

(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2004-326079

(P2004-326079A)

(43) 公開日 平成16年11月18日(2004.11.18)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO2B 13/04	GO2B 13/04	2H087
GO2B 13/16	GO2B 13/16	2K103
GO2B 13/18	GO2B 13/18	
GO2B 13/22	GO2B 13/22	
GO3B 21/00	GO3B 21/00	E

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2004-14911 (P2004-14911)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成16年1月22日 (2004.1.22)	(74) 代理人	100095728 弁理士 上柳 雅普
(31) 優先権主張番号	特願2003-106599 (P2003-106599)	(74) 代理人	100107076 弁理士 藤綱 英吉
(32) 優先日	平成15年4月10日 (2003.4.10)	(74) 代理人	100107261 弁理士 須澤 修
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	小松 朗 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	清水 章弘 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投射レンズ及び投写型画像表示装置

(57) 【要約】

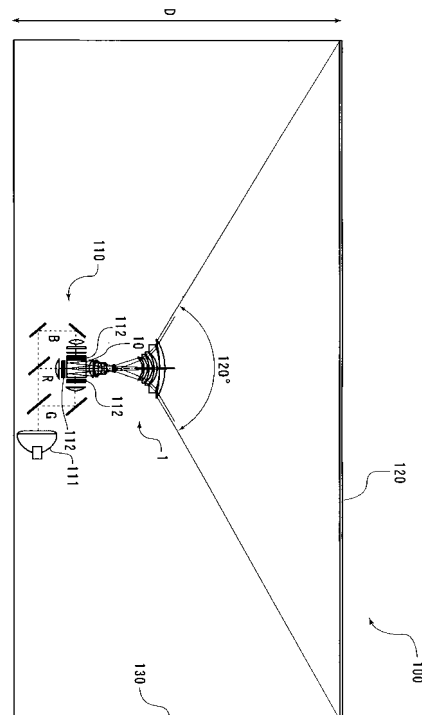
【課題】 表示面の画像を拡大してスクリーン上に投影する投射レンズにおいて、より広角化を達成できると共に、各種の収差補正に優れた高性能な投射レンズ及びその投射レンズを用いた奥行き短い投写型画像表示装置を提供する。

【解決手段】 拡大側から縮小側へ順に負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群とを有し、下記(1)~(4)の条件式を満たし、110度以上の画角を有する投射レンズとする。

(1) $25.0 < F_b$ 、(2) $F < 0.65H$ 、(3) $3.0F < |EP|$ 、(4) $4F < T$

但し、 F_b はレンズの縮小側最終面から像点までを空気換算した距離(mm)、 H は縮小側の最大像高(mm)、 F は投射レンズ全体の焦点距離(mm)、 EP は射出瞳距離(mm)、 T は第1レンズ群と第2レンズ群の間隔を空気換算した距離(mm)である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示面の画像を拡大してスクリーン上に投影する投射レンズにおいて、
 拡大側から縮小側へ順に負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群とを有し、下記 (1) ~ (4) の条件式を満たし、110 度以上の画角を有することを特徴とする投射レンズ。

$$(1) 25.0 < Fb$$

$$(2) F < 0.65H$$

$$(3) 30F < |EP|$$

$$(4) 4F < T$$

但し、Fb はレンズの縮小側最終面から像点までを空気換算した距離 (mm)、H は縮小側の最大像高 (mm)、F は投射レンズ全体の焦点距離 (mm)、EP は射出瞳距離 (mm)、T は第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔を空気換算した距離 (mm) である。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の投射レンズにおいて、

更に、下記 (5) 及び (6) の条件式を満たすことを特徴とする投射レンズ。

$$(5) -3.5 < F_1 / F < -1.5$$

$$(6) 3.0 < F_2 / F < 5.5$$

但し、F₁ は第 1 レンズ群の焦点距離 (mm)、F₂ は第 2 レンズ群の焦点距離 (mm) である。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の投射レンズにおいて、

前記第 1 レンズ群が少なくとも 1 枚の非球面レンズを含み、かつ、近似球面と非球面との形状差を非球面量としたときに、その非球面レンズの非球面量が 0.5 mm 以上であることを特徴とする投射レンズ。

【請求項 4】

請求項 3 記載の投射レンズにおいて、

前記非球面レンズが、ガラスレンズ母材の表面に樹脂層が接合されてなるハイブリッドレンズであることを特徴とする投射レンズ。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 いずれかに記載の投射レンズにおいて、

前記第 2 レンズ群が、少なくとも 1 枚の非球面レンズ及び少なくとも 1 組の接合レンズを含むことを特徴とする投射レンズ。

30

【請求項 6】

請求項 5 記載の投射レンズにおいて、

前記接合レンズは、少なくとも 1 枚の正の屈折力を有するレンズと 1 枚の負の屈折力を有するレンズとからなり、かつ下記 (7) 及び (8) の条件式を満たすことを特徴とする投射レンズ。

$$(7) 0.15 < |Np - Nn|$$

$$(8) 30 < |Vp - Vn|$$

但し、Np は正の屈折力を有するレンズの屈折率、Nn は負の屈折力を有するレンズの屈折率、Vp は正の屈折力を有するレンズのアッペ数、Vn は負の屈折力を有するレンズのアッペ数である。

40

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 いずれかに記載の投射レンズにおいて、

前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間に、光路を折り曲げる光路折り曲げ手段が配置されていることを特徴とする投射レンズ。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 いずれかに記載の投射レンズにおいて、

前記第 2 レンズ群の縮小側最終面から像点までの間に色合成手段が配置されていること

50

を特徴とする投射レンズ。

【請求項 9】

表示面の画像を投射レンズで拡大してスクリーン上に投影する投写型画像表示装置において、

前記投射レンズが、拡大側から縮小側へ順に負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを有し、下記(1)~(4)の条件式を満たし、110度以上の画角を有することを特徴とする投写型画像表示装置。

$$(1) 25.0 < F_b$$

$$(2) F < 0.65H$$

$$(3) 30F < |EP|$$

$$(4) 4F < T$$

但し、 F_b はレンズの縮小側最終面から像点までを空気換算した距離(mm)、 H は縮小側の最大像高(mm)、 F は投射レンズ全体の焦点距離(mm)、 EP は射出瞳距離(mm)、 T は第1レンズ群と第2レンズ群の間隔を空気換算した距離(mm)である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示素子やマイクロミラー素子(DMD)等の表示画面上の画像を拡大投影する投写型画像表示装置の投射レンズとして好適な高性能のレトロフォーカス型投射レンズ及びその投射レンズを用いた投写型画像表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

投写型画像表示装置としては、スクリーンに対して投射レンズが観察者と同じ側に配置されるフロント方式と、投射レンズと観察者がスクリーンを挟んで配置されるリア方式とが知られている。

【0003】

このうち、リア方式の投写型画像表示装置は、外光による影響を減らすために、光源からスクリーンまでを1つのキャビネットに収め、キャビネット前面のスクリーンに向けて背面の投射レンズから照射する。リア方式の投写型画像表示装置では、表示の大画面化と共に、装置全体の奥行きを減らすことが求められている。

【0004】

このため、キャビネット内にミラーを備え、投射レンズから出射した光を反射し、光路を折り曲げることによって、コンパクト化する構成がよく知られている。

【0005】

しかし、キャビネット内にミラーを備えたリア方式の投写型画像表示装置では、大きな平面ミラーが必要になると共に、このミラーを支えるフレームの高剛性化が必要であり、コストアップの要因となる。

【0006】

リア方式の投写型画像表示装置では、表示の大画面化と共に、テレビ本体の小型化が求められており、この要求に応えるために、投射レンズでは、高画角化・短焦点化が求められている。

【0007】

投射レンズにおいては、色合成や照明用のプリズムがレンズと表示素子の間にあり、このため、レンズに長いバックフォーカスが要求され、更に、プリズムの特性が画面中で変わらないためにレンズの縮小側にテレセントリックであることが要求される。そのため、投射レンズを広角化するためには、負の屈折力を有する前群レンズと正の屈折力を有する後群レンズから構成されるレトロフォーカス型の構成を取り、なおかつ前群レンズと後群レンズのパワーを強めなければならず、絞りに対するレンズの対称性が著しく崩れることになり、諸収差の補正を困難にしている。

【0008】

10

20

30

40

50

このような広角化を目的としなおかつレンズバックの長いレトロフォーカス型の投射レンズとしては、従来より多くの提案があり、例えば下記に示すような先行特許文献がある。

【特許文献1】特開2001-42211

【特許文献2】特開2003-15033

【特許文献3】特開2003-57540

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、これらの従来設計例では、特許文献1では画角は92度、特許文献2では画角100度、特許文献3では画角81度など、十分な広角化が達成されておらず、投射距離が長く、投写型画像表示装置の奥行きを短くすることができなかった。

【0010】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、より広角化を達成できると共に、各種の収差補正に優れた高性能な投射レンズを提供することを目的とする。

【0011】

また、本発明は、広角で投射距離が短い高性能な投射レンズを用いた奥行きが短い投写型画像表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するため、本発明は、第1に、表示面の画像を拡大してスクリーン上に投影する投射レンズにおいて、拡大側から縮小側へ順に負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群を有し、下記(1)~(4)の条件式を満たし、110度以上の画角を有することを特徴とする投射レンズを提供する。

【0013】

(1) $25.0 < F_b$ 、(2) $F < 0.65H$ 、(3) $30F < |EP|$ 、(4) $4F < T$

但し、 F_b はレンズの縮小側最終面から像点までを空気換算した距離(mm)、 H は縮小側の最大像高(mm)、 F は投射レンズ全体の焦点距離(mm)、 EP は射出瞳距離(mm)、 T は第1レンズ群と第2レンズ群の間隔を空気換算した距離(mm)である。

【0014】

これらの条件式(1)~(4)を満足することによって、バックフォーカスの必要な長さを確保し、画面上の色むらを防止し、光路を折り曲げることが可能になると共に、110度以上という高画角化を達成し、各種の収差を良好に補正することができる。

【0015】

本発明は、第2に、上記第1の投射レンズにおいて、更に、下記(5)及び(6)の条件式を満たすことを特徴とする投射レンズを提供する。

(5) $-3.5 < F_1 / F < -1.5$ 、(6) $3.0 < F_2 / F < 5.5$

但し、 F_1 は第1レンズ群の焦点距離(mm)、 F_2 は第2レンズ群の焦点距離(mm)である。

条件式(5)及び(6)を満足することによって、第1レンズ群と第2レンズ群のパワー配分を適切にし、収差の補正を確保することができる。

【0016】

本発明は、第3に、上記第1又は2の投射レンズにおいて、前記第1レンズ群が少なくとも1枚の非球面レンズを含み、かつ、近似球面と非球面との形状差を非球面量としたときに、その非球面レンズの非球面量が0.5mm以上である投射レンズを提供する。

大きな非球面量を有する非球面レンズを用いることによって、非点収差、像面湾曲、ディストーションなどの諸収差を効果的に補正し、高性能な投射レンズとすることができる。

【0017】

10

20

30

40

50

本発明は、第4に、上記第3の投射レンズにおいて、前記非球面レンズが、ガラスレンズ母材の表面に樹脂層が接合されてなるハイブリッドレンズであることを特徴とする投射レンズを提供する。

【0018】

このようなハイブリッドレンズは0.5mm以上の非球面量を容易に達成することができるため、第1レンズ群に必要なレンズの枚数を減らし、低コスト化を達成することができる。

【0019】

本発明は、第5に、上記第1～4いずれかの投射レンズにおいて、前記第2レンズ群が、少なくとも1枚の非球面レンズ及び少なくとも1組の接合レンズを含むことを特徴とする投射レンズを提供する。

10

第2レンズ群をこのような構成とすることにより、色収差を良好に補正することができる。

【0020】

本発明は、第6に、上記第5の投射レンズにおいて、前記接合レンズは、少なくとも1枚の正の屈折力を有するレンズと1枚の負の屈折力を有するレンズとからなり、かつ下記(7)及び(8)の条件式を満たすことを特徴とする投射レンズを提供する。

$$(7) 0.15 < |N_p - N_n|、(8) 30 < |V_p - V_n|$$

但し、 N_p は正の屈折力を有するレンズの屈折率、 N_n は負の屈折力を有するレンズの屈折率、 V_p は正の屈折力を有するレンズのアッペ数、 V_n は負の屈折力を有するレンズのアッペ数である。

20

条件式(7)と(8)の条件を満たす接合レンズを用いることによって、色収差を効果的に補正することができる。

【0021】

本発明は、第7に、上記第1～6いずれかの投射レンズにおいて、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間に、光路を折り曲げる光路折り曲げ手段が配置されていることを特徴とする投射レンズを提供する。

投射レンズ中の光路を折り曲げることによって、投射装置がスクリーンの後方に張り出すことを防ぎ、装置全体をコンパクトにすることができる。

【0022】

本発明は、第8に、上記第1～7いずれかの投射レンズにおいて、前記第2レンズ群の縮小側最終面から像点までの間に色合成手段が配置されていることを特徴とする投射レンズを提供する。

30

本発明の投射レンズは長いバックフォーカスを確保できるため、第2レンズの後方に色合成手段を配置することが可能である。

【0023】

本発明は、第9に、表示面の画像を投射レンズで拡大してスクリーン上に投影する投写型画像表示装置において、前記投射レンズが、拡大側から縮小側へ順に負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを有し、下記(1)～(4)の条件式を満たし、110度以上の画角を有することを特徴とする投写型画像表示装置を提供する。

40

$$(1) 25.0 < F_b、(2) F < 0.65H、(3) 30F < |EP|、(4) 4F < T$$

但し、 F_b はレンズの縮小側最終面から像点までを空気換算した距離(mm)、 H は縮小側の最大像高(mm)、 F は投射レンズ全体の焦点距離(mm)、 EP は射出瞳距離(mm)、 T は第1レンズ群と第2レンズ群の間隔を空気換算した距離(mm)である。

超広角で投射距離が短い高性能な投射レンズを用いているため、奥行き短い投写型画像表示装置とすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

50

以下、本発明の投射レンズ及び投写型画像表示装置の実施の形態について説明するが、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではない。

【0025】

図1にリア方式の投写型画像表示装置の一例の概略構成図を示す。本発明の投射レンズは、リア方式の投写型画像表示装置100の投射レンズとして好適に用いられる。投写型画像表示装置100は、外光による影響を減らすために、投射装置110と透過型スクリーン120を一つのキャビネット130に収め、キャビネット130前面の透過型スクリーン120の裏面に向けて背面の投射装置110の投射レンズ1から照射する。鑑賞者はスクリーン120に拡大投映された画像を透過型スクリーン120の表面側から見ることになる。

10

【0026】

投射装置110は、例えば超高圧水銀灯などの光源111の光をダイクロイックミラーでR、G、Bの3色に分離し、それぞれの光を液晶パネル等の表示装置112に通し、表示装置112の表示面を通過したそれぞれの光をダイクロイックプリズムなどの色合成手段10で合成し、1本の投射レンズ1を介して表示面の画像を拡大して透過型スクリーン120上に投影する。

【0027】

本発明の投射レンズ1は、従来の投射レンズと比較して画角が広く、110度以上、好ましくは120度以上の超広角の画角を有するため、ミラーを介さずに直接スクリーン120に投射する方式に好適に用いることができる。画角が広ければ投写型画像表示装置100の奥行きDを小さくすることができる。例えば、図1に示すように画角が120度であると、光路を折り曲げて全長を短くできる投射レンズ1を用いた場合、50インチの大画面に対して奥行きDを45cm程度にした投写型画像表示装置100とすることが可能である。そのため、本発明の投写型画像表示装置100は、このような投射レンズ1を用いているため、大画面でありながら奥行きが短く、極めてコンパクトにすることができる。

20

【0028】

本発明の投射レンズは、拡大側(スクリーン側)から縮小側(色合成手段側)へ順に負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群とを有する全体として非対称のレトロフォーカス型の構成を有する。

30

【0029】

図2と図3は実施例1のレンズ断面図と収差図である。図4と図5は実施例2のレンズ断面図と収差図である。図6と図7は実施例3のレンズ断面図と収差図である。図8と図9は実施例4のレンズ断面図と収差図である。

【0030】

各レンズ断面図において、 R_i (i は1からの整数)で示される符号は、拡大側から縮小側に向かって順にレンズ面番号を示し、 d_i (i は1からの整数)で示される符号は、拡大側から縮小側に向かって順に主光線軸におけるレンズの中心厚及びレンズ間の空気間隔(mm)を示す。 G_1 は第1レンズ群、 G_2 は第2レンズ群を示す。ダイクロイックプリズムなどの色合成手段10は、3枚の液晶表示装置等の表示装置112を通った3色を合成するもので、ブロックとして示している。像面は色合成手段10の縮小側の面とほぼ同じである。また、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 との間に光路折り曲げ手段20としてのミラー又はプリズムが配置されている。

40

【0031】

また、各収差図の球面収差図においては、c線、d線、g線に対する収差が示され、非点収差図においては、サジタル(S)像面及びタンジェンシャル(T)像面に対する収差が示されている。なお、収差図における θ は半画角を示す。

【0032】

本発明の投射レンズは、拡大側から縮小側へ順に負の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 と、正の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 を有し、110度以上、好ましくは120度以

50

上の画角を有する。このような超広角の画角とするために、下記(1)~(4)の条件式を満たすことが必要である。

$$(1) 25.0 < Fb$$

$$(2) F < 0.65H$$

$$(3) 30F < |EP|$$

$$(4) 4F < T$$

但し、Fbはレンズの縮小側最終面から像点までを空気換算した距離(mm)、Hは縮小側の最大像高(mm)、Fは投射レンズ全体の焦点距離(mm)、EPは射出瞳距離(mm)、Tは第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔を空気換算した距離(mm)である。

10

【0033】

条件式(1)は、投射光学系のバックフォーカスの必要な長さを確保するための条件式である。条件式(1)を満たすことによって、縮小側最終面(像面に最も近いレンズ面)のレンズと像面の距離を十分に離し、その間に色合成プリズムなどの色合成手段10を配置することができる。

【0034】

条件式(2)は、縮小側の最大像高を基準として投射レンズの焦点距離を確保するための条件式である。縮小側の最大像高は、光軸から表示面の最周辺までの距離、即ち表示面の大きさである。条件式(2)を満たし、縮小側の像高に対して投射レンズの焦点距離を短くすることによって、投射レンズの画角を広角にして、投射距離を短くすることができる。

20

【0035】

条件式(3)は、色合成手段の角度依存性の影響を可及的に抑制するための条件式である。ダイクロイックプリズムに設けられている蒸着膜には光線の入射角に対する角度依存性がある。条件式(3)を満たすことによって、主光線が表示面に対してほぼ垂直になり、画面上の色むらを防止することができる。射出瞳距離EPは無限大であってもよい。

【0036】

条件式(4)は、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔を確保するための条件式である。条件式(4)を満たすことによって、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔を大きくし、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2のパワーが大きくなり過ぎることを防止し、レンズの結像性能を向上させることができると共に、この空間にミラー又はプリズムの光路折り曲げ手段を配置して光路を折り曲げることによって投射装置を小型化することができる。第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔を空気換算した距離Tの大きさに制限はなく、装置の小型化を阻害しない程度まで大きくすることができる。

30

これらの条件式(1)~(4)を満足することによって、110度以上という高画角化が達成されると共に、各種の収差を良好に補正することができる。

【0037】

更に、110度以上という高画角化を達成するためには、下記(5)及び(6)の条件式を満たすことが好ましい。

$$(5) -3.5 < F_1 / F < -1.5$$

$$(6) 3.0 < F_2 / F < 5.5$$

40

但し、F₁は第1レンズ群G1の焦点距離(mm)、F₂は第2レンズ群G2の焦点距離(mm)である。

【0038】

条件式(5)は、第1レンズ群G1のパワー配分を規定し、収差の補正を確保するための条件式である。条件式(5)の上限を超えると、第1レンズ群G1のパワーが強くなり過ぎ、歪曲収差やコマ収差などの補正が困難になる場合がある。一方、条件式(5)の下限を超えると、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔が大きくなり、第1レンズ群G1のレンズ径が過大になる場合がある。

【0039】

50

条件式(6)は、第2レンズ群G2のパワー配分を規定し、収差の補正を確保するための条件式である。条件式(6)の上限を超えると、第2レンズ群G2のパワーが小さくなり、レンズバックを確保することが困難になる場合がある。一方、条件式(6)の下限を超えると、第2レンズ群G2のパワーが大きくなり過ぎ、倍率色収差や像面湾曲などの収差補正が困難となる場合がある。

【0040】

また、第1レンズ群G1が少なくとも1枚の非球面レンズを含み、かつ、近似球面と非球面との形状差を非球面量としたときに、その非球面レンズの非球面量が0.5mm以上であることが好ましい。

【0041】

第1レンズ群G1に大きな非球面量を有する非球面レンズを用いることによって、非点収差、像面湾曲、ディストーションなどの諸収差を効果的に補正し、高性能な投射レンズとすることができる。このような非球面は、第1レンズ群G1の拡大側の最初の面、縮小側の最終面又は最終面の一つ前の面に配置することが有効である。

また、非球面量が0.5mm以上の非球面レンズとして、ガラスレンズ母材の表面に樹脂層が接合されてなるハイブリッドレンズを用いることが好ましい。

【0042】

このようなハイブリッドレンズは、樹脂層の最大厚みを1~10mmと厚くすることが可能であり、0.5mm以上の非球面量を容易に達成することができる。大きな非球面量を有するハイブリッドレンズを用いることによって、第1レンズ群G1に必要なレンズの枚数を減らし、投射レンズ全体の長さを短くできると共に、低コスト化を達成することができる。

【0043】

このようなハイブリッドレンズは、例えば、ガラスレンズ母材とガラス型とを対向配置し、これらの側面に粘着テープを貼着してガラスレンズ母材とガラス型の間の空隙を封止してハイブリッドレンズ成形型を組み立て、ハイブリッドレンズ成形型の空隙へ紫外線硬化性樹脂組成物を注入し、紫外線硬化性樹脂組成物をガラスレンズ母材とガラス型の両側から紫外線を照射し、硬化させてガラスレンズ母材の上に樹脂層を形成し、その後、粘着テープを剥がし、ガラス型を樹脂層から分離することによって製造することができる。

【0044】

また、第2レンズ群G2が、少なくとも1枚の非球面レンズ及び少なくとも1組の接合レンズを含むことが好ましい。

第2レンズ群G2をこのような構成とすることにより、色収差を良好に補正することができる。

【0045】

第2レンズ群G2に含まれる接合レンズは、少なくとも1枚の正の屈折力のレンズと1枚の負の屈折力のレンズとからなり、かつ下記(7)及び(8)の条件式を満たすことが好ましい。

$$(7) 0.15 < |N_p - N_n|$$

$$(8) 30 < |V_p - V_n|$$

但し、 N_p は正の屈折力のレンズの屈折率、 N_n は負の屈折力のレンズの屈折率、 V_p は正の屈折力のレンズのアッペ数、 V_n は負の屈折力のレンズのアッペ数である。

条件式(7)と(8)の条件を満たす接合レンズを用いることによって、色収差を効果的に補正することができる。

【0046】

また、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間に、光路を折り曲げるミラー又はプリズム等の光路折り曲げ手段が配置されていることが好ましい。

投射レンズ中の光路を折り曲げることによって、投射装置がスクリーンの後方に張り出すことを防ぎ、装置全体をコンパクトにすることができる。

【0047】

10

20

30

40

50

(実施例 1)

表 1 に実施例 1 の設計データを示す。表 1 には、図 2 に示すレンズ断面図における各レンズ面 R_i の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚及び各レンズ間の空気間隔 d_i (mm)、拡大側より縮小側へ順に i 番目の光学材料の d 線に対する屈折率 N_d とアッベ数 V_d が示されている。また、表 1 の下段に下記非球面式における非球面係数の k 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} を示す。

【数 1】

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + A_4r^4 + A_6r^6 + A_8r^8 + A_{10}r^{10}$$

10

但し、 z は曲面の座標値、 r は光軸と直交する方向における光軸からの距離、 c はレンズ頂点における曲率、 k 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} はそれぞれ非球面係数である。

【表 1】

面 No	曲率半径 R	間隔 d	Nd	Vd	
1	119.56	11.0	1.60311	60.7	L1
2	267.95	0.1			
3	151.25	4.5	1.77250	49.6	L2
4	40.73	6.4			
5	57.93	3.2	1.77250	49.6	L3
6	34.05	7.1			
7	60.04	2.8	1.77250	49.6	L4
8	29.71	7.1			
9	78.59	3.5	1.49180	57.5	L5 非球面レンズ
10	32.28	55.4			
11	70.03	1.0	1.80400	46.6	L6
12	12.13	0.1			
13	12.64	3.5	1.76182	26.6	L7
14	-235.77	1.6			
15	∞	10.7			絞り
16	117.04	5.0	1.49700	81.6	L8
17	-16.625	0.1			
18	-21.01	4.4	1.72047	34.7	L9,L10 貼合せレンズ
19	17.892	7.5	1.49700	81.6	
20	-52.23	0.1			
21	154.69	7.9	1.49700	81.6	L11,L12 貼合せレンズ
22	-19.785	1.7	1.72047	34.7	
23	-36.25	0.1			
24	389.78	8.5	1.48749	70.1	L13 非球面レンズ
25	-21.14	6.6			
26	∞	37.0	1.51633	64.1	プリズム
27	∞				

非球面データ

面 No	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
9	7.4685	2.0797E-05	-1.1810E-08	1.2767E-11	1.1840E-14
25	-1.6613	-9.2184E-07	-1.5153E-08	3.6094E-12	-6.4012E-14

この実施例 1 の投射レンズ 1 a の第 1 レンズ群 G 1 を構成する最終の第 5 番目のレンズ L 5 の拡大側に面した第 9 面が、非球面量が 0.5 mm 以上の非球面である。また、第 2 レンズ群 G 2 の最終のレンズの第 13 番目のレンズ L 13 の縮小側に面した最終面である第 25 面が非球面となっている。なお、絞り R 15 は第 2 レンズ群 G 2 を構成する 2 番目のレンズ L 7 と 3 番目のレンズ L 8 の間に配置されている。また、第 2 レンズ群 G 2 を構成する、第 9 番目のレンズ L 9 と次の第 10 番目のレンズ L 10 とが、第 11 番目のレンズ L 11 と次の第 12 番目のレンズ L 12 とが、それぞれ貼り合わせレンズとなっている。

【0048】

設計仕様値を表 5 に示す。画角は 120 度であり、条件式 (1) ~ (8) を満足している。画角 120 度に及ぶ超広角レンズでありながら、図 3 の収差図より、所定の光学性能

10

20

30

40

50

を有していることが認められる。

【0049】

(実施例2)

表2に実施例2の設計データを示す。表2には、図4のレンズ断面図における各レンズ面 R_i の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚及び各レンズ間の空気間隔 d_i (mm)、拡大側より縮小側へ順に i 番目の光学材料の d 線に対する屈折率 N_d とアッペ数 V_d が示されている。また、表2の下段に前述した非球面式における非球面係数の k 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} を示す。

【表2】

面 No	曲率半径 R	間隔 d	N_d	V_d	
1	-80.86	0.5	1.54860	44.3	L1,L2 貼合せレンズ
2	120	2.5	1.77250	49.6	
3	44.996	22.1			
4	-279.47	3.2	1.77250	49.6	L3
5	52.51	53.6			
6	70.03	1.0	1.80400	46.6	L4
7	12.13	0.1			
8	12.64	3.5	1.76182	26.6	L5
9	-235.77	1.6			
10	∞	10.7			絞り
11	117.04	5.0	1.49700	81.6	L6
12	-16.625	0.1			
13	-21.01	4.4	1.72047	34.7	L7,L8 貼合せレンズ
14	17.892	7.5	1.49700	81.6	
15	-52.23	0.1			
16	154.69	7.9	1.49700	81.6	L9,L10 貼合せレンズ
17	-19.785	1.7	1.72047	34.7	
18	-36.25	0.1			
19	389.78	8.5	1.48749	70.1	L11 非球面レンズ
20	-21.14	6.6			
21	∞	37.0	1.51633	64.1	プリズム
22	∞				

非球面データ

面 No	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
1	-13.2299	9.0658E-06	-7.8959E-09	4.6057E-12	-1.4352E-15
20	-1.6613	-9.2184E-07	-1.5153E-08	3.6094E-12	-6.4012E-14

実施例2の投射レンズ1bの第1レンズ群G1を構成する第1番目のレンズL1と第2番目のレンズL2がハイブリッドレンズを構成しており、第1番目のレンズL1の拡大側に向いている第1面が非球面量が0.5mm以上の非球面である。このハイブリッドレンズの樹脂層は中心の厚みが約0.5mm、最大樹脂層厚約5mmである。また、第2レンズ群G2の最終のレンズである第11番目のレンズL11の縮小側に面した最終面である第20面が非球面となっている。なお、絞りR10は第2レンズ群G2を構成する2番目のレンズL5と3番目のレンズL6間に配置されている。更に、第2レンズ群G2を構成する、第7番目のレンズL7と次の第8番目のレンズL8とが、第9番目のレンズL9と

10

20

30

40

50

次の第10番目のレンズL10とが、それぞれ貼り合わせレンズとなっている。

【0050】

設計仕様値を表5に示す。画角は121度であり、条件式(1)~(8)を満足している。画角121度に及ぶ超広角レンズでありながら、図5の収差図より、所定の光学性能を有していることが認められる。また、ハイブリッドレンズが非常に大きな非球面を有しているため、実施例1と比較して第1レンズ群G1のレンズの枚数を5枚から2枚へ3枚削減することができた。そのため、実施例2の投射レンズ1bは小型化、低コスト化が達成されている。

【0051】

(実施例3)

表3に実施例3の設計データを示す。表3には、図6のレンズ断面図における各レンズ面 R_i の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚及び各レンズ間の空気間隔 d_i (mm)、拡大側より縮小側へ順に i 番目の光学材料の d 線に対する屈折率 N_d とアッペ数 V_d が示されている。また、表3の下段に前述した非球面式における非球面係数の k 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} を示す。

【表 3】

面 No	曲率半径 R	間隔 d	Nd	Vd	
1	90.83	8.1	1.60311	60.7	L1
2	206.15	0.1			
3	116.43	3.5	1.77250	49.6	L2
4	32.52	5.6			
5	50.10	2.5	1.77250	49.6	L3
6	26.59	6.6			
7	56.94	2.1	1.77250	49.6	L4
8	30.55	0.8			
9	47.86	2.6	1.49180	57.5	L5 非球面レンズ
10	25.78	10.0			
11	∞	42.0	1.62004	36.3	プリズム
12	∞	11.5			
13	81.17	1.5	1.74320	49.3	L6
14	12.873	0.1			
15	13.578	3.5	1.76182	26.6	L7
16	-148.13	1.2			
17	∞	10.3			絞り
18	149.84	4.7	1.60311	60.7	L8
19	-15.09	0.1			
20	-16.70	4.5	1.72047	34.7	L9,L10 貼合せレンズ
21	16.70	6.2	1.49700	81.6	
22	-84.06	0.1			
23	116.93	7.2	1.49700	81.6	L11,L12 貼合せレンズ
24	-18.388	1.4	1.83400	37.2	
25	-28.67	0.1			
26	∞	7.7	1.48749	70.1	L13 非球面レンズ
27	-21.224	13.4			
28	∞	26.6	1.51633	64.1	プリズム
29	∞				

非球面データ

面 No	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
9	1.4479	3.1475E-05	-1.1439E-08	1.4321E-11	9.4917E-14
27	-1.6613	-9.2184E-07	-1.5153E-08	3.6094E-12	-6.4012E-14

この投射レンズ 1 c は、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間に光路を折り曲げるプリズム 2 0 が配置され、光路を 90 度折り曲げる構成になっており、投写型画像表示装置の小型化に寄与できる。第 1 レンズ群 G 1 を構成する最終の第 5 番目のレンズ L 5 の拡大側に面した第 9 面が非球面量が 0.5 mm 以上の非球面である。また、第 2 レンズ群 G 2 の最終のレンズの第 13 番目のレンズ L 13 の縮小側に面した最終面である第 27 面が非球面となっている。なお、絞り R 17 は第 2 レンズ群 G 2 を構成する 2 番目のレンズ L 7 と 3 番目のレンズ L 8 の間に配置されている。また、第 2 レンズ群 G 2 を構成する、第 9 番目のレンズ L 9 と次の第 10 番目のレンズ L 10 とが、第 11 番目のレンズ L 11 と次の第 12 番目のレンズ L 12 とが、それぞれ貼り合わせレンズとなっている。

【 0 0 5 2 】

10

20

30

40

50

設計仕様値を表5に示す。画角は121度であり、条件式(1)~(8)を満足している。画角121度に及ぶ超広角レンズでありながら、図7の収差図より、所定の光学性能を有していることが認められる。

【0053】

(実施例4)

表4に実施例4の設計データを示す。表4には、図8のレンズ断面図における各レンズ面R_iの曲率半径R(mm)、各レンズの中心厚及び各レンズ間の空気間隔d_i(mm)、拡大側より縮小側へ順にi番目の光学材料のd線に対する屈折率N_dとアッベ数V_dが示されている。また、表4の下段に前述した非球面式における非球面係数のk、A₄、A₆、A₈、A₁₀を示す。

10

【表4】

面No	曲率半径R	間隔d	Nd	Vd	
1	531.34	11.0	1.60311	60.7	L1
2	2838.87	0.1			
3	149.577	4.5	1.77250	49.6	L2
4	28.59	17.9			
5	29.671	2.3	1.77250	49.6	L3、L4 貼合せレンズ
6	22.91	0.5	1.54860	44.3	
7	14.36	25.0			
8	∞	45.0	1.62004	36.3	プリズム
9	∞	5.574			
10	70.03	1.0	1.74320	49.3	L5
11	12.13	0.1			
12	12.64	3.5	1.76182	26.6	L6
13	-235.77	1.627			
14	∞	10.736			絞り
15	117.04	5.0	1.49700	81.6	L7
16	-16.625	0.1			
17	-21.01	4.35	1.72047	34.7	L8,L9 貼合せレンズ
18	17.89	7.5	1.49700	81.6	
19	-52.23	0.1			
20	154.69	7.85	1.49700	81.6	L10,L11 貼合せレンズ
21	-19.785	1.7	1.72047	34.7	
22	-36.25	0.1			
23	389.78	8.5	1.48749	70.1	L12 非球面レンズ
24	-21.14	6.6			
25	∞	37.0	1.51633	64.1	プリズム
26	∞				

20

30

40

非球面データ

面No	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
7	-1.118836	-4.6878E-06	6.5700E-10	-1.7687E-11	2.1981E-14
24	-1.6613	-9.2184E-07	-1.5153E-08	3.6094E-12	-6.4012E-14

この投射レンズ1dは、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の間隔を大きくす

50

ることが可能であり、その間隔にプリズム 20 を配置した構成になっている。図 8 に示すプリズム 20 は光路を折り曲げるプリズムではないが、光路を折り曲げるプリズムと光学的には同じである。そのため、この投射レンズ 1 d も投写型画像表示装置の小型化に寄与できる。

【0054】

また、第 1 レンズ群 G 1 を構成する第 3 番目のレンズ L 3 と第 4 番目のレンズ L 4 とが貼り合わせのハイブリッドレンズとなっており、第 1 レンズ群 G 1 の最終面の樹脂層の第 7 面が非球面量が 0.5 mm 以上の非球面である。また、第 2 レンズ群 G 2 の最終のレンズの第 12 番目のレンズ L 12 の縮小側に面した最終面である第 24 面が非球面となっている。なお、絞り R 14 は第 2 レンズ群 G 2 を構成する 2 番目のレンズ L 6 と 3 番目のレンズ L 7 の間に配置されている。また、第 2 レンズ群 G 2 を構成する、第 8 番目のレンズ L 8 と次の第 9 番目のレンズ L 9 とが、第 10 番目のレンズ L 10 と次の第 11 番目のレンズ L 11 とが、それぞれ貼り合わせレンズとなっている。

10

【0055】

設計仕様値を表 5 に示す。画角は 120 度であり、条件式 (1) ~ (8) を満足している。画角 120 度に及ぶ超広角レンズでありながら、図 9 の収差図より、所定の光学性能を有していることが認められる。また、ハイブリッドレンズが大きな非球面を有しているため、実施例 1 と比較して第 1 レンズ群 G 1 のレンズの枚数を 5 枚から 3 枚へ 2 枚削減することができた。そのため、実施例 4 の投射レンズ 1 d は小型化、低コスト化が達成されている。

20

【表 5】

設計仕様	記号	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
画角	2ω	120°	121°	121°	120°
焦点距離	F1	6.82	6.82	6.80	6.82
F ナンバー	Fno	3.0	3.0	3.0	3.0
レンズバック	Fb	31.0	31.0	30.9	31.0
最大像高	H	11.5	11.5	11.5	11.5
射出瞳距離	EP	257	257	2266	257
第 1 群と第 2 群の間隔	T	55.4	53.6	47.4	55.4
第 1 群の焦点距離	F1	-20.26	-20.28	-19.23	-20.26
第 2 群の焦点距離	F2	31.2	31.2	31.5	31.2

30

【産業上の利用可能性】

【0056】

本発明の投射レンズは、超広角の画角と所定の光学性能を有している高性能なレトロフォーカス型のため、リア方式の投写型画像表示装置の投射レンズとして利用可能である。

40

また、本発明の投写型画像表示装置は、奥行きが短くコンパクトなプロジェクションテレビなどとして利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図 1】リア方式の投写型画像表示装置の概略構成図である。

【図 2】本発明の投射レンズの実施例 1 の構成を示す断面図である。

【図 3】実施例 1 の投射レンズの収差図である。

【図 4】本発明の投射レンズの実施例 2 の構成を示す断面図である。

【図 5】実施例 2 の投射レンズの収差図である。

【図 6】本発明の投射レンズの実施例 3 の構成を示す断面図である。

50

【図7】実施例3の投射レンズの収差図である。

【図8】本発明の投射レンズの実施例4の構成を示す断面図である。

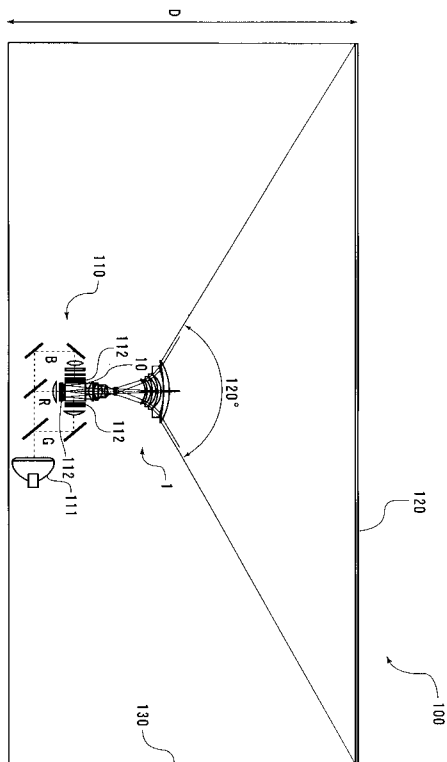
【図9】実施例4の投射レンズの収差図である。

【符号の説明】

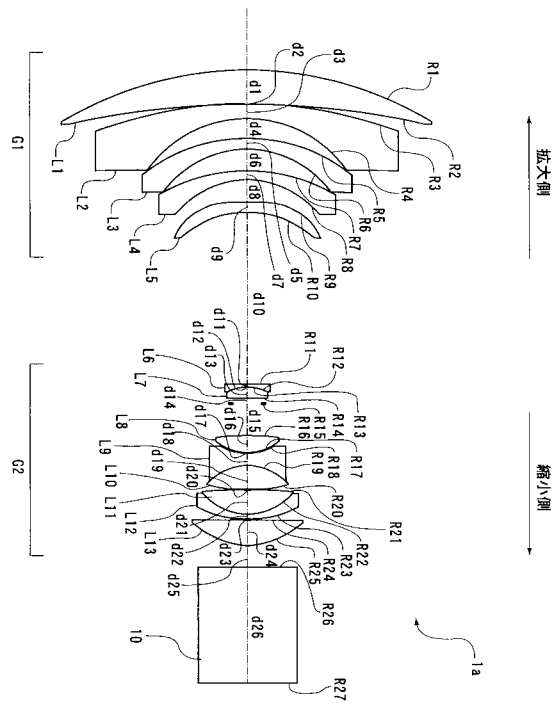
【0058】

1 a , 1 b , 1 c , 1 d : 投射レンズ、 1 0 : 色合成手段、 2 0 : 光路折り曲げ手段、 1 0 0 : 投写型画像表示装置、 1 1 0 : 投射装置、 1 1 1 : 光源、 1 1 2 : 表示装置、 1 2 0 : 透過型スクリーン、 1 3 0 : キャビネット

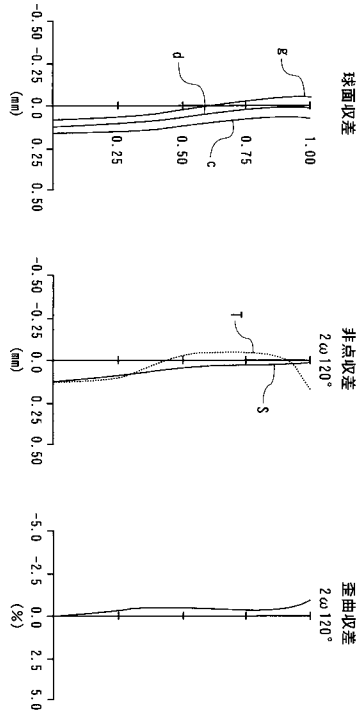
【図1】



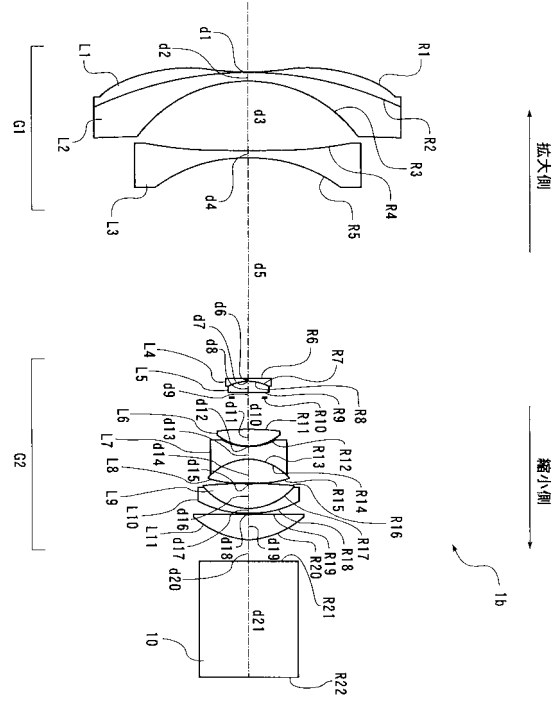
【図2】



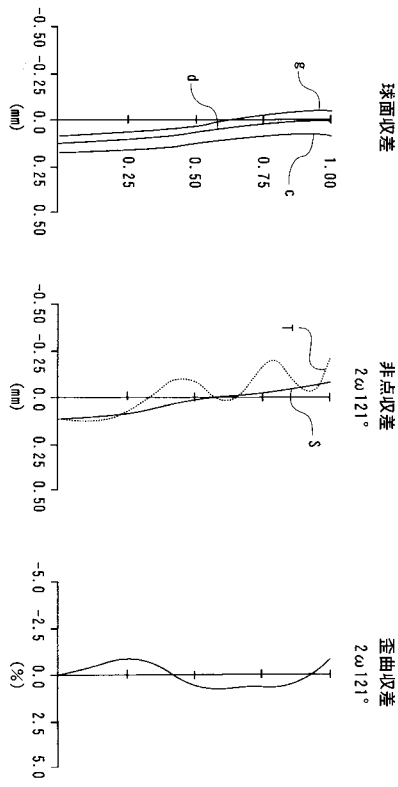
【 3 】



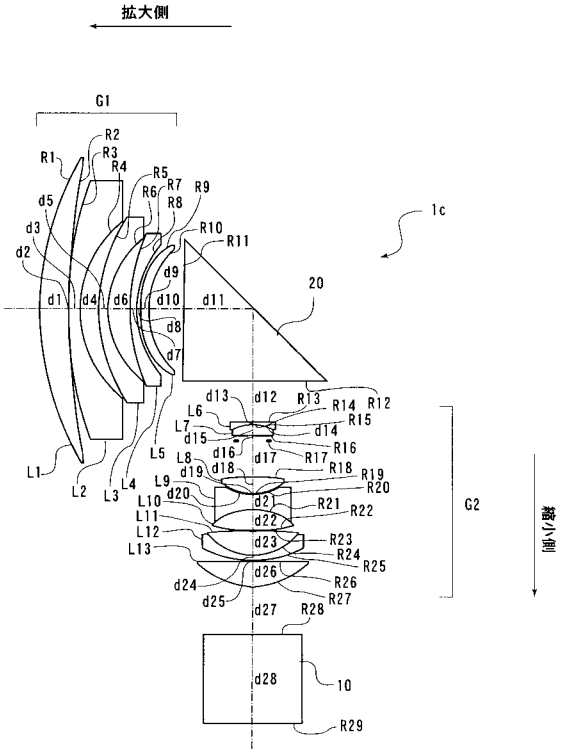
【 4 】



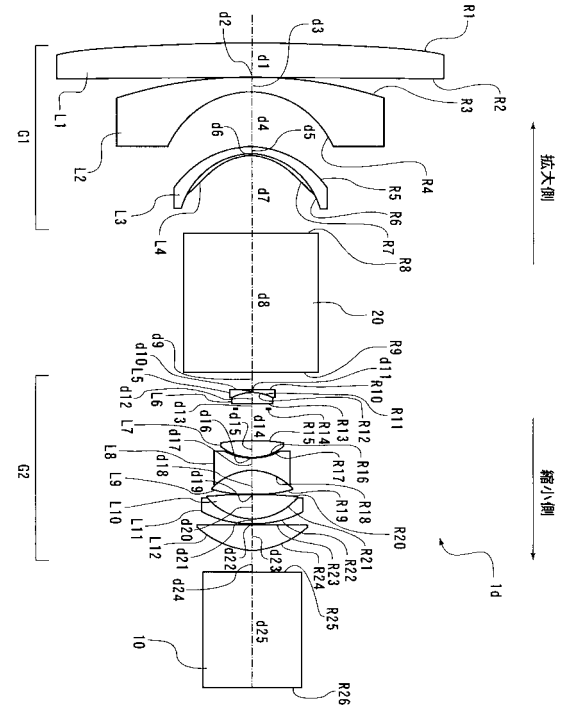
【 5 】



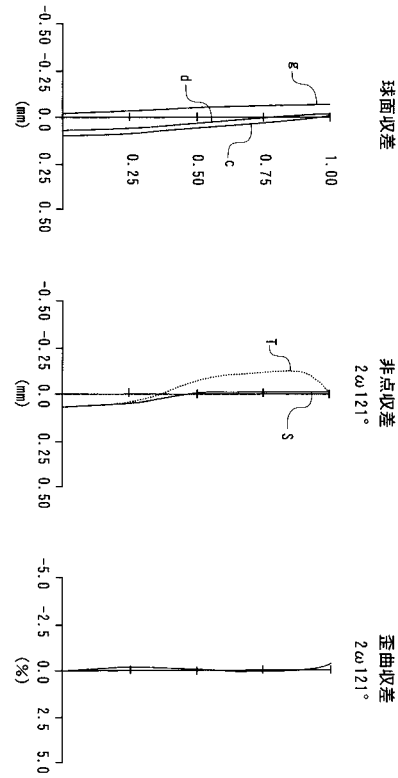
【 6 】



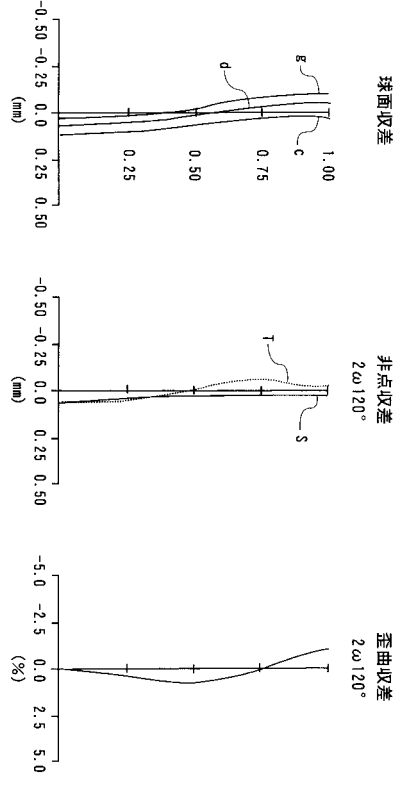
【 8 】



【 7 】



【 9 】



【手続補正書】

【提出日】平成16年9月17日(2004.9.17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

表示面の画像を拡大してスクリーン上に投影する、下記(1)~(4)の条件式を満たす投射レンズにおいて、

拡大側から縮小側へ順に全体として負の屈折力を有する第1レンズ群と、全体として正の屈折力を有する第2レンズ群とのみから構成され、前記第1レンズ群は、縮小側に凹面のみを向けた複数のレンズによって構成され、前記第2レンズ群は、絞りを挟んで拡大側に、正の屈折力を有する1枚のレンズ及び負の屈折力を有する1枚のレンズから構成され、絞りを挟んで縮小側に、複数のレンズから構成され、下記(5)~(7)の条件式を満たすことを特徴とする投射レンズ。

$$(1) \quad 2.5 < F_b$$

$$(2) \quad F < 0.65H$$

$$(3) \quad 3.0F < |EP|$$

$$(4) \quad 1.10^\circ < 2$$

$$(5) \quad 4 < T/F$$

$$(6) \quad -3.5 < F_1/F < -1.5$$

$$(7) \quad 3.0 < F_2/F < 5.5$$

但し、 F_b はレンズの縮小側最終面から像点までを空気換算した距離(mm)、 H は縮小側の最大像高(mm)、 F は投射レンズ全体の焦点距離(mm)、 EP は射出瞳距離(mm)、 2 は画角($^\circ$)、 T は第1レンズ群と第2レンズ群の間隔を空気換算した距離(mm)、 F_1 は第1レンズ群の焦点距離(mm)、 F_2 は第2レンズ群の焦点距離(mm)である。

【請求項2】

請求項1記載の投射レンズにおいて、

前記第1レンズ群が少なくとも1枚の非球面レンズを含み、前記非球面レンズが、ガラスレンズ母材の表面に樹脂層が接合されてなるハイブリッドレンズであることを特徴とする投射レンズ。

【請求項3】

請求項1または2いずれかに記載の投射レンズにおいて、

前記第2レンズ群が、少なくとも1枚の非球面レンズ及び少なくとも1組の接合レンズを含むことを特徴とする投射レンズ。

【請求項4】

請求項3記載の投射レンズにおいて、

前記接合レンズは、少なくとも1枚の正の屈折力を有するレンズと1枚の負の屈折力を有するレンズとからなり、かつ下記(8)及び(9)の条件式を満たすことを特徴とする投射レンズ。

$$(8) \quad 0.15 < |N_p - N_n|$$

$$(9) \quad 3.0 < |V_p - V_n|$$

但し、 N_p は正の屈折力を有するレンズの屈折率、 N_n は負の屈折力を有するレンズの屈折率、 V_p は正の屈折力を有するレンズのアッベ数、 V_n は負の屈折力を有するレンズのアッベ数である。

【請求項5】

請求項1~4いずれかに記載の投射レンズにおいて、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間に、光路を折り曲げる光路折り曲げ手段が配置されていることを特徴とする投射レンズ。

【請求項6】

請求項1～5いずれかに記載の投射レンズにおいて、

前記第2レンズ群の縮小側最終面から像点までの間に色合成手段が配置されていることを特徴とする投射レンズ。

【請求項7】

請求項1～6の何れかに記載される投射レンズを有することを特徴とする投写型画像表示装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

上記目的を達成するため、本発明は、第1に、表示面の画像を拡大してスクリーン上に投影する、下記(1)～(4)の条件式を満たす投射レンズにおいて、拡大側から縮小側へ順に全体として負の屈折力を有する第1レンズ群と、全体として正の屈折力を有する第2レンズ群とのみから構成され、前記第1レンズ群は、縮小側に凹面のみを向けた複数のレンズによって構成され、前記第2レンズ群は、絞りを挟んで拡大側に、正の屈折力を有する1枚のレンズ及び負の屈折力を有する1枚のレンズから構成され、絞りを挟んで縮小側に、複数のレンズから構成され、下記(5)～(7)の条件式を満たすことを特徴とする投射レンズを提供する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

(1) $25.0 < F_b$ 、(2) $F < 0.65H$ 、(3) $30F < |EP|$ 、(4) $110^\circ < 2$ 、(5) $4 < T/F$ 、(6) $-3.5 < F_1/F < -1.5$ 、(7) $3.0 < F_2/F < 5.5$

但し、 F_b はレンズの縮小側最終面から像点までを空気換算した距離(mm)、 H は縮小側の最大像高(mm)、 F は投射レンズ全体の焦点距離(mm)、 EP は射出瞳距離(mm)、 T は第1レンズ群と第2レンズ群の間隔を空気換算した距離(mm)、 2 は画角($^\circ$)、 F_1 は第1レンズ群の焦点距離(mm)、 F_2 は第2レンズ群の焦点距離(mm)である。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

これらの条件式(1)～(5)を満足することによって、バックフォーカスの必要な長さを確保し、画面上の色むらを防止し、光路を折り曲げることが可能になると共に、 110° 以上という高画角化を達成し、各種の収差を良好に補正することができる。

また、条件式(6)及び(7)を満足することによって、第1レンズ群と第2レンズ群のパワー配分を適切にし、収差の補正を確保することができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 5

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 1 6】

本発明は、第 2 に、上記第 1 の投射レンズにおいて、前記第 1 レンズ群が少なくとも 1 枚の非球面レンズを含み、前記非球面レンズが、ガラスレンズ母材の表面に樹脂層が接合されてなるハイブリッドレンズである投射レンズを提供する。

大きな非球面量を有する非球面レンズを用いることによって、非点収差、像面湾曲、デイスティーションなどの諸収差を効果的に補正し、高性能な投射レンズとすることができる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 7

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 1 8】

このようなハイブリッドレンズは、第 1 レンズ群に必要なレンズの枚数を減らし、低コスト化を達成することができる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 1 9】

本発明は、第 3 に、上記第 1 または 2 いずれかの投射レンズにおいて、前記第 2 レンズ群が、少なくとも 1 枚の非球面レンズ及び少なくとも 1 組の接合レンズを含むことを特徴とする投射レンズを提供する。

第 2 レンズ群をこのような構成とすることにより、色収差を良好に補正することができる。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 2 0】

本発明は、第 4 に、上記第 3 の投射レンズにおいて、前記接合レンズは、少なくとも 1 枚の正の屈折力を有するレンズと 1 枚の負の屈折力を有するレンズとからなり、かつ下記 (8) 及び (9) の条件式を満たすことを特徴とする投射レンズを提供する。

(8) $0.15 < |N_p - N_n|$ 、(9) $3.0 < |V_p - V_n|$

但し、 N_p は正の屈折力を有するレンズの屈折率、 N_n は負の屈折力を有するレンズの

屈折率、 V_p は正の屈折力を有するレンズのアッペ数、 V_n は負の屈折力を有するレンズのアッペ数である。

条件式(8)と(9)の条件を満たす接合レンズを用いることによって、色収差を効果的に補正することができる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

本発明は、第5に、上記第1～4いずれかの投射レンズにおいて、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間に、光路を折り曲げる光路折り曲げ手段が配置されていることを特徴とする投射レンズを提供する。

投射レンズ中の光路を折り曲げることによって、投射装置がスクリーンの後方に張り出すことを防ぎ、装置全体をコンパクトにすることができる。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

本発明は、第6に、上記第1～5いずれかの投射レンズにおいて、前記第2レンズ群の縮小側最終面から像点までの間に色合成手段が配置されていることを特徴とする投射レンズを提供する。

本発明の投射レンズは長いバックフォーカスを確保できるため、第2レンズの後方に色合成手段を配置することが可能である。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

本発明は、第7に、第1～6の何れかに記載される投射レンズを有することを特徴とする投写型画像表示装置を提供する。

超広角で投射距離が短い高性能な投射レンズを用いているため、奥行き短い投写型画像表示装置とすることができる。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

図1にリア方式の投写型画像表示装置の一例の概略構成図を示す。本発明の投射レンズは、リア方式の投写型画像表示装置100の投射レンズとして好適に用いられる。投写型画像表示装置100は、外光による影響を減らすために、投射装置110と透過型スクリーン120を1つのキャビネット130に収め、キャビネット130前面の透過型スクリーン120の裏面に向けて背面の投射装置110の投射レンズ1から照射する。鑑賞者はスクリーン120に拡大投映された画像を透過型スクリーン120の表面側から見ることになる。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0032】

本発明の投射レンズは、下記(1)~(4)を満たす、拡大側から縮小側へ順に全体として負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、全体として正の屈折力を有する第2レンズ群G2を有し、110度以上、好ましくは120度以上の画角を有する。このような超広角の画角とするために、下記(5)~(7)の条件式を満たすことが必要である。

$$(1) 25.0 < Fb$$

$$(2) F < 0.65H$$

$$(3) 30F < |EP|$$

$$(4) 110^\circ < 2$$

$$(5) 4 < T/F$$

$$(6) -3.5 < F_1/F < -1.5$$

$$(7) 3.0 < F_2/F < 5.5$$

但し、 Fb はレンズの縮小側最終面から像点までを空気換算した距離(mm)、 H は縮小側の最大像高(mm)、 F は投射レンズ全体の焦点距離(mm)、 EP は射出瞳距離(mm)、 2 は画角($^\circ$)、 T は第1レンズ群と第2レンズ群の間隔を空気換算した距離(mm)、 F_1 は第1レンズ群の焦点距離(mm)、 F_2 は第2レンズ群の焦点距離(mm)である。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

条件式(5)は、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔を確保するための条件式である。条件式(5)を満たすことによって、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔を大きくし、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2のパワーが大きくなり過ぎることを防止し、レンズの結像性能を向上させることができると共に、この空間にミラー又はプリズムの光路折り曲げ手段を配置して光路を折り曲げることによって投射装置を小型化することができる。第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔を空気換算した距離Tの大きさに制限はなく、装置の小型化を阻害しない程度まで大きくすることができる。

これらの条件式(1)~(5)を満足することによって、110度以上という高画角化が達成されると共に、各種の収差を良好に補正することができる。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

更に、110度以上という高画角化を達成するためには、下記(6)及び(7)の条件式を満たすことが好ましい。

$$(6) -3.5 < F_1/F < -1.5$$

$$(7) 3.0 < F_2/F < 5.5$$

但し、 F_1 は第1レンズ群G1の焦点距離(mm)、 F_2 は第2レンズ群G2の焦点距離(mm)である。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 8 】

条件式 (6) は、第 1 レンズ群 G 1 のパワー配分を規定し、収差の補正を確保するための条件式である。条件式 (6) の上限を超えると、第 1 レンズ群 G 1 のパワーが強くなり過ぎ、歪曲収差やコマ収差などの補正が困難になる場合がある。一方、条件式 (6) の下限を超えると、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔が大きくなり、第 1 レンズ群 G 1 のレンズ径が過大になる場合がある。

【手続補正 1 9】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 9 】

条件式 (7) は、第 2 レンズ群 G 2 のパワー配分を規定し、収差の補正を確保するための条件式である。条件式 (7) の上限を超えると、第 2 レンズ群 G 2 のパワーが小さくなり、レンズバックを確保することが困難になる場合がある。一方、条件式 (7) の下限を超えると、第 2 レンズ群 G 2 のパワーが大きくなり過ぎ、倍率色収差や像面湾曲などの収差補正が困難となる場合がある。

【手続補正 2 0】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 4 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 4 0 】

また、第 1 レンズ群 G 1 が少なくとも 1 枚の非球面レンズを含むことが好ましい。

【手続補正 2 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 4 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 4 1 】

第 1 レンズ群 G 1 に大きな非球面量を有する非球面レンズを用いることによって、非点収差、像面湾曲、ディストーションなどの諸収差を効果的に補正し、高性能な投射レンズとすることができる。このような非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の拡大側の最初の面、縮小側の最終面又は最終面の一つ前の面に配置することが有効である。

また、ガラスレンズ母材の表面に樹脂層が接合されてなるハイブリッドレンズを用いることが好ましい。

【手続補正 2 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 4 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 4 2 】

このようなハイブリッドレンズは、樹脂層の最大厚みを 1 ~ 1 0 m m と厚くすることが可能である。このようなハイブリッドレンズを用いることによって、第 1 レンズ群 G 1 に必要なレンズの枚数を減らし、投射レンズ全体の長さを短くできると共に、低コスト化を達成することができる。

【手続補正 2 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0045】

第2レンズ群G2に含まれる接合レンズは、少なくとも1枚の正の屈折力のレンズと1枚の負の屈折力のレンズとからなり、かつ下記(8)及び(9)の条件式を満たすことが好ましい。

$$(8) \quad 0.15 < |N_p - N_n|$$

$$(9) \quad 30 < |V_p - V_n|$$

但し、 N_p は正の屈折力のレンズの屈折率、 N_n は負の屈折力のレンズの屈折率、 V_p は正の屈折力のレンズのアッベ数、 V_n は負の屈折力のレンズのアッベ数である。

条件式(8)と(9)の条件を満たす接合レンズを用いることによって、色収差を効果的に補正することができる。

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0047】

(実施例1)

表1に実施例1の設計データを示す。表1には、図2に示すレンズ断面図における各レンズ面 R_i の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚及び各レンズ間の空気間隔 d_i (mm)、拡大側より縮小側へ順に i 番目の光学材料の d 線に対する屈折率 N_d とアッベ数 V_d が示されている。また、表1の下段に下記非球面式における非球面係数の k 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} を示す。

【数1】

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + A_4r^4 + A_6r^6 + A_8r^8 + A_{10}r^{10}$$

但し、 z は曲面の座標値、 r は光軸と直交する方向における光軸からの距離、 c はレンズ頂点における曲率、 k 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} はそれぞれ非球面係数である。

【表 1】

面 No	曲率半径 R	間隔 d	Nd	Vd	
1	119.56	11.0	1.60311	60.7	L1
2	267.95	0.1			
3	151.25	4.5	1.77250	49.6	L2
4	40.73	6.4			
5	57.93	3.2	1.77250	49.6	L3
6	34.05	7.1			
7	60.04	2.8	1.77250	49.6	L4
8	29.71	7.1			
9	78.59	3.5	1.49180	57.5	L5 非球面レンズ
10	32.28	55.4			
11	70.03	1.0	1.80400	46.6	L6
12	12.13	0.1			
13	12.64	3.5	1.76182	26.6	L7
14	-235.77	1.6			
15	∞	10.7			絞り
16	117.04	5.0	1.49700	81.6	L8
17	-16.625	0.1			
18	-21.01	4.4	1.72047	34.7	L9,L10 貼合せレンズ
19	17.892	7.5	1.49700	81.6	
20	-52.23	0.1			
21	154.69	7.9	1.49700	81.6	L11,L12 貼合せレンズ
22	-19.785	1.7	1.72047	34.7	
23	-36.25	0.1			
24	389.78	8.5	1.48749	70.1	L13 非球面レンズ
25	-21.14	6.6			
26	∞	37.0	1.51633	64.1	プリズム
27	∞				

非球面データ

面 No	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
9	7.4685	2.0797E-05	-1.1810E-08	1.2767E-11	1.1840E-14
25	-1.6613	-9.2184E-07	-1.5153E-08	3.6094E-12	-6.4012E-14

この実施例 1 の投射レンズ 1 a の第 1 レンズ群 G 1 を構成する最終の第 5 番目のレンズ L 5 の拡大側に面した第 9 面が、非球面である。また、第 2 レンズ群 G 2 の最終のレンズの第 1 3 番目のレンズ L 1 3 の縮小側に面した最終面である第 2 5 面が非球面となっている。なお、絞り R 1 5 は第 2 レンズ群 G 2 を構成する 2 番目のレンズ L 7 と 3 番目のレンズ L 8 の間に配置されている。また、第 2 レンズ群 G 2 を構成する、第 9 番目のレンズ L 9 と次の第 1 0 番目のレンズ L 1 0 とが、第 1 1 番目のレンズ L 1 1 と次の第 1 2 番目のレンズ L 1 2 とが、それぞれ貼り合わせレンズとなっている。

【手続補正 2 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

(実施例2)

表2に実施例2の設計データを示す。表2には、図4のレンズ断面図における各レンズ面 R_i の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚及び各レンズ間の空気間隔 d_i (mm)、拡大側より縮小側へ順に i 番目の光学材料の d 線に対する屈折率 N_d とアッペ数 V_d が示されている。また、表2の下段に前述した非球面式における非球面係数の k 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} を示す。

【表2】

面No	曲率半径R	間隔d	N_d	V_d	
1	-80.86	0.5	1.54860	44.3	L1,L2 貼合せレンズ
2	120	2.5	1.77250	49.6	
3	44.996	22.1			
4	-279.47	3.2	1.77250	49.6	L3
5	52.51	53.6			
6	70.03	1.0	1.80400	46.6	L4
7	12.13	0.1			
8	12.64	3.5	1.76182	26.6	L5
9	-235.77	1.6			
10	∞	10.7			絞り
11	117.04	5.0	1.49700	81.6	L6
12	-16.625	0.1			
13	-21.01	4.4	1.72047	34.7	L7,L8 貼合せレンズ
14	17.892	7.5	1.49700	81.6	
15	-52.23	0.1			
16	154.69	7.9	1.49700	81.6	L9,L10 貼合せレンズ
17	-19.785	1.7	1.72047	34.7	
18	-36.25	0.1			
19	389.78	8.5	1.48749	70.1	L11 非球面レンズ
20	-21.14	6.6			
21	∞	37.0	1.51633	64.1	プリズム
22	∞				

非球面データ

面No	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
1	-13.2299	9.0658E-06	-7.8959E-09	4.6057E-12	-1.4352E-15
20	-1.6613	-9.2184E-07	-1.5153E-08	3.6094E-12	-6.4012E-14

実施例2の投射レンズ1bの第1レンズ群G1を構成する第1番目のレンズL1と第2番目のレンズL2がハイブリッドレンズを構成しており、第1番目のレンズL1の拡大側に向いている第1面が非球面である。このハイブリッドレンズの樹脂層は中心の厚みが約0.5mm、最大樹脂層厚約5mmである。また、第2レンズ群G2の最終のレンズである第11番目のレンズL11の縮小側に面した最終面である第20面が非球面となっている。なお、絞りR10は第2レンズ群G2を構成する2番目のレンズL5と3番目のレンズL6間に配置されている。更に、第2レンズ群G2を構成する、第7番目のレンズL7と次の第8番目のレンズL8とが、第9番目のレンズL9と次の第10番目のレンズL1

0 とが、それぞれ貼り合わせレンズとなっている。

【手続補正 26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0051】

(実施例 3)

表 3 に実施例 3 の設計データを示す。表 3 には、図 6 のレンズ断面図における各レンズ面 R_i の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚及び各レンズ間の空気間隔 d_i (mm)、拡大側より縮小側へ順に i 番目の光学材料の d 線に対する屈折率 N_d とアッベ数 V_d が示されている。また、表 3 の下段に前述した非球面式における非球面係数の k 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} を示す。

【表 3】

面 No	曲率半径 R	間隔 d	Nd	Vd	
1	90.83	8.1	1.60311	60.7	L1
2	206.15	0.1			
3	116.43	3.5	1.77250	49.6	L2
4	32.52	5.6			
5	50.10	2.5	1.77250	49.6	L3
6	26.59	6.6			
7	56.94	2.1	1.77250	49.6	L4
8	30.55	0.8			
9	47.86	2.6	1.49180	57.5	L5 非球面レンズ
10	25.78	10.0			
11	∞	42.0	1.62004	36.3	プリズム
12	∞	11.5			
13	81.17	1.5	1.74320	49.3	L6
14	12.873	0.1			
15	13.578	3.5	1.76182	26.6	L7
16	-148.13	1.2			
17	∞	10.3			絞り
18	149.84	4.7	1.60311	60.7	L8
19	-15.09	0.1			
20	-16.70	4.5	1.72047	34.7	L9,L10 貼合せレンズ
21	16.70	6.2	1.49700	81.6	
22	-84.06	0.1			
23	116.93	7.2	1.49700	81.6	L11,L12 貼合せレンズ
24	-18.388	1.4	1.83400	37.2	
25	-28.67	0.1			
26	∞	7.7	1.48749	70.1	L13 非球面レンズ
27	-21.224	13.4			
28	∞	26.6	1.51633	64.1	プリズム
29	∞				

非球面データ

面 No	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
9	1.4479	3.1475E-05	-1.1439E-08	1.4321E-11	9.4917E-14
27	-1.6613	-9.2184E-07	-1.5153E-08	3.6094E-12	-6.4012E-14

この投射レンズ 1 c は、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間に光路を折り曲げるプリズム 2 0 が配置され、光路を 90 度折り曲げる構成になっており、投写型画像表示装置の小型化に寄与できる。第 1 レンズ群 G 1 を構成する最終の第 5 番目のレンズ L 5 の拡大側に面した第 9 面が非球面である。また、第 2 レンズ群 G 2 の最終のレンズの第 13 番目のレンズ L 13 の縮小側に面した最終面である第 27 面が非球面となっている。なお、絞り R 17 は第 2 レンズ群 G 2 を構成する 2 番目のレンズ L 7 と 3 番目のレンズ L 8 の間に配置されている。また、第 2 レンズ群 G 2 を構成する、第 9 番目のレンズ L 9 と次の第 10 番目のレンズ L 10 とが、第 11 番目のレンズ L 11 と次の第 12 番目のレンズ L 12 とが、それぞれ貼り合わせレンズとなっている。

【手続補正 27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0054】

また、第1レンズ群G1を構成する第3番目のレンズL3と第4番目のレンズL4とが貼り合わせのハイブリッドレンズとなっており、第1レンズ群G1の最終面の樹脂層の第7面が非球面である。また、第2レンズ群G2の最終のレンズの第12番目のレンズL12の縮小側に面した最終面である第24面が非球面となっている。なお、絞りR14は第2レンズ群G2を構成する2番目のレンズL6と3番目のレンズL7の間に配置されている。また、第2レンズ群G2を構成する、第8番目のレンズL8と次の第9番目のレンズL9とが、第10番目のレンズL10と次の第11番目のレンズL11とが、それぞれ貼り合わせレンズとなっている。

フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA06 KA07 LA03 NA02 PA07 PA10 PA16 PA20 PB11 PB13
QA02 QA03 QA07 QA12 QA19 QA22 QA26 QA34 QA42 QA45
RA05 RA12 RA13 RA32 RA41 UA01
2K103 AA05 AA11 AB07 BC23 CA75 CA76