

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4225437号  
(P4225437)

(45) 発行日 平成21年2月18日(2009.2.18)

(24) 登録日 平成20年12月5日(2008.12.5)

(51) Int. Cl. F 1  
**G 0 2 B 13/04 (2006.01)** G 0 2 B 13/04 D

請求項の数 4 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-85921                  (22) 出願日 平成9年3月18日(1997.3.18)                  (65) 公開番号 特開平10-260346                  (43) 公開日 平成10年9月29日(1998.9.29)                  審査請求日 平成16年2月20日(2004.2.20)                  審判番号 不服2007-9990(P2007-9990/J1)                  審判請求日 平成19年4月9日(2007.4.9)</p>	<p>(73) 特許権者 000005430                  フジノン株式会社                  埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地                  (74) 代理人 100097984                  弁理士 川野 宏                  (72) 発明者 仲澤 公昭                  埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内                   合議体                  審判長 末政 清滋                  審判官 越河 勉                  審判官 吉野 公夫</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レトロフォーカス型レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

大きな共役長側から順に、負の屈折力を有し、最も小さな共役長側に凸レンズを配置した第1レンズ群と、

該第1レンズ群で発散された光束を略アフォーカルとする、正の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群とを配設してなり、

小さな共役長側でテレセントリックとした、投影用のものであり、

前記第1レンズ群の最も小さな共役長側に配置された凸レンズを光軸上で移動させてフォーカス調整を行うことを特徴とするレトロフォーカス型レンズ。

【請求項2】

前記第1レンズ群は、

少なくとも2枚の凸レンズと、

小さな共役長側に曲率半径の小さな面を向けた少なくとも2枚の凹レンズとからなることを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカス型レンズ。

【請求項3】

前記第1レンズ群の最も小さな共役長側に配置された凸レンズの焦点距離を  $f_{1R}$  とし、全系の焦点距離を  $f_0$  とすると、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1または請求項2記載のレトロフォーカス型レンズ。

$$1.3 < f_{1R} / f_0 < 3.5$$

**【請求項 4】**

前記第 3 レンズ群は、  
大きな共役長側から順に、凸レンズと凹レンズとからなる接合レンズと、  
少なくとも 2 枚の凸レンズとを配設してなることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の  
うちいずれか 1 項記載のレトロフォーカス型レンズ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、レトロフォーカス型レンズに関し、特に異なる色情報を有する複数の画像を合成プリズムで合成した後、スクリーン面上に拡大投影するようにしたカラー液晶プロジェクタに使用するレトロフォーカス型レンズに関するものである。

10

**【0002】****【従来の技術】**

従来、複数の液晶（液晶ライトバルブ）に表示されている画像を光学的に重ね合わせて、投影レンズによりスクリーン面上に投影するようにしたカラー液晶型プロジェクタが種々提案されている。

**【0003】**

従来のカラー液晶型プロジェクタの一例を図 1 1 を用いて説明する。

この従来のカラー液晶型ビデオプロジェクタ 50 は、図 1 1 に示すように、光源 51 と、一対のレンズアレイ 52a, 52b と、3 原色光を分離する第 1 および第 2 のダイクロイックミラー 53a, 53b と、第 1, 第 2, 第 3 および第 4 の全反射ミラー 54a, 54b, 54c, 54d と、3 つの液晶表示パネル（赤色光用）55a, （緑色光用）55b, （青色光用）55c と、3 原色光を合成するダイクロイックプリズム 56 とを備え、このダイクロイックプリズム 56 の射出側に投影レンズ 57 を備えている。

20

**【0004】**

上記光源 51 はハロゲンランプ、あるいはメタルハライドランプ等の高輝度白色光源である。

なお、通常、この光源 51 の光射出側には、紫外光および赤外光をカットする UV / IR カットフィルタが配され、また光源 51 およびその近傍を空冷等により冷却するための冷却手段が設けられている。

30

**【0005】**

第 1 のダイクロイックミラー 53a は緑色光 / 青色光反射ミラーであり、また第 2 のダイクロイックミラー 53b は緑色光反射ミラーであって、各々ガラス基板の上に所定の原色光をミラーとして反射する分光特性を有する誘電体多層膜からなるダイクロイック膜が施されて形成されている。

また、3 つの液晶表示パネル 55a, 55b, 55c は各々ツイステッド・ネマティック型等（TN 型、STN 型、TFT 型）の液晶表示素子からなり、図示されない液晶ドライバからの対応する液晶信号に応じて映像を表示し、入射された各原色光を輝度変調する。

**【0006】**

さらに、ダイクロイックプリズム 56 は、4 個の直角プリズムを接合してなり、その直交する 2 つの接合面には、各々赤色光反射ミラーおよび青色光反射ミラーとしての分光特性を有する誘電体多層膜からなるダイクロイック膜が施されて形成されており、赤、緑、青の 3 原色光を白色光の 1 本の光束に合成することが可能である。

40

また、青色光用の系中にはフィールドレンズ 58a およびリレーレンズ 58b が配されており、また、各液晶表示パネル 55a, 55b, 55c の前段には各々フィールドレンズ 59a, 59b, 59c が配されている。

**【0007】****【発明が解決しようとする課題】**

上記した構成からなる液晶ビデオプロジェクタ 50 に使用する投影レンズ 57 は、合成された 3 原色光を所定の距離に配されたスクリーン上に投射し、このスクリーン上にフルカラー

50

画像を拡大投影することができるように構成されている。

【 0 0 0 8 】

この投影レンズ57には、以下のような性質が要求される。

まず、クロスダイクロイックプリズム56で光を合成するため、色収差が小さく、長いバックフォーカスを有し、テレセントリックであることが必要である。また、短い投影距離で大きな投影像を得るために、投影レンズ57を広角化することが必要である。さらに、四角形の液晶表示パネル55a, 55b, 55cを歪み無く投影するために、低ディストーション化することが必要である。

【 0 0 0 9 】

従来、バックフォーカスの長い広角レンズとして、一眼レフレックスカメラの広角レンズとして用いられるレトロフォーカス型レンズが知られている。

しかしながら、従来の一見レフレックスカメラの広角レンズとして用いられているレトロフォーカス型レンズは、射出角度がきつく、テレセントリックにはなっていない。したがって、このようなレトロフォーカス型レンズをカラー液晶型プロジェクタに用いた場合には、クロスダイクロイックプリズム56で色を合成する際に、スクリーン上で色むらが発生するという問題点がある。このため、従来レトロフォーカス型レンズを、そのままカラー液晶型ビデオプロジェクタの投影レンズとして用いることはできない。

【 0 0 1 0 】

また、従来投影レンズのフォーカス方法には、レンズ全体を一体で移動させる方法と、複数のレンズ群を移動してフローティングさせ、フォーカスによる像面の倒れを補正する方法とが知られている。

しかしながら、上記した従来フォーカス方法では、レンズとマウントとの取付部の鏡筒系が大きくなるばかりでなく、装置構造が複雑になるという問題点がある。

【 0 0 1 1 】

本発明は上記事情に鑑みなされたもので、長いバックフォーカスとテレセントリック性を有するとともに、ディストーションと色収差の小さい良好な光学性能を有し、さらに簡単なフォーカス構造を備えたコンパクトなレトロフォーカス型レンズを提供することを目的とするものである。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

本発明のレトロフォーカス型レンズは、大きな共役長側から順に、負の屈折力を有し、最も小さな共役長側に凸レンズを配置した第1レンズ群と、該第1レンズ群で発散された光束を略アフォーカルとする、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とを配設し配設してなり、小さな共役長側でテレセントリックとした、投影用のものであり、前記第1レンズ群の最も小さな共役長側に配置された凸レンズを光軸上で移動させてフォーカス調整を行うことを特徴とするものである。

また、第1レンズ群は、少なくとも2枚の凸レンズと、小さな共役長側に曲率半径の小さな面を向けた少なくとも2枚の凹レンズとからなることが望ましい。

【 0 0 1 3 】

さらに、第1レンズ群の最も小さな共役長側に配置された凸レンズの焦点距離を  $f_{1R}$  とし、全系の焦点距離を  $f_0$  とすると、以下の条件式を満足することが望ましい。

$$1.3 < f_{1R} / f_0 < 3.5$$

また、第3レンズ群は、大きな共役長側から順に、凸レンズと凹レンズとからなる接合レンズと、少なくとも2枚の凸レンズとを配設してなることが望ましい。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。

図1～5は、各々本発明の実施例1～5に係るレトロフォーカス型レンズの構成を示したものである。

【 0 0 1 5 】

10

20

30

40

50

本発明の実施例に係るレトロフォーカス型レンズは、図1～5に示すように、大きな共役長側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群 $G_1$ と、該第1レンズ群 $G_1$ で発散された光束を略アフォーカルとする、正の屈折力を有する第2レンズ群 $G_2$ と、正の屈折力を有する第3レンズ群 $G_3$ とを配設した、10枚（実施例4では9枚）のレンズ構成からなる。また、第5レンズ $L_5$ （実施例4では第4レンズ $L_4$ ）は、光軸上で移動可能となっていて、この第5レンズ $L_5$ （実施例4では第4レンズ $L_4$ ）を光軸上で移動させることによりフォーカス調整を行う。さらに、全系の小さな共役長側には、フィルタブロック1を配置してある。

【0016】

このようなレンズ構成とすることにより、長いバックフォーカスとテレセントリック性を有し、ディストーションと色収差が改善される。

10

また、第1レンズ群 $G_1$ の最も小さな共役長側に配置された第5レンズ $L_5$ （実施例4では第4レンズ $L_4$ ）を光軸上で移動させてフォーカス調整を行うことにより、鏡筒径が小さくなり、装置構造が単純でコンパクトとなる。

【0017】

上記した第1レンズ群 $G_1$ は、少なくとも2枚の凸レンズ $L_1, L_5$ （実施例4では $L_1, L_4$ ）と、小さな共役長側に曲率半径の小さな面を向けた少なくとも2枚の凹レンズ $L_2, L_3, L_4$ （実施例4では $L_2, L_3$ ）とを配設したものである。

第1レンズ群 $G_1$ をこのようなレンズ構成とすることにより、さらにディストーションと色収差を改善することができる。

20

【0018】

また、第1レンズ群 $G_1$ の最も小さな共役長側に配置された第5レンズ $L_5$ （実施例4では第4レンズ $L_4$ ）の焦点距離を $f_{1R}$ とし、全系の焦点距離を $f_0$ とすると、下記の条件式を満足するように構成されている。

$$1.3 < f_{1R} / f_0 < 3.5$$

上記条件式において、 $f_{1R} / f_0$ の値が上式の下限を下回ると、フォーカスを行うレンズのパワーが強くなりすぎ、諸収差、特に色収差の発生が大となる。

【0019】

一方、 $f_{1R} / f_0$ の値が上式の上限を上回ると、フォーカスを行うレンズのパワーが小さくなりすぎ、前側のレンズの径が大きくなりすぎてしまうととも、レンズの移動距離も大きくなるので、レンズ系全体をコンパクトとすることが困難となる。

30

そこで、上記した条件式を満足することにより、諸収差、特に色収差を良好とし、レンズ全系をコンパクトなものとしている。

【0020】

上記した第2レンズ群 $G_2$ は、正の屈折力を有するレンズ $L_6$ （実施例4では $L_5$ ）からなる。

この第2レンズ群 $G_2$ により、第1レンズ群 $G_1$ で発散された光束を略アフォーカルとする。

【0021】

上記した第3レンズ群 $G_3$ は、大きな共役長側から順に、凸レンズ $L_7$ と凹レンズ $L_8$ （実施例4では凸レンズ $L_6$ と凹レンズ $L_7$ ）からなる接合レンズと、少なくとも2枚の凸レンズ $L_9, L_{10}$ （実施例4では凸レンズ $L_8, L_9$ ）とを配設してなる。

40

これにより、テレセントリック性をさらに改善するとともに、色収差を補正することができる。

【0022】

以下、具体的な数値を用いて上記実施例1～5を説明する。

<実施例1>

本発明の実施例1に係るレトロフォーカス型レンズについて図1を用いて説明する。

この実施例1では、上記した第1レンズ群 $G_1$ は、大きな共役長側から順に、大きな共役長側に凸面を向けた正のメニスカスレンズ $L_1$ 、大きな共役長側に凸面を向けた負のメニ

50

スカスレンズ  $L_2$ 、 $L_3$ 、 $L_4$ 、大きな共役長側に弱い曲率の面を向けた両凸レンズ  $L_5$  を配設してなる。

上記した第2レンズ群  $G_2$  は、大きな共役長側に凹面を向けた正のメニスカスレンズ  $L_6$  からなる。

【0023】

上記した第3レンズ群  $G_3$  は、大きな共役長側から順に、大きな共役長側に凹面を向けた正のメニスカスレンズ  $L_7$  と大きな共役長側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ  $L_8$  との接合レンズ、大きな共役長側に凹面を向けた正のメニスカスレンズ  $L_9$ 、大きな共役長側に凸面を向けた正のメニスカスレンズ  $L_{10}$  を配設してなる。

なお、第1レンズ群  $G_1$  の最も小さな共役長側に配置された第5レンズ  $L_5$  の焦点距離を  $f_{1R}$  とし、全系の焦点距離を  $f_0$  とすると、 $f_{1R} / f_0$  が2.38となるように設定されている。したがって、前述した条件式は満足されている。

10

【0024】

また、この実施例1に係るレトロフォーカス型レンズの焦点距離  $f$  は1.0、Fナンバは3.5、画角  $2\theta$  は  $67.4^\circ$  である。

以下、実施例1に係るレトロフォーカス型レンズの各レンズ面の曲率半径  $r$  (mm)、各レンズの中心厚および各レンズの空気間隔  $d$  (mm)、各レンズの  $d$  線における屈折率  $n$  およびアッペ数を表1に示す。

ただし、この表1および後述する表2～5において、各記号  $r$ 、 $d$ 、 $n$ 、 $\nu$  に対応させた数字は大きな共役長側から順次増加するようになっている。

20

【0025】

【表1】

面	r (mm)	d (mm)	$n_d$	$\nu_d$	
1	2.233	0.327	1.77250	49.6	
2	5.706	0.008			
3	1.522	0.174	1.83400	37.3	
4	0.958	0.181			10
5	1.678	0.121	1.83400	37.3	
6	0.720	0.226			
7	3.029	0.102	1.83500	43.0	
8	0.923	0.308			
9	3.748	0.341	1.69895	30.1	20
10	-2.877	0.391			
11	-6.458	0.537	1.51680	64.2	
12	-1.096	1.458			
13	-2.238	0.333	1.51680	64.2	
14	-0.736	0.121	1.84666	23.8	
15	-1.661	0.063			30
16	-22.733	0.294	1.58913	61.3	
17	-1.724	0.008			
18	2.785	0.260	1.72000	50.3	
19	982.874	0.712			
20	0.0	1.345	1.51680	64.2	40
21	0.0				

## 【0026】

次に、上記実施例1についての球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を図6に示す。

これら各収差図によれば、実施例1に係るレトロフォーカス型レンズは良好な光学性能を維持していることが明らかである。

## 【0027】

<実施例2>

本発明の実施例 2 に係るレトロフォーカス型レンズについて図 2 を用いて説明する。  
この実施例 2 に係るレトロフォーカス型レンズは、図 2 に示すように、上記実施例 1 に係るレトロフォーカス型レンズとほぼ同様の 10 枚のレンズ構成とされているが、主として、第 2 レンズ群  $G_2$  の第 6 レンズ  $L_6$  が大きな共役長側に曲率の小さな面を向けた両凸レンズとされ、第 3 レンズ群  $G_3$  の第 10 レンズ  $L_{10}$  が大きな共役長側に曲率の大きな面を向けた両凸レンズとされている点で上記実施例 1 のものとは異なっている。

【0028】

なお、第 1 レンズ群  $G_1$  の最も小さな共役長側に配置された第 5 レンズ  $L_5$  の焦点距離を  $f_{1R}$  とし、全系の焦点距離を  $f_0$  とすると、 $f_{1R} / f_0$  が 2.82 となるように設定されている。したがって、前述した条件式は満足されている。

また、この実施例 2 に係るレトロフォーカス型レンズの焦点距離  $f$  は 1.0、F ナンバは 3.5、画角  $2\theta$  は  $67.4^\circ$  である。

以下、実施例 2 に係るレトロフォーカス型レンズの各レンズ面の曲率半径  $r$  (mm)、各レンズの中心厚および各レンズの空気間隔  $d$  (mm)、各レンズの  $d$  線における屈折率  $n$  およびアッペ数 を表 2 に示す。

【0029】

【表 2】

面	r (mm)	d (mm)	$n_d$	$\nu_d$	
1	2.524	0.300	1.70154	41.2	
2	7.266	0.008			
3	1.679	0.175	1.76182	26.6	
4	0.961	0.210			10
5	1.995	0.121	1.72342	38.0	
6	0.856	0.217			
7	5.909	0.102	1.72342	38.0	
8	0.947	0.343			
9	12.955	0.272	1.84666	23.8	
10	-2.902	0.393			20
11	18.440	0.786	1.48749	70.4	
12	-1.195	1.569			
13	-2.378	0.346	1.78749	70.4	
14	-0.743	0.121	1.84666	23.8	
15	-1.643	0.081			30
16	-5.330	0.259	1.62299	58.1	
17	-1.731	0.008			
18	2.849	0.285	1.62299	58.1	
19	-6.493	0.699			
20	0.0	1.345	1.51680	64.2	
21	0.0				40

## 【0030】

次に、上記実施例2についての球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を図7に示す。

これら各収差図によれば、実施例2に係るレトロフォーカス型レンズは良好な光学性能を維持していることが明らかである。

## 【0031】

<実施例3>

本発明の実施例3に係るレトロフォーカス型レンズについて図3を用いて説明する。  
この実施例3に係るレトロフォーカス型レンズは、図3に示すように、上記実施例1に係るレトロフォーカス型レンズとほぼ同様の10枚のレンズ構成とされているが、主として、第1レンズ群 $G_1$ の第5レンズ $L_5$ が大きな共役長側に凹面を向けた正のメニスカスレンズとされ、第2レンズ群 $G_2$ の第6レンズ $L_6$ が大きな共役長側に曲率の小さな面を向けた両凸レンズとされている点で上記実施例1のものとは異なっている。

【0032】

なお、第1レンズ群 $G_1$ の最も小さな共役長側に配置された第5レンズ $L_5$ の焦点距離を $f_{1R}$ とし、全系の焦点距離を $f_0$ とすると、 $f_{1R}/f_0$ が3.19となるように設定されている。したがって、前述した条件式は満足されている。

また、この実施例3に係るレトロフォーカス型レンズの焦点距離 $f$ は1.0、Fナンバは3.5、画角 $2\theta$ は $67.4^\circ$ である。

以下、実施例3に係るレトロフォーカス型レンズの各レンズ面の曲率半径 $r$  (mm)、各レンズの中心厚および各レンズの空気間隔 $d$  (mm)、各レンズの $d$ 線における屈折率 $n$ およびアッベ数 $\nu$ を表3に示す。

【0033】

【表3】

面	r (mm)	d (mm)	$n_d$	$\nu_d$	
1	2.753	0.288	1.70154	41.2	
2	8.015	0.008			
3	1.520	0.175	1.76182	26.6	
4	0.960	0.238			10
5	2.365	0.121	1.72342	38.0	
6	0.782	0.240			
7	6.459	0.102	1.72342	38.0	
8	1.140	0.321			
9	-221.088	0.228	1.84666	23.8	20
10	-2.672	0.394			
11	5.771	0.863	1.48749	70.4	
12	-1.236	1.568			
13	-1.664	0.369	1.48749	70.4	
14	-0.688	0.121	1.84666	23.8	
15	-1.408	0.081			30
16	-61.789	0.290	1.62299	58.1	
17	-1.683	0.008			
18	2.911	0.208	1.62299	58.1	
19	78.015	0.693			
20	0.0	1.345	1.51680	64.2	40
21	0.0				

次に、上記実施例 3 についての球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を図 8 に示す。

これら各収差図によれば、実施例 3 に係るレトロフォーカス型レンズは良好な光学性能を維持していることが明らかである。

【 0 0 3 4 】

< 実施例 4 >

本発明の実施例 4 に係るレトロフォーカス型レンズについて図 4 を用いて説明する。

この実施例 4 に係るレトロフォーカス型レンズは、図 4 に示すように、上記実施例 1 に係るレトロフォーカス型レンズとほぼ同様のレンズ構成とされているが、第 1 レンズ群  $G_1$  が 4 枚のレンズ構成とされ、全系で 9 枚のレンズ構成とされている点で上記実施例 1 のものとは異なっている。

【 0 0 3 5 】

具体的には、上記した第 1 レンズ群  $G_1$  は、大きな共役長側から順に、大きな共役長側に凸面を向けた正のメニスカスレンズ  $L_1$ 、大きな共役長側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ  $L_2$ 、 $L_3$ 、大きな共役長側に曲率の小さな面を向けた両凸レンズ  $L_4$  からなる。なお、第 4 レンズ  $L_4$  は、光軸上で移動可能となっていて、この第 4 レンズ  $L_4$  を光軸上で移動させることによりフォーカス調整を行う。

10

【 0 0 3 6 】

上記した第 2 レンズ群  $G_2$  は、大きな共役長側に凹面を向けた正のメニスカスレンズ  $L_5$  からなる。

上記した第 3 レンズ群  $G_3$  は、大きな共役長側から順に、大きな共役長側に凹面を向けた正のメニスカスレンズ  $L_6$  と大きな共役長側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ  $L_7$  との接合レンズ、大きな共役長側に曲率の小さな面を向けた両凸レンズ  $L_8$ 、大きな共役長側に曲率の大きな面を向けた両凸レンズ  $L_9$  からなる。

【 0 0 3 7 】

なお、第 1 レンズ群  $G_1$  の最も小さな共役長側に配置された第 4 レンズ  $L_4$  の焦点距離を  $f_{1R}$  とし、全系の焦点距離を  $f_0$  とすると、 $f_{1R} / f_0$  が 1.65 となるように設定されている。したがって、前述した条件式は満足されている。

20

また、この実施例 4 に係るレトロフォーカス型レンズの焦点距離  $f$  は 1.0、F ナンバは 4.0、画角  $2\theta$  は  $67.4^\circ$  である。

以下、実施例 4 に係るレトロフォーカス型レンズの各レンズ面の曲率半径  $r$  (mm)、各レンズの中心厚および各レンズの空気間隔  $d$  (mm)、各レンズの  $d$  線における屈折率  $n$  およびアッペ数 を表 4 に示す。

【 0 0 3 8 】

【表 4】

面	r (mm)	d (mm)	n <sub>d</sub>	ν <sub>d</sub>	
1	1.706	0.307	1.71300	53.9	
2	5.132	0.005			
3	1.179	0.148	1.83400	37.3	
4	0.641	0.269			10
5	6.669	0.102	1.83400	37.3	
6	0.639	0.422			
7	4.174	0.268	1.80610	33.3	
8	-1.890	0.322			
9	-1.126	0.161	1.48749	70.4	20
10	-0.770	1.269			
11	-5.377	0.309	1.48749	70.4	
12	-0.724	0.121	1.84666	23.8	
13	-1.642	0.008			
14	171.607	0.211	1.48749	70.4	
15	-1.820	0.008			30
16	4.190	0.193	1.77250	49.6	
17	-5.518	0.684			
18	0.0	1.345	1.51680	64.2	
19	0.0				

40

## 【0039】

次に、上記実施例4についての球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を図9に示す。

これら各収差図によれば、実施例4に係るレトロフォーカス型レンズは良好な光学性能を維持していることが明らかである。

## 【0040】

<実施例5>

本発明の実施例5に係るレトロフォーカス型レンズについて図5を用いて説明する。

この実施例5に係るレトロフォーカス型レンズは、図5に示すように、上記実施例1に係るレトロフォーカス型レンズとほぼ同様の10枚のレンズ構成とされているが、主として

50

、第1レンズ群 $G_1$ の第1レンズ $L_1$ が大きな共役長側に凸面を向けた負のメニスカスレンズとされ、第1レンズ群 $G_1$ の第2レンズ $L_2$ が大きな共役長側に凸面を向けた正のメニスカスレンズとされ、第3レンズ群 $G_3$ の第10レンズ $L_{10}$ が大きな共役長側に曲率の大きな面を向けた両凸レンズとされている点で上記実施例1のものとは異なっている。

【0041】

なお、第1レンズ群 $G_1$ の最も小さな共役長側に配置された第5レンズ $L_5$ の焦点距離を $f_{1R}$ とし、全系の焦点距離を $f_0$ とすると、 $f_{1R}/f_0$ が2.80となるように設定されている。したがって、前述した条件式は満足されている。

また、この実施例5に係るレトロフォーカス型レンズの焦点距離 $f$ は1.0、Fナンバは3.5、画角 $2\theta$ は $67.4^\circ$ である。

以下、実施例5に係るレトロフォーカス型レンズの各レンズ面の曲率半径 $r$ (mm)、各レンズの中心厚および各レンズの空気間隔 $d$ (mm)、各レンズの $d$ 線における屈折率 $n$ およびアッベ数を表5に示す。

【0042】

【表5】

面	r (mm)	d (mm)	n <sub>d</sub>	ν <sub>d</sub>	
1	2.234	0.176	1.84666	23.8	
2	1.592	0.079			
3	1.808	0.367	1.83500	43.0	
4	6.305	0.008			10
5	1.320	0.122	1.83500	43.0	
6	0.668	0.333			
7	3.886	0.103	1.83500	43.0	
8	0.832	0.378			
9	8.824	0.232	1.84666	23.8	
10	-3.208	0.381			20
11	-5.677	0.594	1.51680	64.2	
12	-1.046	1.282			
13	-2.233	0.350	1.60311	60.7	
14	-0.666	0.122	1.84666	23.8	
15	-1.772	0.209			30
16	-2.895	0.202	1.77250	49.6	
17	-1.828	0.008			
18	3.577	0.303	1.80420	46.5	
19	-4.591	0.718			
20	0.0	1.345	1.51680	64.2	
21	0.0				40

## 【0043】

次に、上記実施例5についての球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を図10に示す。

これら各収差図によれば、実施例5に係るレトロフォーカス型レンズは良好な光学性能を維持していることが明らかである。

## 【0044】

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明のレトロフォーカス型レンズは、第1レンズ群の最も小さな共役長側に配置された凸レンズを光軸上で移動させることによりフォーカス調整を行うように構成しているため、長いバックフォーカスとテレセントリック性を有し、ディストーションと色収差が改善されるとともに、簡単なフォーカス構造を備えたコンパクトなレトロフォーカス型レンズを提供することができる。

また、第1レンズ群を、少なくとも2枚の凸レンズと、小さな共役長側に曲率半径の小さな面を向けた少なくとも2枚の凹レンズとから構成することにより、さらにディストーションと色収差を改善することができる。

また、第1レンズ群の最も小さな共役長側に配置された凸レンズの焦点距離を  $f_{1R}$  とし、全系の焦点距離を  $f_0$  とした場合に、 $1.3 < f_{1R} / f_0 < 3.5$  の条件式を満足することで、諸収差、特に色収差を良好とし、レンズ全系をコンパクトなものとすることができる。

10

さらに、第3レンズ群を、大きな共役長側から順に、凸レンズと凹レンズからなる接合レンズと、少なくとも2枚の凸レンズとを配設して構成することにより、さらにテレセントリック性が改善されるとともに、色収差を小さくすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係るレトロフォーカス型レンズを示す断面図

【図2】本発明の実施例2に係るレトロフォーカス型レンズを示す断面図

【図3】本発明の実施例3に係るレトロフォーカス型レンズを示す断面図

【図4】本発明の実施例4に係るレトロフォーカス型レンズを示す断面図

20

【図5】本発明の実施例5に係るレトロフォーカス型レンズを示す断面図

【図6】本発明の実施例1に係るレトロフォーカス型レンズの諸収差を示す収差図

【図7】本発明の実施例2に係るレトロフォーカス型レンズの諸収差を示す収差図

【図8】本発明の実施例3に係るレトロフォーカス型レンズの諸収差を示す収差図

【図9】本発明の実施例4に係るレトロフォーカス型レンズの諸収差を示す収差図

【図10】本発明の実施例5に係るレトロフォーカス型レンズの諸収差を示す収差図

【図11】従来のカラー液晶型プロジェクタの一例を示す断面図

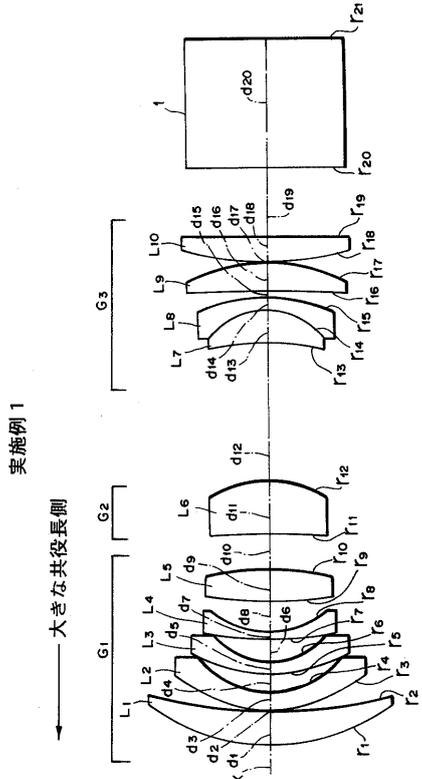
#### 【符号の説明】

$G_1 \sim G_3$	第1～3レンズ群	
$L_1 \sim L_{10}$	レンズ	
$d_1 \sim d_{20}$	レンズの軸上面間隔および厚さ	
$r_1 \sim r_{21}$	レンズの曲率半径	
X	光軸	
1	フィルタブロック	
50	カラー液晶型プロジェクタ	
51	光源	
52a,b	レンズアレイ	
53a,b	ダイクロイックミラー	
54a,b,c,d	全反射ミラー	
55a,b,c	液晶表示パネル	
56	ダイクロイックプリズム	
57	投影レンズ	
58a,59a,b,c	フィールドレンズ	
58b	リレーレンズ	

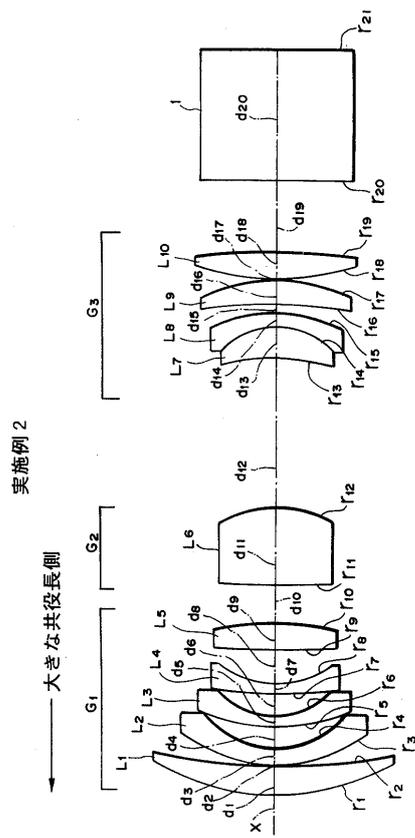
30

40

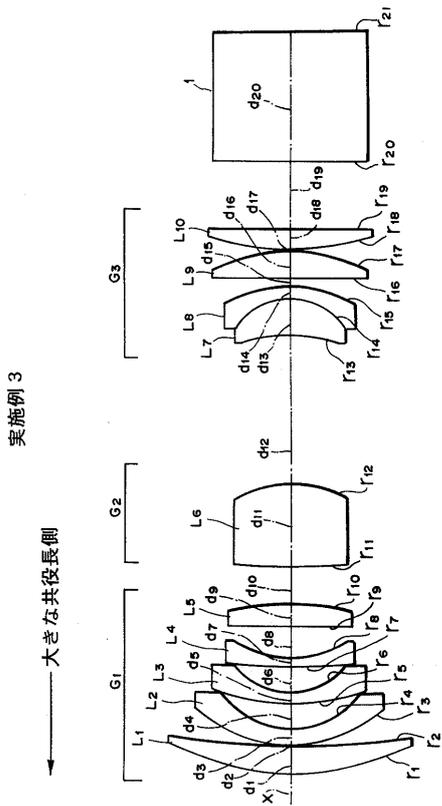
【図 1】



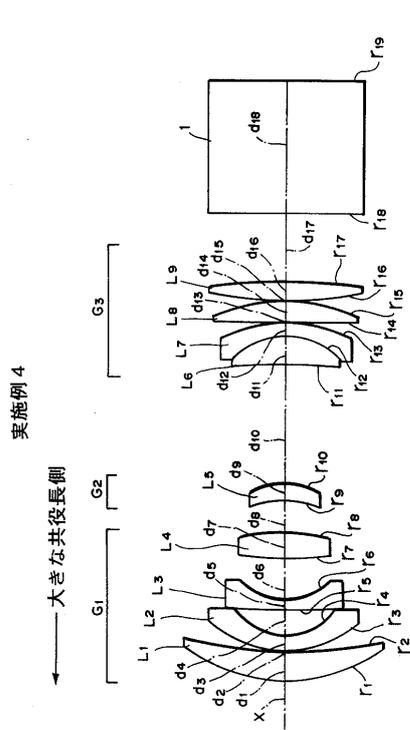
【図 2】



【図 3】

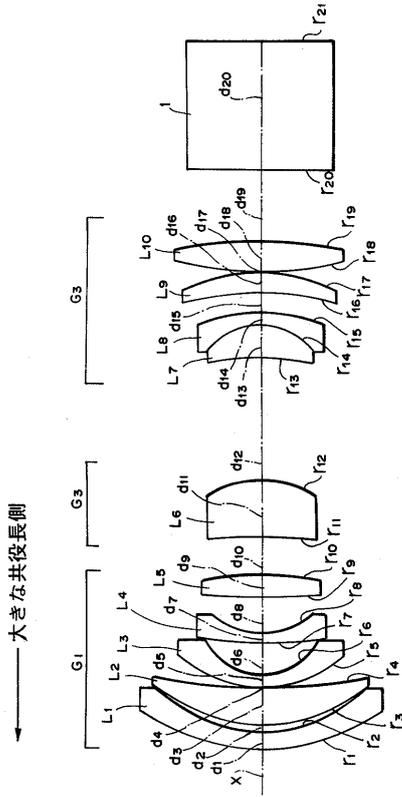


【図 4】



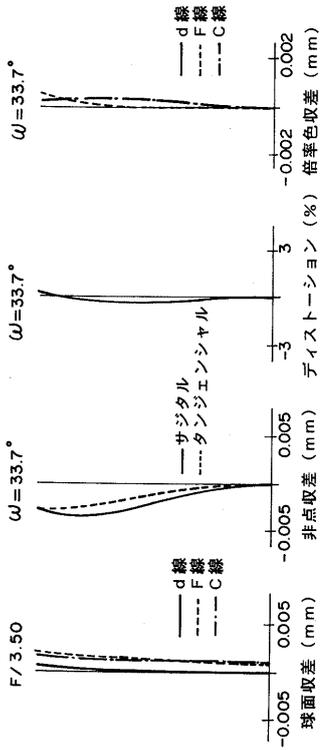
【図5】

実施例5



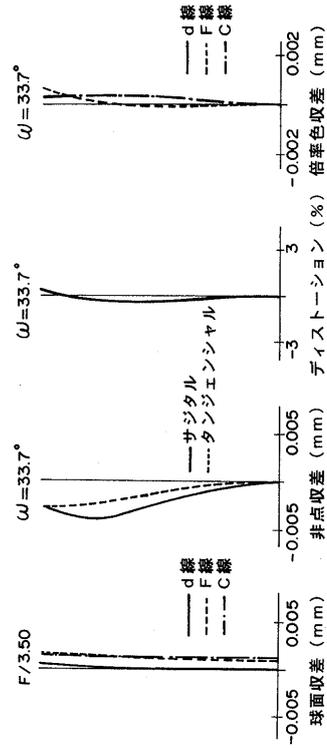
【図7】

実施例2



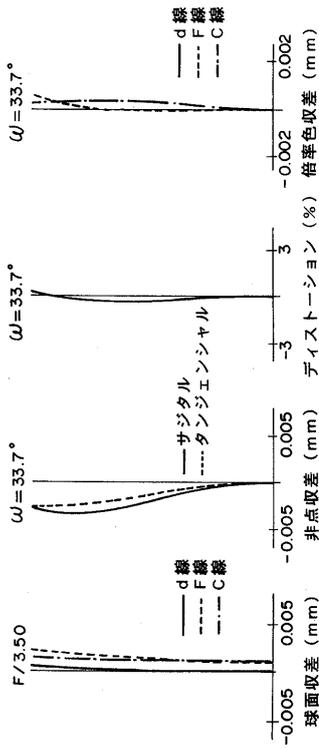
【図6】

実施例1

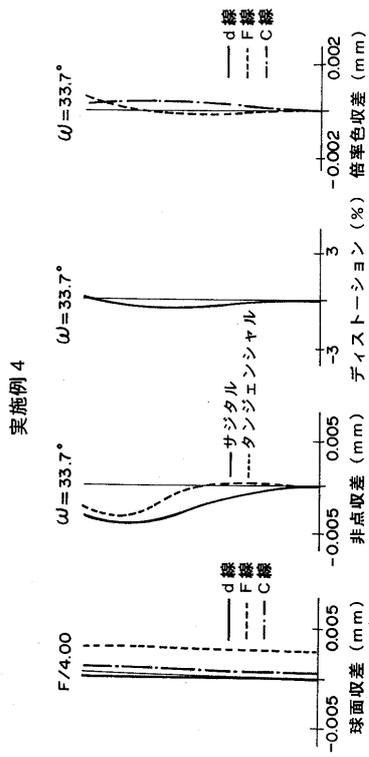


【図8】

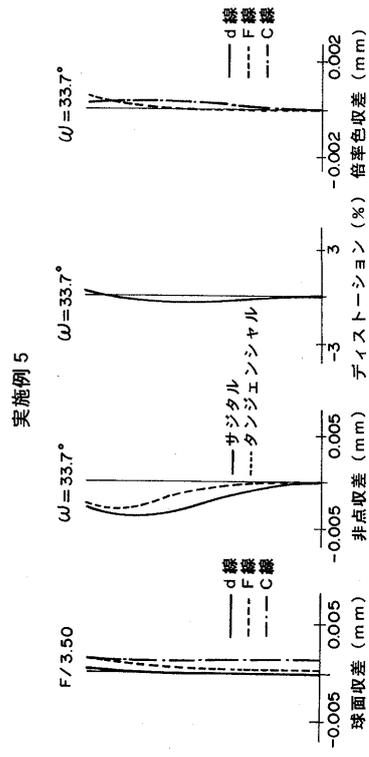
実施例3



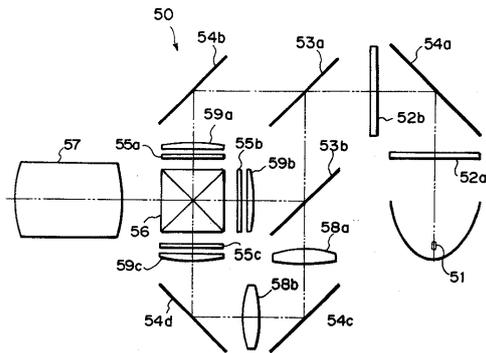
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭48-64927号公報(JP,A)  
特開昭59-185307号公報(JP,A)  
特開平4-141613号公報(JP,A)  
特開昭49-12822号公報(JP,A)