

(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2006-309076

(P2006-309076A)

(43) 公開日 平成18年11月9日(2006.11.9)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
GO2B 13/04 (2006.01)		GO2B 13/04	D	2H087
GO2B 13/18 (2006.01)		GO2B 13/18		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2005-134373 (P2005-134373)	(71) 出願人	000115728
(22) 出願日	平成17年5月2日(2005.5.2)		リコー光学株式会社
			岩手県花巻市大畑第十地割109番地
		(74) 代理人	100090103
			弁理士 本多 章悟
		(74) 代理人	100067873
			弁理士 樺山 亨
		(72) 発明者	河野 義次
			岩手県花巻市大畑第10地割109番地・
			リコー光学株式会社内
		Fターム(参考)	2H087 KA06 LA03 PA05 PA06 PA18
			PB06 PB07 QA02 QA07 QA17
			QA25 QA34 QA41 QA46 RA04
			RA05 RA13 RA32 RA41 RA45
			UA01

(54) 【発明の名称】 投射用レンズおよびプロジェクタ装置

(57) 【要約】

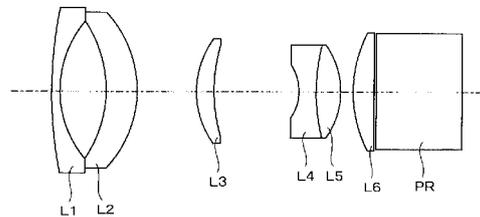
【課題】 構成レンズ枚数が6枚と少ないレンズ構成の投射用レンズで、諸属性の良好な実現を可能ならしめる。

【解決手段】 平面画像を拡大して投射結像させる投射用レンズであって、拡大側から順に、負の屈折力を持つ第1レンズL1、拡大側に凹面を向けたメニスカス形状の第2レンズL2、正の屈折力を持つ第3レンズL3、負の屈折力を持つ第4レンズL4、正の屈折力を持つ第5レンズL5、正の屈折力を持つ第6レンズL6を有し、第1レンズL1の焦点距離： f_1 、第3レンズL3の焦点距離： f_3 が、

条件： $(1) 1 < |f_1| / f_3 < 3$
を満足する。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平面画像を拡大して投射結像させる投射用レンズであって、

拡大側から順に、負の屈折力を持つ第 1 レンズ、拡大側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 レンズ、正の屈折力を持つ第 3 レンズ、負の屈折力を持つ第 4 レンズ、正の屈折力を持つ第 5 レンズ、正の屈折力を持つ第 6 レンズを有し、

上記第 1 レンズの焦点距離： f_1 、上記第 3 レンズの焦点距離： f_3 が、条件：

$$(1) \quad 1 < |f_1| / f_3 < 3$$

を満足することを特徴とする投射用レンズ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の投射用レンズにおいて、

第 4 レンズと第 5 レンズが接合されていることを特徴とする投射用レンズ。

10

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の投射用レンズにおいて、

第 4 レンズに用いられる材質のアッベ数： A_4 、第 5 レンズに用いられる材質のアッベ数： A_5 が、条件：

$$(2) \quad A_5 - A_4 > 13$$

を満足することを特徴とする投射用レンズ。

【請求項 4】

請求項 1～3 の任意の 1 に記載の投射用レンズにおいて、

第 2 レンズが樹脂材料からなることを特徴とする投射用レンズ。

20

【請求項 5】

請求項 1～4 の任意の 1 に記載の投射用レンズにおいて、

第 2 レンズが非球面を有することを特徴とする投射用レンズ。

【請求項 6】

請求項 1～5 の任意の 1 に記載の投射用レンズにおいて、

第 6 レンズが非球面を有することを特徴とする投射用レンズ。

【請求項 7】

請求項 1～6 の任意の 1 に記載の投射用レンズを搭載したプロジェクタ装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

この発明は、液晶パネル等の画像表示用デバイスに表示された平面画像を拡大して投射する投射用レンズおよびこの投射用レンズを用いるプロジェクタ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶パネル上の画像を拡大投射する液晶プロジェクタは、コンピュータのデータ表示や映画の鑑賞用などに用いられ、広く普及している。なかでも、赤表示用、青表示用、緑表示用の液晶パネルを使用する 3 板式プロジェクタは、画像が高精細であることから多く用いられている。また、近来、マイクロミラーデバイス (MMD) 上に平面画像を表示する方式のものを提案されつつある。

50

【0003】

3板式プロジェクタにおける投射用レンズは、最適なスクリーンサイズを容易に実現できるように、ズーム機能を有するものが一般的であるが、普及型の低価格タイプではズーム機能を省いた固定焦点型が用いられることが多い。

【0004】

3板式プロジェクタやMMDを用いるプロジェクタ装置に用いられる投射用レンズには、一般に以下のような属性が求められる。

3枚の液晶パネルや3つのMMDにより強度変調された各光束を、ダイクロイックプリズムやダイクロイックミラーといった色合成手段で合成するために、色合成手段を配備するための空間が必要であり、この空間を確保できるように「焦点距離に比して長いバックフォーカス」を有すること。

10

【0005】

プロジェクタとして低電力で高い光利用効率を得ることが望ましく、各色光の光路の合成時に色合成手段に入射する光の角度が画角により異なると、色シェーディングが発生しやすいことから、光源部から投射用レンズに入射する光は光軸に対して平行に近い光束を用いるのが良い。したがって、平行光束を効率良く投射用レンズに取り込めるよう、縮小側、即ち、液晶パネル側においてテレセントリック性を持っていること。

【0006】

低電力の光源でも明るい画像を提供するため、光源からの光をなるべく多く取り込めるようにFナンバーの小さい、明るいレンズであること。

20

スクリーン上で3色を重ね合わせたときに、各色の画素が互いにずれると良好なカラー画像を実現できず、投射画像の辺縁部等に緑、青、赤などの縁が現れて、像質が損なわれてしまうので、倍率の色収差が小さく抑えられていること。

また、投射された画像の輪郭が歪んで見苦しくならないように、歪曲収差が小さく抑えられていること。画像を忠実に再現するため、高いMTF特性、解像力特性を備えていること。

【0007】

このような属性に優れた投射用レンズとして、例えば、特許文献1、2に記載されたものが知られている。

【0008】

しかし、特許文献1に開示されたものはレンズ8枚構成、特許文献2に開示されたものはレンズ9枚構成と構成レンズ枚数が多いため、コスト低減が難しく、投射用レンズのコンパクト化も難しい。

30

【0009】

【特許文献1】特開平9-61711号公報

【特許文献2】特開2000-39556

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

この発明は上述した事情に鑑みてなされたものであって、構成レンズ枚数が6枚と少ないレンズ構成の投射用レンズで、上述の諸属性の良好な実現を可能ならしめることを課題とする。この発明はまた、上記投射用レンズを用いることにより、性能良好なプロジェクタ装置の実現を課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

この発明の投射用レンズは、平面画像を拡大して投射結像させる投射用レンズであって、図1に例示するように、拡大側から順に、負の屈折力を持つ第1レンズL1、拡大側に凹面を向けたメニスカス形状の第2レンズL2、正の屈折力を持つ第3レンズL3、負の屈折力を持つ第4レンズL4、正の屈折力を持つ第5レンズL5、正の屈折力を持つ第6レンズL6を有する。

50

【0012】

第1レンズの焦点距離： f_1 、第3レンズの焦点距離： f_3 は、条件：

$$(1) \quad 1 < |f_1| / f_3 < 3$$

を満足する（請求項1）。なお、「平面画像」は一般に、液晶パネル、デジタルミラーディスプレイ等に表示される画像である。図1において、符号PRは色合成プリズムを示す。

【0013】

請求項1記載の投射用レンズにおける、第4レンズと第5レンズとは、図1に例示するように接合されていることができる（請求項2）。

請求項1または2記載の投射用レンズにおける、第4レンズの材質のアッベ数： v_4 、第5レンズの材質のアッベ数： v_5 は、条件：

$$(2) \quad v_5 - v_4 > 13$$

を満足することが好ましい（請求項3）。

【0014】

請求項1～3の任意の1に記載の投射用レンズにおける第2レンズは、樹脂材料からなることができる（請求項4）。

請求項1～4の任意の1に記載の投射用レンズにおいて、第2レンズは非球面を有することが好ましい（請求項5）。また、請求項1～5の任意の1に記載の投射用レンズにおいて、第6レンズは非球面を有することが好ましい（請求項6）。

【0015】

この発明のプロジェクタ装置は、請求項1～6の任意の1に記載の投射用レンズを搭載したプロジェクタ装置である。

【0016】

プロジェクタ装置の投射用レンズには、上述の如く「焦点距離に比して長いバックフォーカスを持つ」ことが要求されるため、レンズタイプとしては、拡大側から順に「負・正の屈折力配置となるレトロフォーカス型レンズ」の変形が用いられることが多い。

【0017】

この発明の投射用レンズは、第1レンズとして負レンズを配し、第2レンズとしてメニスカスレンズ、第2レンズの縮小側に、比較的距離をおいて第3レンズ以降を配置し、レトロフォーカス型を基本とした構成となっている。

【0018】

投射用レンズの性能を確保する上で「像面湾曲の低減」は重要であるが、像面湾曲の低減の要諦の1つは「第2レンズの向き」であり、第2レンズの凹面を「拡大側に向けた形状」とし、第2レンズの凸面を「縮小側に向けた形状」とすることで、軸上光線が「第2レンズのスクリーン側の面に当たる高さ」に比して「表示デバイス側の面に当たる高さ」を高くしている。

即ち、負の屈折力を持つ面（第2レンズの拡大側の面）への「光線高さ」を低くし、正の屈折力を持つ面（第2レンズの縮小側の面）への「光線高さ」を高くすることによりペツパール和を低減し、像面湾曲を小さく抑えることを可能としている。

【0019】

また、第4レンズに負の屈折力、第5レンズに正の屈折力を配することで、色収差の他に諸収差の補正を有効に行っている。

【0020】

条件(1)は、長いバックフォーカスを確保しつつ、コマ収差、像面湾曲などを抑え、かつ、レンズが冗長とならないための条件であり、上限を超えると像面が倒れ、また、バックフォーカスを長くすることが困難となる。下限を超えると、バックフォーカスは確保し易くなるが、全長が極端に長くなるか、あるいは「第1レンズの屈折力が大きくなったことによる収差」を補正するのが困難となる。

【0021】

第4レンズと第5レンズの付近は光束が太く、また、軸外の主光線が比較的高い位置を通過するため、特に「第4レンズの縮小側の面と第5レンズの拡大側の面において大きな

10

20

30

40

50

収差が発生する傾向」にあるが、請求項 2 記載のように、これら第 4・第 5 レンズを接合することにより「上記発生する収差の量を大幅に低減する」ことができる。

【0022】

また、条件(2)は色収差補正の条件であり、下限を超えると軸上色収差および倍率色収差が補正不足になり易く、上限を超えると補正過剰になり易く、いずれの場合も他のレンズでの補正が困難となる。

【0023】

また、請求項 4 に記載の如く、第 2 レンズの材料を樹脂とし、成型により製造することにより第 2 レンズを安価なものとすることができ、請求項 5 に記載のように「第 2 レンズに非球面を用いて性能の向上を図る場合」に製造を容易にすることができ、請求項 6 に記載のように「第 6 レンズに非球面を用いる」ことにより像面湾曲を小さく抑えることができる。

10

【発明の効果】

【0024】

この発明の投射用レンズは上記の如き構成により、6 枚という少ないレンズ構成でありながらも、後述の各実施例に示すように、F No. 1.7 程度と明るく、半画角 25°程度と広画角で、プロジェクタ装置用の投射用レンズに要求される性能を十分に満足できるものをコンパクト且つ低コストに実現できる。そして、かかる投射用レンズを搭載することにより性能良好なプロジェクタ装置を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0025】

発明を実施するための最良な形態として、投射用レンズの具体的な数値実施例を 4 例挙げる。

各実施例に用いられている記号の意味は以下のとおりである。

【0026】

IMG：画像表示面

R_i：拡大側から数えて第 i 番目の面（絞りや色合成プリズムの面を含む）の曲率半径

D_i：拡大側から数えて第 i 番目の面と第 i + 1 番目の面との軸上面間隔

D_o：スクリーン側から第 1 番目のレンズ面までの距離

N_j：拡大側から数えて第 j 番目のレンズの d 線に対する屈折率

30

j：拡大側から数えて第 j 番目のレンズのアップ数

j = 7 は色合成プリズムを示す。

【0027】

各実施例に用いられた非球面の形状は、光軸方向の座標：Z、光軸直交方向の座標：h、軸上曲率半径：R_i、円錐定数：K、高次の係数：A、B、C、D、E、F、Gを用いて周知の非球面式：

$$Z = (1/R_i) \cdot h^2 / [1 + \{1 - (K + 1) \cdot (1/R_i)^2 \cdot h^2\}] + A \cdot h^4 + B \cdot h^6 + C \cdot h^8 + D \cdot h^{10} + E \cdot h^{12} + F \cdot h^{14} + G \cdot h^{16}$$

で表し、上記 R_i、K、A、B、C、D、E、F、G の値を与えて形状を特定する。

なお、各実施例とも計算基準波長は 550 nm である。また、長さの次元を持つ量の単位は特に断らない限り「mm」である。

40

【実施例 1】

【0028】

i	R	D	j	N	
0		2550.000			
1	93.876	2.000	1	1.53172	48.8
2	24.223	12.000			
3	-24.612(*)	8.000	2	1.50966	56.4
4	-22.911(*)	15.406			
5	20.454	4.500	3	1.78589	43.9

50

6	43.434	13.615			
7(絞り)		8.059			
8	-12.443	4.500	4	1.84666	23.8
9	41.114	6.244	5	1.80420	46.5
10	-18.642	3.398			
11	29.409	5.436	6	1.83400	37.3
12	-212.051(*)	0.400			
13		22.200	7	1.51680	64.2
14		6.527			

IMG

10

上の表記に於いて「*印を付した面」が非球面である。他の実施例においても同様である。

【0029】

非球面

第3面

K = -0.334795

A = 0.208341E-04 , B = -0.723471E-07 , C = 0.229674E-09 , D = -0.571160E-12

E = -0.676211E-16 , F = 0.0 G = 0.0

第4面

K = -0.216766

A = 0.153874E-04 , B = -0.471182E-07 , C = 0.167929E-09 , D = -0.467465E-12

E = 0.342483E-15 , F = 0.0 G = 0.0

第12面

K = 0.0

A = 0.795432E-05 , B = 0.379331E-07 , C = -0.620374E-09 , D = 0.386966E-11

E = -0.445992E-14 , F = -0.493914E-16 , G = 0.149933E-18

上の表記に於いて、例えば「0.149933E-18」は「 0.149933×10^{-18} 」を意味する。以下においても同様である。

【0030】

各条件のパラメータの値

条件(1) 1.37

条件(2) 22.7

【実施例2】

【0031】

i	R	D	j	N	
0		2550.000			
1	73.489	2.000	1	1.51742	52.2
2	23.825	12.000			
3	-18.136(*)	8.000	2	1.50966	56.4
4	-21.494(*)	10.661			
5	22.411	5.164	3	1.77250	49.6
6	72.686	14.579			
7(絞り)		7.473			
8	-12.009	4.102	4	1.84666	23.8
9	118.123	0.361			
10	103.144	6.020	5	1.77250	49.6
11	-17.786	4.365			
12	31.182	5.705	6	1.75079	45.4
13	-91.200(*)	0.400			
14		22.200	7	1.51680	64.2

40

50

15 6.527

IMG

【 0 0 3 2 】

非球面

第 3 面

K = -1.121297

A = 0.249635E-04 , B = -0.618922E-07 , C = 0.237980E-09 , D = -0.602654E-12

E = 0.513161E-15 , F = 0.0 , G = 0.0

第 4 面

K = -0.782181

A = 0.184705E-04 , B = -0.422938E-07 , C = 0.197500E-09 , D = -0.543647E-12

E = 0.521784E-15 , F = 0.0 , G = 0.0

第 1 3 面

K = 0.0

A = 0.113430E-04 , B = 0.351042E-07 , C = -0.513318E-09 , D = 0.361255E-11

E = -0.961789E-14 , F = -0.792388E-17 , G = 0.630291E-19

10

【 0 0 3 3 】

各条件のパラメータの値

条件 (1) 1 . 7 2

条件 (2) 2 5 . 8

20

【 実施例 3 】

【 0 0 3 4 】

i	R	D	j	N
0		2550.000		
1	42.269	2.000	1	1.51680 64.2
2	20.060	10.981		
3	-27.410(*)	8.000	2	1.509660 56.4
4	-30.149(*)	7.255		
5	17.074	5.379	3	1.77250 49.6
6	36.739	6.780		
7(絞リ)		9.258		
8	-11.080	4.500	4	1.84666 23.8
9	103.268	6.194	5	1.77250 49.6
10	-17.872	0.250		
11	31.315	5.682	6	1.83500 43.0
12	-82.313 (*)	0.400		
13		22.200	7	1.51680 64.2
14		6.527		

30

IMG

【 0 0 3 5 】

非球面

第 3 面

K = -2.422091

A = 0.341294E-04 , B = -0.857205E-07 , C = 0.134568E-09 , D = -0.210010E-13

E = -0.442130E-15 , F = 0.0 , G = 0.0

第 4 面

K = -1.895649

A = 0.259388E-04 , B = -0.839587E-07 , C = 0.225764E-09 , D = -0.659845E-12

E = 0.671989E-15 , F = 0.0 , G = 0.0

第 1 2 面

40

50

K = 0.0

A = 0.121826E-04 , B = 0.369215E-07 , C = -0.669150E-09 , D = 0.460548E-11

E = -0.800056E-14 , F = -0.495021E-16 , G = 0.177350E-18

【 0 0 3 6 】

各条件のパラメータの値

条件 (1) 2 . 0 7

条件 (2) 2 5 . 8

【 実施例 4 】

【 0 0 3 7 】

i	R	D	j	N	
0		2550.000			10
1	85.316	2.000	1	1.53172	48.8
2	24.611	12.000			
3	-23.494(*)	8.000	2	1.50966	56.4
4	-22.135(*)	16.474			
5	16.899	4.447	3	1.78590	43.9
6	31.642	8.586			
7(絞り)		8.731			
8	-12.305	3.697	4	1.84666	23.8
9	21.097	6.313	5	1.83400	37.3
10	-25.461	2.420			20
11	31.801	6.148	6	1.83500	43.0
12	-52.435(*)	0.400			
13		22.200	7	1.51680	64.2
14		6.527			

IMG

【 0 0 3 8 】

非球面

第 3 面

K = -0.648434

A = 0.256877E-04 , B = -0.693789E-07 , C = 0.180951E-09 , D = -0.488421E-12

E = 0.151597E-15 , F = 0.0 , G = 0.0

第 4 面

K = -0.396843

A = 0.202498E-04 , B = -0.534393E-07 , C = 0.195723E-09 , D = -0.604914E-12

E = 0.585232E-15 , F = 0.0 , G = 0.0

第 1 2 面

K = 0.0

A = 0.167396E-04 , B = 0.325546E-07 , C = -0.598547E-09 , D = 0.377737E-11

E = -0.521619E-14 , F = -0.439809E-16 , G = 0.141481E-18

【 0 0 3 9 】

各条件のパラメータの値

条件 (1) 1 . 6 2

条件 (2) 1 3 . 5

【 0 0 4 0 】

図 2 に実施例 1 の投射用レンズの断面図を示す。図 3 に実施例 1 の投射用レンズに関する縦収差図、図 4 に実施例 1 の投射用レンズに関する横収差図を示す。縦収差を示す図 3 で、非点収差の図の「S」は波長：550nmでのサジタル像面、「T」は波長：550nmでのタンジェンシャル像面を示す。また、赤・緑・青を表すR、G、Bの波長はそれぞれR：620nm、G：550nm、B：460nmとしている。他の実施例において

も同様である。

【0041】

図5に実施例2の投射用レンズの断面図を示す。図6に実施例2の投射用レンズに関する縦収差図、図7に実施例2の投射用レンズに関する横収差図を、それぞれ図3、図4に倣って示す。

図8に実施例3の投射用レンズの断面図を示す。図9に実施例3の投射用レンズに関する縦収差図、図10に実施例3の投射用レンズに関する横収差図を、それぞれ図3、図4に倣って示す。

図11に実施例4の投射用レンズの断面図を示す。図12に実施例4の投射用レンズに関する縦収差図、図13に実施例4の投射用レンズに関する横収差図を、それぞれ図3、図4に倣って示す。

10

【0042】

上に挙げた実施例1～4の投射用レンズは何れも、平面画像を拡大して投射結像させる投射用レンズであって、拡大側から順に、負の屈折力を持つ第1レンズ、拡大側に凹面を向けたメニスカス形状の第2レンズ、正の屈折力を持つ第3レンズ、負の屈折力を持つ第4レンズ、正の屈折力を持つ第5レンズ、正の屈折力を持つ第6レンズを有し、第1レンズの焦点距離： f_1 、上記第3レンズの焦点距離： f_3 が、条件：

$$(1) \quad 1 < |f_1| / f_3 < 3$$

を満足する(請求項1)。

【0043】

また、第4レンズと第5レンズが接合され(請求項2)、第4レンズに用いられる材質のアッペ数： ν_4 、第5レンズに用いられる材質のアッペ数： ν_5 が、条件：

$$(2) \quad \nu_5 - \nu_4 > 13$$

を満足する(請求項3)。

20

【0044】

また、第2レンズが樹脂材料からなり(請求項4)、第2レンズは非球面を有し(請求項5)、第6レンズも非球面を有する(請求項6)。

【0045】

従って、光源の光を画像表示用デバイスに通過させ、平面画像の画像情報を持たされた光をスクリーン上に拡大投射する公知のプロジェクタ装置に、投射用レンズとして上記実施例1～4の適宜のものを搭載することによりコンパクトでありながら高精細な画像を表示することが可能である(請求項7)。

30

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】この発明の投射用レンズの断面図である。

【図2】実施例1の投射用レンズの断面図である。

【図3】実施例1の投射用レンズの縦収差図である。

【図4】実施例1の投射用レンズの横収差図である。

【図5】実施例2の投射用レンズの断面図である。

【図6】実施例2の投射用レンズの縦収差図である。

40

【図7】実施例2の投射用レンズの横収差図である。

【図8】実施例3の投射用レンズの断面図である。

【図9】実施例3の投射用レンズの縦収差図である。

【図10】実施例3の投射用レンズの横収差図である。

【図11】実施例4の投射用レンズの断面図である。

【図12】実施例4の投射用レンズの縦収差図である。

【図13】実施例4の投射用レンズの横収差図である。

【符号の説明】

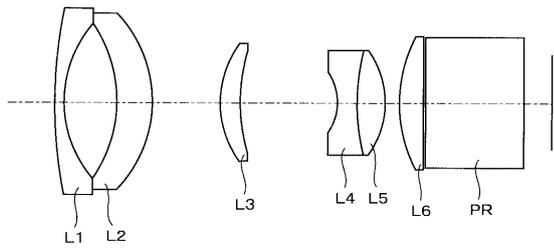
【0047】

L1 第1レンズ

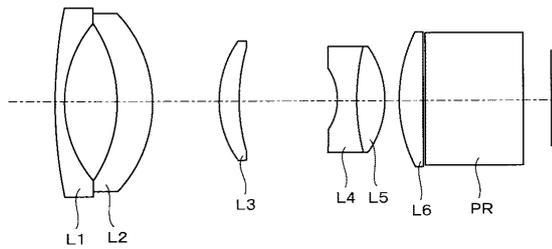
50

- L 2 第 2 レンズ
- L 3 第 3 レンズ
- L 4 第 4 レンズ
- L 5 第 5 レンズ
- L 6 第 6 レンズ
- P R 色合成プリズム

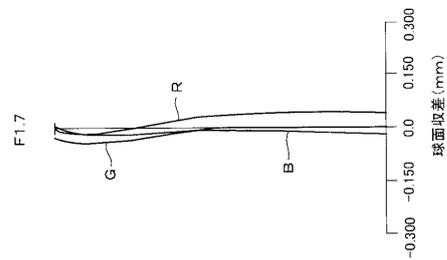
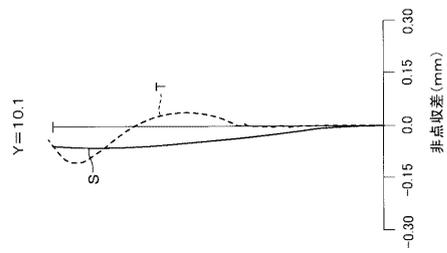
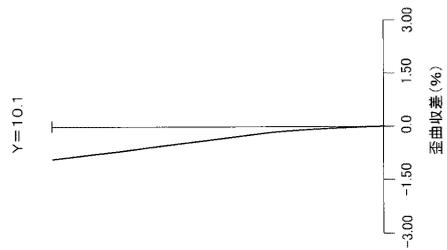
【 図 1 】



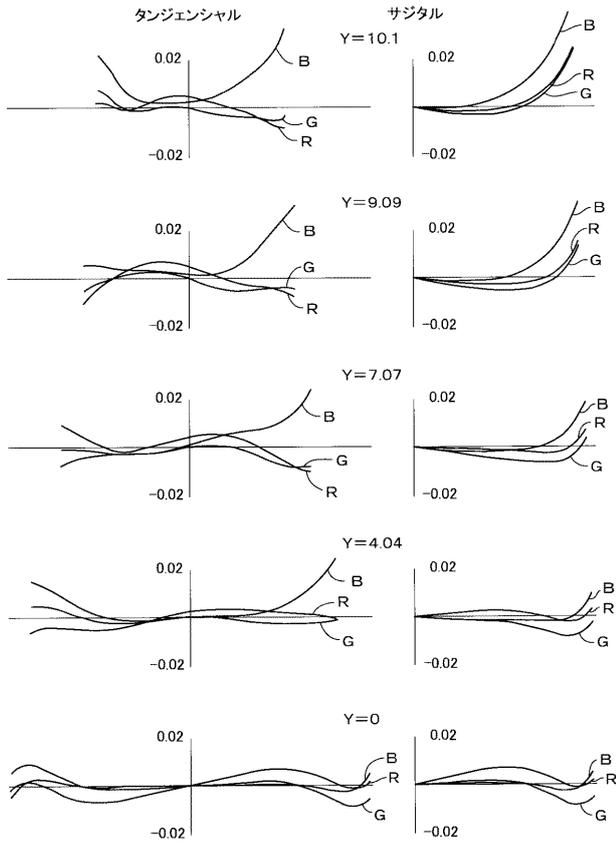
【 図 2 】



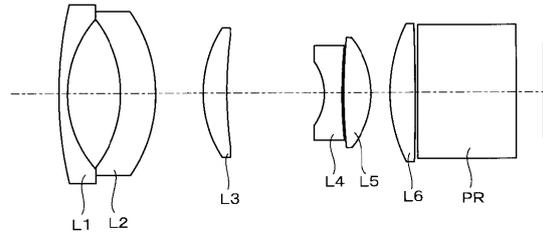
【 図 3 】



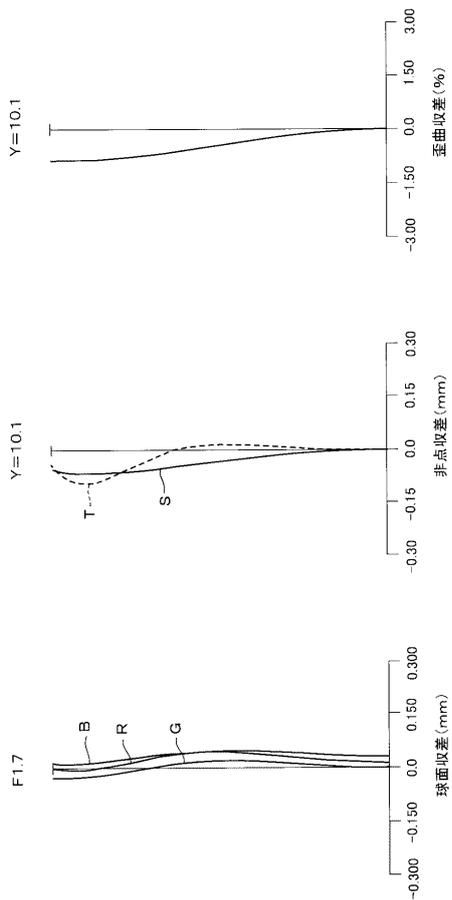
【 図 4 】



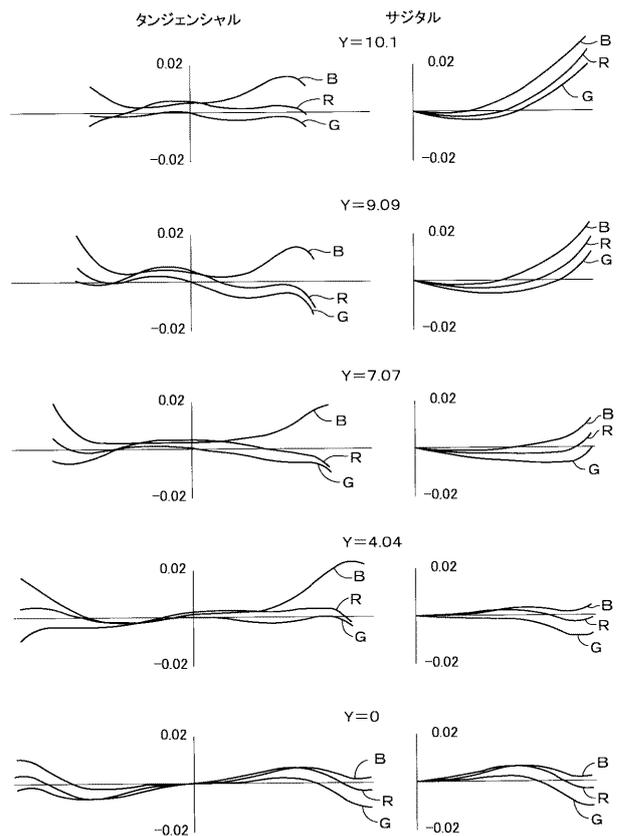
【 図 5 】



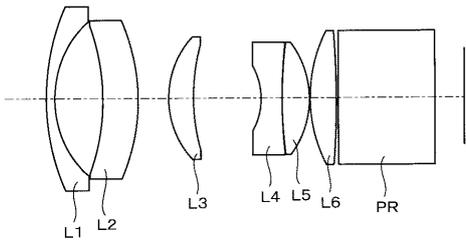
【 図 6 】



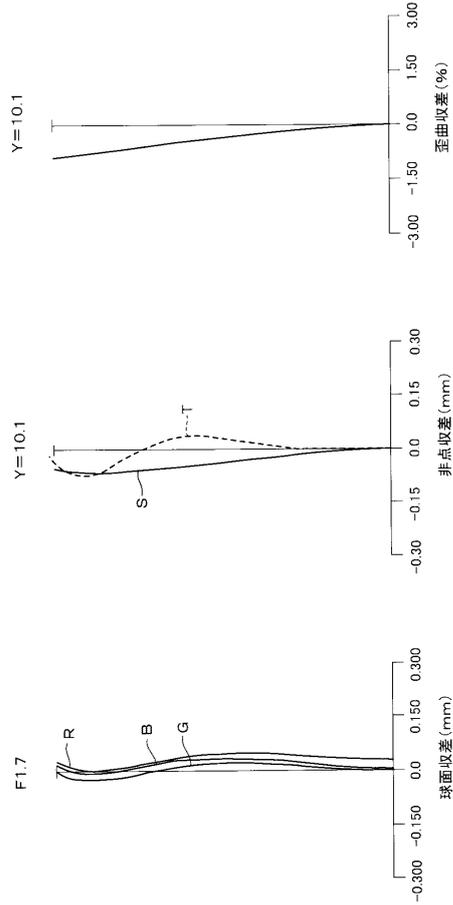
【 図 7 】



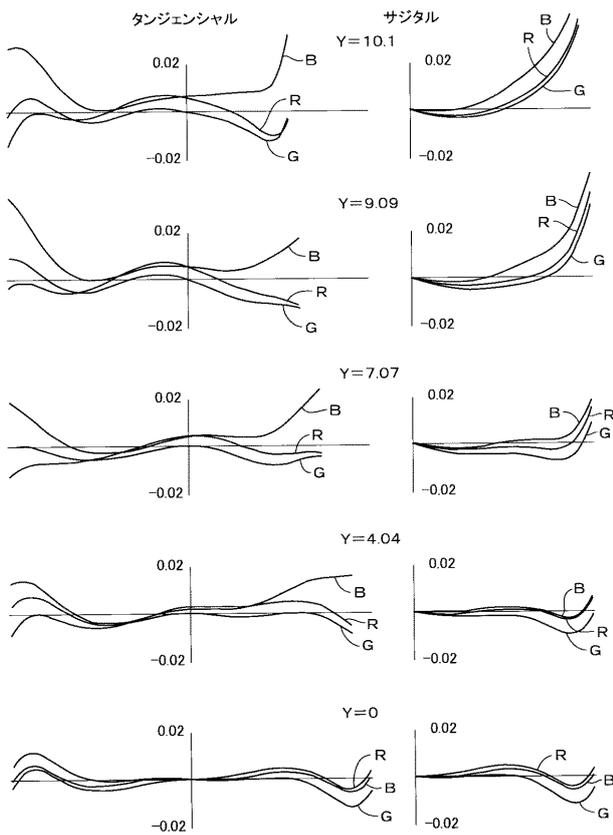
【 図 8 】



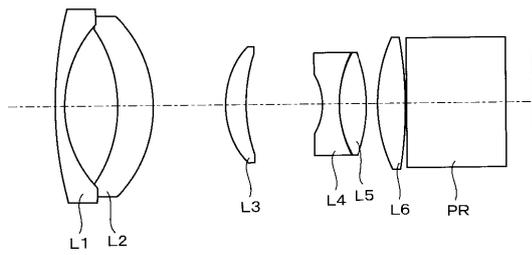
【 図 9 】



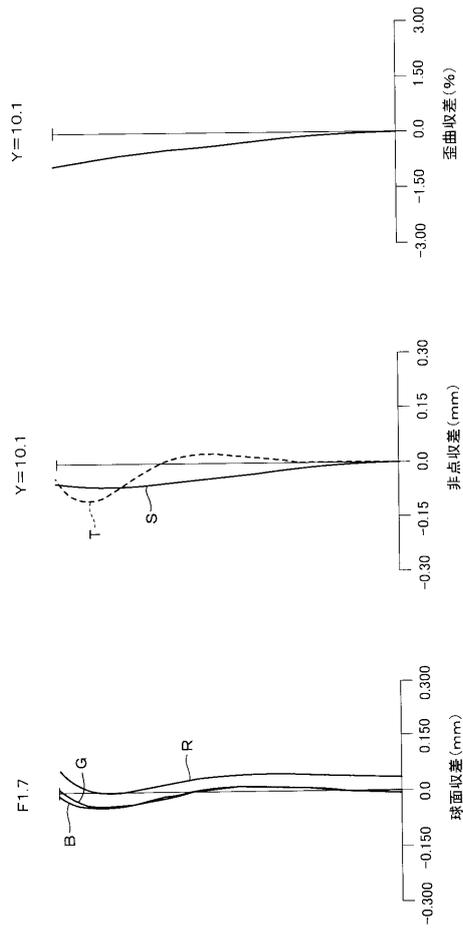
【 図 10 】



【 図 11 】



【図 1 2】



【図 1 3】

