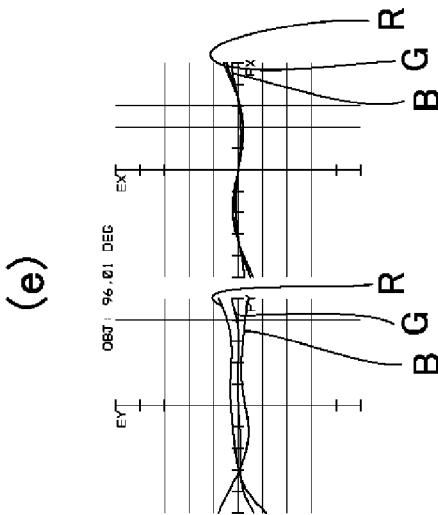
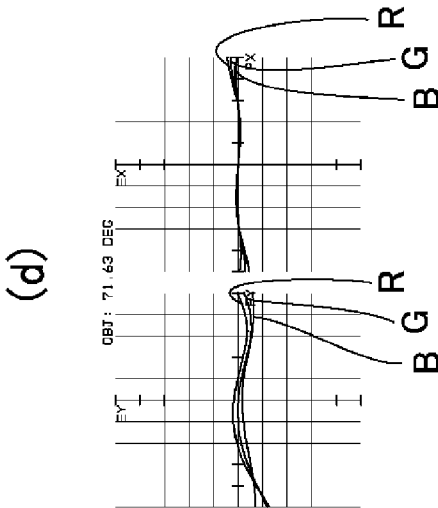
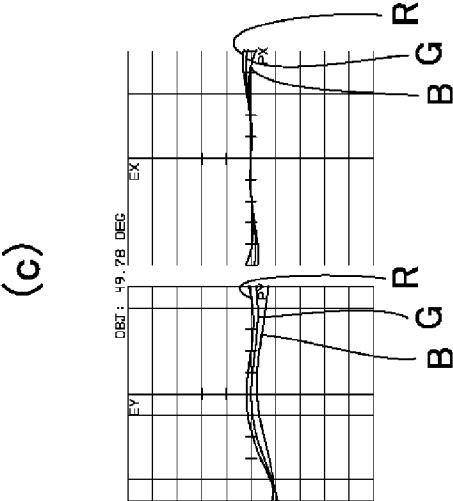
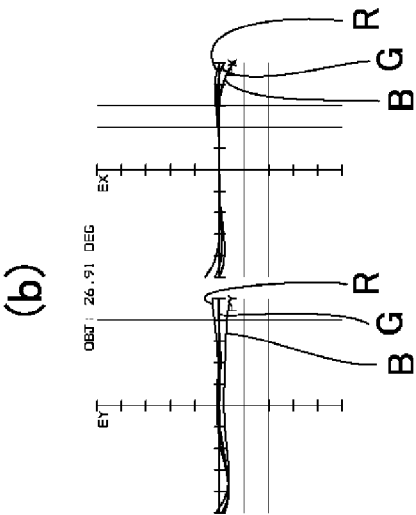
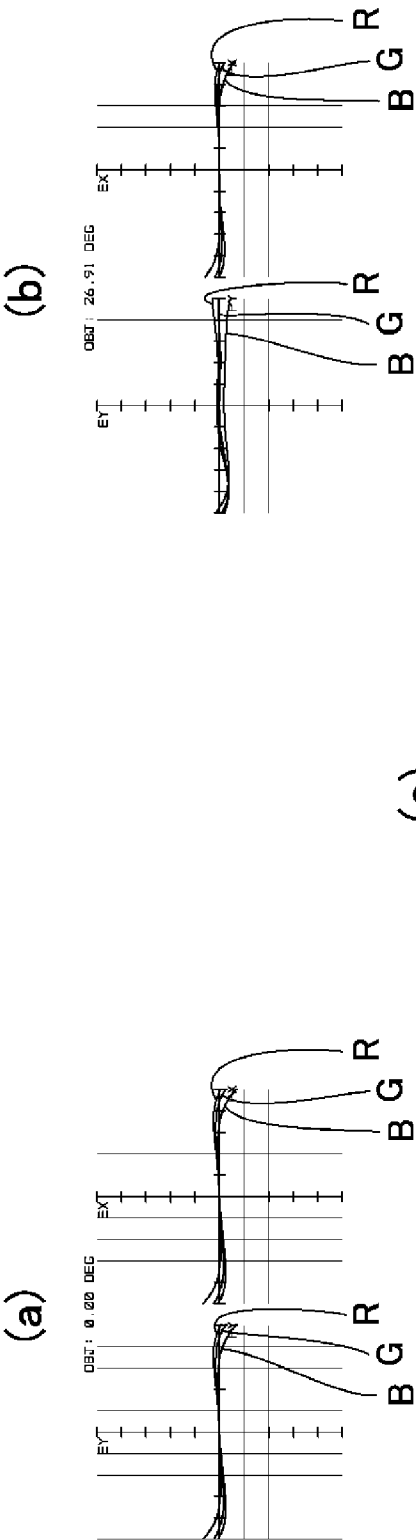
(d)



(c)

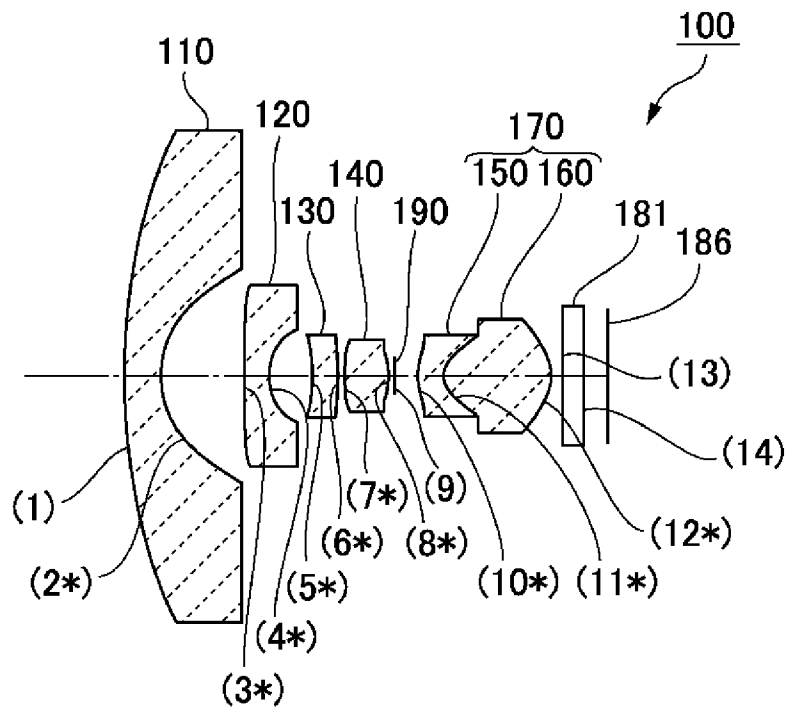


[図2]

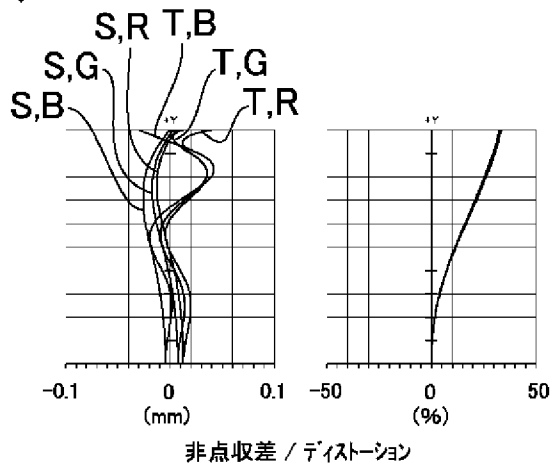


[図3]

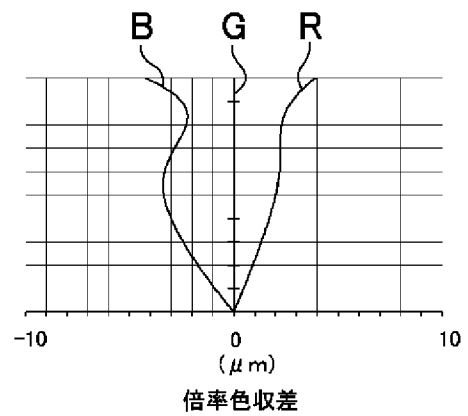
(a)



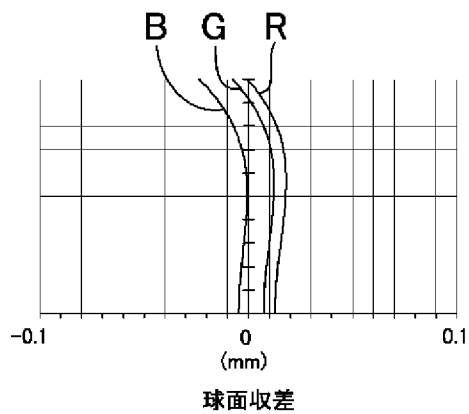
(b)



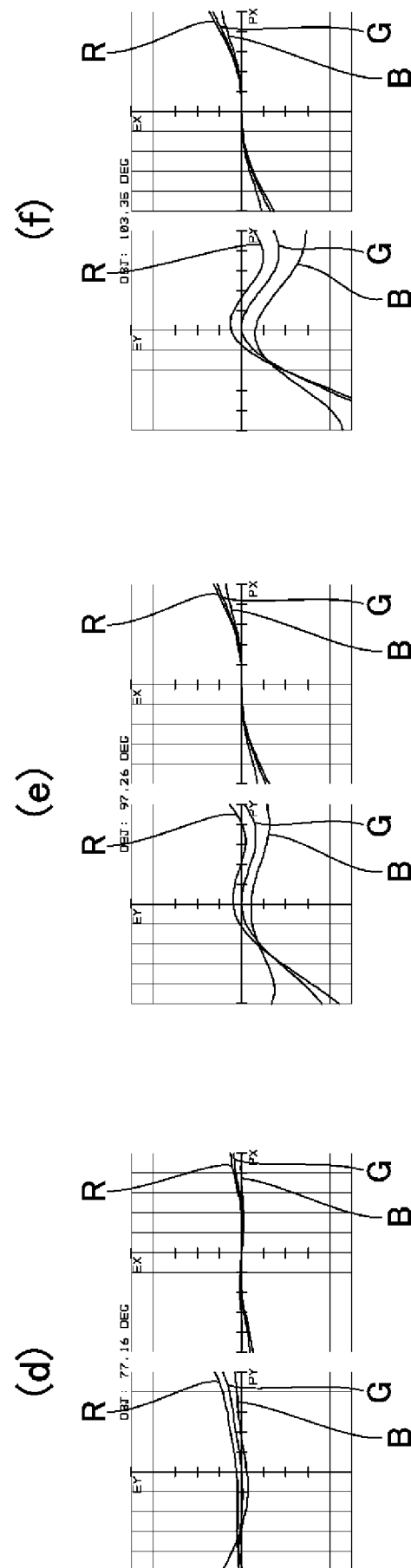
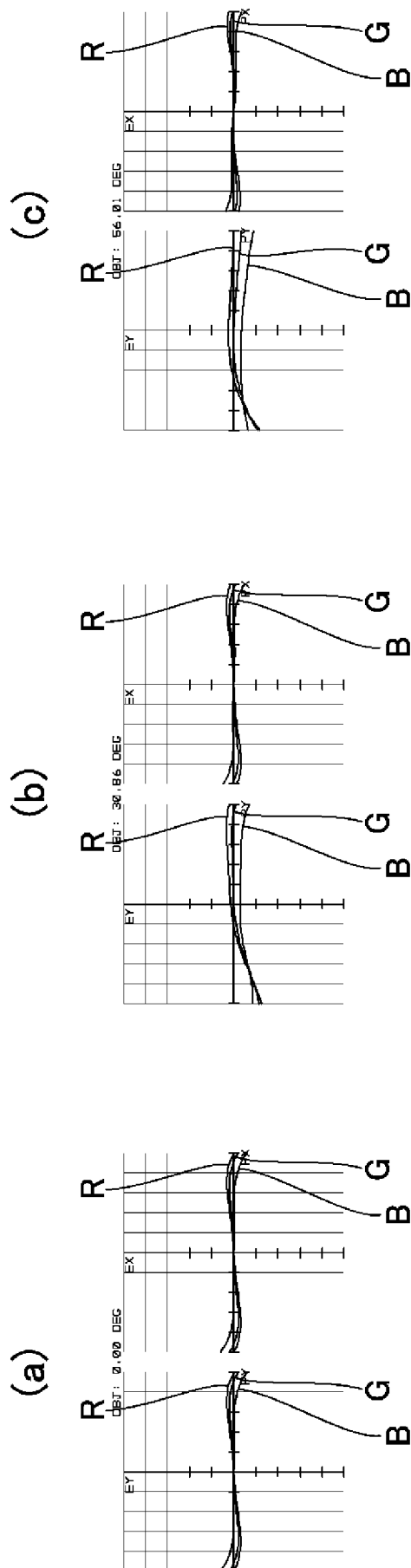
(d)



(c)

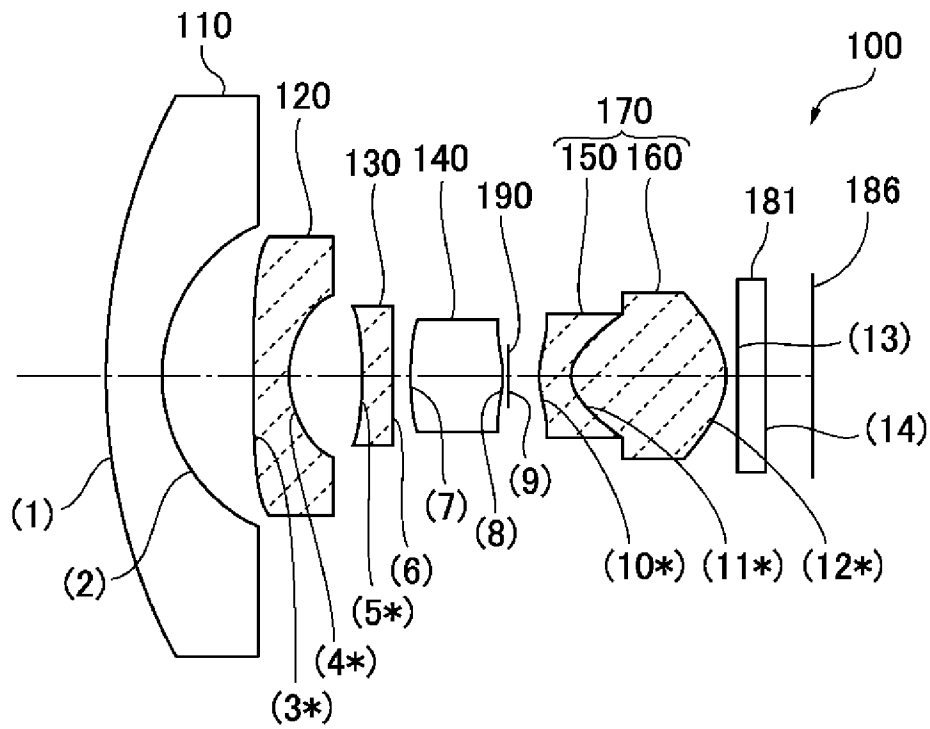


[図4]

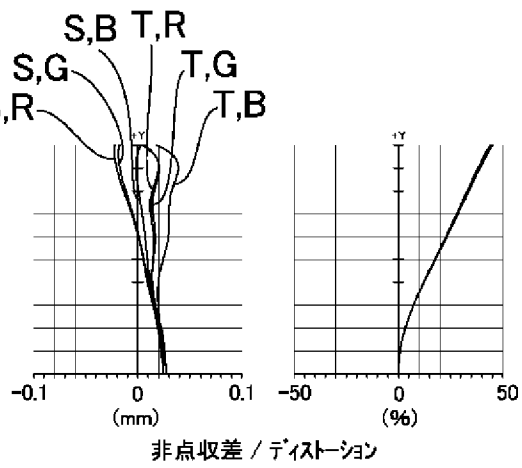


[図5]

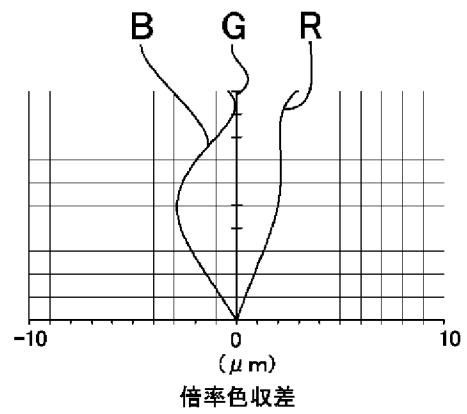
(a)



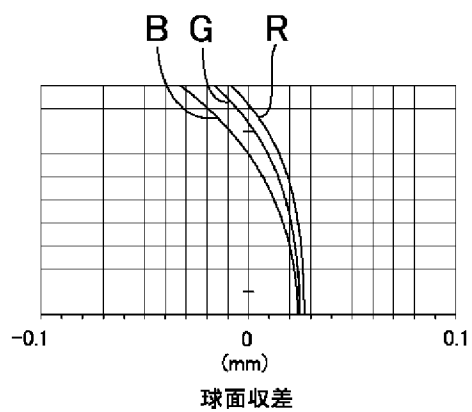
(b)



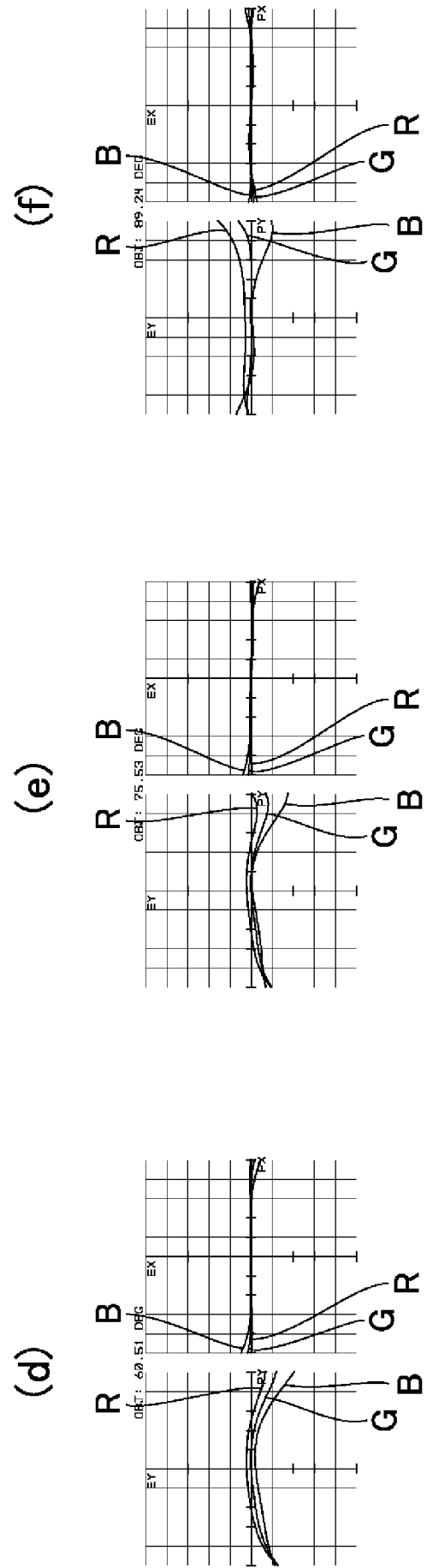
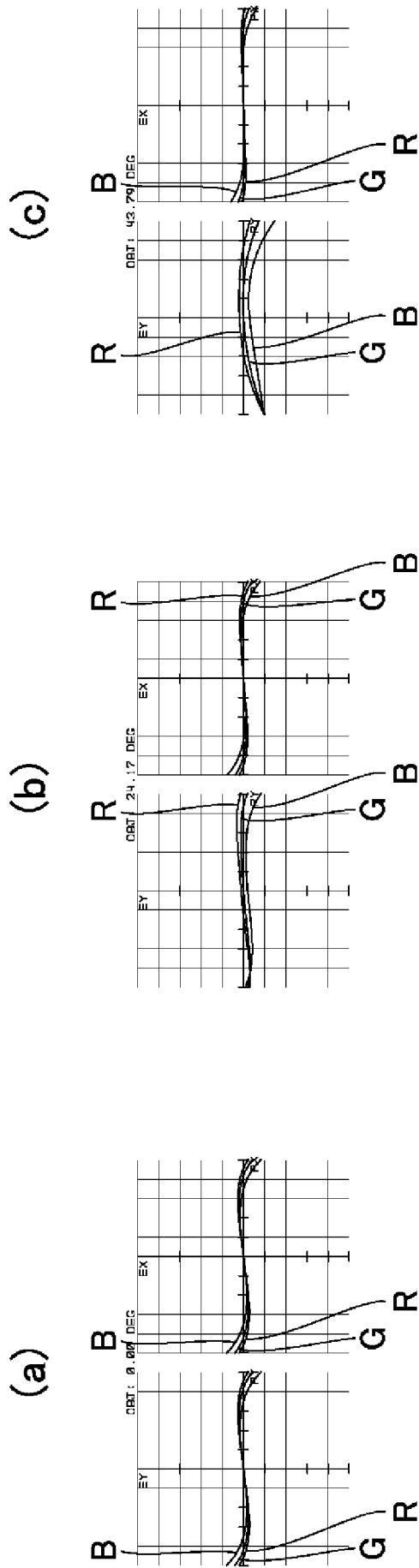
(d)



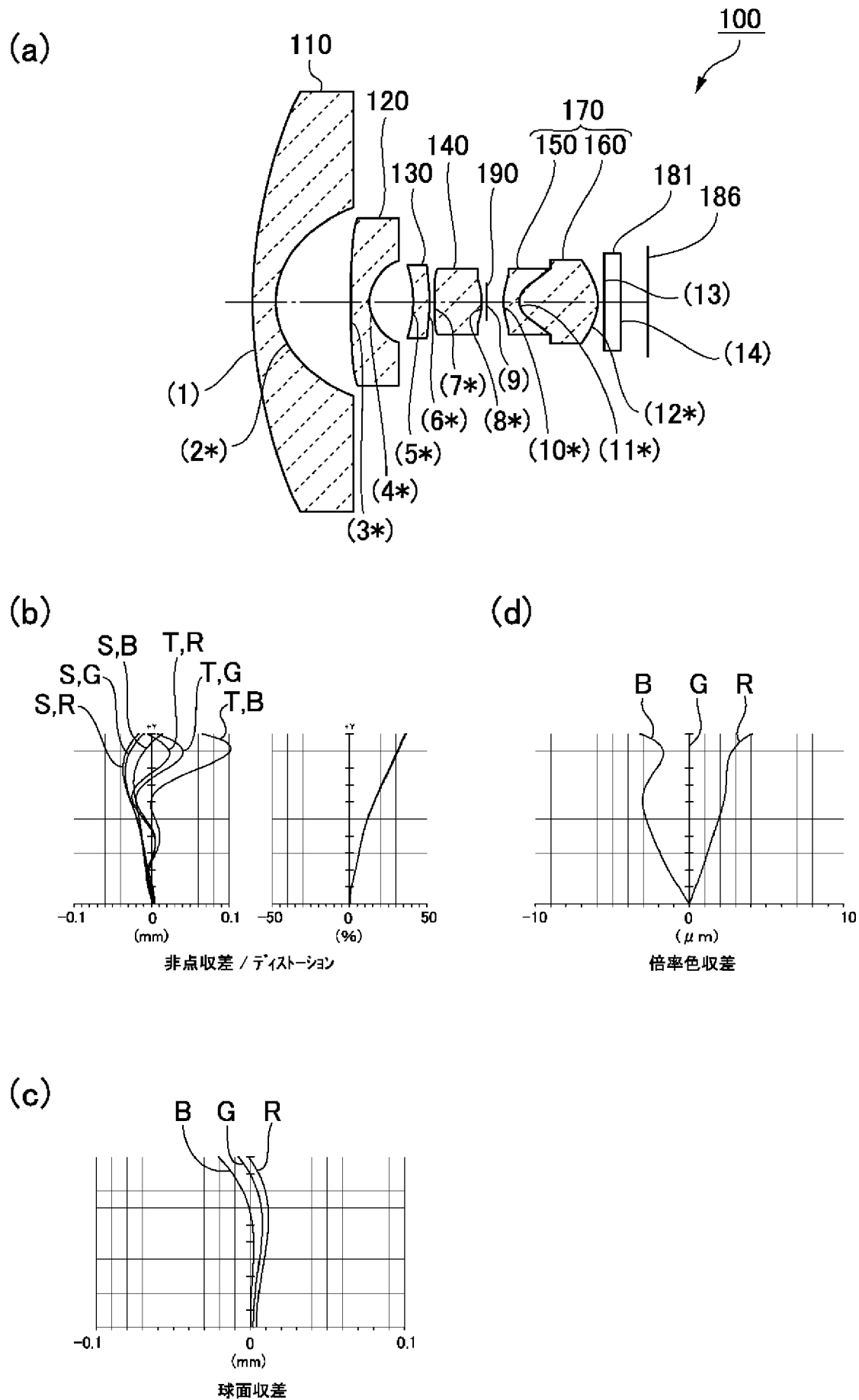
(c)



[図6]

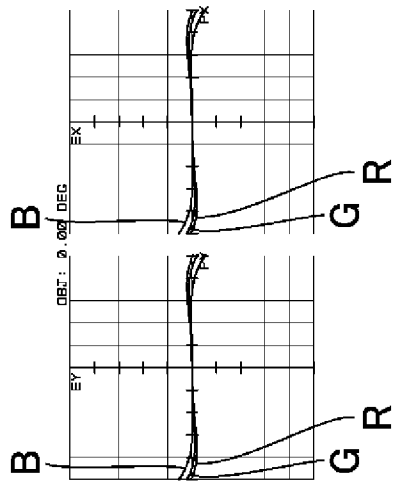


[図7]

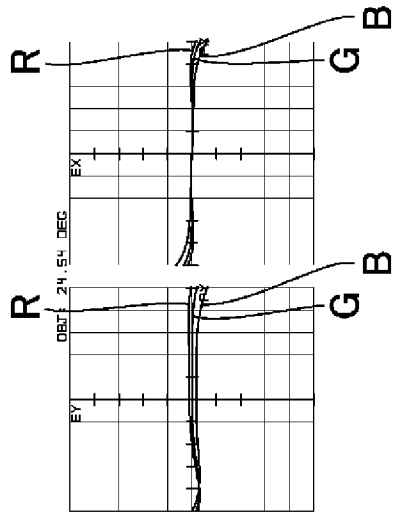


[図8]

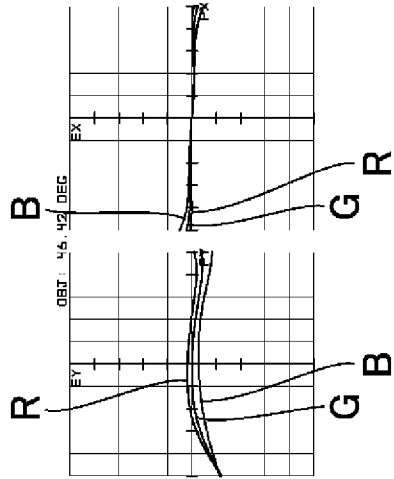
(a)



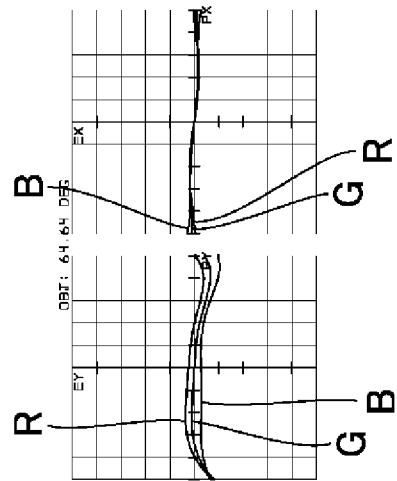
(b)



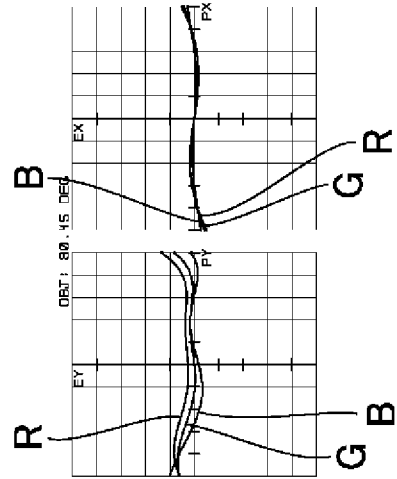
(c)



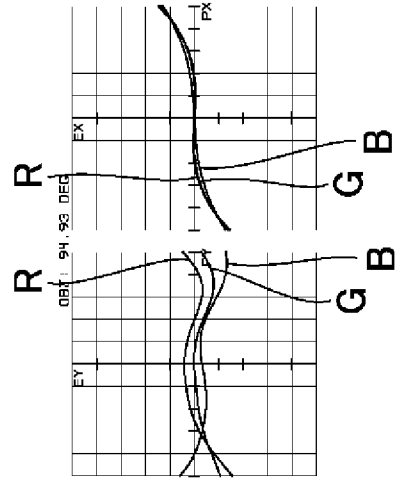
(d)



(e)

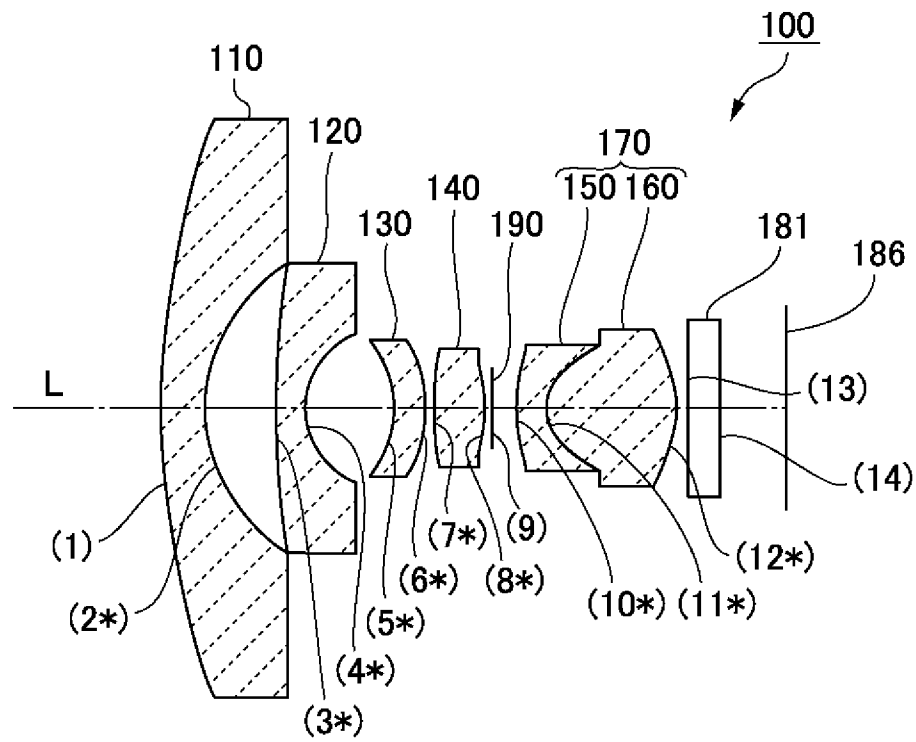


(f)

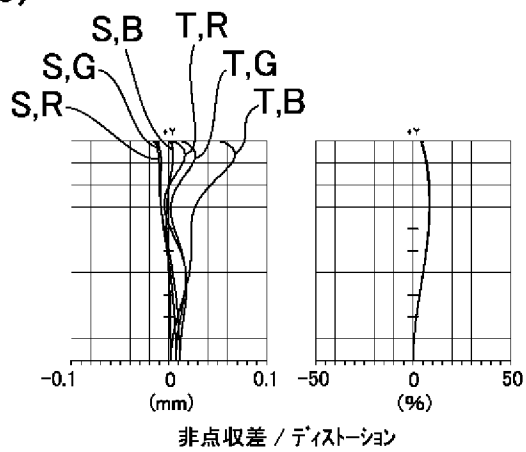


[図9]

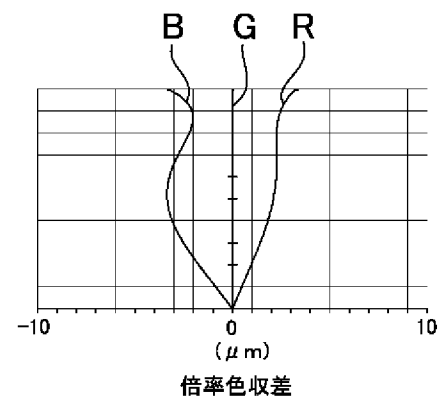
(a)



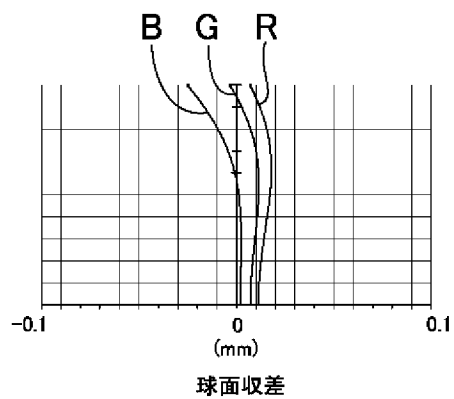
(b)



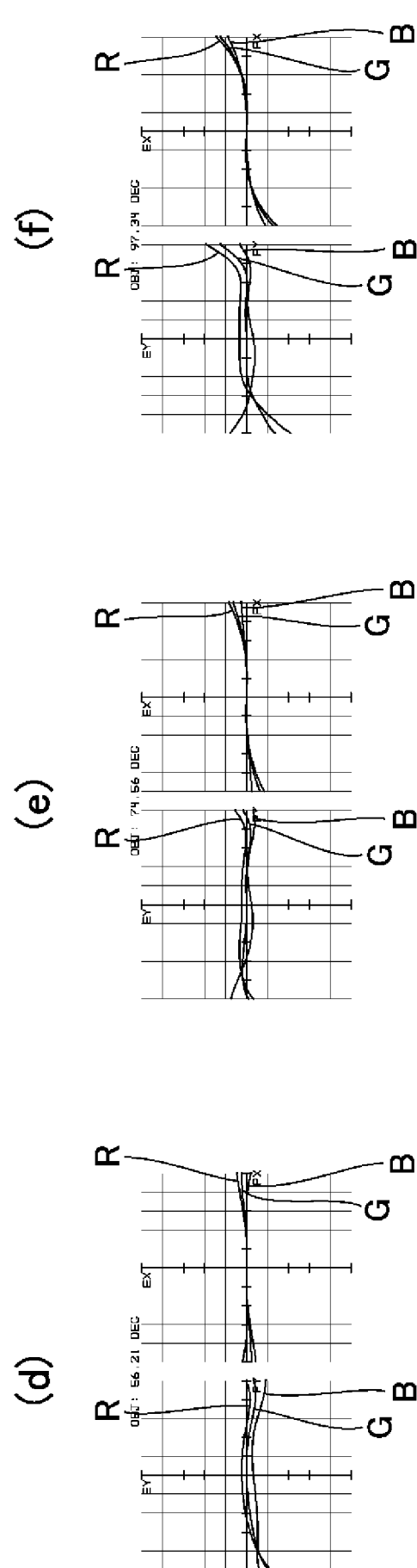
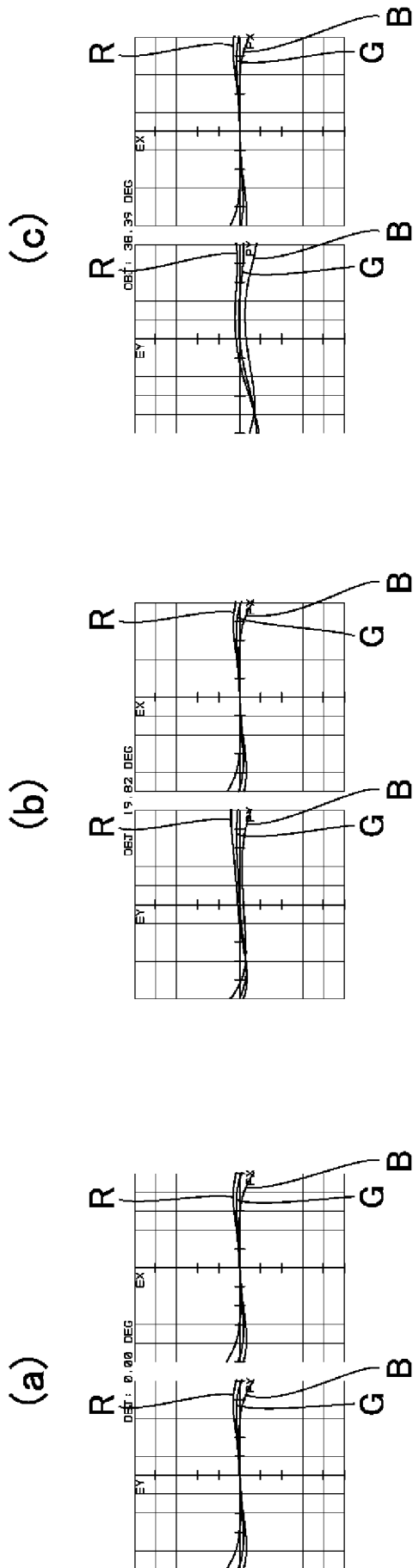
(d)



(c)



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/070499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/04(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B13/04, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 9-304694 A (Nikon Corp.), 28 November 1997 (28.11.1997), 3rd example & US 5822129 A	1-6
A	JP 2012-098724 A (Hon Hai Precision Industry Co., Ltd.), 24 May 2012 (24.05.2012), carrying-out mode & US 2012/0105981 A1 & CN 102455488 A	1-6
A	WO 2012/008694 A1 (LG INNOTEK CO., LTD.), 19 January 2012 (19.01.2012), examples & US 2013/0114150 A1 & KR 10-2012-0007729 A & CN 102985864 A	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 August, 2014 (27.08.14)

Date of mailing of the international search report
04 November, 2014 (04.11.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/070499

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-103319 A (Optical Logic Inc.), 31 May 2012 (31.05.2012), examples 3 to 5 & US 2012/0113533 A1 & CN 102466869 A	1-6
A	KR 10-2010-0136832 A (WEO CO., LTD.), 29 December 2010 (29.12.2010), examples (Family: none)	1-6
A	JP 2009-063877 A (NIDEC Nisshin Corp.), 26 March 2009 (26.03.2009), examples 1 to 7 & US 2010/0188757 A1 & EP 2187250 A1 & WO 2009/031324 A1	1-6
A	JP 4-267212 A (Copal Co., Ltd.), 22 September 1992 (22.09.1992), 1st to 3rd examples (Family: none)	1-6
P, A	JP 2014-085559 A (Nidec Sankyo Corp.), 12 May 2014 (12.05.2014), carrying-out mode 4 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B13/04(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B13/04, G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 9-304694 A（株式会社ニコン）1997.11.28, 第3実施例 & US 5822129 A	1-6
A	JP 2012-098724 A（鴻海精密工業股▲ふん▼有限公司）2012.05.24, 実施形態 & US 2012/0105981 A1 & CN 102455488 A	1-6
A	WO 2012/008694 A1（LG INNOTEK CO., LTD.）2012.01.19, 実施例 & US 2013/0114150 A1 & KR 10-2012-0007729 A & CN 102985864 A	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 7 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 1 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

殿岡 雅仁

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2 V

4 7 4 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-103319 A (株式会社オプトロジック) 2012. 05. 31, 実施例 3 - 5 & US 2012/0113533 A1 & CN 102466869 A	1-6
A	KR 10-2010-0136832 A (WEO CO., LTD.) 2010. 12. 29, 実施例 (ファ ミリーなし)	1-6
A	JP 2009-063877 A (日本電産ニッシン株式会社) 2009. 03. 26, 実施 例 1 - 7 & US 2010/0188757 A1 & EP 2187250 A1 & WO 2009/031324 A1	1-6
A	JP 4-267212 A (株式会社コパル) 1992. 09. 22, 第 1 - 3 実施例 (ファ ミリーなし)	1-6
P, A	JP 2014-085559 A (日本電産サンキョー株式会社) 2014. 05. 12, 実 施の形態 4 (ファミリーなし)	1-6