

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4016576号

(P4016576)

(45) 発行日 平成19年12月5日(2007.12.5)

(24) 登録日 平成19年9月28日(2007.9.28)

(51) Int. Cl.	F I	
GO2B 13/24 (2006.01)	GO2B 13/24	
GO2B 13/18 (2006.01)	GO2B 13/18	
GO3B 21/00 (2006.01)	GO3B 21/00	E
GO3B 21/10 (2006.01)	GO3B 21/10	Z
GO2F 1/13 (2006.01)	GO2F 1/13	505
請求項の数 8 (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2000-218706 (P2000-218706)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成12年7月14日(2000.7.14)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2002-31754 (P2002-31754A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成14年1月31日(2002.1.31)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成15年8月8日(2003.8.8)		弁理士 井上 学
		(72) 発明者	池田 英博
			神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
			株式会社日立製作所デジタルメディアシス テム事業部内
		(72) 発明者	谷津 雅彦
			神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
			株式会社日立製作所デジタルメディアシス テム事業部内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 投射用レンズ装置および投射型画像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像表示素子によって変調された光をスクリーン上に拡大投影するための投射用レンズ装置であって、

前記スクリーン側から前記画像表示素子側へ向かって、順次、負の屈折力を持つ第1群レンズ、正の屈折力を持つ第2群レンズ、正の屈折力をもつ第3群レンズを配置し、

前記第1群レンズは、前記スクリーン側から前記画像表示素子側へ向かって順に配列された、前記スクリーン側に凸を向けた負の屈折力を持つメニスカスレンズである第1レンズと、前記スクリーン側に凸を向けた負の屈折力を持つメニスカスレンズである第2レンズと、両凹レンズである第3レンズと、両凸レンズである第4レンズで構成され、前記第1レンズは、前記スクリーン側に最も近い位置に配置され、

前記第2群レンズは、前記スクリーン側から前記画像表示素子側へ向かって順に配列された、正の屈折力を持つ両凸レンズである第5レンズと、絞りと、正の屈折力を持つ両凸レンズである第6レンズで構成され、

前記第3群レンズは、前記画像表示素子側に最も近い位置に配置されたレンズ群であり、かつ前記スクリーン側から前記画像表示素子側へ向かって順に配列された、それぞれ接合面を有する両凹レンズの第7レンズ及び両凸レンズの第8レンズと、前記スクリーン側に凹面を向けた第9レンズと、両凸レンズの第10レンズで構成され、

かつ以下の条件を満足することを特徴とする投射用レンズ装置。

$$1.4 < |f_1| / f$$

10

20

$$2.8 < f_3 / f$$

$$3.6 < f_b / f$$

$$0.1 < |f_1 / f_{23}| < 0.3$$

ただし、 f ：投射用レンズ装置全系の焦点距離

f_1 ：第1群レンズの焦点距離

f_3 ：第3群レンズの焦点距離

f_b ：投射用レンズ装置全系のバックフォーカス

f_{23} ：第2群レンズ及び第3群レンズの合成焦点距離

【請求項2】

請求項1記載の投射用レンズ装置において、前記第1レンズは、非球面を含むプラスチックレンズであり、下記条件を満足することを特徴とする投射用レンズ装置。 10

$$7 < |f_{L1} / f|$$

ただし、 f_{L1} ：メニスカスレンズの焦点距離

【請求項3】

請求項1記載の投射用レンズ装置において、前記第6レンズは、樹脂が粘着されたハイブリッドレンズであり、そのハイブリッドレンズ表面が非球面であることを特徴とする投射用レンズ装置。

【請求項4】

請求項1記載の投射用レンズ装置において、前記第9レンズは、樹脂が粘着されたハイブリッドレンズであることを特徴とする投射用レンズ装置。 20

【請求項5】

請求項1乃至4のいずれかに記載の投射用レンズ装置を用いたことを特徴とする投射型画像表示装置。

【請求項6】

請求項7記載の投射型画像表示装置において、前記スクリーンの中心に対し前記投射用レンズ装置の光軸中心を偏芯させることを特徴とする投射型画像表示装置。

【請求項7】

請求項7記載の投射型画像表示装置において、前記スクリーンは、少なくともフレネルスクリーンを有し、前記フレネルスクリーンの中心を前記投射スクリーンの中心に対し偏芯させることを特徴とする投射型画像表示装置。 30

【請求項8】

請求項6記載の投射型画像表示装置において、前記スクリーン上下の周辺光量比の差を10%以下にしたことを特徴とする投射型画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光源からの光を画像表示装置に入射させ、その反射光あるいは透過光をスクリーン上に拡大投影するための投射用レンズ装置とそれを用いた投射型画像表示装置に関する。

【0002】 40

【従来の技術】

投射型画像表示装置としては、CRTの画像を拡大投射したものが主流であった。近年、光の高効率化および装置の小型化、軽量化等の観点より、CRTの代わりに液晶表示素子やマイクロミラー表示素子（以下DMD素子と呼ぶ）を用い、光源からの光をこの表示素子に印加される映像信号に応じて画素単位で透過もしくは反射することにより変調し、その変調光を投射レンズ装置により拡大投影して画像を得るようにした投射型画像表示が開発されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

CRTを用いた画像表示装置では、投影画像の歪曲収差を電氣的に補正することが可能で 50

あるが、液晶表示素子やDMD素子を用いたものは、この歪曲収差を電氣的に補正できない。よって、光学的に歪曲収差を行う必要がある。

【0004】

また、例えば特開平11-149041号公報に記載のように、液晶表示素子を用いた投射用レンズ装置も開発されているが、バックフォーカスが20mm程度と短い。

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みて為されたものであり、液晶表示素子やDMD素子等の画像表示素子と投射用レンズ装置との間に他の光学部品を配置できるようなバックフォーカスをしつつ、諸収差を良好に補正し、高解像度な画像を得るのに適した投射用レンズ装置を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための、本発明に係る投射用レンズ装置は、スクリーン側（光出射側）から画像表示素子側（光入射側）へ向かって順次、負の屈折力を有する第1群レンズ、正の屈折力を有する第2群レンズ、正の屈折力を有する第3群レンズを配置する。前記第1群レンズは、前記スクリーン側から前記画像表示素子側へ向かって順に配列された、前記スクリーン側に凸を向けた負の屈折力を持つメニスカスレンズである第1レンズと、前記スクリーン側に凸を向けた負の屈折力を持つメニスカスレンズである第2レンズと、両凹レンズである第3レンズと、両凸レンズである第4レンズで構成され、前記第1レンズは前記スクリーン側に最も近い位置に配置される。前記第2群レンズは、前記スクリーン側から前記画像表示素子側へ向かって順に配列された、正の屈折力を持つ両凸レンズである第5レンズと、絞りと、正の屈折力を持つ両凸レンズである第6レンズで構成される。前記第3群レンズは、前記画像表示素子側に最も近い位置に配置されたレンズ群であり、かつ前記スクリーン側から前記画像表示素子側へ向かって順に配列された、それぞれ接合面を有する両凹レンズの第7レンズ及び両凸レンズの第8レンズと、前記スクリーン側に凹面を向けた第9レンズと、両凸レンズの第10レンズで構成される。そして、投射用レンズ全系の焦点距離を f 、第1群レンズの焦点距離を f_1 、第3群レンズの焦点距離を f_3 、第2群レンズ及び第3群レンズの合成焦点距離を f_{23} 、全系のバックフォーカスを f_b としたとき、以下の式(1)~(4)で定めた条件を満足するようにしたことを特徴とするものである。

【0007】

$$1.4 < |f_1| / f \quad \dots (1)$$

$$2.8 < f_3 / f \quad \dots (2)$$

$$3.6 < f_b / f \quad \dots (3)$$

$$0.1 < |f_1 / f_{23}| < 0.3 \quad \dots (4)$$

上記第1群レンズ~第3群レンズのようなパワー配分により、投射用レンズ装置の小型化及び広角化を確保しつつ、諸収差を良好に補正している。

【0008】

上記(1)(2)の条件は倍率色収差を低減する条件で、軸外光線高さが最も高くなる群である第1群レンズ、第3群レンズのパワーを制御するものである。 $|f_1| / f$ 及び f_3 / f が下限をきると倍率色収差の補正が困難となる。

【0009】

上記(3)の条件はバックフォーカスを確保する為の条件である。 f_b / f が下限をきるとバックフォーカスが小さくなり、投射用レンズ装置と液晶表示素子及びDMD素子との間に光学部品を配置することができなくなる。

【0010】

上記(4)の条件は $|f_1 / f_{23}|$ が上限を上回ると第2、3群の正のパワーが強くなりバックフォーカスの確保が困難となる。 $|f_1 / f_{23}|$ が下限を下回ると第1群レンズの負のパワーが強くなり負の歪曲収差が増大する。

【0011】

10

20

30

40

50

また、本発明の投射用レンズ装置には、第1群レンズ、第2群レンズ、第3群レンズに非球面を用いることができる。それぞれの群に非球面を用いると、第1群レンズ、第3群レンズの非球面で歪曲収差や倍率色収差等の補正、第2群レンズの非球面により軸上光線の収差補正をすることにより収差補正の自由度が増し、更なる収差補正が可能となる。

【0012】

特に、軸外光線の光線高さ高い第3群レンズに含まれる第9レンズ出射面に非球面を用いると効果的に軸外光線の収差補正を行うことができる。また、第2群レンズに含まれる第6レンズ入射面に非球面を用いると、軸上光線の収差補正を最も効果的に行うことができる。

【0013】

本発明の投射用レンズ装置において、最もレンズ径が大きい第1群レンズに含まれる第1レンズにプラスチックレンズを用いると投射用レンズ装置の軽量化を実現できる。しかし、プラスチックレンズは温度、湿度により形状変化してしまうため、プラスチックレンズのパワーが大きいとレンズフォーカス、MTF等のレンズ特性が劣化してしまう。下記条件はプラスチックレンズが温度、湿度により形状変化しても、レンズ特性が劣化しないための条件で、プラスチックレンズのパワーを制御するものである。

【0014】

$$7 < |f_{L1} / f| \quad \dots (5)$$

また、通常プラスチックレンズはガラスレンズに比べ形状精度が出にくく、ばらつきが大きい。そこで本発明の投射用レンズ装置では第1群レンズの第1レンズのプラスチックレンズに光線をほぼ垂直に入射させることで、形状精度がばらついた時のレンズ特性の劣化を防いでいる。上記のようにすることで、プラスチックレンズの形状公差を広げ、量産性を向上させている。

【0015】

投射型画像表示装置の小型化の為に、投射用レンズ装置の小型化、広角化が必要である。投射スクリーンの中心に対して投射用レンズ装置の光軸中心を偏芯させることにより、更に投射型画像表示装置の小型化を実現できる。また、投射用レンズ装置を投射スクリーンの中心に対し偏芯させたことで、フレネルスクリーンも投射スクリーンに対し偏芯させる必要がある。

【0016】

通常、投射用レンズ装置の光軸中心を投射スクリーン中心に対し偏芯させた場合、投射用レンズ装置の光軸中心から投射スクリーンの上下までの距離が異なるため、周辺光量比に差が出てしまう。本発明では投射スクリーン上下での周辺光量比の差を10%以下とし、投射スクリーン上下でほぼ同等の明るさにしている。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。図1、図5、図9、図13と図17は、本発明の一実施の形態に係る投射用レンズ装置の説明図である。以下図を用いて説明するが、図5、図9、図13と図17については、表2～5に示したデータから図1と同様に理解できると思われるので説明を略し、図1を主にして、以下説明する。

【0018】

図1において、スクリーン側（紙面に向かって左側、図示せず）から投射用レンズ装置の第1群レンズ1、第2群レンズ2、第3群レンズ3からなる投射用レンズ装置4、全反射プリズム（以下TIRプリズムと呼ぶ）5、DMD素子6がそれぞれ図示されている。光源より出射した光がTIRプリズム入射面51より入射し、TIRプリズムの全反射面52で全反射し、DMD素子6に入射される。入射した光はDMD素子6のアクティブ面で反射し、TIRプリズム5を透過し、投射用レンズ装置4に入射し、スクリーンに投影される。

【0019】

投射用レンズ装置4は、負の屈折力を持つ第1群レンズ1、正の屈折力を持つ第2群レン

10

20

30

40

50

ズ 2、正の屈折力を持つ第 3 群レンズ 3 とによって構成されている。また、第 1 群レンズ 1 は凸をスクリーン側に向けた負のメニスカスレンズの第 1 レンズ 1 1、凸をスクリーン側に向けた負のメニスカスレンズの第 2 レンズ 1 2、両凹レンズの第 3 レンズ 1 3、両凸レンズの第 4 レンズ 1 4 で構成されており、第 2 群レンズ 2 は両凸レンズの第 5 レンズ 2 1、絞り 2 2、両凸レンズの第 6 レンズ 2 3 で構成されており、第 3 群レンズ 3 は接合面を有する第 7 レンズ 3 1 及び第 8 レンズ 3 2、スクリーン側に凹面を向けた第 9 レンズ 3 3、両凸レンズの第 10 レンズ 3 4 で構成されている。

【0020】

図 1 の実施の形態において、第 2 群レンズ 2 の第 6 レンズ 2 3、第 3 群レンズ 3 の第 9 レンズ 3 3 には、樹脂が貼着されている(以下ハイブリッドレンズと呼ぶ)。ハイブリッドレンズ表面は非球面である(樹脂が貼着されている面は球面)。また、第 1 群レンズ 1 の第 1 レンズ 1 1 はプラスチックレンズを使用している。第 1 群レンズ 1 の第 1 レンズ 1 1 は、投射用レンズ装置 4 において直径が一番大きいレンズである。この第 1 レンズ 1 1 をプラスチックレンズとすることで投射用レンズ装置 4 の軽量化を図ることが出来る。しかし、プラスチックレンズは温度、湿度により形状が変化してしまい、レンズ特性が劣化してしまうという問題がある。プラスチックレンズの温度、湿度によるレンズ特性の劣化を抑えるためには、プラスチックレンズのパワーの制御が必要であり、本発明では下記条件によりレンズ特性の劣化を極力押さえている。

【0021】

$$7 < |f_{L1} / f|$$

ただし、 f : 全系の焦点距離

f_{L1} : 第 1 群レンズ 1 の第 1 レンズ 1 1 の焦点距離

また、一般的にプラスチックレンズはガラスレンズよりも形状精度が出にくい。本発明の投射用レンズ装置 4 では、第 1 群レンズの第 1 レンズ 1 1 に光線をほぼ垂直に入射させることで、形状精度が悪くてもレンズ特性の劣化を抑えている。これにより、形状公差を拡大することが出来、量産性の向上させている。また、このプラスチックレンズは非球面であり、歪曲収差を補正している。

【0022】

第 3 群レンズ 3 の第 9 レンズ 3 3 は、非球面のハイブリッドレンズであり、軸外光線の光線高さが高いため、軸外の収差補正を行うのに効果的である。また、絞り 2 2 近くの第 2 群レンズ 2 の第 6 レンズ 2 3 に非球面のハイブリッドレンズを配置することで軸上の収差補正を効果的に補正することが出来る。このような構成にすることにより、所定のバックフォーカスを得ることができ、投射用レンズ装置 4 と DMD 素子 6 の間に TIR プリズム 5 を配置することが可能である。これらの構成により、投射用レンズ装置の小型化及び広角化を確保しつつ、諸収差の補正を良好にし、高解像度な投影を実現している。この構成のとき、下記条件を満足している。

【0023】

$$1.4 < |f_1| / f \quad \dots (1)$$

$$2.8 < f_3 / f \quad \dots (2)$$

$$3.6 < f_b / f \quad \dots (3)$$

$$0.1 < |f_1 / f_{23}| < 0.3 \quad \dots (4)$$

ただし、 f : 全系の焦点距離

f_b : 全系のバックフォーカス

f_1 : 第 1 群レンズの焦点距離

f_3 : 第 3 群レンズの焦点距離

f_{23} : 第 2 群レンズ、第 3 群レンズの合成焦点距離

上記(1)(2)の条件は倍率色収差を低減する条件で、軸外光線高さが最も高くなる群である第 1 群レンズ、第 3 群レンズのパワーを制御するものである。 $|f_1| / f$ 及び f_3 / f が下限をきると倍率色収差の補正が困難となる。

【0024】

10

20

30

40

50

上記(3)の条件はバックフォーカスを確保する為の条件である。 f_b / f が下限をきるとバックフォーカスが小さくなり、投射用レンズ装置と液晶表示素子またはDMD素子との間に光学部品を配置することができなくなる。

【0025】

上記(4)の条件は $|f_1 / f_{23}|$ が上限を上回ると第2、3群の正のパワーが強くなりバックフォーカスの確保が困難となる。 $|f_1 / f_{23}|$ が下限を下回ると第1群レンズの負のパワーが強くなり負の歪曲収差が増大する。

【0026】

次に本発明の表を示す。表1は本発明の一実施の形態に係わる投射用レンズ装置の概略図である図1に、表2は図5に、表3は図9に、表4は図13に、表5は図17にそれぞれ対応している。表において、 R_i はスクリーン側から数えて第*i*番目の面(絞りの面を含む)の曲率半径、 D_i はスクリーン側から数えて第*i*番目の面から第*i*+1番目の面までの軸上間隔、 N_j 、 n_j はスクリーン側から数えて第*j*番目のレンズの屈折率(d線)とアッペ数である。

10

【0027】

非球面の表示は一般に使用される式：

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

において、Zを光軸方向の座標とし、軸上曲率半径： R_i 、円錐定数： K 、 h ：レンズ半径方向の座標、高次の非球面係数： A 、 B 、 C 、 D 、...を与えることにより特定される

20

【0028】

【表1】

i	j	R_i	D_i	N_i	v_j
1	1	56.822	5	1.499091	58.0
2		24.186	12.13		
3	2	59.369	2	1.62041	60.3
4		21.691	12.58		
5	3	-32.19	2	1.74400	44.9
6		31.969	4.46		
7	4	298.82	4.99	0.84666	23.8
8		-50.963	0.52		
9	5	31.151	7.49	1.65412	39.6
10		-144.61	23.39		
11		∞ (絞り)	7.6		
12	6	-526.002	0.1	1.520200	52.0
13	7	5513.648	4.84	1.49700	81.6
14		-12.03	0.5		
15	8	-12.099	2	1.75520	27.5
16	9	25.096	6.93	1.49700	81.6
17		-24.778	0.51		
18	10	-85.7	5.52	1.49700	81.6
19	11	-23.628	0.1	1.520200	52.0
20		-26.797	0.5		
21	12	186	6.04	1.84666	23.8
22		-39.674	5		
23	13	∞	27	1.51680	64.2
24		∞	4.5		
25	14	∞	2.75	1.47200	55
26		∞	1.55		

10

20

30

【 0 0 2 9 】

非球面：

第 1 面 K : 2.068172、A : -9.034348e-7、B : 2.140360e-9、C : -1.175769e-12、D : 2.708077e-16

40

第 2 面 K : -1.161402、A : -4.055402e-7、B : -5.42700e-10、C : 8.850174e-12、D : -1.234473e-14

第 1 2 面 K : -6729.736862、A : -4.477155e-5、B : -1.779039e-7、C : 1.971636e-9、D : -1.147868e-11

第 2 0 面 K : 1.456989、A : 4.909620E-6、B : 2.770520e-9、C : 2.103590e-11、D : 3.609500e-14

F ナンバ - F N0=2.75 半画角 =43.9°

f : 11.28、 f_b : 40.8、 f_1 : -17.1、 f_3 : 48.7、 f_{23} : 81.5| f_1 | / f = 1 . 5 2 f_3 / f = 4 . 3

50

$$f_b / f = 3.62$$

$$|f_1 / f_{23}| = 0.21$$

$$|f_{L1} / f| = 7.98$$

第1の表に関する球面収差を図2、非点収差を図3、歪曲収差を図4に示す。各収差図において、Gは555nm、Rは650nm、Bは450nmの光線の収差を示し、Sは555nmでの光線のデジタル像面を、Mは555nmでの光線のメリディオナル像面を示す。図2～4より明らかのように、諸収差は良好に補正されており、高画質特性が実現されている。尚、上記実施例では画像表示素子としてDMD素子を用いているが、液晶表示素子や電気信号により光を透過、反射させ画像を形成する表示素子に置きかえることも可能である。

【0030】

【表2】

I	j	R _i	D _i	N _i	ν _i
1	1	100	3.3	1.490901	58.0
2		27.973	8.72		
3	2	53.502	2	1.62041	60.3
4		24.705	11.81		
5	3	411049.782	4	1.49091	58.0
6		22.355	15.77		
7	4	36.502	4.67	1.84666	23.8
8		-5528.298	19.79		
9		∞(絞り)	6.8		
10	5	-2031.293	3.01	1.48749	70.4
11		-27.791	2.765		
12	6	-18.102	2	1.80518	25.5
13	7	36.397	5	1.48749	70.4
14		-40.088	1		
15	8	352.742	4.48	1.48749	70.4
16		-38.889	1		
17	9	71.023	7.04	1.58144	40.9
18		-39.912	1		
19	10	425.704	5.06	1.49091	58.0
20		-43.288	5		
21	11	∞	27	1.51680	64.2
22		∞	4.5		
23	12	∞	2.75	1.47200	55.0
24		∞	1.55		

【0031】

非球面：

第1面 K : 0、A : 1.303107Ee-3、B : 1.54150e-6、C : 1.185250e-9、D : -5.127177e-13

第2面 K : 0、A : 5.820000e-4、B : 2.944327e-7、C : -4.041408e-9、D : -3.178235

10

20

30

40

50

e-13

第5面 K : -683119333.312、A : 7.560320e-4、B : -9.918486e-6、C : 4.248327e-8、D : -7.666378e-11

第6面 K : -1.907139、A : 1.750551e-3、B : -2.284930e-5、C : 1.382748e-7、D : -2.934505e-10

第19面 K : 0、A : -5.439591e-4、B : -3.067743e-6、C : 1.206313e-8、D : 6.496498e-12

第20面 K : 0、A : 3.892849e-4、B : -3.091477e-6、C : 1.131288e-8、D : 1.049618e-11

Fナンバ - FN0=2.75 半画角 =43.9°

f : 11.23、f_b : 40.8、f₁ : -16.6、f₃ : 33.3、f₂₃ : 59.1

|f₁| / f = 1.48

f₃ / f = 2.97

f_b / f = 3.62

|f₁ / f₂₃| = 0.288

|f_{L1} / f| = 7.12

表2に関する球面収差を図6、非点収差を図7、歪曲収差を図8に示す。各収差図において、Gは555nm、Rは650nm、Bは450nmの光線の収差を示し、Sは555nmでの光線のサジタル像面を、Mは555nmでの光線のメリディオナル像面を示す。

【0032】

図6～8より明らかのように、諸収差は良好に補正されており、高画質特性が実現されている。

【0033】

【表3】

10

20

i	j	R_i	D_i	N_i	v_i
1	1	60.605	5	1.499091	58.0
2		24.903	6.5		
3	2	43.695	2	1.62041	60.3
4		19.327	15.35		
5	3	-36.121	2	1.74400	44.9
6		31.698	4.52		
7	4	135.746	5.1	0.84666	23.8
8		-64.108	0.5		
9	5	31.252	7.97	1.65412	39.6
10		-194.4	26.06		
11		∞ (絞り)	7		
12	6	-273.905	0.1	1.520200	52.0
13	7	-280.909	4.66	1.49700	81.6
14		-12.338	0.5		
15	8	-12.754	2	1.75520	27.5
16	9	23.486	6.87	1.49700	81.6
17		-25.81	0.5		
18	10	-78.468	6.04	1.49700	81.6
19	11	-21.737	0.1	1.520200	52.0
20		-24.296	0.5		
21	12	470.507	5.93	1.84666	23.8
22		-36.23	5		
23	13	∞	27	1.51680	64.2
24		∞	4.5		
25	14	∞	2.75	1.47200	55
26		∞	1.55		

10

20

30

【 0 0 3 4 】

非球面：

第 1 面 $K : 2.429735$ 、 $A : 1.883753e-6$ 、 $B : -3.060454e-9$ 、 $C : 2.691520e-12$ 、 $D : -1.704096e-15$

40

第 2 面 $K : -1.097959$ 、 $A : -5.144892e-7$ 、 $B : -8.354796e-9$ 、 $C : -3.030524e-12$ 、 $D : 8.085546e-15$

第 1 2 面 $K : -6006.527896$ 、 $A : -9.250468e-5$ 、 $B : 5.790455e-7$ 、 $C : -1.088606e-8$ 、 $D : 6.718634e-11$

第 2 0 面 $K : 1.170151$ 、 $A : 5.679944e-6$ 、 $B : 8.160707e-9$ 、 $C : 8.28354e-12$ 、 $D : 1.159747e-13$

F ナンバ - $F N0=2.75$ 半画角 $=43.9^\circ$

$f : 11.25$ 、 $f_b : 40.8$ 、 $f_1 : -18.1$ 、 $f_3 : 43.68$ 、 $f_{23} : 93.15$

$|f_1| / f = 1.61$

$f_3 / f = 3.88$

50

$$f_b / f = 3.62$$

$$|f_1 / f_{23}| = 0.19$$

$$|f_{L1} / f| = 8$$

表3に関する球面収差を図10、非点収差を図11、歪曲収差を図12に示す。各収差図において、Gは555nm、Rは650nm、Bは450nmの光線の収差を示し、Sは555nmでの光線のサジタル像面を、Mは555nmでの光線のメリディオナル像面を示す。図10～12より明らかのように、諸収差は良好に補正されており、高画質特性が実現されている。

【0035】

【表4】

i	j	R _i	D _i	N _i	v _j
1	1	55.203	5	1.499091	58.0
2		23.856	67.977		
3	2	51.569	2	1.62041	60.3
4		20.953	14.07		
5	3	-33.488	2	1.74400	44.9
6		31.698	4.65		
7	4	242.91	5.5	0.84666	23.8
8		-56.232	0.52		
9	5	32.267	7.9	1.65412	39.6
10		-135.746	24.87		
11		∞(絞り)	7.5		
12	6	-1072.605	0.1	1.520200	52.0
13	7	5513.648	4.69	1.49700	81.6
14		-12.467	0.5		
15	8	-12.562	2	1.75520	27.5
16	9	24.265	7.07	1.49700	81.6
17		-24.809	0.5		
18	10	-75.256	5.66	1.49700	81.6
19	11	-22.694	0.1	1.520200	52.0
20		-25.996	0.5		
21	12	370.391	6.07	1.84666	23.8
22		-36.397	5		
23	13	∞	27	1.51680	64.2
24		∞	4.5		
25	14	∞	2.75	1.47200	55
26		∞	1.55		

【0036】

非球面：

第1面 K : 2.068171、A : 3.704251e-7、B : -1.773038e-9、C : 2.586699e-12、D : -1.350369e-15

第2面 K : -1.080023、A : -3.950647e-7、B : -1.071853e-8、C : 1.462552e-11、D

10

20

30

40

50

: -1.035022e-14

第 1 2 面 K : -6729.726862、A : -4.546386e-5、B : -1.908974e-7、C : 2.662512e-9、D : -2.171104e-11

第 2 0 面 K : 1.349085、A : 6.028083E-6、B : 5.573375e-9、C : 1.681841e-11、D : 5.542812e-14

F ナンバ - F N0=2.75 半画角 =43.9°

f : 11.2578、f_b : 40.8、f₁ : -17.42、f₃ : 46.14、f₂₃ : 90.02

| f₁ | / f = 1 . 5 5

f₃ / f = 4 . 1 0

f_b / f = 3 . 6 2

| f₁ / f₂₃ | = 0 . 1 2

| f_{L1} / f | = 7 . 9 9

表 4 に関する球面収差を図 1 4、非点収差を図 1 5、歪曲収差を図 1 6 に示す。各収差図において、G は 555nm、R は 650nm、B は 450nm の光線の収差を示し、S は 555nm での光線のサジタル像面を、M は 555nm での光線のメリディオナル像面を示す。図 1 4 ~ 1 6 より明らかなように、諸収差は良好に補正されており、高画質特性が実現されている。

【 0 0 3 7 】

【 表 5 】

I	j	R_i	D_i	N_i	v_j
1	1	99.901	5	1.490901	58.0
2		27.806	5.99		
3	2	36.686	2	1.62041	60.3
4		23.142	14.769		
5	3	147.145	4.2	1.49091	58.0
6		15.898	17.55		
7	4	37.324	4.504	1.84666	23.8
8		-338.388	16.5		
9		∞ (絞り)	6.022		
10	5	148.210	2.88	1.48749	70.4
11		-35.173	2.733		
12	6	-20.098	2	1.80518	25.5
13	7	23.125	5.217	1.48749	70.4
14		-38.451	1.550		
15	8	581.969	4.085	1.48749	70.4
16		-44.686	1		
17	9	115.239	7.073	1.58144	40.9
18		-30.898	1		
19	10	-1723.784	5.117	1.49091	58.0
20		-38.589	5		
21	11	∞	27	1.51680	64.2
22		∞	4.5		
23	12	∞	2.75	1.47200	55.0
24		∞	1.55		

10

20

30

【 0 0 3 8 】

非球面：

第 1 面 K : -26.973907、A : 1.268671Ee-5、B : -1.401240e-8、C : 9.599903e-12、
D : -3.473665e-15

第 2 面 K : -0.043044、A : 6.080164e-5、B : 1.133503e-9、C : -3.810279e-11、D :
7.928239e-17

40

第 5 面 K : -106.491112、A : 4.681539e-6、B : -1.235157e-7、C : 4.670941e-10、
D : -7.569594e-13

第 6 面 K : -0.719376、A : 4.522386e-6、B : -2.621143e-7、C : 1.498970e-9、D :
-3.115547e-12

第 19 面 K : 8181.539060、A : -1.735505e-5、B : -3.594589e-8、C : 3.445454e-12
、D : -7.173390e-14

第 20 面 K : 1.780692、A : -5.749135e-6、B : -3.207989e-8、C : 3.733309e-11、
D : -9.642571e-14

Fナンバ - F N0=2.75 半画角 =43.9°

f : 11.257、 f_b : 40.8、 f_1 : -15.94、 f_3 : 32.6、 f_{23} : 53.95

50

$$\begin{aligned} |f_1| / f &= 1.42 \\ f_3 / f &= 2.89 \\ f_b / f &= 3.62 \\ |f_1 / f_{23}| &= 0.295 \\ |f_{L1} / f| &= 7.10 \end{aligned}$$

表5に関する球面収差を図18、非点収差を図19、歪曲収差を図20に示す。各収差図において、Gは555nm、Rは650nm、Bは450nmの光線の収差を示し、Sは555nmでの光線のサジタル像面を、Mは555nmでの光線のメリディオナル像面を示す。図18～20より明らかのように、諸収差は良好に補正されており、高画質特性が実現されている。

【0039】

図21は本発明に係る投射用レンズ装置を用いた投射型画像表示装置の概略図である。光源より出射された光がDMD素子6に照射され、DMD素子6により反射された光が投射用レンズ装置4に入射する。入射した光は投射用レンズ装置4より出射し、ミラー7にて反射し、DMD素子6上で形成された画像がスクリーン8上に拡大投影される。ミラー7は投射型画像表示装置9を小型化する為に、投射用レンズ装置4から出射された光の光路を折り曲げるためのものである。また、投射用レンズ装置4を小型化、広角化し、投射型画像表示装置9を小型化している。

【0040】

スクリーン8の中心に対し、投射用レンズ装置4の光軸中心を偏芯させることにより、投射型画像表示装置9内の各 부품の配置が最適化され、投射型画像表示装置9のさらなる小型化を実現した。また、投射用レンズ装置4の光軸中心をスクリーン8の中心に対し偏芯させるのに伴い、フレネルスクリーンの中心も偏芯させる。

【0041】

図22にスクリーンセンターからの距離と開口効率の関係を示す。図22から分かるように、投射用レンズ装置4は高い開口効率を有しているため、投射型画像表示装置9に用いると、スクリーンの周辺部においてもスクリーン中心部と遜色の無い明るさの画像が得られる。また、上記のように投射レンズ4の光軸中心をスクリーン8の中心に対し偏芯させるとスクリーンの上下では、投射用レンズ装置4の光軸中心から物高の距離が異なるためスクリーンの開口効率が異なる。このため、スクリーン上下で周辺光量比が異なり輝度むらとなってしまう。本発明の投射用レンズ装置ではスクリーンの上下に対応する物高は0.9と1.0であり、この差は8%程度である。したがって、スクリーン上ではほぼ同等の周辺光量比となり、スクリーン上下の輝度むらがなく、一様な明るさを得ることが出来る。

【0042】

【発明の効果】

以上の通り、本発明によれば、投射用レンズ装置の小型化、バックフォーカスの確保をしつつ、なおかつレンズ特性図等から明らかのように、諸収差を良好に満足することができる。すなわち本発明による投射用レンズ装置を用いた投射型画像表示装置では、スクリーン周辺部まで一様で明るく、高解像度な画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る投射用レンズ装置の一実施形態の概略図

【図2】本発明に係る投射用レンズ装置における球面収差を示す図

【図3】本発明に係る投射用レンズ装置における非点収差を示す図

【図4】本発明に係る投射用レンズ装置における歪曲収差を示す図

【図5】本発明に係る投射用レンズ装置の一実施形態の概略図

【図6】本発明に係る投射用レンズ装置における球面収差を示す図

【図7】本発明に係る投射用レンズ装置における非点収差を示す図

【図8】本発明に係る投射用レンズ装置における歪曲収差を示す図

【図9】本発明に係る投射用レンズ装置の一実施形態の概略図

【図10】本発明に係る投射用レンズ装置における球面収差を示す図

【図11】本発明に係る投射用レンズ装置における非点収差を示す図

10

20

30

40

50

- 【図12】本発明に係る投射用レンズ装置における歪曲収差を示す図
- 【図13】本発明に係る投射用レンズ装置の一実施形態の概略図
- 【図14】本発明に係る投射用レンズ装置における球面収差を示す図
- 【図15】本発明に係る投射用レンズ装置における非点収差を示す図
- 【図16】本発明に係る投射用レンズ装置における歪曲収差を示す図
- 【図17】本発明に係る投射用レンズ装置の一実施形態の概略図
- 【図18】本発明に係る投射用レンズ装置における球面収差を示す図
- 【図19】本発明に係る投射用レンズ装置における非点収差を示す図
- 【図20】本発明に係る投射用レンズ装置における歪曲収差を示す図
- 【図21】本発明に係る投射用レンズ装置を組み込んだ投射型画像表示装置の概略図
- 【図22】本発明に係る投射用レンズ装置における開口効率を示す図

【符号の説明】

1...第1群レンズ、2...第2群レンズ、3...第3群レンズ、4...投射用レンズ装置、5...TIRプリズム、6...DMD素子、7...ミラー、8...スクリーン、9...投射型画像表示装置、11...第1群レンズの第1レンズ、12...第1群レンズの第2レンズ、13...第1群レンズの第3レンズ、14...第1群レンズの第4レンズ、21...第2群レンズの第5レンズ、22...投射用レンズ装置の絞り、23...第2群レンズの第6レンズ、31...第3群レンズの第7レンズ、32...第3群レンズの第8レンズ、33...第3群レンズの第9レンズ、34...第3群レンズの第10レンズ。

【図1】

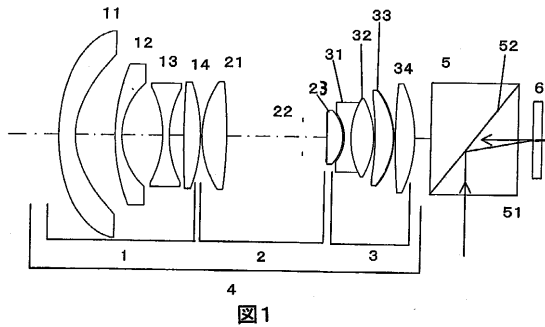


図1

【図3】

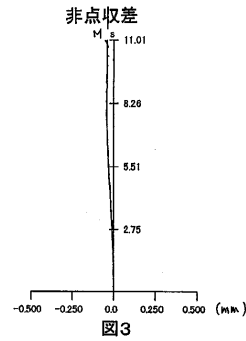


図3

【図2】

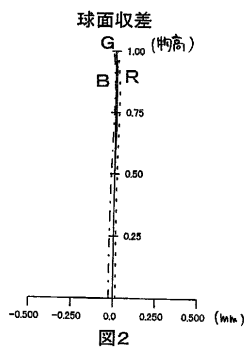


図2

【図4】

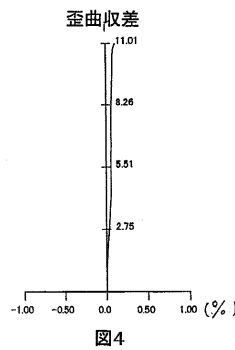


図4

【图 5】

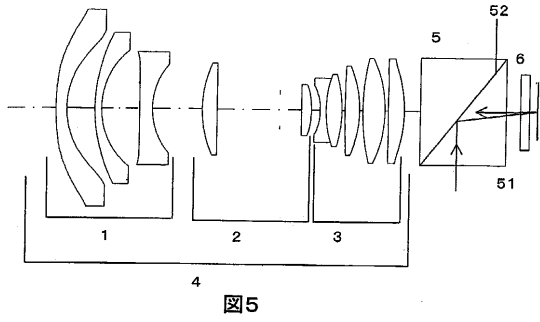


图5

【图 7】

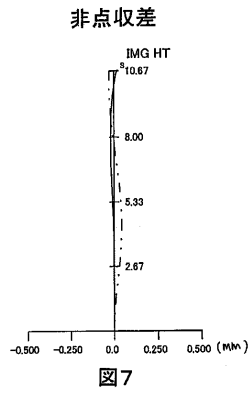


图7

【图 6】

球面収差

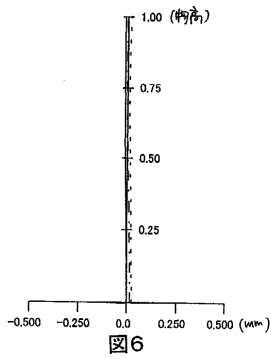


图6

【图 8】

歪曲収差

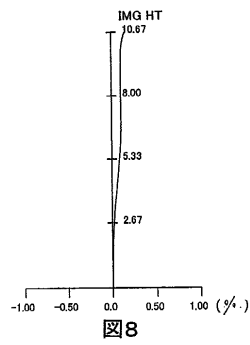


图8

【图 9】

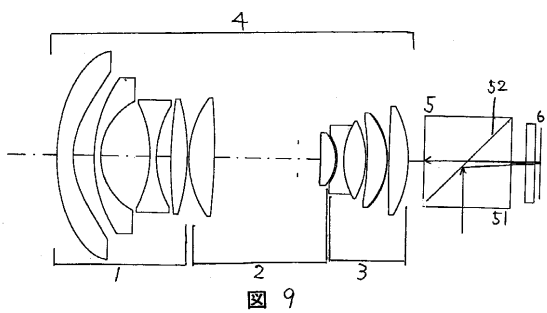


图 9

【图 11】

非点収差

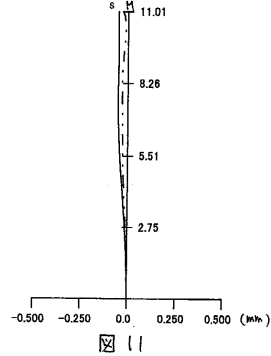


图 11

【图 10】

球面収差

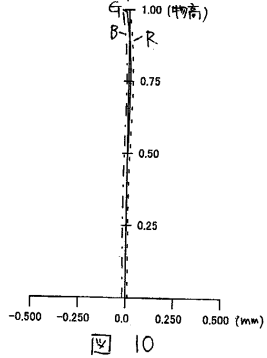


图 10

【图 12】

歪曲収差

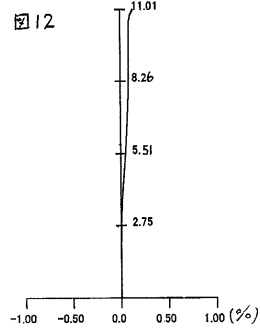


图 12

【图 13】

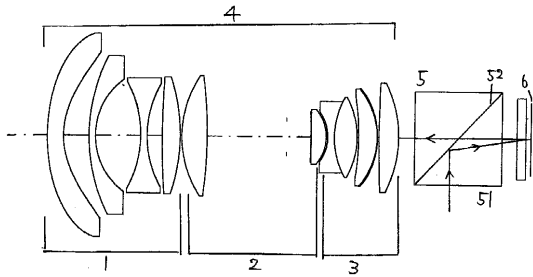


图 13

【图 14】

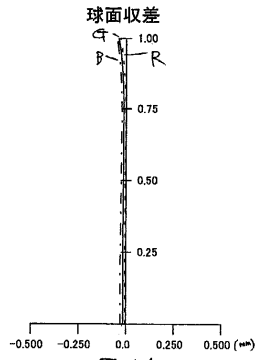


图 14

【图 15】

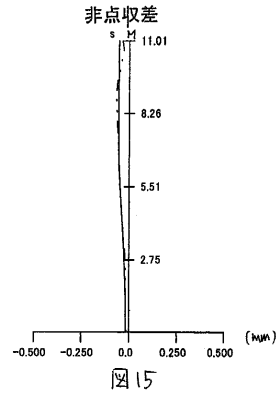


图 15

【图 16】

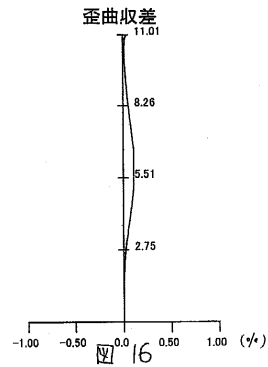


图 16

【图 17】

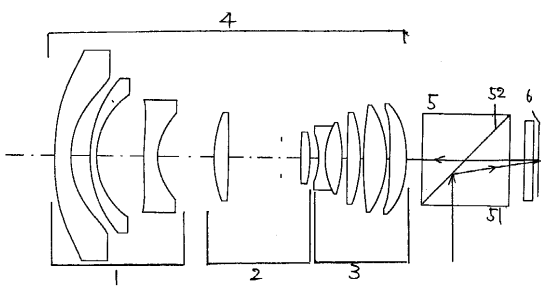


图 17

【图 19】

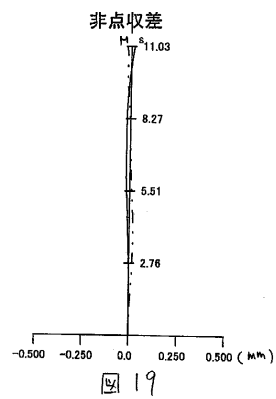


图 19

【图 18】

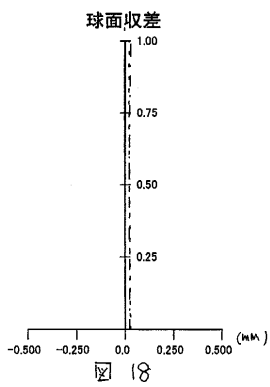


图 18

【图 20】

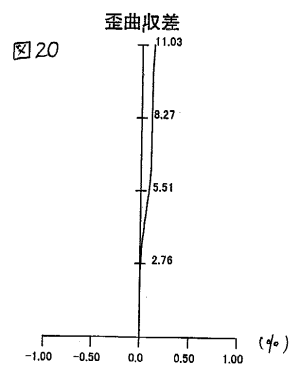


图 20

【 図 2 1 】

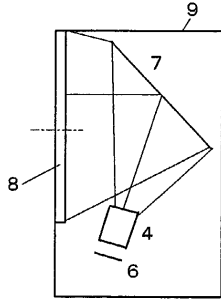


図21

【 図 2 2 】

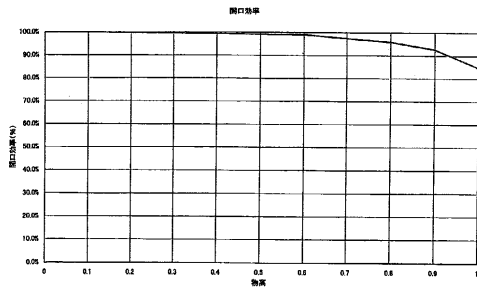


図22

フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
G 0 2 F 1/1335 (2006.01) G 0 2 F 1/1335

(72)発明者 平田 浩二
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディアシステム事業部内

(72)発明者 生駒 順一
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディアシステム事業部内

審査官 瀬川 勝久

(56)参考文献 特開2000-039553(JP,A)
特開昭62-206513(JP,A)
特開平11-194266(JP,A)
特開平09-096759(JP,A)
特開平10-142503(JP,A)
国際公開第99/008138(WO,A1)
特開平11-231219(JP,A)
特開平11-101940(JP,A)
特開平11-326755(JP,A)
特開平08-102899(JP,A)
特開平10-186509(JP,A)
特表2001-512844(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

第7版

G02B 9/00-17/08

G02B21/02-21/04

G02B25/00-25/04