

(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2011-209564

(P2011-209564A)

(43) 公開日 平成23年10月20日(2011.10.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 13/24 (2006.01)	G02B 13/24	2H087
G02B 13/18 (2006.01)	G02B 13/18	2K103
G02B 13/04 (2006.01)	G02B 13/04	D
G03B 21/14 (2006.01)	G03B 21/14	Z

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2010-78038 (P2010-78038)
 (22) 出願日 平成22年3月30日 (2010.3.30)

(71) 出願人 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛
 (72) 発明者 山本 力
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
 番地 フジノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写用レンズおよびこれを用いた投写型表示装置

(57) 【要約】

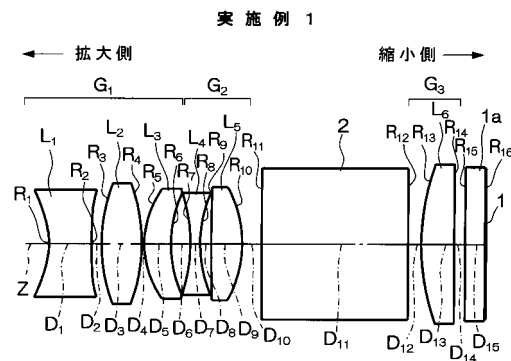
【課題】系全体の短縮化および拡大側レンズの外径の小型化を図ることで、レンズ系のコンパクト化を図り得る投写用レンズ、および投写型表示装置を得る。

【解決手段】拡大側から順に、正の第1群G₁と、負の第2群G₂と、正の第3群G₃からなるとともに、縮小側がテレセントリックに構成されてなり、以下の条件式(1)、(2)を満足する。

$$0.30 < d_{23} / f_3 < 0.65 \quad (1) \quad , \quad 1.0 < |D_{12} / f_f| < 2.0 \quad (2)$$

ここで、d₂₃は第2群G₂と第3群G₃の空気換算間隔、f₃は第3群G₃の焦点距離、D₁₂は第1群G₁および第2群G₂の全体の長さ、f_fは全系の最も拡大側面から全系の拡大側焦点位置までの距離、である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

拡大側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負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 レンズ群とからなるとともに、縮小側がテレセントリックに構成されてなり、

以下の条件式 (1)、(2) を満足するように構成されてなることを特徴とする投写用レンズ。

$$0.30 < d_{23} / f_3 < 0.65 \quad (1)$$

$$1.0 < |D_{12} / ff| < \quad (2)$$

ここで、

d_{23} : 前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の空気換算間隔

f_3 : 前記第 3 レンズ群の焦点距離

D_{12} : 前記第 1 レンズ群および前記第 2 レンズ群の全体の長さ

ff : 全系の最も拡大側面から全系の拡大側焦点位置までの距離

【請求項 2】

以下の条件式 (3) を満足することを特徴とする請求項 1 記載の投写用レンズ。

$$bf / f_3 < 0.2 \quad (3)$$

ここで、

bf : 全系の空気換算バックフォーカス

【請求項 3】

以下の条件式 (4) を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の投写用レンズ。

$$1.2 < f_3 / f < 1.9 \quad (4)$$

ここで、

f : 全系の焦点距離

【請求項 4】

以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうちいずれか 1 項記載の投写用レンズ。

$$0.4 < D_{12} / f_3 < 1.1 \quad (5)$$

【請求項 5】

以下の条件式 (6) を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のうちいずれか 1 項記載の投写用レンズ。

$$0.2 < f_1 / f < 1.0 \quad (6)$$

ここで、

f_1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離

【請求項 6】

以下の条件式 (7) を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のうちいずれか 1 項記載の投写用レンズ。

$$-3.5 < f_2 / f < -0.5 \quad (7)$$

ここで、

f_2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

【請求項 7】

前記第 1 レンズ群は、拡大側から順に、負の G_{11} レンズ、正の G_{12} レンズおよび正の G_{13} レンズからなること、または拡大側から順に、負の G_{11} レンズおよび正の G_{12} レンズからなること、を特徴とする請求項 1 ~ 6 のうちいずれか 1 項記載の投写用レンズ。

【請求項 8】

前記第 2 レンズ群は、拡大側から順に、負の G_{21} レンズおよび正の G_{22} レンズからなることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のうちいずれか 1 項記載の投写用レンズ。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

前記第3レンズ群は、正の $G_{3,1}$ レンズのみからなることを特徴とする請求項1～8のうちいずれか1項記載の投写用レンズ。

【請求項10】

前記第2レンズ群と第3レンズ群の間の領域で照明光と投写光の分離を行うことを特徴とする請求項1～9のうちいずれか1項記載の投写用レンズ。

【請求項11】

前記第2レンズ群と第3レンズ群の間の領域で複数のライトバルブからの光束を合成することを特徴とする請求項1～9のうちいずれか1項記載の投写用レンズ。

【請求項12】

前記第1レンズ群よりも拡大側の位置に絞りが配されていることを特徴とする請求項1～11のうちいずれか1項記載の投写用レンズ。

【請求項13】

光源と、ライトバルブと、該光源からの光束を該ライトバルブへ導く照明光学部と、請求項1～12のうちいずれか1項記載の投写用レンズとを備え、前記光源からの光束を前記ライトバルブで光変調し、該投写用レンズによりスクリーンに投影することを特徴とする投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、投写型表示装置に搭載される投写用レンズおよびその投写型表示装置に関し、特に透過型液晶、反射型液晶、あるいはDMD（デジタル・マイクロミラー・デバイス）等のライトバルブを搭載した小型のプロジェクタ装置に好適に用いられる投写用レンズおよび投写型表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年のプロジェクタの普及スピードは急激であり、それと共に利便性や設置性が良好で、小型、軽量かつ安価なプロジェクタが求められている。また、その要求に応えるべく、プロジェクタに使用される投写用レンズとしても、小型で軽量、かつ安価な投写用レンズが求められている。

【0003】

特に、バックフォーカスを短くすることで投写用レンズの縮小側レンズの外径をコンパクトにすることができるが、そのような投写用レンズとして、下記特許文献1、2に記載された投写用レンズが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4164283号公報

【特許文献2】特開2005-215310号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1、2に開示されたものは、縮小側レンズの外径を小さくすることができるものの、レンズ構成枚数が10～11枚と多く、全長が長くなり過ぎているため、また、拡大側のレンズの外径が大型化することに対する配慮がなされていないため、系全体で見ればコンパクト化が十分に図られているとはいえない。

【0006】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、系全体の短縮化および拡大側レンズの外径の小型化を図ることで、レンズ系のコンパクト化を図り得る投写用レンズ、および投写型表示装置を提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の投写用レンズは、拡大側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負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レンズ群とからなるとともに、縮小側がテレセントリックに構成されてなり、

以下の条件式(1)、(2)を満足するように構成されてなることを特徴とするものである。

$$0.30 < d_{23} / f_3 < 0.65 \quad (1)$$

$$1.0 < |D_{12} / ff| \quad (2)$$

ここで、

d_{23} : 前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の空気換算間隔

f_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離

D_{12} : 前記第1レンズ群および前記第2レンズ群の全体の長さ

ff : 全系の最も拡大側面から全系の拡大側焦点位置までの距離

10

【0008】

また、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$bf / f_3 < 0.2 \quad (3)$$

ここで、

bf : 全系の空気換算バックフォーカス

【0009】

また、以下の条件式(4)を満足することが好ましい。

$$1.2 < f_3 / f < 1.9 \quad (4)$$

ここで、

f : 全系の焦点距離

20

【0010】

また、以下の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$0.4 < D_{12} / f_3 < 1.1 \quad (5)$$

【0011】

また、以下の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$0.2 < f_1 / f < 1.0 \quad (6)$$

ここで、

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

30

【0012】

また、以下の条件式(7)を満足することが好ましい。

$$-3.5 < f_2 / f < -0.5 \quad (7)$$

ここで、

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離

【0013】

また、前記第1レンズ群は、拡大側から順に、負の G_{11} レンズ、正の G_{12} レンズおよび正の G_{13} レンズからなること、または拡大側から順に、負の G_{11} レンズおよび正の G_{12} レンズからなること、が好ましい。

40

【0014】

また、前記第2レンズ群は、拡大側から順に、負の G_{21} レンズおよび正の G_{22} レンズからなることが好ましい。

【0015】

また、前記第3レンズ群は、正の G_{31} レンズのみからなることが好ましい。

【0016】

また、前記第2レンズ群と第3レンズ群の間の領域で照明光と投写光の分離を行うことが好ましい。

【0017】

50

また、前記第2レンズ群と第3レンズ群の間の領域で複数のライトバルブからの光束を合成することが好ましい。

【0018】

また、前記第1レンズ群よりも拡大側の位置に絞りが配されていることが好ましい。

【0019】

また、本発明の投写型表示装置は、光源と、ライトバルブと、該光源からの光束を該ライトバルブへ導く照明光学部と、上記いずれかの投写用レンズとを備え、前記光源からの光束を前記ライトバルブで光変調し、該投写用レンズによりスクリーンに投影することを特徴とするものである。

【0020】

なお、上記「拡大側」とは、被投写側（スクリーン側）を意味し、縮小投影する場合も、便宜的にスクリーン側を拡大側と称するものとする。一方、上記「縮小側」とは、原画像表示領域側（ライトバルブ側）を意味し、縮小投影する場合も、便宜的にライトバルブ側を縮小側と称するものとする。

【発明の効果】

【0021】

本発明の投写用レンズおよびこれを用いた投写型表示装置によれば、正、負、正の3群構成からなり、さらに上述したように条件式(1)、(2)を満足するように構成されている。

【0022】

このように、本発明の投写用レンズおよびこれを用いた投写型表示装置によれば、条件式(1)を満足することにより、第2レンズ群と第3レンズ群の間の領域に、照明光と投写光の分離処理を行なうための光束分離光学系、あるいは複数の変調素子からの光束を合成する光束合成光学系等を挿入することを可能としつつ、全系の全長が過大となるのを抑制することができる。すなわち、本発明の投写用レンズにおいては、レンズ系内の第2レンズ群と第3レンズ群の間に光学プリズム挿入用のスペースを設け、レンズ系の縮小側には余り間を空けずにライトバルブを配置しうる特有の構成とされており、これにより縮小側レンズの外径を小さくすることが可能である。

【0023】

また、条件式(2)を満足することにより、系の縮小側をテレセントリックに保ちつつ、拡大側レンズの外径を小さくすることが可能となる。すなわち、条件式(2)を満足することにより、第1レンズ群と第2レンズ群の長さの和を抑制することができ、条件式(1)の上限値の規定と相俟って、レンズ全長の短縮化、コンパクト化を図ることができる。また、条件式(2)を満足することは、全系の最も拡大側面から全系の拡大側焦点位置までの距離 f_f が極めて短いことを意味し、また系の縮小側がテレセントリックとされていることから、拡大側レンズ付近に、光束が最も絞られる前側焦点が位置することになる。これにより、従来技術において課題とされていた、拡大側レンズの外径のコンパクト化を図ることができ、レンズ系全体としてのコンパクト化も図ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】実施例1に係る投写用レンズのレンズ構成図である。

【図2】実施例2に係る投写用レンズのレンズ構成図である。

【図3】実施例3に係る投写用レンズのレンズ構成図である。

【図4】実施例4に係る投写用レンズのレンズ構成図である。

【図5】実施例5に係る投写用レンズのレンズ構成図である。

【図6】実施例6に係る投写用レンズのレンズ構成図である。

【図7】実施例1に係る投写用レンズの各収差図((i)は球面収差、(ii)は非点収差、(iii)ディストーションおよび(iv)倍率色収差)、拡大倍率72.0倍)である。

【図8】実施例2に係る投写用レンズの各収差図((i)は球面収差、(ii)は非点収差、(iii)ディストーションおよび(iv)倍率色収差)、拡大倍率72.0倍)である。

10

20

30

40

50

【図9】実施例3に係る投写用レンズの各収差図((i)は球面収差、(ii)は非点収差、(iii)ディストーションおよび(iv)倍率色収差)拡大倍率72.0倍)である。

【図10】実施例4に係る投写用レンズの各収差図((i)は球面収差、(ii)は非点収差、(iii)ディストーションおよび(iv)倍率色収差)拡大倍率72.0倍)である。

【図11】実施例5に係る投写用レンズの各収差図((i)は球面収差、(ii)は非点収差、(iii)ディストーションおよび(iv)倍率色収差)拡大倍率72.0倍)である。

【図12】実施例6に係る投写用レンズの各収差図((i)は球面収差、(ii)は非点収差、(iii)ディストーションおよび(iv)倍率色収差)拡大倍率72.0倍)である。

【図13】本実施形態において、透過型LCDパネル(RGB用の3板タイプ)とクロスダイクロプリズムを用いた光学系の概念図である。

10

【図14】本実施形態において、反射型LCDパネル(単板タイプ)とPBSプリズムを用いた光学系の概念図である。

【図15】本実施形態において、DMD表示パネルとTIRプリズムを用いた光学系の概念図である。

【図16】本実施形態において、DMD表示パネルとミラーを用いた光学系の概念図である。

【図17】本発明の一実施形態に係る投写型表示装置の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

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は本発明に係る実施例1の投写用レンズの基本構成を示すものである。図1に示す投写用レンズを本実施形態の代表例として、以下に説明する。

20

【0026】

すなわちこの投写用レンズは、拡大側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 と、負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、からなるとともに、縮小側がテレセントリックに構成されてなり、少なくとも以下の条件式(1)、(2)を満足するように構成されてなるものである。

$$0.30 \quad d_{23}/f_3 \quad 0.65 \quad (1)$$

$$1.0 \quad |D_{12}/ff| \quad (2)$$

ここで、

d_{23} : 第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 の空気換算間隔

f_3 : 第3レンズ群 G_3 の焦点距離

D_{12} : 第1レンズ群 G_1 および第2レンズ群 G_2 の全体の長さ

ff : 全系の最も拡大側面から全系の拡大側焦点位置までの距離

30

【0027】

上記条件式(1)は、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 との間に、光学プリズムを挿入し得る広い間隔を空ける、という本実施形態に係る投写用レンズの基本的な形状を表すものであり、この条件式(1)を満足することにより、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 の間隔が、照明光と投写光の分離処理を行なうための光束分離光学系、あるいは複数の変調素子からの光束を合成する光束合成光学系等を挿入することを可能としつつ、全系の全長が長くなり過ぎるのを抑制することができる。また、第3レンズ群 G_3 のバックを短縮できることから縮小側レンズの外径を小さくすることができる。なお、この条件式(1)の上限を上回ると、レンズ全長が長くなり過ぎてしまい、一方、その下限を下回ると、照明光と投写光の分離処理を行なうための光束分離光学系、あるいは複数の変調素子からの光束を合成する光束合成光学系等を挿入することが困難となる。

40

【0028】

このような鑑点から、上記条件式(1)に替えて下記条件式(1')を満足することが好ましい。

$$0.35 \quad d_{23}/f_3 \quad 0.55 \quad (1')$$

【0029】

50

また、上記条件式(2)を満足することは、全系の最も拡大側面から全系の拡大側焦点位置までの距離 $f f$ が極めて短いことを意味し、また系の縮小側がテレセントリックとされていることから、拡大側レンズ付近に、光束が最も絞られる前側焦点が位置することになる。このように、条件式(2)を満足することにより、拡大側レンズの外径はコンパクトなものにし得ることになるから、結局、レンズ系全体のコンパクト化を図ることが可能となる。また、条件式(2)を満足することは、第1レンズ群と第2レンズ群の長さの和を抑制することになるから、レンズ全長の短縮化を図ることができ、そのような鑑点からも系全体のコンパクト化を図ることができる。

【0030】

このような鑑点から、上記条件式(2)に替えて下記条件式(2')を満足することが好ましく、(2'')を満足することがさらに好ましい。

$$1.5 \quad |D_{12} / f f| \quad (2')$$

$$3.0 \quad |D_{12} / f f| \quad (2'')$$

【0031】

また、上記第1レンズ群 G_1 は、拡大側から順に、負の第 G_{11} レンズ(第1レンズ L_1)、正の第 G_{12} レンズ(第2レンズ L_2)および正の第 G_{13} レンズ(第3レンズ L_3)からなる(実施例1、2、4、5を参照)こと、または拡大側から順に、負の第 G_{11} レンズ(第1レンズ L_1)および正の第 G_{12} レンズ(第2レンズ L_2)からなる(実施例3、6を参照)ことが好ましい。

【0032】

また、上記第2レンズ群 G_2 は、拡大側から順に、負の第 G_{21} レンズ(実施例1、2、4、5では第4レンズ L_4 、実施例3、6では第3レンズ L_3)および正の第 G_{22} レンズ(実施例1、2、4、5では第5レンズ L_5 、実施例3、6では第4レンズ L_4)からなることが好ましい。

【0033】

また、上記第3レンズ群 G_3 は、正の G_{31} レンズ(実施例1、2、4、5では第6レンズ L_6 、実施例3、6では第5レンズ L_5)のみからなることが好ましい。

【0034】

また、上記第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 の間の領域で、照明光と投写光の分離処理、あるいは複数の空間変調素子からの光束を合成する処理を行うことが好ましい。

【0035】

また、上記第1レンズ群 G_1 よりも拡大側の位置に絞り(またはマスク)が配されていることが好ましい。または該第1レンズ群 G_1 内において、最も拡大側のレンズ(G_{11} レンズ)と拡大側から2番目のレンズ(G_{12} レンズ)の間の位置に絞り(またはマスク)を配するようにしてもよい。

【0036】

具体的な各レンズ形状等については、下記の各実施例において説明する。

なお、第3レンズ群 G_3 と、画像表示面1との間には、赤外線をカットするフィルタやローパスフィルタ等を含むフィルタ1aが、また、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 との間には、光束分離光学系または光束合成光学系に相当するガラスブロック(光学プリズム)2が配設されている。なお、図中Zは光軸を表している。

【0037】

ところで、上記第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 との間に配設するガラスブロック(光学プリズム)2としては、例えば、図13~図16に示す態様のものを含む種々のタイプのものですることができる。

【0038】

すなわち、例えば、図13に示すように、各3色光に対応する透過型液晶表示パネルにより変調され、その画像表示面1B、1G、1Rから射出された各色光が、各々に対応する第3レンズ群 G_3 を通過した後、これら第3レンズ群 G_3 と第2レンズ群 G_2 との間に挿入されたクロスダイクロミックプリズム2aによって合成され、第2レンズ群 G_2 およ

10

20

30

40

50

び第1レンズ群 G_1 を通過した後、図示されないスクリーンに向けて投写される。

【0039】

また、例えば、図14に示すように、光軸 Z に対して直交する方向から入射した照明光を、反射型液晶表示パネルの画像表示面 $1P$ 方向に偏向するとともに、反射型液晶表示パネルの画像表示面 $1P$ から射出された変調光を光軸 Z に沿って直進せしめる PBS プリズム $2b$ が、第3レンズ群 G_3 と第2レンズ群 G_2 との間に挿入されており、 PBS プリズム $2b$ によって、照明光と変調光が分離されることとなる。なお、この後、分離された変調光は、第2レンズ群 G_2 および第1レンズ群 G_1 を通過し、図示されないスクリーンに向けて投写される。

【0040】

また、例えば、図15に示すように、光軸 Z に対して斜め下方向から入射した照明光を、 DMD 表示パネルの画像表示面 $1Q$ 方向に偏向するとともに、 DMD 表示パネルの画像表示面 $1Q$ から射出された変調光を光軸 Z に沿って直進せしめる TIR プリズム $2c$ が、第3レンズ群 G_3 と第2レンズ群 G_2 との間に挿入されており、 TIR プリズム $2c$ によって、照明光と変調光が分離されることとなる。なお、この後、分離された変調光は、第2レンズ群 G_2 および第1レンズ群 G_1 を通過し、図示されないスクリーンに向けて投写される。

【0041】

また、例えば、図16に示すように、光軸 Z に対して直交する方向から入射した照明光を、 DMD 表示パネルの画像表示面 $1S$ 方向に偏向するとともに、 DMD 表示パネルの画像表示面 $1S$ から射出された変調光が光軸 Z に沿って直進することを許容する凹面ミラー $2d$ が、第3レンズ群 G_3 と第2レンズ群 G_2 との間、光軸 Z から離間した位置に挿入されており、この凹面ミラー $2d$ によって、照明光と変調光が分離されることとなる。なお、この後、分離された変調光は、第2レンズ群 G_2 および第1レンズ群 G_1 を通過し、図示されないスクリーンに向けて投写される。

【0042】

また、本実施形態における各非球面は、下記非球面式により表される。

【0043】

【数1】

$$Z = \frac{Y^2/R}{1 + \sqrt{1 - K \times Y^2/R^2}} + \sum_{i=3}^{12} A_i Y^i$$

ただし、

Z : 光軸から距離 Y の非球面上の点より非球面頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ

Y : 光軸からの距離

R : 非球面の光軸近傍の曲率半径

K : 離心率

A_i : 非球面係数 ($i = 3 \sim 12$)

【0044】

また、本実施形態においては、上述した条件式(1)、(2)を満足しているが、さらに下記条件式(3)~(7)のうち少なくとも1つの条件式を適宜満足することが好ましい。

$$bf/f_3 \quad 0.2 \quad (3)$$

$$1.2 \quad f_3/f \quad 1.9 \quad (4)$$

$$0.4 \quad D_{12}/f_3 \quad 1.1 \quad (5)$$

$$0.2 \quad f_1/f \quad 1.0 \quad (6)$$

$$-3.5 \quad f_2/f \quad -0.5 \quad (7)$$

10

20

30

40

50

ここで、

$b f$: 全系の空気換算バックフォーカス

f : 全系の焦点距離

f_1 : 第1レンズ群 G_1 の焦点距離

f_2 : 第2レンズ群 G_2 の焦点距離

f_3 : 第3レンズ群 G_3 の焦点距離

D_{12} : 第1レンズ群 G_1 および第2レンズ群 G_2 の全体の長さ

【0045】

以下、上述した条件式(3)~(7)の技術的意義について説明する。

上記条件式(3)は、全系の空気換算バックフォーカス $b f$ を第3レンズ群 G_3 の焦点距離 f_3 で割った値の範囲を規定するものであり、第3レンズ群 G_3 の小型化を図るための範囲を規定するものである。すなわち、条件式(3)の上限を上回ると、第3レンズ群 G_3 の小型化を図ることが困難となる。

【0046】

このような鑑点から、上記条件式(3)に替えて下記条件式(3')を満足することがより好ましい。

$$b f / f_3 \quad 0.15 \quad (3')$$

【0047】

また、上記条件式(4)は、第3レンズ群 G_3 の焦点距離を全系の焦点距離 f で割った値の範囲を規定するものであり、像面補正などの収差補正を良好にしつつ、第2レンズ群 G_2 の小型化を図り得る範囲を規定するものである。すなわち、条件式(4)の上限を上回ると、第2レンズ群 G_2 の全長が長くなり過ぎて、系のコンパクト化が困難となり、一方、その下限を下回ると、第3レンズ群 G_3 のパワーが過大となり像面補正などの収差補正が困難となる。

【0048】

このような鑑点から、上記条件式(4)に替えて下記条件式(4')を満足することがより好ましい。

$$1.3 \quad f_3 / f \quad 1.7 \quad (4')$$

【0049】

また、上記条件式(5)は、第1レンズ群 G_1 および第2レンズ群 G_2 の全体の長さ D_{12} を第3レンズ群 G_3 の焦点距離 f_3 で割った値の範囲を規定するものであり、この条件式(5)を満足することで、第1レンズ群 G_1 および第2レンズ群 G_2 の全体の長さ D_{12} が、短くなり過ぎず、収差補正が良好となるとともに、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 の長さが長くなり過ぎず、系のコンパクト化を図ることができる。すなわち、条件式(5)の上限を上回ると、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 の全体の長さが長くなり過ぎ、一方、その下限を下回ると、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 の全体の長さが短くなり過ぎ像面補正などの収差補正が困難となる。

【0050】

このような鑑点から、上記条件式(5)に替えて下記条件式(5')を満足することがより好ましい。

$$0.5 \quad D_{12} / f_3 \quad 0.9 \quad (5')$$

【0051】

また、上記条件式(6)は、第1レンズ群 G_1 の焦点距離 f_1 を全系の焦点距離 f で割った値の範囲を規定するものであり、色収差補正を良好にしつつ、第1レンズ群 G_1 の小型化を図り得る範囲を規定するものである。すなわち、条件式(6)の上限を上回ると、第1レンズ群 G_1 の全長が長くなり過ぎ、ひいては系全体のコンパクト化を図ることが困難となり、一方、その下限を下回ると、第1レンズ群 G_1 のパワーが過大となり色収差などの収差補正が困難となる。

【0052】

このような鑑点から、上記条件式(6)に替えて下記条件式(6')を満足することが

より好ましく、(6'')を満足することがさらに好ましい。

$$0.3 < f_1 / f < 0.8 \quad (6')$$

$$0.4 < f_1 / f < 0.7 \quad (6'')$$

【0053】

また、上記条件式(7)は、第2レンズ群G₂の焦点距離f₂を全系の焦点距離fで割った値の範囲を規定するものであり、諸収差の補正を良好にしつつ、第2レンズ群G₂の小型化を図り得る範囲を規定するものである。すなわち、条件式(7)の上限を上回ると、第2レンズ群G₂のパワーが過大となり諸収差の補正が困難となり、一方、その下限を下回ると、第2レンズ群G₂の全長が長くなり過ぎ、ひいては系全体のコンパクト化を図ることが困難となる。

10

【0054】

このような鑑点から、上記条件式(7)に替えて下記条件式(7')を満足することがより好ましく、(7'')を満足することがさらに好ましい。

$$-3.0 < f_2 / f < -0.7 \quad (7')$$

$$-2.5 < f_2 / f < -0.8 \quad (7'')$$

【0055】

次に、上述した投写用レンズを搭載した投写型表示装置の一例を、図17により説明する。図17に示す投写型表示装置30は、ライトバルブとして透過型液晶パネル11a~cを備え、投写用レンズ10として上述した実施形態に係る投写用レンズを用いている。また、光源15とダイクロイックミラー12の間は図示を省略しているが、光源15からの白色光は照明光学部を介して、3つの色光光束(G光、B光、R光)にそれぞれ対応する液晶パネル11a~cに入射されて光変調され、クロスダイクロイックプリズム14により、色合成され投写用レンズ10により図示されないスクリーン上に投映される。この装置は、コンデンサレンズ16a~c、全反射ミラー18a~cを備えている。

20

【0056】

本実施形態の投写型表示装置30は、レンズ系全体のコンパクト化を図った投写用レンズを用いているので、装置全体のコンパクト化を図ることができる。

【0057】

なお、本発明の投写用レンズにおいては、ライトバルブとして、透過型の液晶表示パネルを用いたものに限られるのではなく、反射型の液晶表示パネルあるいはDMD等の他の光変調手段を用いた装置の投写用レンズ等として用いることも可能である。

30

【実施例】

【0058】

以下、各実施例についてデータを用いて具体的に説明する。

【0059】

<実施例1>

この実施例1にかかる投写用レンズは、前述したように図1に示す如き構成とされている。すなわちこの投写用レンズは、第1レンズ群G₁が、拡大側より順に、両面が非球面形状をなすプラスチックよりなる第1レンズL₁(光軸近傍で両凹形状)と、ガラスよりなる両凸レンズである第2レンズL₂と、拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる第3レンズL₃とから構成されてなり、第2レンズ群G₂が、両凹レンズからなる第4レンズL₄および両凸レンズからなる第5レンズL₅とから構成されてなり、第3レンズ群G₃が、拡大側に凸面を向けた平凸レンズからなる第6レンズL₆から構成されてなる。

40

【0060】

また、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃との間隔が広く確保されており、この間隔に色合成プリズム(または光束分離プリズム)2が配設される。この間隔は上記条件式(1)を満足する範囲で構成されており、具体的には、上記d₂₃/f₃の値が、0.43に設定されている。

【0061】

50

また、この実施例 1 の第 1 レンズ L_1 の両面は上記非球面式により表される非球面とされている。

【 0 0 6 2 】

この実施例 1 における各レンズ面の曲率半径 R (レンズ全系の焦点距離を 1 . 0 0 とし規格化されている ; 以下の各表において同じ)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔 D (上記曲率半径 R と同様に規格化されている ; 以下の各表において同じ)、各レンズの d 線における屈折率 N_d およびアッペ数 ν_d を表 1 の上段に示す。なお、この表 1 および後述する表 3、5、7、9、11 において、各記号 R 、 D 、 N_d 、 ν_d に対応させた数字は拡大側から順次増加するようになっている。

【 0 0 6 3 】

また、この表 1 および後述する表 3、5、7、9、11 における最上段には、全系の焦点距離 f 、半画角 ω および $Fno.$ が示されている。

また、上述したように第 1 レンズ L_1 の両面は各々非球面とされており、表 2 に、これら各非球面について、上記非球面式の各定数 K 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 、 A_7 、 A_8 、 A_9 、 A_{10} 、 A_{11} 、 A_{12} の値を示す。

【 0 0 6 4 】

【表 1】

$f:1.00$ 、半画角 $\omega:22.9^\circ$ 、 $FNo.:1.97$

面番号	曲率半径R	間隔D	屈折率 N_d	アッペ数 ν_d
OBJ	∞	71.921		
1 *	-0.447	0.234	1.510100	56.2
2 *	9.095	0.054		
3	0.942	0.221	1.800000	48.0
4	-0.962	0.014		
5	0.530	0.147	1.800000	48.0
6	0.708	0.106		
7	-0.938	0.054	1.846700	23.8
8	0.734	0.062		
9	12.068	0.170	1.724000	55.3
10	-0.663	0.108		
11	∞	0.806	1.516300	64.1
12	∞	0.072		
13	1.327	0.180	1.806100	40.9
14	∞	0.060		
15	∞	0.108	1.516300	64.1
16	∞	0.000		

*非球面

【 0 0 6 5 】

【表 2】

非球面係数

面番号	K	A_3	A_4	A_5	A_6
1	1.00000	0.00000E+00	6.04753E+00	-4.78664E+00	-6.07153E+00
2	1.00000	0.00000E+00	3.71334E+00	1.83636E-01	-1.29130E+01

面番号	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}
1	4.48877E-01	2.01341E+01	2.03388E+01	1.34286E+02	0.00000E+00	0.00000E+00
2	-1.05036E+01	5.31486E+01	1.20340E+02	-2.73790E+02	0.00000E+00	0.00000E+00

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

また、図 7 は、実施例 1 の収差図（（ i ）は球面収差、（ ii ）は非点収差、（ iii ）ディストーションおよび（ iv ）倍率色収差）、拡大倍率 72.0 倍）を示すものである。なお、図 7 および以下の図 8 ~ 1 2 において、各球面収差図には d 線、F 線、C 線に対する収差が示されており、各非点収差図にはサジタル像面およびタンジェンシャル像面に対する収差が示されており、各倍率色収差図には d 線に対する F 線および C 線の収差が示されている。

【 0 0 6 7 】

この図 7 から明らかなように、実施例 1 の投写用レンズによれば、各収差は良好に補正されている。

また、表 1 3 に示すように実施例 1 の投写用レンズによれば、条件式（ 1 ）～（ 7 ）、（ 1 ' ）～（ 7 ' ）および（ 2 ' ' ）、（ 6 ' ' ）、（ 7 ' ' ）が満足されている。

【 0 0 6 8 】

< 実施例 2 >

実施例 2 に係る投写用レンズの概略構成を図 2 に示す。この実施例 2 にかかる投写用レンズは、実施例 1 のものと略同様の構成とされているが、主として、第 1 レンズ群 G_1 を構成する第 3 レンズ L_3 が、プラスチックよりなる両面非球面レンズからなり、さらに、第 2 レンズ群 G_2 を構成する第 5 レンズ L_5 が、凸面を縮小側に向けた正のメニスカスレンズとされている点において相違している。

【 0 0 6 9 】

また、第 2 レンズ群 G_2 と第 3 レンズ群 G_3 との間隔が広く確保されており、この間隔に色合成プリズム（または光束分離プリズム）2 が配設される。この間隔は上記条件式（ 1 ）を満足する範囲で構成されており、具体的には、上記 d_{23} / f_3 の値が、0.43 に設定されている。

【 0 0 7 0 】

この実施例 2 における各レンズ面の曲率半径 R 、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔 D 、各レンズの d 線における屈折率 N_d およびアッペ数 ν_d を表 3 に示す。

また、上述したように第 1 レンズ L_1 および第 3 レンズ L_3 は各々非球面とされており、表 4 に、これら各非球面について、上記非球面式の各定数 K 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 、 A_7 、 A_8 、 A_9 、 A_{10} 、 A_{11} 、 A_{12} の値を示す。

【 0 0 7 1 】

10

20

30

【表 3】

f:1.00、半画角 ω :22.9°、FNo.:1.94

面番号	曲率半径R	間隔D	屈折率 N_d	アッペ数 ν_d	
OBJ	∞	71.970			
1 *	-0.378	0.113	1.510100	56.2	
2 *	1.051	0.055			
3	0.961	0.231	1.772500	49.6	
4	-0.873	0.014			
5 *	0.395	0.231	1.510100	56.2	10
6 *	1.111	0.107			
7	-1.199	0.054	1.846700	23.8	
8	0.758	0.065			
9	-40.493	0.170	1.713000	53.9	
10	-0.649	0.113			
11	∞	0.806	1.516300	64.1	
12	∞	0.072			
13	1.345	0.180	1.806100	40.9	
14	∞	0.065			
15	∞	0.108	1.516300	64.1	20
16	∞	0.000			

*非球面

【0072】

【表 4】

非球面係数

面番号	K	A_3	A_4	A_5	A_6	
1	1.00000	0.00000E+00	8.90517E+00	-7.02839E+00	-2.94483E+01	
2	1.00000	0.00000E+00	2.19881E+00	3.82460E+00	-3.10533E+01	
5	1.00000	0.00000E+00	-1.92764E+00	0.00000E+00	-1.93526E-01	30
6	1.00000	0.00000E+00	8.85900E-01	0.00000E+00	3.60196E+00	

面番号	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}
1	8.62994E+01	6.80710E+01	-6.14184E+02	1.59187E+03	0.00000E+00	0.00000E+00
2	6.51130E+00	1.50600E+02	4.15040E+01	-5.63815E+02	0.00000E+00	0.00000E+00
5	0.00000E+00	9.26357E+00	0.00000E+00	-1.55993E+02	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	-5.96285E+01	0.00000E+00	1.59689E+03	0.00000E+00	0.00000E+00

【0073】

図 8 は、実施例 2 の収差図（(i) は球面収差、(ii) は非点収差、(iii) ディストーションおよび(iv) 倍率色収差）、拡大倍率72.0倍)を示すものである。

この図 8 から明らかなように、実施例 2 の投写用レンズによれば、各収差は良好に補正されている。

【0074】

また、表 1 3 に示すように実施例 2 の投写用レンズによれば、条件式(1)~(7)、(1')~(7')および(2''),(6''),(7'')が満足されている。

【0075】

<実施例 3>

実施例 3 に係る投写用レンズの概略構成を図 3 に示す。この実施例 3 にかかる投写用レンズは、実施例 1 のものと類似する構成を有しているが、5 枚レンズ構成とされている点において大きく相違している。すなわちこの投写用レンズは、第 1 レンズ群 G_1 が、拡大

10

20

30

40

50

側より順に、両面が非球面形状をなすプラスチックよりなる第1レンズ L_1 （光軸近傍で拡大側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ形状）と、両面が非球面形状をなすプラスチックよりなる第2レンズ L_2 （光軸近傍で両凸レンズ形状）とから構成されてなり、第2レンズ群 G_2 が、両凹レンズからなる第3レンズ L_3 および縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第4レンズ L_4 とから構成されてなり、第3レンズ群 G_3 が、拡大側に凸面を向けた平凸レンズからなる第5レンズ L_5 から構成されてなる。

【0076】

また、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 との間隔が広く確保されており、この間隔に色合成プリズム（または光束分離プリズム）2が配設される。この間隔は上記条件式（1）を満足する範囲で構成されており、具体的には、上記 d_{23}/f_3 の値が、0.46

10

【0077】

この実施例3における各レンズ面の曲率半径 R 、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔 D 、各レンズの d 線における屈折率 N_d およびアッベ数 ν_d を表5に示す。

また、上述したように第1レンズ L_1 および第2レンズ L_2 の両面は各々非球面とされており、表6に、これら各非球面について、上記非球面式の各定数 K 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 、 A_7 、 A_8 、 A_9 、 A_{10} 、 A_{11} 、 A_{12} の値を示す。

【0078】

【表5】

$f:1.00$ 、半画角 $\omega:22.8^\circ$ 、 $FNo.:2.20$

20

面番号	曲率半径 R	間隔 D	屈折率 N_d	アッベ数 ν_d
OBJ	∞	72.008		
1 *	-0.302	0.209	1.510100	56.2
2 *	-0.795	0.014		
3 *	0.382	0.306	1.806100	40.9
4 *	-1.523	0.052		
5	-0.546	0.054	1.846700	23.8
6	0.683	0.057		
7	-4.696	0.151	1.713000	53.9
8	-0.566	0.108		
9	∞	0.806	1.516300	64.1
10	∞	0.072		
11	1.236	0.180	1.806100	40.9
12	∞	0.058		
13	∞	0.108	1.516300	64.1
14	∞	0.000		

30

*非球面

【0079】

40

【表 6】

非球面係数

面番号	K	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
1	1.00000	0.00000E+00	1.68585E+01	1.54368E+01	-3.61587E+02
2	1.00000	0.00000E+00	-2.68958E+00	2.12197E+01	-2.62487E+01
3	1.00000	0.00000E+00	-6.17589E+00	0.00000E+00	7.65939E+01
4	1.00000	0.00000E+00	1.21943E-01	0.00000E+00	-6.68992E+01

面番号	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
1	7.91372E+02	2.60019E+03	-2.09846E+03	-2.59005E+04	-6.23954E+04	3.60917E+05
2	7.76742E+00	-1.54717E+02	-7.33772E+02	3.06293E+03	7.63888E+03	-2.13085E+04
3	-4.34110E+01	-6.50042E+02	-1.69636E+02	3.23284E+03	6.44907E+03	-1.48743E+04
4	4.31462E+02	-1.42259E+02	-8.62794E+02	-5.01745E+03	-4.53965E+04	2.14070E+05

10

【0080】

図9は上記実施例3の収差図((i)は球面収差、(ii)は非点収差、(iii)ディスターションおよび(iv)倍率色収差)、拡大倍率72.0倍)を示すものである。

この図9から明らかなように、実施例3の投写用レンズによれば、各収差は良好に補正されている。

【0081】

また、表13に示すように実施例3の投写用レンズによれば、条件式(1)~(7)、(1')~(7')および(6'')、(7'')が満足されている。

20

【0082】

<実施例4>

実施例4に係る投写用レンズの概略構成を図4に示す。この実施例4にかかる投写用レンズは、実施例1のものと略同様の構成とされているが、主として、第1レンズ群G₁を構成する第3レンズL₃が、プラスチックよりなる両面非球面レンズ(光軸近傍において拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズ形状)からなる点において相違している。

【0083】

また、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃との間隔が広く確保されており、この間隔に色合成プリズム(または光束分離プリズム)2が配設される。この間隔は上記条件式(1)を満足する範囲で構成されており、具体的には、上記d₂₃/f₃の値が、0.49に設定されている。

30

【0084】

この実施例4における各レンズ面の曲率半径R、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D、各レンズのd線における屈折率N_dおよびアッペ数σ_dを表7に示す。

また、上述したように第1レンズL₁および第3レンズL₃の両面は各々非球面とされており、表8に、これら各非球面について、上記非球面式の各定数K、A₃、A₄、A₅、A₆、A₇、A₈、A₉、A₁₀、A₁₁、A₁₂の値を示す。

【0085】

【表 7】

f:1.00、半画角 ω :22.9°、FNo.:2.20

面番号	曲率半径R	間隔D	屈折率 N_d	アッベ数 ν_d	
OBJ	∞	71.968			
1 *	-0.395	0.086	1.510100	56.2	
2 *	0.692	0.061			
3	0.719	0.215	1.772500	49.6	
4	-1.586	0.014			
5 *	0.393	0.235	1.693500	53.2	10
6 *	1.255	0.097			
7	-1.020	0.054	1.846700	23.8	
8	0.704	0.046			
9	3.212	0.158	1.713000	53.9	
10	-0.751	0.108			
11	∞	0.806	1.516300	64.1	
12	∞	0.072			
13	1.176	0.180	1.806100	40.9	
14	∞	0.062			
15	∞	0.108	1.516300	64.1	20
16	∞	0.000			

*非球面

【 0 0 8 6 】

【表 8】

非球面係数

面番号	K	A_3	A_4	A_5	A_6	
1	1.00000	0.00000E+00	4.06983E+00	1.62605E+01	-7.52623E+01	
2	1.00000	0.00000E+00	-3.96289E+00	1.39482E+01	1.30803E+01	
5	1.00000	0.00000E+00	-2.41100E+00	0.00000E+00	2.57974E+00	30
6	1.00000	0.00000E+00	2.23771E+00	0.00000E+00	2.21007E+00	

面番号	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}
1	1.58200E+02	9.38801E+01	-1.57833E+03	3.12054E+03	0.00000E+00	0.00000E+00
2	-6.85039E+01	-8.43208E+01	-2.99084E+01	8.15941E+02	0.00000E+00	0.00000E+00
5	0.00000E+00	5.16956E+01	0.00000E+00	-6.40602E+02	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	1.24166E+02	0.00000E+00	5.80033E+02	0.00000E+00	0.00000E+00

【 0 0 8 7 】

図 10 は上記実施例 4 の収差図（(i) は球面収差、(ii) は非点収差、(iii) ディストーションおよび(iv) 倍率色収差）、拡大倍率72.0倍を示すものである。

この図 10 から明らかなように、実施例 4 の投写用レンズによれば、各収差は良好に補正されている。

【 0 0 8 8 】

また、表 13 に示すように実施例 4 の投写用レンズによれば、条件式(1)~(7)、(1')~(7')および(2''),(6''),(7'')が満足されている。

【 0 0 8 9 】

< 実施例 5 >

実施例 5 に係る投写用レンズの概略構成を図 5 に示す。この実施例 5 にかかる投写用レンズは、実施例 2 のものと略同様の構成とされているが、第 1 レンズ L_1 の拡大側に絞り（マスクとすることが可能）3 が設けられている点において相違している。

【 0 0 9 0 】

また、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃との間隔が広く確保されており、この間隔に色合成プリズム（または光束分離プリズム）2が配設される。この間隔は上記条件式（1）を満足する範囲で構成されており、具体的には、上記d₂₃/f₃の値が、0.50に設定されている。

【 0 0 9 1 】

この実施例5における各レンズ面の曲率半径R、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D、各レンズのd線における屈折率N_dおよびアッペ数ν_dを表9に示す。

また、上述したように第1レンズL₁および第3レンズL₃の両面は各々非球面とされており、表10に、これら各非球面について、上記非球面式の各定数K、A₃、A₄、A₅、A₆、A₇、A₈、A₉、A₁₀、A₁₁、A₁₂の値を示す。

10

【 0 0 9 2 】

【表9】

f:1.00、半画角ω:17.8°、FNo.:2.20

面番号	曲率半径R	間隔D	屈折率N _d	アッペ数ν _d
OBJ	∞	72.030		
1 (絞り)	∞	0.100		
2 *	-0.368	0.079	1.510100	56.2
3 *	0.729	0.045		
4	0.746	0.186	1.772500	49.6
5	-1.050	0.014		
6 *	0.360	0.195	1.693500	53.2
7 *	0.775	0.101		
8	-0.775	0.054	1.846700	23.8
9	0.864	0.040		
10	-31.396	0.143	1.713000	53.9
11	-0.595	0.108		
12	∞	0.807	1.516300	64.1
13	∞	0.072		
14	1.146	0.180	1.806100	40.9
15	∞	0.064		
16	∞	0.108	1.516300	64.1
17	∞	0.000		

20

30

*非球面

【 0 0 9 3 】

【表10】

非球面係数

面番号	K	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
2	1.00000	0.00000E+00	4.86139E+00	1.84013E+01	-7.80155E+01
3	1.00000	0.00000E+00	-4.54589E+00	1.63763E+01	2.08185E+01
6	1.00000	0.00000E+00	-2.85002E+00	0.00000E+00	9.60284E+00
7	1.00000	0.00000E+00	2.74349E+00	0.00000E+00	1.98322E+01

面番号	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
2	1.52393E+02	5.81402E+01	-1.61795E+03	3.99994E+03	0.00000E+00	0.00000E+00
3	-7.77149E+01	-1.54453E+02	-1.34723E+02	1.44825E+03	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	1.41061E+00	0.00000E+00	-3.05437E+02	0.00000E+00	0.00000E+00
7	0.00000E+00	-1.02770E+02	0.00000E+00	5.92258E+03	0.00000E+00	0.00000E+00

40

50

【0094】

図11は上記実施例5の収差図((i)は球面収差、(ii)は非点収差、(iii)ディストーションおよび(iv)倍率色収差)、拡大倍率72.0倍)を示すものである。

この図11から明らかなように、実施例5の投写用レンズによれば、各収差は良好に補正されている。

【0095】

また、表13に示すように実施例5の投写用レンズによれば、条件式(1)~(7)、(1')~(7')および(2''),(6''),(7'')が満足されている。

【0096】

<実施例6>

実施例6に係る投写用レンズの概略構成を図6に示す。この実施例6にかかる投写用レンズは、実施例3のものと同様に5枚レンズ構成とされているが、主として、第2レンズ群G₂を構成する第4レンズL₄が、プラスチックよりなる両面非球面レンズ(光軸近傍において両凸レンズ形状)からなり、さらに、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃の間に光学プリズムが配されていない点において相違している。なお、本実施例のものにおいて、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃の間に光束分離/合成用の光学プリズムを挿入することも可能であるし、図16に示すように光束分離用の反射ミラー(2d)を配設するようにしてもよい。

【0097】

また、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃との間隔は上記条件式(1)を満足する範囲で構成されており、具体的には、上記d₂₃/f₃の値が、0.52に設定されている。

【0098】

この実施例6における各レンズ面の曲率半径R、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D、各レンズのd線における屈折率N_dおよびアッペ数ν_dを表11に示す。

また、上述したように第1レンズL₁、第2レンズL₂および第4レンズL₄の両面は各々非球面とされており、表12に、これら各非球面について、上記非球面式の各定数K、A₃、A₄、A₅、A₆、A₇、A₈、A₉、A₁₀、A₁₁、A₁₂の値を示す。

【0099】

【表11】

f:1.00、半画角ω:25.1°、FNo.:2.20

面番号	曲率半径R	間隔D	屈折率N _d	アッペ数ν _d
OBJ	∞	79.822		
1 *	-0.331	0.239	1.510100	56.2
2 *	-6.056	0.042		
3 *	0.419	0.406	1.834800	42.7
4 *	-1.048	0.051		
5	-0.512	0.060	1.805200	25.4
6	0.872	0.030		
7 *	3.496	0.184	1.772500	49.6
8 *	-0.742	0.838		
9	1.353	0.200	1.834800	42.7
10	∞	0.066		
11	∞	0.120	1.516300	64.1
12	∞	0.000		

*非球面

【0100】

10

20

30

40

【表 1 2】

非球面係数

面番号	K	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
1	1.00000	0.00000E+00	1.28674E+01	1.70656E+01	-2.29450E+02
2	1.00000	0.00000E+00	-2.26619E+00	1.90305E+01	-3.50701E+01
3	1.00000	0.00000E+00	-5.36574E+00	0.00000E+00	5.71369E+01
4	1.00000	0.00000E+00	-3.20053E-01	0.00000E+00	9.59539E+00
7	1.00000	0.00000E+00	2.96324E+00	0.00000E+00	1.08356E+01
8	1.00000	0.00000E+00	2.02274E+00	0.00000E+00	2.64986E+00

面番号	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
1	4.16384E+02	1.27361E+03	-7.60099E+02	-1.04046E+04	-2.64514E+04	1.30506E+05
2	8.32473E+01	5.98553E+01	-8.54003E+02	-1.10198E+03	2.24827E+03	1.15377E+04
3	-4.64922E+01	-3.63889E+02	2.33018E+01	1.67068E+03	1.98668E+03	-7.75967E+03
4	9.53505E+01	-5.60177E+02	-4.76271E+00	4.21821E+03	-3.80502E+03	-1.00132E+04
7	1.01738E+02	-4.06136E+01	-1.35470E+03	-1.47497E+03	1.74072E+04	-2.00369E+04
8	9.68716E+00	2.80400E+02	5.94351E+02	-2.23248E+03	-1.18042E+04	4.04111E+04

10

【0 1 0 1】

図 1 2 は実施例 6 の収差図（(i) は球面収差、(ii) は非点収差、(iii) ディストーションおよび (iv) 倍率色収差）、拡大倍率 72.0 倍）を示すものである。

この図 1 2 から明らかなように、実施例 6 の投写用レンズによれば、各収差は良好に補正されている。

20

【0 1 0 2】

また、表 1 3 に示すように実施例 6 の投写用レンズによれば、条件式 (1) ~ (7)、(1') ~ (7') および (6''), (7'') が満足されている。

【0 1 0 3】

【表 1 3】

	(1),(1')	(2),(2'),(2'')	(3),(3')	(4),(4')	(5),(5')	(6),(6'),(6'')	(7),(7'),(7'')
	d_{23}/f_3	$ D_{12}/ff $	bf/f_3	f_3/f	D_{12}/f_3	f_1/f	f_2/f
実施例 1	0.43	32.90	0.08	1.65	0.70	0.62	-1.85
実施例 2	0.43	35.00	0.08	1.67	0.69	0.67	-2.44
実施例 3	0.46	20.80	0.08	1.53	0.76	0.45	-0.85
実施例 4	0.49	40.60	0.09	1.46	0.81	0.63	-1.69
実施例 5	0.50	236.80	0.10	1.42	0.83	0.64	-1.73
実施例 6	0.52	24.50	0.09	1.62	0.73	0.50	-1.15

30

【0 1 0 4】

なお、本発明に係る投写光学系およびこれを用いた投写型表示装置としては、上述したものに限られるものではなく、種々の態様の変更が可能である。例えば、各レンズ群を構成するレンズの形状、枚数や配設位置は適宜設定することができる。

40

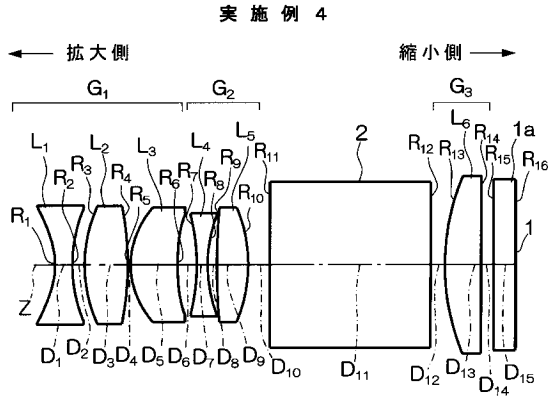
【符号の説明】

【0 1 0 5】

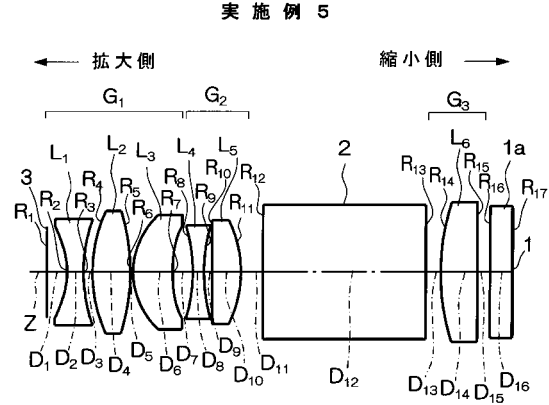
G ₁ ~ G ₃	レンズ群
L ₁ ~ L ₆	レンズ
R ₁ ~ R ₁₇	レンズ面等の曲率半径
D ₁ ~ D ₁₆	レンズ面間隔 (レンズ厚)
Z	光軸
1、1R、1G、1B、1P、1Q、1S	画像表示面
1a	フィルタ
2	ガラスブロック (光学プリズム)

50

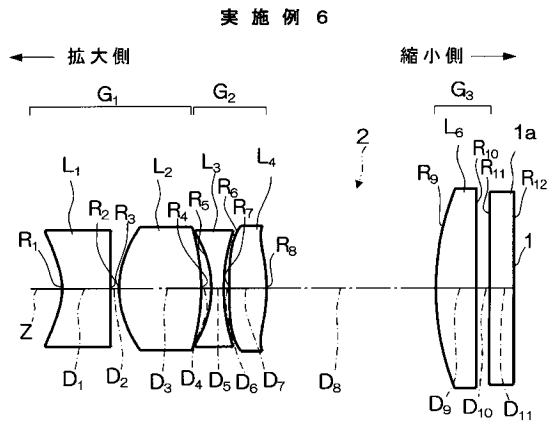
【 図 4 】



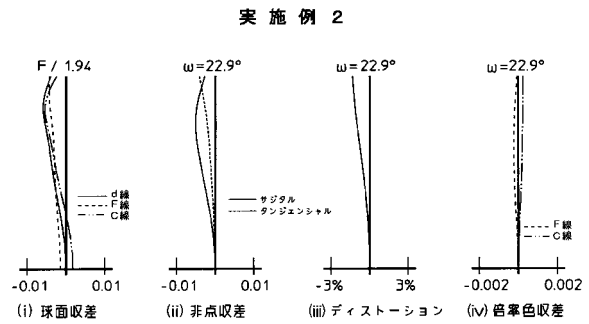
【 図 5 】



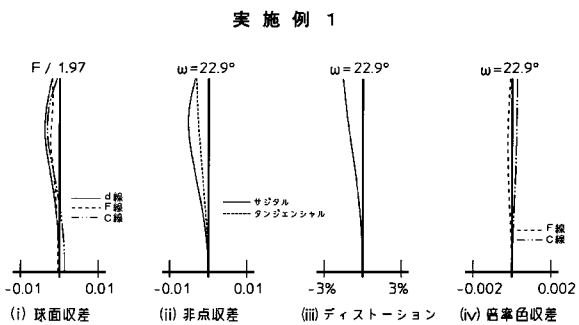
【 図 6 】



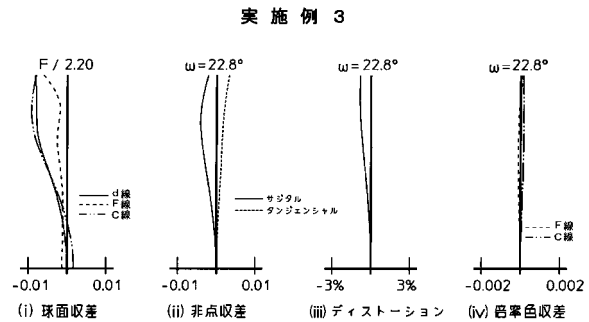
【 図 8 】



【 図 7 】

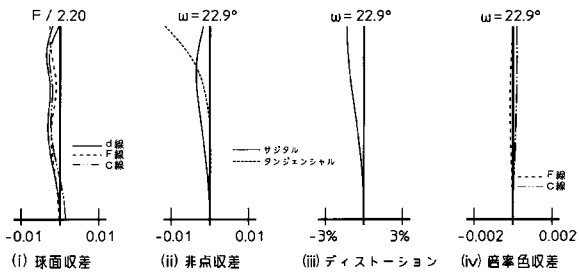


【 図 9 】



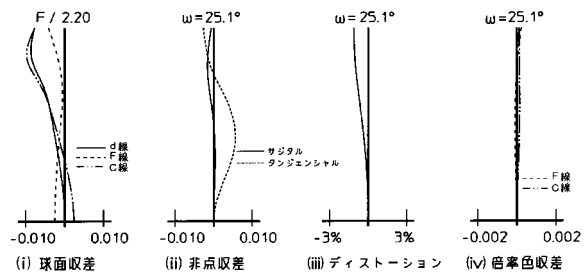
【図10】

実施例4



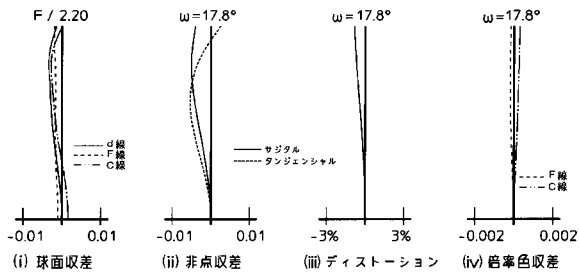
【図12】

実施例6

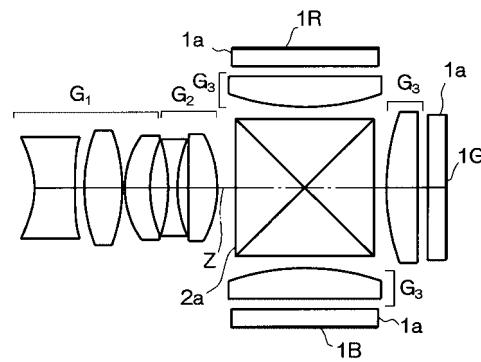


【図11】

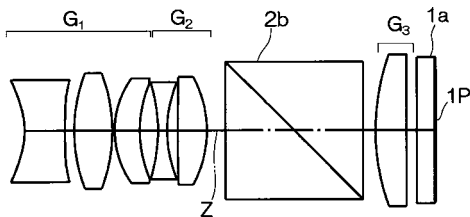
実施例5



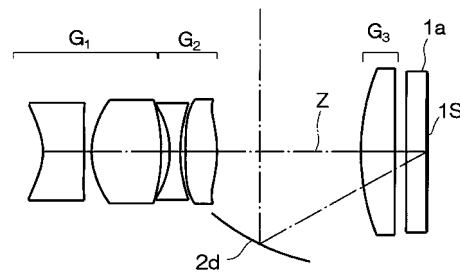
【図13】



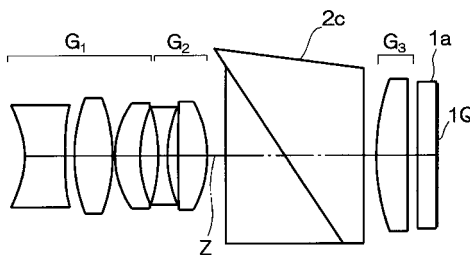
【図14】



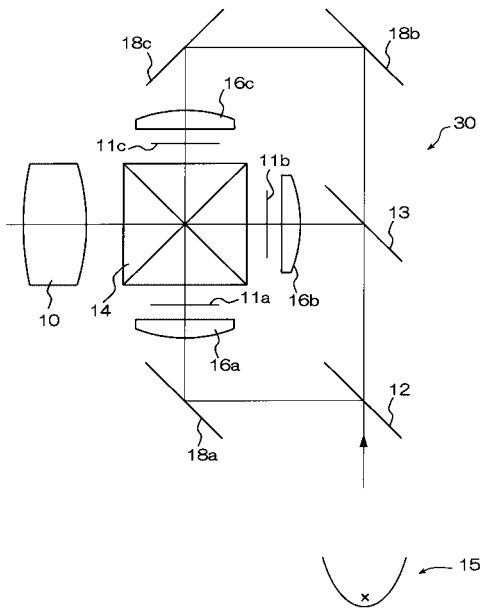
【図16】



【図15】



【 図 17 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA06 KA07 LA01 NA02 PA05 PA06 PA17 PB05 PB06 QA03
QA05 QA17 QA19 QA21 QA22 QA25 QA26 QA33 QA41 QA46
RA05 RA12 RA13 RA32 RA41 RA43 TA01 TA03 UA01
2K103 AA01 AA05 AA07 AA11 AA14 AB07 BC23 BC48 CA26