

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5259353号
(P5259353)

(45) 発行日 平成25年8月7日(2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年5月2日(2013.5.2)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 13/16 (2006.01)

G O 2 B 13/16

G O 2 B 13/18 (2006.01)

G O 2 B 13/18

G O 2 B 13/22 (2006.01)

G O 2 B 13/22

G O 3 B 21/14 (2006.01)

G O 3 B 21/14

Z

請求項の数 8 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2008-296790 (P2008-296790)
 (22) 出願日 平成20年11月20日(2008.11.20)
 (65) 公開番号 特開2010-122505 (P2010-122505A)
 (43) 公開日 平成22年6月3日(2010.6.3)
 審査請求日 平成23年7月7日(2011.7.7)

(73) 特許権者 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 川名 正直
 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
 審査官 殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写レンズおよびこれを用いた投写型表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

拡大側から順に、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レンズ群とが配列され、縮小側が略テレセントリックに構成されてなる投写レンズであって、

前記第1レンズ群は、拡大側から順に、プラスチックの非球面レンズからなる第1のレンズと、拡大側に凸面を向けた2枚の負メニスカスレンズと、拡大側に凹面を向けた負レンズおよび縮小側に凸面を向けた正レンズよりなる接合レンズと、を配列してなり、

前記第2レンズ群は、最も拡大側に、正レンズからなる第2のレンズを備えるとともに、非球面レンズを備えてなり、

前記投写レンズを構成する各レンズとの光軸上における距離のうち、前記第2のレンズとの距離が最短となるように配置された絞りを有し、

前記絞りと前記第2レンズ群中の非球面レンズとの間に、2枚以上の負レンズと2面以上の接合面が配されてなり、

以下の条件式(1)、(2)を満足することを特徴とする投写レンズ。

$$0.10 < f / f_{2-1} < 0.30 \quad (1)$$

$$N_{2-1} > 1.75 \quad (2)$$

ここで、

f：レンズ系全体の焦点距離

f₂₋₁：前記第2のレンズの焦点距離

N₂₋₁：前記第2のレンズの、d線に対する屈折率

10

20

【請求項 2】

前記絞りが、前記第 2 のレンズの内部に配置されたものであることを特徴とする請求項 1 記載の投写レンズ。

【請求項 3】

前記第 2 レンズ群のレンズのうち、前記第 2 のレンズおよび前記非球面レンズを除くレンズが、下記条件式 (3)、(4) のいずれかを満足することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の投写レンズ。

$$N_{2p} < 1.55 \quad (3)$$

$$N_{2n} > 1.73 \quad (4)$$

ここで、

N_{2p} : 第 2 レンズ群中の正レンズの、d 線に対する屈折率

N_{2n} : 第 2 レンズ群中の負レンズの、d 線に対する屈折率

【請求項 4】

前記第 2 レンズ群中に、アッペ数 (γ_d) が 7.5 以上とされた正レンズを 2 枚以上含むことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうちいずれか 1 項記載の投写レンズ。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群中の前記接合レンズを光軸方向に移動させてフォーカシングを行なうことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のうちいずれか 1 項記載の投写レンズ。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群中の前記接合レンズは、以下の条件式 (5) 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 項記載の投写レンズ。

$$|N_{1p} - N_{1n}| < 0.1 \quad (5)$$

ここで、

N_{1p} : 前記接合レンズを構成する前記正レンズの、d 線に対する屈折率

N_{1n} : 前記接合レンズを構成する前記負レンズの、d 線に対する屈折率

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群は、拡大側から順に、正レンズと、拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズおよび両凸レンズよりなる接合レンズと、両凹レンズおよび両凸レンズよりなる接合レンズと、非球面レンズと、両凹レンズと両凸レンズよりなる接合レンズと、両凸レンズと、を配列してなることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のうちいずれか 1 項記載の投写レンズ。

【請求項 8】

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 ~ 7 のうちいずれか 1 項記載の投写レンズとを備え、前記光源からの光束を前記ライトバルブで光変調し、前記投写レンズによりスクリーンに投写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、液晶表示素子等のライトバルブからの表示情報等を拡大投写する投写レンズに関し、特に、フロント式の投写型表示装置に好適な投写レンズおよびこれを用いた投写型表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、液晶表示素子や DMD 表示素子等のライトバルブを用いた投写型表示装置が普及しつつある。特に、ライトバルブを 3 枚用いて RGB 3 原色の照明光に各々対応させ、個々のライトバルブで変調された光をプリズム等で合成し、投写レンズを介してスクリーンに画像を表示する構成をとるものが広く利用されている。

【0003】

このような、3 枚のライトバルブからの各変調光を色合成光学系で合成して投写するタ

10

20

30

40

50

イプの投写型表示装置に搭載される投写レンズでは、上述したように、色合成を行なうプリズム等を配置するため、また、熱的な問題を回避するため、大きなバックフォーカスが必要となる。さらに、色合成光学系では入射光の角度によって分光特性が変化するため、投写レンズは縮小側から見た入射瞳が十分遠方に位置するという特性、すなわちテレセントリック性を持つことが必要となる。また、明るいレンズであることと、ライトバルブの解像度に見合った収差補正が必要とされる。

【 0 0 0 4 】

このような要求をある程度満足するようにしたものとしては、例えば下記特許文献 1、2 に記載のものが知られている。また、本願出願人としても、このような投写レンズを既に特許庁に対して開示している（下記特許文献 3 参照）。

10

【 0 0 0 5 】

これらの特許文献に記載のものは、いずれも画角が 1 0 0 度以上の広角レンズとされている。

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 0 1 5 0 3 3 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 3 2 6 0 7 9 号公報

【特許文献 3】特願 2 0 0 7 - 1 5 7 2 4 8 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

20

ところで、投写型表示装置としては、投写レンズがスクリーンに対して鑑賞者と同じ側に配置され、投写レンズより出射される光を反射型のスクリーンに結像させるフロント式の装置と、投写レンズおよび鑑賞者がスクリーンを挟むように配置され、投写レンズより出射される光を透過型のスクリーンに結像させるリア式の装置とが知られている。

【 0 0 0 8 】

このうちリア式の投写型表示装置では、例えばリアプロジェクションテレビのように、光源からスクリーンまでをキャビネットに収め、キャビネット前面に配設されたスクリーンに向けて、背面側に配された投写レンズから映像情報を担持した光を投射する構成がよく知られている。上記特許文献 1 ～ 3 のものも、このようなリア式の投写型表示装置に搭載されることを想定したものである。

30

【 0 0 0 9 】

しかしながら、このようなリア式に係る投写レンズでは、キャビネットの厚みを薄くする目的でレンズ系中に光軸を折り返すためのプリズムやミラーが配されており、光軸に沿ったレンズ全長が長くなるため、装置の空間的なサイズ自体がどうしても大きくなってしまふ。したがって、上記公報記載の投写レンズをフロント式の投写型表示装置に用いた場合には、装置サイズのコンパクト化を図ることが出来ないという問題がある。

【 0 0 1 0 】

また、フロント式の投写型表示システム（表示装置及びスクリーンを含む）においては、リア式のものと比較して、該システムの設置スペースの広さに制限が設けられることも多いことから、表示装置からスクリーンまでのワーキングディスタンスを短くすることが要望されており、投写レンズの広画角化が要求されている。

40

【 0 0 1 1 】

本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、縮小側がテレセントリックに構成されるとともに、近年の投写レンズに好適なバックフォーカスを有する構成とされ、さらに、フロント式の投写型表示装置に係る投写レンズにも適用し得るように、レンズ系全体としてコンパクト化および広画角化を達成しうる高性能な投写レンズ、およびこのような投写レンズを用いた投写型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】

【 0 0 1 2 】

本発明に係る投写レンズは、

50

拡大側から順に、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 レンズ群とが配列され、縮小側が略テレセントリックに構成されてなる投写レンズであって、

前記第 1 レンズ群は、最も拡大側に、非球面レンズからなる第 1 のレンズを配してなり、

前記第 2 レンズ群は、最も拡大側に、絞りを内部または近傍に有する正レンズからなる第 2 のレンズを備えるとともに、非球面レンズを備えてなり、

前記絞りと前記第 2 レンズ群中の非球面レンズとの間に、2 枚以上の負レンズと 2 面以上の接合面が配されてなり、

以下の条件式 (1)、(2) を満足することを特徴とするものである。

$$0.10 < f / f_{2-1} < 0.30 \quad (1)$$

$$N_{2-1} > 1.75 \quad (2)$$

ここで、

f : レンズ系全体の焦点距離

f_{2-1} : 前記第 2 のレンズの焦点距離

N_{2-1} : 前記第 2 のレンズの、 d 線に対する屈折率

【0013】

また、前記第 2 レンズ群のレンズのうち、前記第 2 のレンズおよび前記非球面レンズを除くレンズが、下記条件式 (3)、(4) のいずれかを満足することが好ましい。

$$N_{2p} < 1.55 \quad (3)$$

$$N_{2n} > 1.73 \quad (4)$$

ここで、

N_{2p} : 第 2 レンズ群中の正レンズの、 d 線に対する屈折率

N_{2n} : 第 2 レンズ群中の負レンズの、 d 線に対する屈折率

【0014】

また、前記第 2 レンズ群中に、アッベ数 (v_d) が 7.5 以上とされた正レンズを 2 枚以上含むことが好ましい。

【0015】

また、前記第 1 レンズ群は、拡大側から順に、プラスチックよりなる非球面レンズと、拡大側に凸面を向けた 2 枚の負メニスカスレンズと、拡大側に凹面を向けた負レンズおよび縮小側に凸面を向けた正レンズよりなる接合レンズと、を配列してなることが好ましい。

【0016】

また、前記第 1 レンズ群中の前記接合レンズを光軸方向に移動させてフォーカシングを行なうことが好ましい。

【0017】

また、前記第 1 レンズ群中の前記接合レンズは、以下の条件式 (5) を満足することが好ましい。

$$|N_{1p} - N_{1n}| < 0.1 \quad (5)$$

ここで、

N_{1p} : 前記第 1 レンズ群中の前記接合レンズを構成する前記正レンズの、 d 線に対する屈折率

N_{1n} : 前記第 1 レンズ群中の前記接合レンズを構成する前記負レンズの、 d 線に対する屈折率

【0018】

また、前記第 2 レンズ群は、拡大側から順に、正レンズと、拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズおよび両凸レンズよりなる接合レンズと、両凹レンズおよび両凸レンズよりなる接合レンズと、非球面レンズと、両凹レンズと両凸レンズよりなる接合レンズと、両凸レンズと、を配列してなることが好ましい。

【0019】

さらに、本発明に係る投写型表示装置は、光源と、ライトバルブと、該光源からの光束

10

20

30

40

50

を該ライトバルブへ導く照明光学部と、本発明に係る上記投写レンズとを備え、前記光源からの光束を前記ライトバルブで光変調し、前記投写レンズによりスクリーンに投写することを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0020】

本発明の投写レンズは、上記構成を備えたことにより、近年の投写レンズに好適なバックフォーカスを有しつつ、フロント式の投写型表示装置に係る投写レンズにも適用し得るように、レンズ系全体としてコンパクト化および広画角化を達成しうる高解像度な投写レンズとすることができる。

【0021】

特に、条件式(1)、(2)を同時に満足するように構成したことにより、レンズ系のコンパクト化を達成しつつ、球面収差や像面湾曲を始めとする諸収差を良好なものとすることができる。

【0022】

また、本発明の投写型表示装置は、本発明の投写レンズを用いていることにより、フロント式の投写型表示装置にも適用し得るように、コンパクトなものとすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

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は本実施形態に係る投写レンズを示すものであり、後述する実施例1のレンズ構成図である。このレンズを本実施形態の代表として、以下に説明する。なお、図中Zは光軸を表している。

【0024】

本実施形態の投写レンズは、拡大側から順に、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 とが配列されてなり、縮小側が略テレセントリックとされている。

【0025】

また、第1レンズ群 G_1 は、最も拡大側に、非球面レンズからなる第1のレンズ(第1レンズ L_1)を配してなる。

また、第2レンズ群 G_2 は、最も拡大側に、正レンズからなる第2のレンズ(各実施例のものでは第6レンズ L_6)を備えており、その正レンズの内部または近傍に絞りSが配されている。また、第2レンズ群 G_2 は、非球面レンズを備えてなる。

【0026】

また、絞りSと第2レンズ群 G_2 中の非球面レンズとの間には、2枚以上の負レンズと2面以上の接合面が配されてなる(下記実施例のものでは、実施例6のものを除き2枚の負レンズと2面の接合面を有し、実施例6のものは、2枚の負レンズと3面の接合面を有する)。

【0027】

また上記第1レンズ群 G_1 は、より具体的には、拡大側から順に、プラスチックよりなる非球面レンズからなる第1レンズ L_1 と、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第2レンズ L_2 および第3レンズ L_3 と、拡大側に凹面を向けた負レンズからなる第4レンズ L_4 および縮小側に凸面を向けた正レンズからなる第5レンズ L_5 、よりなる接合レンズと、を配列してなることが好ましい。

【0028】

また、上記第1レンズ群 G_1 中の上記接合レンズを光軸Z方向に移動させてフォーカシングを行なうことが好ましい。

【0029】

一方、上記第2レンズ群 G_2 は、より具体的には、拡大側から順に、正レンズからなる第6レンズ L_6 と、拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズからなる第7レンズ L_7 と、両凸レンズからなる第8レンズ L_8 と、両凹レンズからなる第9レンズ L_9 と、両凸レンズからなる第10レンズ L_{10} と、非球面レンズからなる第11レンズ L_{11} と、両

10

20

30

40

50

凹レンズからなる第 1 2 レンズ L_{12} と、両凸レンズからなる第 1 3 レンズ L_{13} と、両凸レンズからなる第 1 4 レンズ L_{14} と、を配列してなることが好ましい。この第 2 レンズ群 G_2 においては、下記実施例に示すように、複数の接合レンズが設けられており、これにより球面収差、色収差の補正を良好なものとすることができるとともに、レンズの製造効率を向上させることができる。

【0030】

また、上記第 2 レンズ群 G_2 中に、アッベ数 (V_d) が 7.5 以上とされた正レンズを 2 枚以上含む (下記実施例のものでは、第 1 3 レンズ L_{13} と第 1 4 レンズ L_{14} の 2 枚の正レンズが該当する) ことが好ましい。

【0031】

なお、図 1 の投写レンズでは、紙面右側より入射されライトバルブの画像表示面 1 において画像情報を与えられた光束が、色合成プリズム (各種フィルタ類を含む) 2 を介しこの投写レンズに入射され、この投写レンズにより紙面左側方向に拡大投写されるようになっている。図 1 には、見易さのため 1 枚の画像表示面 1 のみを記載しているが、投写型表示装置において、光源からの光束を色分離光学系により 3 原色光に分離し、各原色光用に 3 つのライトバルブを配設して、フルカラー画像を表示することが可能である。

【0032】

また、本実施形態のものは、以下の条件式 (1)、(2) を満足するように構成されている。

$$0.10 < f / f_{2-1} < 0.30 \quad (1)$$

$$N_{2-1} > 1.75 \quad (2)$$

ここで、

f : レンズ系全体の焦点距離

f_{2-1} : 第 2 のレンズ (実施例では第 6 レンズ L_6) の焦点距離

N_{2-1} : 第 2 のレンズ (実施例では第 6 レンズ L_6) の、 d 線に対する屈折率

【0033】

また、本実施形態のものは、上記第 2 レンズ群のレンズのうち、上記第 2 のレンズ (下記実施例では第 6 レンズ L_6) および上記非球面レンズ (下記実施例では第 1 1 レンズ L_{11}) を除くすべてのレンズが、下記条件式 (3)、(4) のいずれかを満足することが好ましい。

$$N_{2p} < 1.55 \quad (3)$$

$$N_{2n} > 1.73 \quad (4)$$

ここで、

N_{2p} : 第 2 レンズ群 G_2 中の正レンズの、 d 線に対する屈折率

N_{2n} : 第 2 レンズ群 G_2 中の負レンズの、 d 線に対する屈折率

【0034】

また、上記第 1 レンズ群 G_1 中の接合レンズは、以下の条件式 (5) を満足することが好ましい。

$$|N_{1p} - N_{1n}| < 0.1 \quad (5)$$

ここで、

N_{1p} : 第 1 レンズ群 G_1 中の上記接合レンズを構成する正レンズの、 d 線に対する屈折率

N_{1n} : 第 1 レンズ群 G_1 中の上記接合レンズを構成する負レンズの、 d 線に対する屈折率

【0035】

なお、上記の条件式のうち少なくとも (1)、(2) を満足することにより、前述した本発明の作用効果を得られるものである。

【0036】

以下、上記条件式 (1) ~ (5) の各々の意義について説明する。

【0037】

10

20

30

40

50

条件式(1)は、第2のレンズ(実施例では第6レンズ L_6)の焦点距離に対する全系の焦点距離 f の値の範囲を示すものである。この下限値を下回るとレンズ全系が大型化するため、コンパクト化という要請に反し、一方、その上限値を上回ると球面収差の補正が困難になる。

【0038】

なお、この条件式(1)に替えて、下記条件式(1')を満足するように構成することにより、上記条件式(1)の効果をより良好なものとすることができる。

$$0.15 < f / f_{2-1} < 0.25 \quad (1')$$

【0039】

条件式(2)は、上記第2のレンズ(実施例では第6レンズ L_6)の、 d 線に対する屈折率の下限を規定するものである。この下限値を下回ると、球面収差と像面湾曲の補正が困難になる。

【0040】

次に、条件式(3)は、第2レンズ群 G_2 中の正レンズの、 d 線に対する屈折率の上限を規定するものであり、一方、条件式(4)は、第2レンズ群 G_2 中の負レンズの、 d 線に対する屈折率の下限を規定するものである。条件式(3)および条件式(4)のいずれも満足しないと、球面収差および軸上・倍率の各色収差の補正を行うことが困難となる。

【0041】

なお、上記条件式(4)に替えて、下記条件式(4')を満足するように構成することにより、球面収差および軸上・倍率の各色収差の補正を、より良好なものとすることができる。

$$N_{2n} > 1.75 \quad (4')$$

【0042】

条件式(5)は、第1レンズ群 G_1 中の上記接合レンズを構成する正レンズの、 d 線に対する屈折率 N_{1p} と、第1レンズ群 G_1 中の上記接合レンズを構成する負レンズの、 d 線に対する屈折率 N_{1n} との差の絶対値の範囲を規定するものである。すなわち、この接合レンズを構成する2つのレンズの形成材料の屈折率の差が0.1未満と小さいことが条件である。この範囲を外れると、フォーカス調整時の像面の変動が大きくなってしまう。

【0043】

また、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 に含まれる各非球面の形状は、下記に示す非球面式により規定される。これらの非球面レンズにおいては、いずれか一方の面が非球面とされた場合であっても効果を得ることができるが、両面が非球面とされたレンズであることがより好ましい。

【0044】

【数1】

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

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($i = 3 \sim m$)

【0045】

次に、本発明に係る投写型表示装置の実施形態について説明する。図17は本発明の一実施形態に係る投写型表示装置を示す概略図である。

【0046】

10

20

30

40

50

図 17 に示すように上記照明光学系 10 は、ライトバルブとしての透過型液晶パネル 11a ~ 11c と、色分解のためのダイクロイックミラー 12, 13 と、色合成のためのクロスダイクロイックプリズム 14 と、コンデンサレンズ 16a ~ 16c と、全反射ミラー 18a ~ 18c とを備えている。ダイクロイックミラー 12 の前段は図示を省略しているが白色光源が配されており、この光源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 ~ 11c に入射されて光変調され、図 17 に示す投写レンズによりスクリーン 7 に投写される。

【0047】

以下、本発明に係る投写レンズの具体的な実施例について説明する。なお、各実施例において、互いに同様の構成を有し、同様の作用効果をなす部材については同一の符号を付している。

【0048】

< 実施例 1 >

図 1 に示すように、実施例 1 に係る投写レンズは、拡大側から順に、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 とが配列されてなり、縮小側が略テレセントリックとされている。

【0049】

また、第 1 レンズ群 G_1 は、第 1 レンズ群 G_1 は、拡大側から順に、屈折力の小さい非球面レンズよりなる第 1 レンズ L_1 と、縮小側に凹面を向けた負メニスカスレンズよりなる第 2 レンズ L_2 および第 3 レンズ L_3 と、両凹レンズからなる第 4 レンズ L_4 と両凸レンズからなる第 5 レンズ L_5 を接合してなる 2 枚接合レンズが配列されてなる。

【0050】

一方、第 2 レンズ群 G_2 は、絞り 3 が内部に配された、拡大側に凸面を向けた平凸レンズよりなる第 6 レンズ L_6 と、縮小側に凹面を向けた負メニスカスレンズよりなる第 7 レンズ L_7 と、両凸レンズからなる第 8 レンズ L_8 と、両凹レンズからなる第 9 レンズ L_9 と、両凸レンズからなる第 10 レンズ L_{10} と、屈折力の小さい非球面レンズよりなる第 11 レンズ L_{11} と、両凹レンズからなる第 12 レンズ L_{12} と、両凸レンズからなる第 13 レンズ L_{13} および第 14 レンズ L_{14} が配列されてなる。

【0051】

なお、第 2 レンズ群 G_2 における、第 7 レンズ L_7 と第 8 レンズ L_8 、および第 9 レンズ L_9 と第 10 レンズ L_{10} は、各々互いに接合されて 2 枚接合レンズを構成する。

【0052】

なお、この投写レンズは縮小側にテレセントリックとなるように構成されている。

【0053】

また、第 1 レンズ群 G_1 中の、第 4 レンズ L_4 と第 5 レンズ L_5 を接合してなる接合レンズを光軸 Z 方向に移動させてフォーカシングを行なうように構成されている。

【0054】

実施例 1 に係る投写レンズは、上記条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') を全て満足するように構成されている。

【0055】

また、図 1 には、ライトバルブの画像表示面 1 および色合成プリズム (各種フィルタ類を含む) 2 が示されている。

【0056】

実施例 1 における全系の焦点距離 f (mm)、バックフォーカス Bf (mm)、F ナンバ $Fno.$ 、画角 2θ の各数値を表 1 の最上段に示す。

【0057】

また、実施例 1 に係る投写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間の空気間隔 (以下「軸上面間隔」と称す) D (mm)、各レンズの d 線における屈折率 N_d および各レンズの d 線におけるアッペ数 ν_d の値を、表 1 の上段に示す。なお、表 1 および以下の表において面番号の数字は拡大側からの順番を表すもので

10

20

30

40

50

あり、面番号の左側に*印が付された面は非球面とされている。実施例1および以下の実施例2～8において、これらの非球面の曲率半径 R は、各表において光軸 Z 上での曲率半径 R の値として示しているが、対応するレンズ構成図においては図面を見やすくするため、引出線は必ずしも光軸 Z との交点から引き出されていないものがある。

【0058】

また、表1の中段には、所定の投写距離(1.2m、無限遠)においてフォーカシングされた際の面間隔 D_1 、 D_2 の数値を示す。

なお、表1の下段には各非球面に対応する各定数 K 、 $A_3 \sim A_{12}$ の値が示されている。

【0059】

【表 1】

f = 9.70 , Bf = 30.31 , Fno = 2.3 , $2\omega = 101.4^\circ$

S	R	D	Nd	νd
*1	-71.436	7.00	1.49100	57.6
*2	-420.815	10.00		
3	38.526	2.20	1.51680	64.2
4	24.244	7.97		
5	169.946	1.80	1.80518	25.5
6	17.916	D1		
7	-27.684	1.50	1.60311	60.7
8	27.684	6.00	1.62004	36.3
9	-38.636	D2		
10	40.880	2.61	1.80518	25.5
11	∞	-1.00		
絞り	∞	9.41		
13	27.410	1.20	1.77250	49.6
14	17.241	8.95	1.48749	70.4
15	-22.620	0.10		
16	-21.854	1.50	1.77250	49.6
17	21.854	9.33	1.48749	70.4
18	-21.854	1.79		
*19	-919.526	3.20	1.51007	56.2
*20	-208.534	1.99		
21	-73.905	1.50	1.80518	25.5
22	31.974	6.92	1.49700	81.6
23	-59.480	0.40		
24	50.278	8.68	1.49700	81.6
25	-33.637	13.00		
26	∞	26.30	1.51680	64.2
27	∞			

*非球面

投写距離	D1	D2
1.2m	19.44	21.90
inf	21.13	20.21

非球面係数

	*1	*2	*19	*20
K	-0.2	-3.7978309	0	0
A3	1.7756055E-04	2.1343861E-04	0	0
A4	1.7405304E-05	8.8824027E-06	-8.7553168E-06	-1.5797861E-07
A5	-5.4892861E-07	-1.0621232E-07	-4.4405706E-06	-3.4704604E-06
A6	3.1144330E-09	-4.1620250E-09	1.7949489E-07	1.6531191E-07
A7	9.8080681E-11	-5.0516375E-11	3.3102559E-08	3.0864841E-09
A8	-5.2542194E-13	4.1947132E-13	-3.2230879E-09	1.3610341E-09
A9	-1.6522972E-14	3.1957488E-14	7.2297331E-11	-2.0563223E-10
A10	-1.0328503E-17	4.2166010E-16	2.9107122E-12	8.3751110E-12
A11	1.4168236E-18	6.2448618E-18		
A12	8.3890885E-21	-3.3940750E-19		

【 0 0 6 0 】

なお、実施例 1 において各条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') に対応する値は、後述する表 9 に示すとおりであり、条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') は全て

10

20

30

40

50

満足されている。

【 0 0 6 1 】

< 実施例 2 >

実施例 2 に係る投写レンズの構成は、図 2 に示すとおりであり、基本的に実施例 1 に係る投写レンズと同様であるが、絞り S が、第 6 レンズ L_6 の縮小側の面よりも、より縮小側に配されている点において、また、第 6 レンズ L_6 が、拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズとされている点において、実施例 1 に係る投写レンズと相違する。

【 0 0 6 2 】

実施例 2 における全系の焦点距離 f (mm)、バックフォーカス Bf (mm)、F ナンバ $Fno.$ 、画角 2θ の各数値を表 2 の最上段に示す。

10

また、実施例 2 に係る投写レンズの各レンズ面の曲率半径 R (mm)、軸上面間隔 D (mm)、各レンズの d 線における屈折率 N_d および各レンズの d 線におけるアッペ数 A_d の値を、表 2 の上段に示す。

【 0 0 6 3 】

また、表 2 の中段には、所定の投写距離 (1.2 m、無限遠) においてフォーカシングされた際の面間隔 D_1 、 D_2 の数値を示す。

なお、表 2 の下段には各非球面に対応する各定数 K 、 $A_3 \sim A_{12}$ の値が示されている。

【 0 0 6 4 】

【表 2】

$$f = 9.69, Bf = 29.52, Fno = 2.3, 2\omega = 101.8^\circ$$

S	R	D	Nd	νd
*1	-71.429	7.00	1.49100	57.6
*2	-240.742	10.00		
3	44.584	2.20	1.51633	64.1
4	24.558	7.95		
5	129.727	1.80	1.80518	25.5
6	17.540	D1		
7	-38.292	1.54	1.60311	60.7
8	26.038	6.00	1.69895	30.1
9	-92.825	D2		
10	39.091	5.00	1.76182	26.6
11	234.299	1.00		
絞り	∞	7.93		
13	22.834	1.21	1.77250	49.6
14	17.241	6.44	1.48749	70.4
15	-42.943	0.62		
16	-28.572	1.73	1.77250	49.6
17	35.988	6.55	1.51680	64.2
18	-22.212	4.30		
*19	-67.020	3.00	1.51007	56.2
*20	-26.862	0.31		
21	-27.168	1.50	1.80610	33.3
22	22.915	8.89	1.49700	81.6
23	-40.482	0.40		
24	49.274	9.54	1.49700	81.6
25	-29.548	12.20		
26	∞	26.30	1.51633	64.1
27	∞			

*非球面

投写距離	D1	D2
1.2m	12.81	28.30
inf	13.91	27.20

非球面係数

	*1	*2	*19	*20
K	-0.2	-3.7978309	0	0
A3	3.5901788E-04	4.0754623E-04	0	0
A4	7.1705899E-06	8.7196204E-08	-5.5028608E-05	-3.3231190E-05
A5	-3.4814398E-07	-8.3667817E-08	-3.2103030E-06	-1.1148841E-06
A6	1.8047821E-09	-1.4025236E-09	-2.6170943E-08	-1.0323282E-07
A7	1.0355245E-10	-2.8280275E-11	1.8102967E-08	-4.1577161E-09
A8	-3.3986528E-13	-6.9314746E-15	-2.1669377E-09	1.3684313E-09
A9	-2.1942353E-14	1.9850066E-14	2.5230984E-12	-1.3165964E-10
A10	-2.4118609E-16	4.7298344E-16	-1.2527294E-13	1.0519939E-12
A11	3.4766505E-18	4.6816756E-18		
A12	8.5829972E-20	-2.9972958E-19		

【 0 0 6 5 】

なお、実施例 2 において各条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') に対応する値は、後述する表 9 に示すとおりであり、条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') は全て

10

20

30

40

50

満足されている。

【 0 0 6 6 】

< 実施例 3 >

実施例 3 に係る投写レンズの構成は、図 3 に示すとおりであり、基本的に実施例 1 に係る投写レンズと同様であるが、第 6 レンズ L_6 が両凸レンズとされている点において、実施例 1 に係る投写レンズと相違する。

【 0 0 6 7 】

実施例 3 における全系の焦点距離 f (mm)、バックフォーカス Bf (mm)、F ナンバ $Fno.$ 、画角 2θ の各数値を表 3 の最上段に示す。

また、実施例 3 に係る投写レンズの各レンズ面の曲率半径 R (mm)、軸上面間隔 D (mm)、各レンズの d 線における屈折率 N_d および各レンズの d 線におけるアッペ数 A_d の値を、表 3 の上段に示す。

【 0 0 6 8 】

また、表 3 の中段には、所定の投写距離 (1.2 m、無限遠) においてフォーカシングされた際の面間隔 D_1 、 D_2 の数値を示す。

なお、表 3 の下段には各非球面に対応する各定数 K 、 $A_3 \sim A_{16}$ の値が示されている。

【 0 0 6 9 】

【表 3】

$$f = 9.70, Bf = 29.52, Fno = 2.0, 2\omega = 101.4^\circ$$

S	R	D	Nd	ν_d
*1	-71.429	7.00	1.49100	57.6
*2	-423.409	10.00		
3	36.171	2.20	1.51680	64.2
4	23.118	7.37		
5	137.000	1.80	1.84666	23.8
6	17.446	D1		
7	-24.089	1.50	1.64000	60.2
8	43.321	5.00	1.64769	33.8
9	-31.838	D2		
10	44.180	3.09	1.84666	23.8
11	-425.885	-1.00		
絞り	∞	9.50		
13	26.663	1.20	1.83481	42.7
14	17.241	8.40	1.48749	70.4
15	-29.865	0.10		
16	-28.571	1.50	1.83481	42.7
17	24.719	7.95	1.51680	64.2
18	-30.757	1.95		
*19	957.189	3.20	1.51007	56.2
*20	-200.000	2.22		
21	-162.015	1.50	1.84666	23.8
22	31.818	7.24	1.49700	81.6
23	-56.569	0.40		
24	52.067	8.79	1.49700	81.6
25	-33.722	12.20		
26	∞	26.30	1.51633	64.1
27	∞			

*非球面

投写距離	D1	D2
1.2m	17.91	21.38
inf	19.47	19.82

非球面係数

	*1	*2	*19	*20
K	-0.2	-3.7978309	0	0
A3	1.6536706E-04	2.0873914E-04	0	0
A4	1.9462419E-05	9.7600268E-06	2.2954828E-05	3.3004816E-05
A5	-6.1389797E-07	-1.1003638E-07	-4.4613019E-06	-4.6026210E-06
A6	3.2220995E-09	-4.7897740E-09	1.3453631E-07	2.9236019E-07
A7	1.1448297E-10	-6.0840984E-11	4.2498147E-08	4.5018007E-09
A8	-3.3784060E-13	4.5406167E-13	-3.0598722E-09	7.6313118E-10
A9	-1.8923987E-14	3.8900260E-14	-3.1216044E-11	-2.2629820E-10
A10	-1.5559815E-16	6.1910785E-16	5.9253708E-12	1.0191875E-11
A11	-3.8305295E-19	8.1640641E-18	-7.2672451E-15	4.5810261E-15
A12	7.4877258E-20	-4.7479653E-19	5.2045367E-16	6.7639368E-16
A13			1.1521679E-16	2.9016377E-17
A14			1.1998512E-17	-3.8795886E-18
A15			2.8205726E-19	3.9118847E-19
A16			-1.3669204E-19	-8.2761988E-20

なお、実施例 3 において各条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') に対応する値は、後述する表 9 に示すとおりであり、条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') は全て満足されている。

【 0 0 7 1 】

< 実施例 4 >

実施例 4 に係る投写レンズの構成は、図 4 に示すとおりであり、基本的には実施例 1 に係る投写レンズと同様であるが、第 6 レンズ L_6 が両凸レンズとされている点において、また、第 7 レンズ L_7 が単独のレンズとされるとともに、第 8 レンズ L_8 、第 9 レンズ L_9 および第 10 レンズ L_{10} が順次接合されて 3 枚接合レンズを構成している点において、実施例 1 に係る投写レンズと相違する。

10

【 0 0 7 2 】

実施例 4 における全系の焦点距離 f (mm)、バックフォーカス Bf (mm)、F ナンバ $Fno.$ 、画角 2ω の各数値を表 4 の最上段に示す。

また、実施例 4 に係る投写レンズの各レンズ面の曲率半径 R (mm)、軸上面間隔 D (mm)、各レンズの d 線における屈折率 N_d および各レンズの d 線におけるアッペ数 A_d の値を、表 4 の上段に示す。

【 0 0 7 3 】

また、表 4 の中段には、所定の投写距離 (1 . 2 m、無限遠) においてフォーカシングされた際の面間隔 D_1 、 D_2 の数値を示す。

なお、表 4 の下段には各非球面に対応する各定数 K 、 $A_3 \sim A_{16}$ の値が示されている。

20

【 0 0 7 4 】

【表 4】

f = 9.69 , Bf = 29.52 , Fno = 2.0 , $2\omega = 101.4^\circ$

S	R	D	Nd	ν_d
*1	-71.429	7.00	1.49100	57.6
*2	-360.503	10.00		
3	37.267	2.20	1.51680	64.2
4	23.378	7.40		
5	127.155	1.80	1.84666	23.8
6	17.129	D1		
7	-24.879	1.50	1.60311	60.7
8	31.392	6.00	1.62004	36.3
9	-35.434	D2		
10	41.630	3.22	1.84666	23.8
11	-372.150	-1.00		
絞り	∞	8.33		
13	27.513	1.20	1.80400	46.6
14	17.241	0.10		
15	17.374	8.67	1.48749	70.4
16	-24.133	1.50	1.83481	42.7
17	23.963	7.85	1.51680	64.2
18	-28.409	2.01		
*19	2343.358	3.20	1.51007	56.2
*20	-199.988	2.41		
21	-136.812	1.50	1.84666	23.8
22	30.517	7.61	1.49700	81.6
23	-51.258	0.40		
24	52.034	8.62	1.49700	81.6
25	-33.557	12.20		
26	∞	26.30	1.51633	64.1
27	∞			

*非球面

投写距離	D1	D2
1.2m	17.23	21.33
inf	18.59	19.97

非球面係数

	*1	*2	*19	*20
K	-0.2	-3.7978309	0	0
A3	1.6977803E-04	2.1189376E-04	0	0
A4	1.9277078E-05	9.7683723E-06	2.3964874E-05	3.2906105E-05
A5	-6.1173583E-07	-1.1016386E-07	-4.5560093E-06	-4.6542662E-06
A6	3.2991797E-09	-4.8014509E-09	1.2642946E-07	2.8824687E-07
A7	1.1475018E-10	-6.1139883E-11	4.2275418E-08	4.1290186E-09
A8	-3.5565871E-13	4.4887829E-13	-3.0488724E-09	7.4391795E-10
A9	-1.9472121E-14	3.8840552E-14	-2.9056328E-11	-2.2621346E-10
A10	-1.6429126E-16	6.1938280E-16	6.1411881E-12	1.0319876E-11
A11	-3.9490861E-19	8.2256912E-18	1.0175896E-14	2.0046380E-14
A12	7.9986501E-20	-4.7141376E-19	1.6602866E-15	1.9147093E-15
A13			1.6333718E-16	1.0416743E-16
A14			1.0738784E-17	1.4106586E-18
A15			-1.1681298E-18	-6.5604184E-19
A16			-1.0724859E-19	-9.4855253E-20

なお、実施例 4 において各条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') に対応する値は、後述する表 9 に示すとおりであり、条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') は全て満足されている。

【 0 0 7 6 】

< 実施例 5 >

実施例 5 に係る投写レンズの構成は、図 5 に示すとおりであり、基本的には実施例 1 に係る投写レンズと同様であるが、第 6 レンズ L_6 が両凸レンズとされている点において、また、第 7 レンズ L_7 、第 8 レンズ L_8 および第 9 レンズ L_9 が順次接合されて 3 枚接合レンズを構成するとともに、第 10 レンズ L_{10} が単独のレンズとされている点において、実施例 1 に係る投写レンズと相違する。

10

【 0 0 7 7 】

実施例 5 における全系の焦点距離 f (mm)、バックフォーカス Bf (mm)、F ナンバ $Fno.$ 、画角 2ω の各数値を表 5 の最上段に示す。

また、実施例 5 に係る投写レンズの各レンズ面の曲率半径 R (mm)、軸上面間隔 D (mm)、各レンズの d 線における屈折率 N_d および各レンズの d 線におけるアッペ数 A_d の値を、表 5 の上段に示す。

【 0 0 7 8 】

また、表 5 の中段には、所定の投写距離 (1 . 2 m、無限遠) においてフォーカシングされた際の面間隔 D_1 、 D_2 の数値を示す。

なお、表 5 の下段には各非球面に対応する各定数 K 、 $A_3 \sim A_{16}$ の値が示されている。

20

【 0 0 7 9 】

【表 5】

 $f = 9.69$, $Bf = 29.52$, $Fno = 2.0$, $2\omega = 101.4^\circ$

S	R	D	Nd	νd
*1	-71.425	6.99	1.49100	57.6
*2	-418.207	10.00		
3	36.837	2.20	1.51680	64.2
4	23.804	7.64		
5	132.082	1.80	1.84666	23.8
6	17.168	<u>D1</u>		
7	-24.141	1.50	1.60311	60.7
8	33.259	6.00	1.62004	36.3
9	-34.180	<u>D2</u>		
10	40.226	3.35	1.84666	23.8
11	-274.319	-1.00		
絞り	∞	6.48		
13	29.113	1.20	1.80400	46.6
14	17.242	8.79	1.48749	70.4
15	-23.729	1.50	1.83481	42.7
16	25.318	0.10		
17	25.406	8.01	1.51680	64.2
18	-30.116	2.33		
*19	700.861	3.20	1.51007	56.2
*20	-199.991	2.48		
21	-116.906	1.50	1.84666	23.8
22	28.134	8.40	1.49700	81.6
23	-43.413	0.40		
24	49.433	8.51	1.49700	81.6
25	-35.443	12.20		
26	∞	26.30	1.51633	64.1
27	∞			

*非球面

投写距離	D1	D2
1.2m	17.74	20.93
inf	19.11	19.56

非球面係数

	*1	*2	*19	*20
K	-0.2	-3.7978309	0	0
A3	1.7410134E-04	2.1492956E-04	0	0
A4	1.9059695E-05	9.7540840E-06	2.4744871E-05	3.2854052E-05
A5	-6.0664608E-07	-1.1179819E-07	-4.5095881E-06	-4.5377385E-06
A6	3.2295799E-09	-4.8224809E-09	1.3202839E-07	2.8759880E-07
A7	1.1359322E-10	-6.1257411E-11	4.2298399E-08	3.4834088E-09
A8	-3.4900522E-13	4.4967065E-13	-3.1032271E-09	6.8764609E-10
A9	-1.8909618E-14	3.8867470E-14	-3.6449793E-11	-2.2900046E-10
A10	-1.5306522E-16	6.2018531E-16	5.5689720E-12	1.0256457E-11
A11	-3.6304208E-19	8.2375063E-18	-1.3606010E-14	2.2636650E-14
A12	7.3147531E-20	-4.7029737E-19	2.3799239E-15	2.2776780E-15
A13			4.3813640E-16	1.3873957E-16
A14			5.5918097E-17	1.5473371E-18
A15			-6.7447336E-19	8.6219366E-19
A16			-3.7636315E-19	-1.9601112E-19

なお、実施例 5 において各条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') に対応する値は、後述する表 9 に示すとおりであり、条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') は全て満足されている。

【 0 0 8 1 】

< 実施例 6 >

実施例 6 に係る投写レンズの構成は、図 6 に示すとおりであり、基本的には実施例 1 に係る投写レンズと同様であるが、第 6 レンズ L_6 が両凸レンズとされている点において、また、第 7 レンズ L_7 、第 8 レンズ L_8 、第 9 レンズ L_9 および第 10 レンズ L_{10} が順次接合されて 4 枚接合レンズを構成する点において、実施例 1 に係る投写レンズと相違する。

10

【 0 0 8 2 】

実施例 6 における全系の焦点距離 f (mm)、バックフォーカス Bf (mm)、F ナンバ $Fno.$ 、画角 2θ の各数値を表 6 の最上段に示す。

また、実施例 6 に係る投写レンズの各レンズ面の曲率半径 R (mm)、軸上面間隔 D (mm)、各レンズの d 線における屈折率 N_d および各レンズの d 線におけるアッペ数 U_d の値を、表 6 の上段に示す。

【 0 0 8 3 】

また、表 6 の中段には、所定の投写距離 (1 . 2 m、無限遠) においてフォーカシングされた際の面間隔 D_1 、 D_2 の数値を示す。

なお、表 6 の下段には各非球面に対応する各定数 K 、 $A_3 \sim A_{16}$ の値が示されている。

20

【 0 0 8 4 】

【表 6】

 $f = 9.69$, $Bf = 29.52$, $Fno = 2.0$, $2\omega = 101.4^\circ$

S	R	D	Nd	νd
*1	-71.429	7.00	1.49100	57.6
*2	-356.878	10.00		
3	37.385	2.20	1.51680	64.2
4	23.180	7.21		
5	127.183	1.80	1.84666	23.8
6	17.152	D1		
7	-25.229	1.50	1.60311	60.7
8	30.603	6.00	1.62004	36.3
9	-35.987	D2		
10	42.395	3.20	1.84666	23.8
11	-357.682	-1.00		
絞り	∞	8.80		
13	27.610	1.20	1.80400	46.6
14	17.241	8.78	1.48749	70.4
15	-23.691	1.50	1.83481	42.7
16	24.412	7.89	1.51680	64.2
17	-28.187	1.93		
*18	2980.825	3.20	1.51007	56.2
*19	-199.987	2.32		
20	-160.139	1.50	1.84666	23.8
21	30.484	7.49	1.49700	81.6
22	-55.247	0.40		
23	51.991	8.66	1.49700	81.6
24	-33.408	12.20		
25	∞	26.30	1.51633	64.1
26	∞			

*非球面

投写距離	D1	D2
1.2m	17.11	21.39
inf	18.46	20.04

非球面係数

	*1	*2	*18	*19
K	-0.2	-3.7978309	0	0
A3	1.6833179E-04	2.0990905E-04	0	0
A4	1.9321348E-05	9.7605422E-06	2.3764948E-05	3.3090058E-05
A5	-6.1197444E-07	-1.0989508E-07	-4.5455659E-06	-4.6900465E-06
A6	3.2983337E-09	-4.7913099E-09	1.2609611E-07	2.8755154E-07
A7	1.1479153E-10	-6.0890271E-11	4.2224246E-08	4.2469918E-09
A8	-3.5426417E-13	4.5385919E-13	-3.0479460E-09	7.5823045E-10
A9	-1.9446689E-14	3.8913996E-14	-2.8454361E-11	-2.2535191E-10
A10	-1.6394940E-16	6.1967508E-16	6.2039243E-12	1.0334968E-11
A11	-3.9411057E-19	8.1821722E-18	1.2063677E-14	1.6398611E-14
A12	7.9878294E-20	-4.7390034E-19	1.1616194E-15	1.3204175E-15
A13			4.0378809E-17	4.9117093E-17
A14			-8.3751689E-18	-4.3161718E-18
A15			5.1619742E-19	-1.0212228E-18
A16			-9.9490178E-20	-2.6426786E-20

なお、実施例 6 において各条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') に対応する値は、後述する表 9 に示すとおりであり、条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') は全て満足されている。

【 0 0 8 6 】

< 実施例 7 >

実施例 7 に係る投写レンズの構成は、図 7 に示すとおりであり、基本的には実施例 1 に係る投写レンズと同様であるが、第 6 レンズ L_6 が両凸レンズとされている点において、実施例 1 に係る投写レンズと相違する。

【 0 0 8 7 】

実施例 7 における全系の焦点距離 f (mm)、バックフォーカス Bf (mm)、F ナンバ $Fno.$ 、画角 2ω の各数値を表 7 の最上段に示す。 10

また、実施例 7 に係る投写レンズの各レンズ面の曲率半径 R (mm)、軸上面間隔 D (mm)、各レンズの d 線における屈折率 N_d および各レンズの d 線におけるアッペ数 U_d の値を、表 7 の上段に示す。

【 0 0 8 8 】

また、表 7 の中段には、所定の投写距離 (1 . 2 m、無限遠) においてフォーカシングされた際の面間隔 D_1 、 D_2 の数値を示す。

なお、表 7 の下段には各非球面に対応する各定数 K 、 $A_3 \sim A_{16}$ の値が示されている。

【 0 0 8 9 】

20

【表 7】

f = 9.70 , Bf = 29.52 , Fno = 2.1 , $2\omega = 101.4^\circ$

S	R	D	Nd	ν_d
*1	-71.431	7.00	1.49100	57.6
*2	-444.555	9.77		
3	40.830	2.20	1.51680	64.2
4	25.056	7.56		
5	124.236	1.80	1.84666	23.8
6	18.659	D1		
7	-24.262	1.50	1.64000	60.2
8	154.289	5.00	1.64769	33.8
9	-31.952	D2		
10	47.140	3.14	1.84666	23.8
11	-592.417	-1.00		
絞り	∞	12.54		
13	26.466	1.20	1.83481	42.7
14	17.241	9.18	1.48749	70.4
15	-29.880	0.10		
16	-28.572	1.91	1.83481	42.7
17	26.466	7.58	1.51680	64.2
18	-31.749	2.19		
*19	2819.547	3.20	1.51007	56.2
*20	-199.982	2.36		
21	-153.239	1.50	1.84666	23.8
22	34.392	6.50	1.49700	81.6
23	-64.656	0.40		
24	51.110	8.39	1.49700	81.6
25	-35.621	12.20		
26	∞	26.30	1.51633	64.1
27	∞			

*非球面

投写距離	D1	D2
1.2m	17.81	29.18
inf	19.39	27.60

非球面係数

	*1	*2	*19	*20
K	-0.2	-3.7978309	0	0
A3	1.5318657E-04	1.9317991E-04	0	0
A4	1.9321882E-05	9.9369147E-06	2.2305105E-05	3.1008126E-05
A5	-6.0290280E-07	-1.0652132E-07	-4.4115170E-06	-4.6572069E-06
A6	3.1844727E-09	-4.7427467E-09	1.3744741E-07	2.9344260E-07
A7	1.1173903E-10	-6.0695290E-11	4.2425789E-08	5.0516014E-09
A8	-3.8537479E-13	4.3830166E-13	-3.0630131E-09	8.0491557E-10
A9	-1.9362079E-14	3.8305432E-14	-3.0084105E-11	-2.2535839E-10
A10	-1.5270533E-16	6.0745261E-16	6.0710895E-12	1.0065481E-11
A11	-1.0859243E-19	8.1734549E-18	-1.2712500E-15	-1.3089441E-14
A12	8.3988601E-20	-4.6106932E-19	-9.1140151E-17	-4.3958972E-16
A13			8.7683268E-19	2.4644766E-17
A14			1.2258625E-17	1.1163976E-18
A15			1.2270031E-18	2.4224543E-18
A16			-1.7414832E-19	-1.9988236E-19

なお、実施例 7 において各条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') に対応する値は、後述する表 9 に示すとおりであり、条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') は全て満足されている。

【 0 0 9 1 】

< 実施例 8 >

実施例 8 に係る投写レンズの構成は、図 8 に示すとおりであり、基本的には実施例 1 に係る投写レンズと同様であるが、第 6 レンズ L_6 が両凸レンズとされている点において、実施例 1 に係る投写レンズと相違する。

【 0 0 9 2 】

実施例 8 における全系の焦点距離 f (mm)、バックフォーカス Bf (mm)、F ナンバ $Fno.$ 、画角 2ω の各数値を表 8 の最上段に示す。 10

また、実施例 8 に係る投写レンズの各レンズ面の曲率半径 R (mm)、軸上面間隔 D (mm)、各レンズの d 線における屈折率 N_d および各レンズの d 線におけるアッペ数 U_d の値を、表 8 の上段に示す。

【 0 0 9 3 】

また、表 8 の中段には、所定の投写距離 (1 . 2 m、無限遠) においてフォーカシングされた際の面間隔 D_1 、 D_2 の数値を示す。

なお、表 8 の下段には各非球面に対応する各定数 K 、 $A_3 \sim A_{16}$ の値が示されている。

【 0 0 9 4 】

20

【表 8】

f = 9.69 , Bf = 29.52 , Fno = 2.2 , $2\omega = 101.4^\circ$

S	R	D	Nd	νd
*1	-71.427	7.00	1.49100	57.6
*2	-437.949	9.71		
3	40.765	2.20	1.51680	64.2
4	25.116	7.55		
5	124.983	1.80	1.84666	23.8
6	18.705	D1		
7	-23.683	1.50	1.64000	60.2
8	301.481	5.00	1.64769	33.8
9	-31.075	D2		
10	46.271	2.95	1.84666	23.8
11	-560.415	-1.00		
絞り	∞	12.47		
13	26.404	1.20	1.83481	42.7
14	17.241	8.43	1.48749	70.4
15	-29.910	0.10		
16	-28.573	1.95	1.83481	42.7
17	25.465	7.76	1.51680	64.2
18	-31.723	2.27		
*19	3481.750	3.20	1.51007	56.2
*20	-199.986	2.40		
21	-140.435	1.50	1.84666	23.8
22	33.847	6.39	1.49700	81.6
23	-63.863	0.40		
24	51.608	8.48	1.49700	81.6
25	-34.802	12.20		
26	∞	26.30	1.51633	64.1
27	∞			

*非球面

投写距離	D1	D2
1.2m	18.22	29.49
inf	19.84	27.87

非球面係数

	*1	*2	*19	*20
K	-0.2	-3.7978309	0	0
A3	1.5982805E-04	2.0256023E-04	0	0
A4	1.9261910E-05	9.8662700E-06	2.3294883E-05	3.1617149E-05
A5	-6.0579522E-07	-1.0879106E-07	-4.4428306E-06	-4.6207882E-06
A6	3.2229307E-09	-4.7824240E-09	1.3581295E-07	2.9198220E-07
A7	1.1245388E-10	-6.1037785E-11	4.2445477E-08	4.6340690E-09
A8	-3.8068485E-13	4.4385357E-13	-3.0676933E-09	7.7808553E-10
A9	-1.9421366E-14	3.8630603E-14	-3.1339415E-11	-2.2553849E-10
A10	-1.5528181E-16	6.1553576E-16	5.9757058E-12	1.0192641E-11
A11	-1.5661690E-19	8.2436488E-18	3.8872992E-17	7.8368581E-16
A12	8.3666924E-20	-4.6605856E-19	1.1167434E-15	2.6020992E-16
A13			1.4272859E-16	1.3459554E-17
A14			1.3132091E-17	-4.9950367E-18
A15			-6.7638973E-19	1.8731157E-18
A16			-1.0360846E-19	-1.6189195E-19

なお、実施例 8 において各条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') に対応する値は、後述する表 9 に示すとおりであり、条件式 (1) ~ (5)、(1')、(4') は全て満足されている。

【0096】

また、図 9 ~ 16 は、実施例 1 ~ 8 に係る投写レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差）を示す収差図である。これらの収差図において、は半画角を示し、球面収差の収差図には波長が 550nm、460nm および 620nm の光に対する収差曲線を示し、倍率色収差の収差図には波長が 550nm の光に対する、460nm および 620nm の光における収差曲線を示している。図 9 ~ 16 に示すように、実施例 1 ~ 8 に係る投写レンズは、歪曲収差や倍率色収差をはじめ各収差が良好に補正され、半画角 50 . 7 度以上、F ナンバ 2 . 00 ~ 2 . 30 と、広角で明るい投写レンズとされている。また、十分なバックフォーカス (29 . 52 ~ 30 . 31) を有する。さらに、各条件式が満足されており、コンパクトで高性能な投写レンズとされている。

【0097】

なお、本発明の投写レンズとしては、上記実施例の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り、例えば各レンズの曲率半径 R およびレンズ間隔（もしくはレンズ厚）D を適宜変更することが可能である。

【0098】

また、本発明の投写型表示装置としても、上記構成のものに限られるものではなく、本発明の投写レンズを備えた種々の装置構成が可能である。ライトバルブとしては、例えば、透過型または反射型の液晶表示素子や、傾きを変えることができる微小な鏡が略平面上に多数形成された微小ミラー素子（例えば、テキサス・インスツルメント社製のデジタルマイクロミラーデバイス）を用いることができる。また、照明光学系としても、ライトバルブの種類に対応した適切な構成を採用することができる。

【0099】

【表 9】

	条件式(1)、(1')	条件式(2)	条件式(3)	条件式(4)、(4')	条件式(5)
	f/f_{2-1}	N_{2-1}	N_{2p}	N_{2n}	$ N_{1p}-N_{1n} $
実施例 1	0.192805	1.805	1.487~1.497	1.773~1.806	0.017
実施例 2	0.160484	1.762	1.487~1.517	1.773~1.806	0.096
実施例 3	0.206559	1.847	1.487~1.517	1.835~1.847	0.008
実施例 4	0.220478	1.847	1.487~1.517	1.804~1.847	0.017
実施例 5	0.235023	1.847	1.487~1.517	1.804~1.847	0.017
実施例 6	0.217802	1.847	1.487~1.517	1.804~1.847	0.017
実施例 7	0.189527	1.847	1.487~1.517	1.835~1.847	0.008
実施例 8	0.193413	1.847	1.487~1.517	1.835~1.847	0.008

【図面の簡単な説明】

【0100】

【図 1】本発明の実施例 1 に係る投写レンズの構成を表す図

【図 2】本発明の実施例 2 に係る投写レンズの構成を表す図

【図 3】本発明の実施例 3 に係る投写レンズの構成を表す図

【図 4】本発明の実施例 4 に係る投写レンズの構成を表す図

【図 5】本発明の実施例 5 に係る投写レンズの構成を表す図

【図 6】本発明の実施例 6 に係る投写レンズの構成を表す図

【図 7】本発明の実施例 7 に係る投写レンズの構成を表す図

【図 8】本発明の実施例 8 に係る投写レンズの構成を表す図

【図 9】実施例 1 に係る投写レンズの諸収差図

【図 10】実施例 2 に係る投写レンズの諸収差図

- 【図 1 1】実施例 3 に係る投写レンズの諸収差図
 【図 1 2】実施例 4 に係る投写レンズの諸収差図
 【図 1 3】実施例 5 に係る投写レンズの諸収差図
 【図 1 4】実施例 6 に係る投写レンズの諸収差図
 【図 1 5】実施例 7 に係る投写レンズの諸収差図
 【図 1 6】実施例 8 に係る投写レンズの諸収差図
 【図 1 7】本発明の投写型表示装置の概略構成を表す図

【符号の説明】

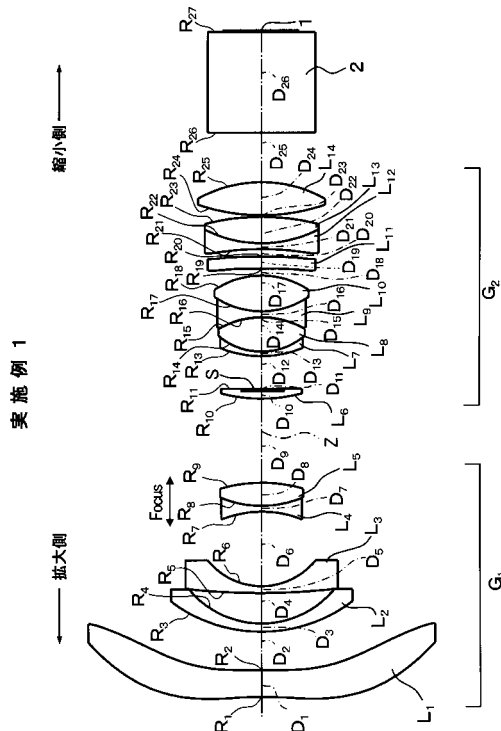
【 0 1 0 1 】

- 1 画像表示面
 2 色合成プリズム
 1 1 a ~ 1 1 c 透過型液晶パネル
 1 2、1 3 ダイクロイックミラー
 1 4 クロスダイクロイックプリズム
 1 6 a ~ 1 6 c コンデンサレンズ
 1 8 a ~ 1 8 c 全反射ミラー
 G₁、G₂ レンズ群
 L₁ ~ L₁₄ レンズ
 R₁ ~ R₂₇ レンズ面等の曲率半径
 D₁ ~ D₂₆ レンズの中心厚およびレンズ間の空気間隔（軸上面間隔）
 S 絞り
 Z 光軸

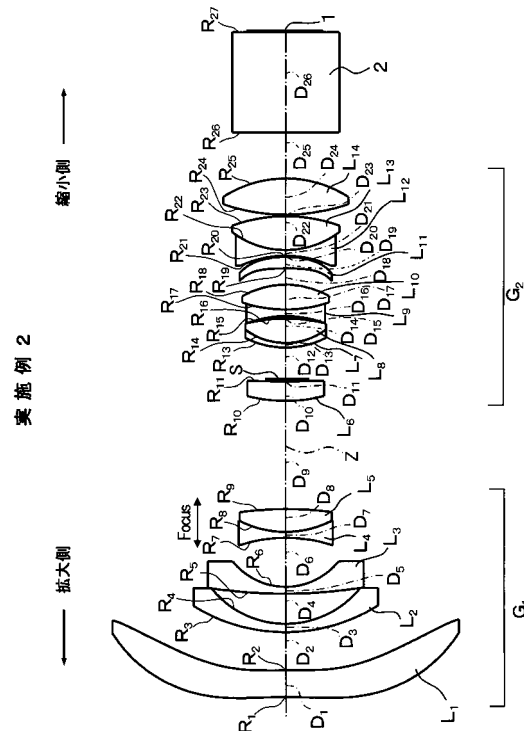
10

20

【図 1】

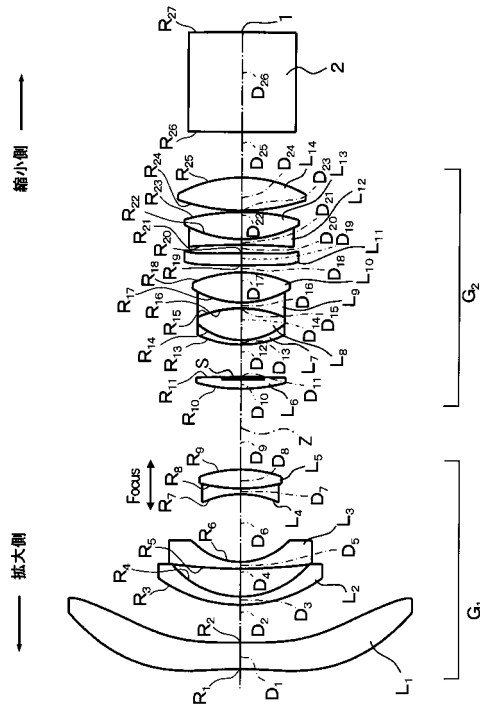


【図 2】



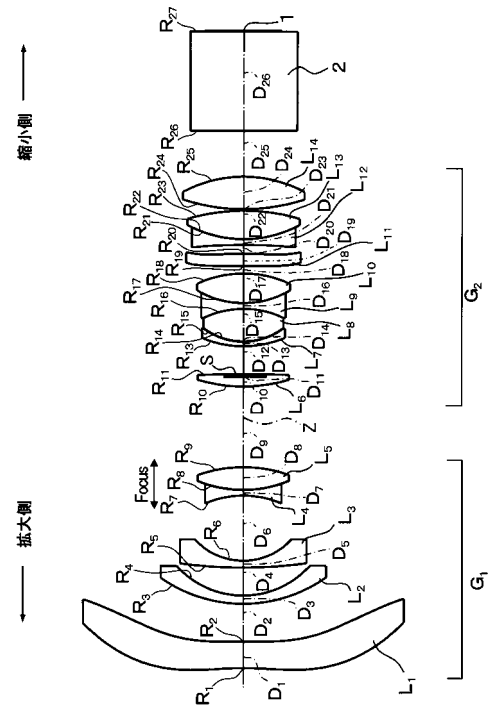
【図 3】

実施例 3



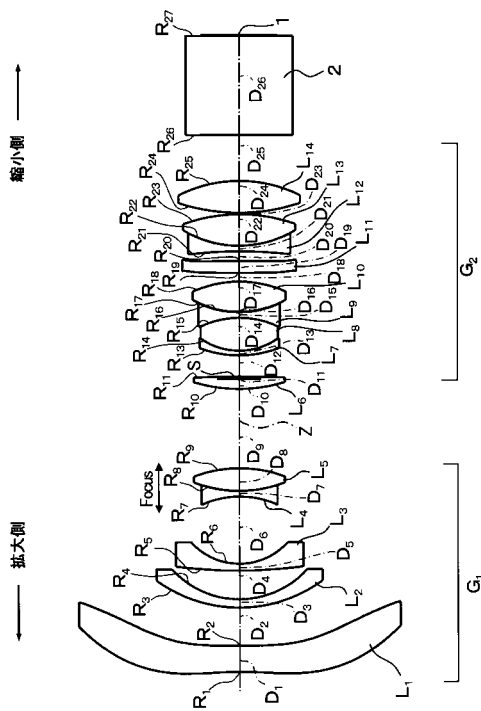
【図 4】

実施例 4



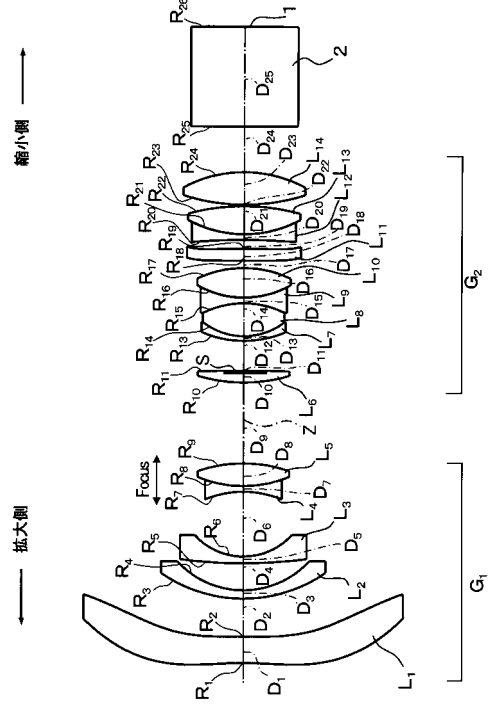
【図 5】

実施例 5

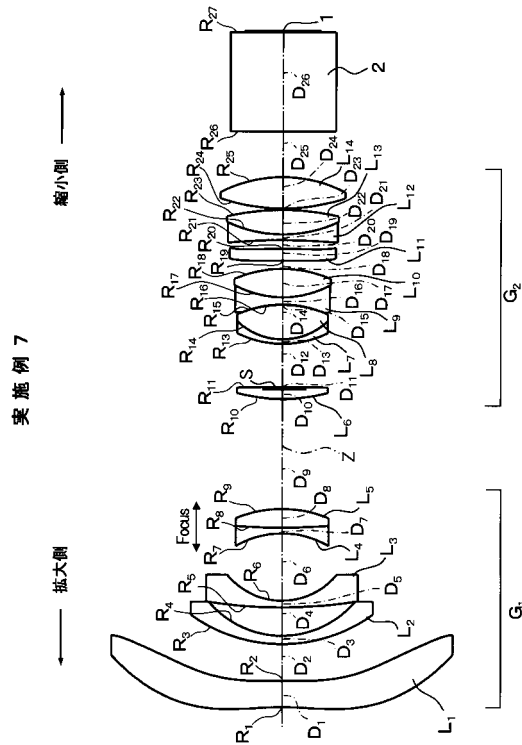


【図 6】

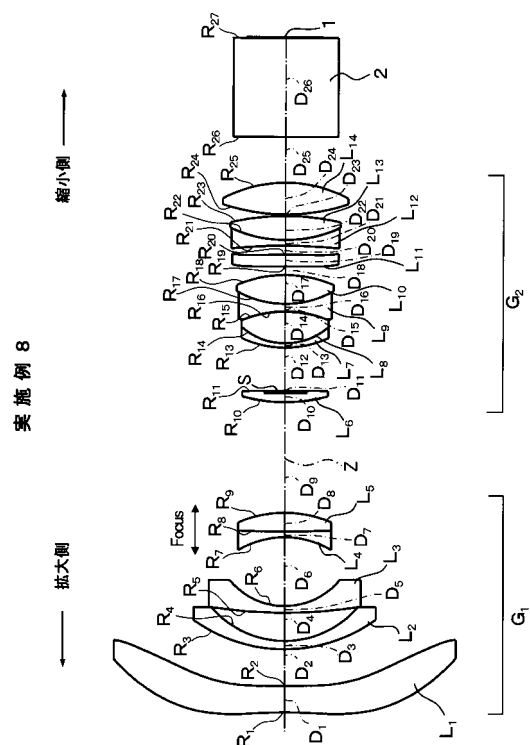
実施例 6



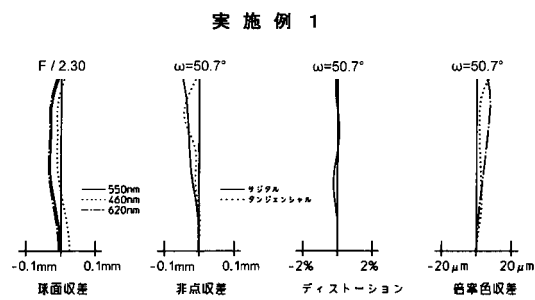
【図 7】



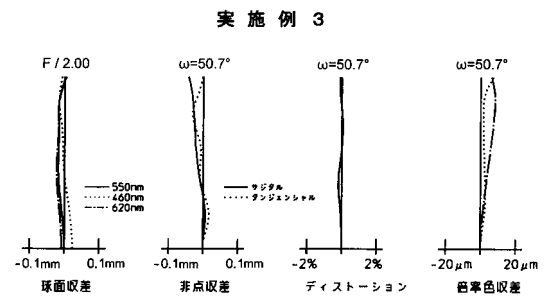
【図 8】



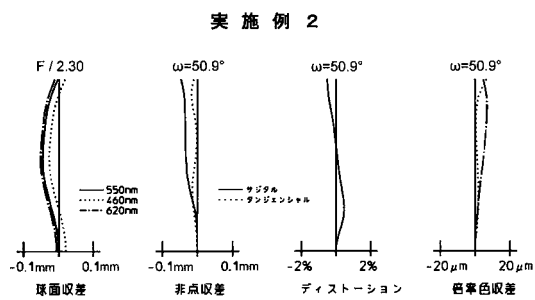
【図 9】



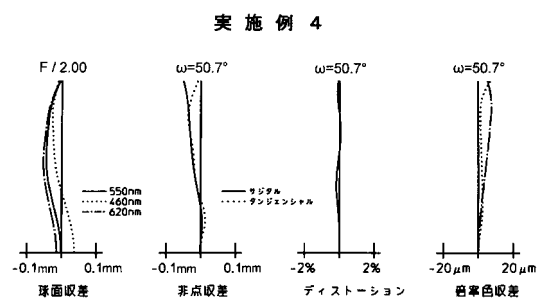
【図 11】



【図 10】

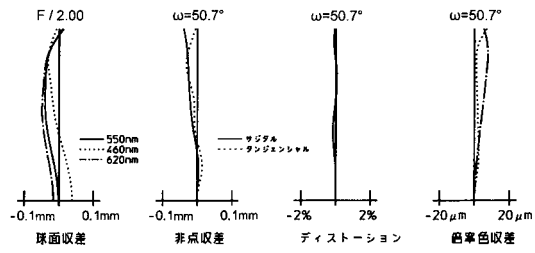


【図 12】



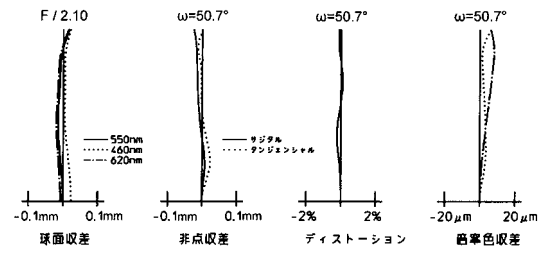
【図 13】

実施例 5



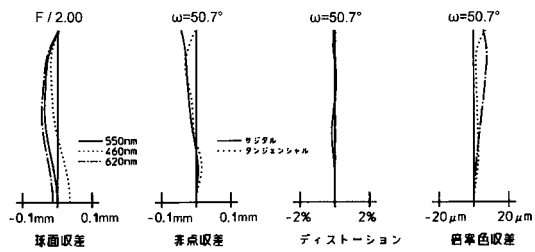
【図 15】

実施例 7



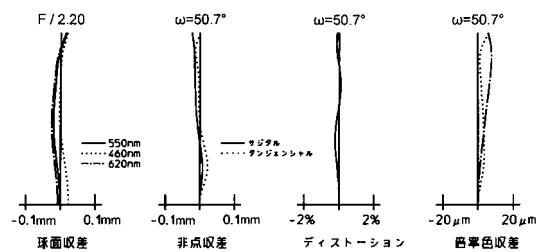
【図 14】

実施例 6

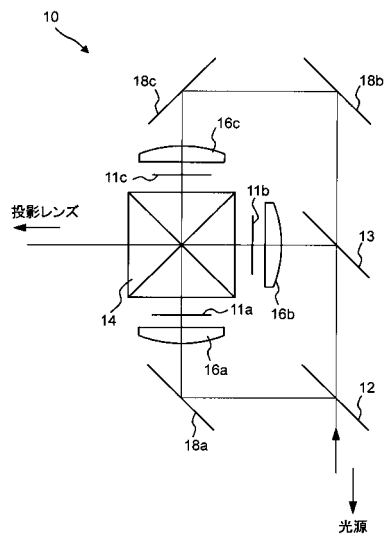


【図 16】

実施例 8



【図 17】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-221955(JP,A)
特開2004-354405(JP,A)
特開2007-121513(JP,A)
特開2008-242237(JP,A)
特開2004-177435(JP,A)
国際公開第2005/111688(WO,A1)
特開2004-233797(JP,A)
特開2000-131606(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	9/00	-	17/08
G02B	21/02	-	21/04
G02B	25/00	-	25/04