

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4871517号
(P4871517)

(45) 発行日 平成24年2月8日(2012.2.8)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

(51) Int. Cl.		F I	
G02B 15/20	(2006.01)	G02B 15/20	
G02B 13/18	(2006.01)	G02B 13/18	
G02F 1/13	(2006.01)	G02F 1/13	505
G03B 21/00	(2006.01)	G03B 21/00	E

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2005-45456 (P2005-45456)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成17年2月22日(2005.2.22)	(74) 代理人	100086818 弁理士 高梨 幸雄
(65) 公開番号	特開2006-234893 (P2006-234893A)	(72) 発明者	猪子 和宏 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43) 公開日	平成18年9月7日(2006.9.7)	審査官	堀井 康司
審査請求日	平成20年2月19日(2008.2.19)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する画像投射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

最も拡大側に配置され、ズーミングのためには不動の負の屈折力のレンズ群GFと、前記レンズ群GFよりも縮小側に配置され、ズーミングのために光軸方向に移動する1以上のレンズ群を有し、

前記レンズ群GFは、拡大側から順に、

フォーカシングのために移動するレンズ群Aと、

フォーカシングのためには不動の正の屈折力のレンズ群Bより構成され、

前記レンズ群Aは、負の屈折力のレンズから成り、

縮小側共役位置から縮小側の瞳位置までの距離をDP、広角端における全系の焦点距離をfwとするとき、

$$7.0 < |DP / fw|$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

前記レンズ群Aは、複数の負レンズから成ることを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項3】

拡大側から順に、

前記レンズ群GFである第1レンズ群と、

正の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、
 負の屈折力を有する第 4 レンズ群と、
 正の屈折力を有する第 5 レンズ群と、
 正の屈折力を有する第 6 レンズ群より構成され、
 ズーミングのためには前記第 1 レンズ群と第 6 レンズ群は不動であり、前記第 2 レンズ群、第 3 レンズ群、第 4 レンズ群、第 5 レンズ群は移動することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

拡大側から順に、
 前記レンズ群 G F である第 1 レンズ群と、
 正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、
 正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、
 負の屈折力を有する第 4 レンズ群と、
 正の屈折力を有する第 5 レンズ群と、
 正の屈折力を有する第 6 レンズ群と、
 正の屈折力を有する第 7 レンズ群より構成され、
 ズーミングのためには前記第 1 レンズ群と第 7 レンズ群は不動であり、前記第 2 レンズ群、第 3 レンズ群、第 4 レンズ群、第 5 レンズ群、第 6 レンズ群は移動することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

拡大側から順に、
 前記レンズ群 G F である第 1 レンズ群と、
 正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、
 正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、
 正の屈折力を有する第 4 レンズ群と、
 正の屈折力を有する第 5 レンズ群より構成され、
 ズーミングのためには前記第 1 レンズ群と第 5 レンズ群は不動であり、前記第 2 レンズ群、第 3 レンズ群、第 4 レンズ群は移動することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 いずれか 1 項に記載のズームレンズと、
 前記ズームレンズによりスクリーン面に投射される画像を形成する液晶表示素子を有することを特徴とする画像投射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ及びそれを有する画像投射装置に関し、例えば長いバックフォーカスを有し、種々な投影倍率で高い光学性能を有した液晶プロジェクターに好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来、液晶表示素子等の表示素子を用いて、その表示素子に形成された画像をスクリーン面に投射する液晶プロジェクター（画像投射装置）が種々提案されている。

【0003】

この液晶プロジェクターに用いる投射レンズとしては、以下に掲げる特性が要望されている。

【0004】

液晶表示素子を 3 枚使用する 3 板方式のカラー液晶プロジェクションタでは一般に、色分離光学系により白色光源からの光を赤，緑，青色の各色に分離して各液晶表示素子に導き，その各液晶表示素子から射出する光を色合成光学系により合成して投射レンズに入

10

20

30

40

50

射させている。

【0005】

その構成上、液晶表示素子を透過した後の色光を合成するためのプリズム等を配置するスペースを液晶表示素子と投射レンズとの間に設けなければならず、投射レンズに関してある一定長のバックフォーカスを有すること、

液晶表示素子から色合成光学系に入射する光束の角度が変化すると、それに応じて色合成光学系の分光透過率が変化し、投影された画像における各色の明るさが画角により変化して見づらい画像になる。このため、角度依存の影響を少なくするため液晶表示素子（縮小共役面）側の瞳が略無限遠方にある所謂テレセントリック光学系であること。

【0006】

3色の液晶表示素子の絵（画像）をスクリーンに合成投射したとき、文字等が二重に見えたりして解像感がそこなわれなないように各色の画素を画面の全域にて重ね合わせられなければならない。

【0007】

そのため、投射レンズにて発生する色ずれ（倍率色収差）を可視光帯域にて良好に補正すること。

【0008】

投射された画像が歪んで見えにくくならないように、歪曲収差が良好に補正されていること。

【0009】

効率良く光源からの光を取り込めるように、 F_{no} （Fナンバー）の小さい明るい投射レンズであること。

【0010】

小型液晶パネル搭載のプロジェクターには携帯・機動性を重視すべく小型・軽量であること。

【0011】

種々な投射距離において、良好なる投射像が得られること、即ちフォーカシング時の収差変動が少ないこと。

【0012】

これらの要求を満足するようにしたズームレンズとして、レンズ群内の一部の光学要素のみを移動させてフォーカシングを行うプロジェクター用のズームレンズが提案されている（特許文献1～3）。

【0013】

特許文献1は、スクリーン側より順に、負、正、正、負、正の屈折力のレンズ群より成る5群ズームレンズにおいて、正、負、負、正レンズの4枚構成からなる第1レンズ群内において最後尾（被投影画像側）の正レンズを固定させスクリーン側の3枚のレンズを移動させることでフォーカシングを行うズームレンズを開示している。

【0014】

特許文献2、3は、スクリーン側より順に、負、正、正、負、正の屈折力のレンズ群より成る5群ズームレンズにおいて、第1レンズ群を負の屈折力を有した2つのレンズ要素より構成し、これらのレンズ要素の相互間隔を変えることでフォーカシングを行うズームレンズを開示している。これらはいずれもフォーカス要素中に正レンズが含まれており、フォーカス要素全体の屈折力を弱めている。

【0015】

又液晶プロジェクター用の投写レンズとして、拡大共役側（前方側、拡大側と同じ意味で本明細書においてはこれらの用語を交換可能に使用します。）より順に、負・正・正・負・正（もしくは負）・正の屈折力の第1～第6レンズ群の配列による全体として6つのレンズ群より構成し、このうち所定のレンズ群を適切に移動させてズームングを行っている6群ズームレンズが提案されている（特許文献4）。

【0016】

10

20

30

40

50

この6群ズームレンズは、広角端から望遠端へのズームングに際して、第1および6レンズ群を固定として、内部の第2～第5レンズ群を全て拡大共役側(前方側、拡大側と同じ意味で本明細書においてはこれらの用語を交換可能に使用します。)へ移動させるため、ズームング時にレンズ全長が一定に保たれている。またズームングの際の歪曲収差と色収差を少なくし、縮小共役側にテレセントリックなズームレンズとなっている。そして、この特許文献4に開示された構成では、第1レンズ群が拡大共役側から正、負、負の3枚のレンズより構成されており、この第1レンズ群を駆動してフォーカス調整を行っている旨の開示がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0017】

一般にフォーカシングを行う際の諸収差の変動を抑える一方法として、フォーカスレンズ群の屈折力をできるだけ強くし、フォーカスレンズ群の移動量を極力少なくする方法がある。特許文献1～3では、いずれも第1レンズ群中のレンズ構成上フォーカスレンズ群を負レンズだけで構成していないためフォーカスレンズ群の屈折力が弱く、フォーカシングの際の移動量が多くなり諸収差の変動が多くなる傾向があった。

【0018】

さらにプロジェクターで用いられるズームレンズのレンズ構成は、長いバックフォーカスを得るためにレトロフォーカスタイプとし、かつ縮小側をテレセントリックとするために、縮小側に強い正の屈折力のレンズ群を配するのが多い。

20

【0019】

しかしながら、このようなレンズ構成のズームレンズは、レンズ系全体の非対称性が増大し、例えば倍率色収差として青色が緑色に対してアンダー側(光軸方向)に生じる傾向にある。

【0020】

又少ないレンズ枚数になるほど各レンズの屈折力が増すため、特に絞りより縮小側に位置する負レンズがオーバー方向の高次の倍率色収差を発生しやすくなる。また、ズーム比が大きくなるほど広角端から望遠端に至る倍率色収差の変動も大きくなる傾向がある。

【0021】

本発明は、レンズ系全体の小型化を図りつつ、フォーカシングに伴う諸収差を良好に補正し、投射距離全般にわたり良好なる光学性能を有した、例えば液晶プロジェクター用に好適なズームレンズの提供を目的とする。

30

【0022】

この他本発明は、倍率色収差を良好に補正し、高い光学性能が容易に得られるプロジェクター用に好適なズームレンズの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0023】

本発明のズームレンズは、最も拡大側に配置され、ズームングのためには不動の負の屈折力のレンズ群GFと、

前記レンズ群GFよりも縮小側に配置され、ズームングのために光軸方向に移動する1以上のレンズ群を有し、

40

前記レンズ群GFは、拡大側から順に、

フォーカシングのために移動するレンズ群Aと、

フォーカシングのためには不動の正の屈折力のレンズ群Bより構成され、

前記レンズ群Aは、負の屈折力のレンズから成り、

縮小側共役位置から縮小側の瞳位置までの距離をDP、広角端における全系の焦点距離をfwとするとき、

$$7.0 < |DP / fw|$$

を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

50

【0024】

本発明によれば、レンズ系全体の小型化を図りつつ、フォーカシングに伴う諸収差を良好に補正し、投射距離全般にわたり良好なる光学性能を有した、例えば液晶プロジェクター用に好適なズームレンズが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

本発明の実施例は以下のように記載することができる。

【0026】

実施例のズームレンズは、最も前方側に配置され、負の光学パワーを有するレンズ群G Fを含む複数のレンズ群を備え、複数のレンズ群のうちレンズ群G F以外の1つ以上のレンズ群を光軸方向に動かすことによりズームを行う。そして後方側に配置した画像情報を所定面上に投射する。このときレンズ群G Fは、フォーカスに際して移動する負の屈折力のレンズ群Aとフォーカスの為には不動の正の屈折力のレンズ群Bより成ることを特徴としている。ここで、本明細書においては、レンズ群とは、複数枚のレンズを意味するだけでなく、1枚のレンズであってもレンズ群と称することとする。

10

【0027】

このときレンズ群Aを負の屈折力のレンズのみで構成している。

【0028】

このようにフォーカシングの際に第1レンズ群中の負の屈折力を有したレンズだけを移動させることによりフォーカス要素の屈折力を高め、フォーカスレンズ群の移動量を減らし、諸収差の変動を最小限におさえることで、投射距離の違いによる光学性能の変化を少なくしている。そして、後述するように条件式(2)を満足するようにしている。

20

【0029】

この他の実施例のズームレンズでは、最も前方側に配置され、負の光学パワーを有するレンズ群G Fと、最も後方側に配置され、正の光学パワーを有するレンズ群G Rを含む複数のレンズ群を備え前記複数のレンズ群のうち該レンズ群G Fとレンズ群G R以外の1つ以上のレンズ群を光軸方向に動かすことによりズームを行う、後方側に配置した画像情報を所定面上に投射する。このとき、該レンズ群G Fの最も前方側のレンズG F aは負の屈折力であり、該レンズ群G Rの最も後方側のレンズG R bは正の屈折力であり、該レンズG F aとレンズG R bの材料のアッペ数を各々 $d F$ 、 $d R$ とするとき、

30

$$32 < d R - d F \cdots (1)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0030】

又、このような構成の基で、レンズ系G Fは、前方側から後方側へ順に、フォーカスに際して移動する負の屈折力のレンズ群Aとフォーカスに際して固定の正の屈折力のレンズ群Bより構成することを特徴としている。

【0031】

そして、更にレンズ群Aを負の屈折力のレンズのみで構成している。

【0032】

このようにレンズG F aとレンズG R bを、それらの材料のアッペ数が条件式(1)を満足するように構成することによって、倍率色収差を良好に補正している。

40

【0033】

特に条件式(1)を満たすことでズーム比の大きいズームレンズにおいても少ないレンズ枚数で倍率色収差の変動を好適に補正している。

【0034】

最も前方側のレンズG F aの材料に高分散ガラスを用い、最も後方側のレンズG R bの材料に低分散ガラスを用いている。最も前方側のレンズG F aは広角端から望遠端まで高い像高での光線の入射高の変化が大きくなるので、アンダー側に生じる高次の倍率色収差を広角端で大きく、望遠端で少なく発生させている。このとき条件式(1)を満たすことで、ズームに応じてオーバー方向の高次の倍率色収差を打ち消すようアンダー方向の

50

高次の倍率色収差を発生させることができ、少ない構成レンズ枚数で好適な倍率色収差を補正している。

【0035】

尚このとき条件式(1)は

$$dR - dF < 50 \cdots (1a)$$

なる条件を満足するように上限値を設定するのが良い。即ち、

$$32 < dR - dF < 50$$

とするのが良い。

【0036】

これによれば投射距離全般にわたり、倍率色収差をより良好に補正することが容易となる。

10

【0037】

又、後方側がテレセントリックとする為に、後方側の画像情報を配置する位置(縮小側共役位置)から射出瞳(縮小側の瞳位置)までの距離をDP、広角端における全系の焦点距離をfwとすると、

【0038】

【数1】

$$7.0 < \left| \frac{DP}{fw} \right| \cdots (2)$$

20

【0039】

なる条件を満足するのが良い。

【0040】

条件式(2)を外れると、テレセントリック性が悪くなり、カラープロジェクターに適用したときの各色の明るさが画角により異なってくるので良くない。

【0041】

各実施例では、以上のように各要素を構成することによって、フォーカシングによる収差の変動が少なく、かつズームの際の倍率色収差の変動が少ないプロジェクター用に好適なズームレンズを実現している。

30

【0042】

また、本実施例の画像投射装置は、前述のいずれかのズームレンズと、原画を形成する表示ユニットとを有し、前記表示ユニットによって形成された原画を前記ズームレンズによってスクリーン面(被投射面、勿論リアプロジェクションタイプの場合には、レンチキュラーレンズ等を有し、入射光を拡散する作用を有する画面、スクリーン面であることが望ましい)上に投射している。

【0043】

次に、本実施例に記載した図面について簡単に説明する。

【0044】

図1は本発明の実施例1のズームレンズを用いた画像投射装置(液晶ビデオプロジェクター)の要部概略図である。図2、図3は本発明の実施例1に対応する後述する数値実施例1の数値をmm単位で表わした時の物体距離(第1レンズ群からの距離)1.7mのときの広角端(短焦点距離側)と望遠端(長焦点距離側)における収差図である。

40

【0045】

図4(A)、(B)は数値実施例1の波長550nmに対する波長610nm(赤色)と波長470nm(青色)の物体距離1.7mのときの各像高Yにおける広角端と望遠端の倍率色収差図である。

【0046】

図5は本発明の実施例2のズームレンズを用いた画像投射装置の要部概略図である。図6、図7は本発明の実施例2に対応する後述する数値実施例2の数値をmm単位で表わし

50

た時の物体距離 1.7 m のときの広角端と望遠端における収差図である。

【0047】

図8は本発明の実施例3のズームレンズを用いた画像投射装置の要部概略図である。図9、図10は本発明の実施例3に対応する後述する数値実施例3の数値をmm単位で表わした時の物体距離 1.7 m のときの広角端と望遠端における収差図である。

【0048】

図1、図5、図8の実施例1～3における画像投射装置ではLCDの原画(被投影画像)をズームレンズ(投影レンズ、投写レンズ)PLを用いてスクリーン面S上に拡大投影している状態を示している。

【0049】

Sはスクリーン面(投影面、被投射面)、LCDは液晶パネル(液晶表示素子)等の原画像(被投影画像)である。スクリーン面Sと原画像LCDとは共役関係又は略共役関係にある。一般にはスクリーン面Sは距離の長い方の共役点(第1共役点)(拡大側共役位置)で拡大側(前方)に、原画像LCDは距離の短い方の共役点(第2共役点)(縮小側共役位置)で縮小側(後方)に相当している。尚、ズームレンズを撮影系として用いるときは、スクリーン面S側が物体側、原画像LCD側が像側となる。

【0050】

GBは色合成プリズムや偏光フィルター、そしてカラーフィルター等に対応して光学設計上設けられたガラスブロック(プリズム)である。

【0051】

ズームレンズPLは接続部材(不図示)を介して液晶ビデオプロジェクター本体(不図示)に装着されている。ガラスブロックGB以降の液晶表示素子LCD側はプロジェクター本体に含まれている。

【0052】

実施例1～3のズームレンズは、Fナンバーが1.75であり、画像情報を100型のスクリーン面上に2.5m(数値実施例をmm単位で表わしたとき)という短い投影距離で投射している。

【0053】

図2、図3、図6、図7、図8、図9の収差図においてGは波長550nmでの収差を示し、S(サジタル像面の倒れ)、M(メリジオナル像面の倒れ)はどちらも波長550nmでの収差を示す。FnoはFナンバーである。は半画角、Yは像高(被投射側の像高)である。

【0054】

次に各実施例のズームレンズの詳細について説明する。

【0055】

図1の実施例1において、L1は負の屈折力の第1レンズ群、L2は正の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は負の屈折力の第4レンズ群、L5は正の屈折力の第5レンズ群、L6は正の屈折力の第6レンズ群である。

【0056】

第1レンズ群L1は、負の屈折力の第1Aレンズ群L1Aと、正の屈折力の第1Bレンズ群L1Bを有している。

【0057】

実施例1では広角端から望遠端へのズーミング(変倍)に際して矢印のように第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4そして第5レンズ群L5を拡大側である第1共役点側(スクリーンS側)へ独立に移動させている。

【0058】

尚、第1レンズ群L1、第6レンズ群L6はズーミングのためには移動しない。第1レンズ群L1中の負の屈折力の第1Aレンズ群L1Aを光軸上移動させてフォーカスを行っている。尚、フォーカスの為には、第1Bレンズ群L1Bは不動である。

【0059】

10

20

30

40

50

開口絞りSPは第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との間に設けており、ズームングに際して第3レンズ群L3と共に移動している。各レンズ面には反射防止用の多層コートが施されている。

【0060】

実施例1では、物体側から像側へ順に、第1Aレンズ群L1Aは、負レンズG11、両レンズ面が非球面形状の負レンズG12、負レンズG13より成り、第1Bレンズ群L1Bは、後方の面が凸形状の正レンズG14より成っている。ここで、第1Aレンズ群は3枚の負レンズから構成されているが、勿論1枚の負レンズで構成しても良いし、また2枚、4枚、或いはそれ以上の負レンズで構成しても構わない。つまり、第1Aレンズ群L1Aは、負レンズのみで構成されていれば良い。但し、全系の収差を抑制することや、全系の小型化の観点から、2枚以上5枚以下、好ましくは3枚以上の負レンズで構成することが好ましい。同じく第1Bレンズ群も2枚の正レンズで構成しても構わない。また、第1Aレンズ群L1Aよりも拡大共役側に実質的に屈折力が無い(光学のパワーが無い)レンズ(光学素子)を配置しても構わない。この第1Aレンズ群L1Aよりも拡大共役側に配置されるレンズの焦点距離は、ズームレンズのワイド端の焦点距離の20倍(好ましくは100倍)以上であることが望ましい。

10

【0061】

第2レンズ群L2は、前方の面が凸形状の正レンズG21より成っている。

【0062】

第3レンズ群L3は、正レンズG31と負レンズG32の接合レンズより成っている。

20

【0063】

第4レンズ群L4は、両レンズ面が凹形状の負レンズG41より成っている。

【0064】

第5レンズ群L5は、両レンズ面が凸形状の正レンズG51と後方の面が凸形状の正レンズG52より成っている。

【0065】

正レンズG52の両レンズ面は非球面形状より成っている。

【0066】

第6レンズ群L6は、両レンズ面が凸形状の正レンズG61より成っている。

【0067】

30

実施例1では、フォーカシングの際、第1レンズ群L1の負の屈折力のレンズ要素だけが移動するようにしている。これによってフォーカスの際の移動要素の屈折力(負)は第1レンズ群L1全体よりも大きくなり、第1レンズ群L1全体でフォーカシングを行う場合よりも移動量を減じることができ、それに従って収差の変動を減らしている。また、フォーカスの際の移動要素を構成する3枚の負レンズG11~G13が拡大側にまとまって移動するため、鏡筒の構成が容易に実現することができる。

【0068】

図5の実施例2において、L1は負の屈折力の第1レンズ群、L2は正の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は負の屈折力の第4レンズ群、L5は正の屈折力の第5レンズ群、L6は正の屈折力の第6レンズ群、L7は正の屈折力の第7

40

【0069】

第1レンズ群L1は、負の屈折力の第1Aレンズ群L1Aと、正の屈折力の第1Bレンズ群L1Bを有している。

【0070】

実施例2では広角端から望遠端へのズームング(変倍)に際して矢印のように第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5そして第6レンズ群L6を拡大側である第1共役点側(スクリーンS側)へ独立に移動させている。

【0071】

尚、第1レンズ群L1、第7レンズ群L7はズームングのためには移動しない。第1レ

50

レンズ群 L 1 中の負の屈折力の第 1 A レンズ群 L 1 A を光軸上移動させてフォーカスを行っている。尚、フォーカスの為には第 1 B レンズ群 L 1 B は不動である。

【 0 0 7 2 】

開口絞り S P は第 3 レンズ群 L 3 と第 4 レンズ群 L 4 との間に設けており、ズーミングに際して第 3 レンズ群 L 3 と共に移動している。各レンズ面には反射防止用の多層コートが施されている。

【 0 0 7 3 】

実施例 2 では、物体側から像側へ順に、第 1 A レンズ群 L 1 A は、負レンズ G 1 1、両レンズ面が非球面形状の負レンズ G 1 2、負レンズ G 1 3 より成り、第 1 B レンズ群 L 1 B は、後方の面が凸形状の正レンズ G 1 4 より成っている。ここで、第 1 A レンズ群は 3 枚の負レンズから構成されているが、勿論 1 枚の負レンズで構成しても良いし、また 2 枚、4 枚、或いはそれ以上の負レンズで構成しても構わない。つまり、第 1 A レンズ群 L 1 A は、負レンズのみで構成されていれば良い。但し、全系の収差を抑制することや、全系の小型化の観点から、2 枚以上 5 枚以下、好ましくは 3 枚以上の負レンズで構成することが好ましい。同じく第 1 B レンズ群も 2 枚の正レンズで構成しても構わない。また、第 1 A レンズ群 L 1 A よりも拡大共役側に実質的に屈折力が無い（光学的パワーが無い）レンズ（光学素子）を配置しても構わない。この第 1 A レンズ群 L 1 A よりも拡大共役側に配置されるレンズの焦点距離は、ズームレンズのワイド端の焦点距離の 20 倍（好ましくは 100 倍）以上であることが望ましい。

【 0 0 7 4 】

第 2 レンズ群 L 2 は前方の面が凸形状の正レンズ G 2 1 より成っている。第 3 レンズ群 L 3 は、正レンズ G 3 1 と負レンズ G 3 2 の接合レンズより成っている。第 4 レンズ群 L 4 は、両レンズ面が凹形状の負レンズ G 4 1 より成っている。第 5 レンズ群 L 5 は、両レンズ面が凸形状の正レンズ G 5 1 より成っている。第 6 レンズ群 L 6 は後方の面が凸形状の正レンズ G 6 1 より成っている。

【 0 0 7 5 】

正レンズ G 6 1 の両レンズ面は非球面形状より成っている。

【 0 0 7 6 】

第 7 レンズ群 L 7 は、両レンズ面が凸形状の正レンズ G 7 1 より成っている。

【 0 0 7 7 】

実施例 2 では、全体として 7 つのレンズ群より構成し、ズーミングに伴い収差変動を少なくしている。第 1 A レンズ群 L 1 A でフォーカスする際の光学的作用は実施例 1 と同じである。

【 0 0 7 8 】

図 8 の実施例 3 において、L 1 は負の屈折力の第 1 レンズ群、L 2 は正の屈折力の第 2 レンズ群、L 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群、L 4 は正の屈折力の第 4 レンズ群、L 5 は正の屈折力の第 5 レンズ群である。第 1 レンズ群 L 1 は、負の屈折力の第 1 A レンズ群 L 1 A と、正の屈折力の第 1 B レンズ群 L 1 B を有している。

【 0 0 7 9 】

実施例 3 では広角端から望遠端へのズーミング（変倍）に際して矢印のように第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4 を拡大側である第 1 共役点側（スクリーン S 側）へ独立に移動させている。

【 0 0 8 0 】

尚、第 1 レンズ群 L 1、第 5 レンズ群 L 5 はズーミングのためには移動しない。第 1 レンズ群 L 1 中の負の屈折力の第 1 A レンズ群 L 1 A を光軸上移動させてフォーカスを行っている。尚、フォーカスの為には第 1 B レンズ群 L 1 B は不動である。

【 0 0 8 1 】

開口絞り S P は第 3 レンズ群 L 3 と第 4 レンズ群 L 4 との間に設けており、ズーミングに際して第 3 レンズ群 L 3 と共に移動している。各レンズ面には反射防止用の多層コートが施されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 2 】

実施例 3 では、物体側から像側へ順に、第 1 A レンズ群 L 1 A は、負レンズ G 1 1、両レンズ面が非球面形状の負レンズ G 1 2、負レンズ G 1 3 より成り、第 1 B レンズ群 L 1 B は、後方の面が凸形状の正レンズ G 1 4 より成っている。ここで、第 1 A レンズ群は 3 枚の負レンズから構成されているが、勿論 1 枚の負レンズで構成しても良いし、また 2 枚、4 枚、或いはそれ以上の負レンズで構成しても構わない。つまり、第 1 A レンズ群 L 1 A は、負レンズのみで構成されていれば良い。但し、全系の収差を抑制することや、全系の小型化の観点から、2 枚以上 5 枚以下、好ましくは 3 枚以上の負レンズで構成することが好ましい。同じく第 1 B レンズ群も 2 枚の正レンズで構成しても構わない。また、第 1 A レンズ群 L 1 A よりも拡大共役側に実質的に屈折力が無い（光学的パワーが無い）レンズ（光学素子）を配置しても構わない。この第 1 A レンズ群 L 1 A よりも拡大共役側に配置されるレンズの焦点距離は、ズームレンズのワイド端の焦点距離の 20 倍（好ましくは 100 倍）以上であることが望ましい。

10

【 0 0 8 3 】

第 2 レンズ群 L 2 は、前方の面が凸形状の正レンズ G 2 1 より成っている。第 3 レンズ群 L 3 は、正レンズ G 3 1 と負レンズ G 3 2 の接合レンズより成っている。第 4 レンズ群 L 4 は両レンズ面が凹形状の負レンズ G 4 1、両レンズ面が凸形状の正レンズ G 4 2 と後方の面が凸形状の正レンズ G 4 3 より成っている。

【 0 0 8 4 】

正レンズ G 4 3 の両レンズ面は非球面形状より成っている。

20

【 0 0 8 5 】

第 5 レンズ群 L 5 は両レンズ面が凸形状の正レンズ G 5 1 より成っている。

【 0 0 8 6 】

実施例 3 では、全体として 5 つのレンズ群より構成し、比較的偏心解威度の高い負レンズ G 4 1、正レンズ G 4 2 の相互取り付け誤差を減じている。これにより製造を容易にしている。第 1 A レンズ群 L 1 A でフォーカスするときの光学的作用は実施例 1 と同じである。

【 0 0 8 7 】

次に、図 1 1 を用いて、上述の実施例 1 ~ 3 に記載したズームレンズを投射レンズ（投射光学系）として用いた投射型画像表示装置について説明する。ここでは、ランプ 1、照明光学系、色分解合成光学系、投射レンズ鏡筒 5 内の投射レンズ光学系 7 0（図 1 1 参照）にて構成される反射型液晶表示素子（反射型液晶パネル等の画像形成素子、勿論投射型液晶パネルを用いても構わない。）を搭載した投射型画像表示装置の光学構成について図 1 1 にて説明する。

30

【 0 0 8 8 】

図 1 1 において、4 1 は連続スペクトルで白色光を発光する発光管、4 2 は発光管 4 1 からの光を所定の方向に集光するリフレクターであり、発光管 4 1 とリフレクター 4 2 はランプ 1 の一要素を形成する。

【 0 0 8 9 】

4 3 a は垂直方向（ランプ 1 からの光の進行方向における垂直方向（紙面垂直方向））において屈折力を有する複数のシリンドリカルレンズを配列したレンズアレイで構成された第 1 のシリンダアレイ、4 3 b は第 1 のシリンダアレイ 4 3 a の個々のシリンドリカルレンズに対応したシリンドリカルレンズより成るレンズアレイで構成される第 2 のシリンダアレイ、4 4 は紫外線吸収フィルタ、4 5 は無偏光光を所定の偏光光に揃えて射出する偏光変換素子である。

40

【 0 0 9 0 】

4 6 は水平方向において（紙面内）屈折力を有するシリンドリカルレンズで構成されたフロントコンプレッサ、4 7 は光軸を 90 度変換する為のミラー、4 8 はコンデンサーレンズ、4 9 は水平方向において屈折力を有するシリンドリカルレンズで構成されたリアコンプレッサである。

50

【 0 0 9 1 】

以上の各要素は照明光学系の一要素を構成している。

【 0 0 9 2 】

58は青色(B)と赤色(R)の波長領域の光を反射し、緑色(G)の波長領域の光を透過するダイクロイックミラーである。59は透明基板に偏光素子を貼着したG用の入射側偏光板であり、S偏光のみを透過する。60はP偏光光を透過し、S偏光光を反射する第1の偏光ビームスプリッターであり、偏光分離面60aを有する。

【 0 0 9 3 】

61R, 61G, 61Bはそれぞれ入射した光を反射するとともに画像変調する赤(R)用の反射型の液晶表示素子(TN型液晶, 他の液晶表示素子も同じ)、緑(G)用の反射型の液晶表示素子、青(B)用の反射型の液晶表示素子である。

10

【 0 0 9 4 】

62R, 62G, 62Bはそれぞれ、赤用の1/4波長板、緑用の1/4波長板、青用の1/4波長板である。64は透明基板に偏光素子を貼着したR, B用の入射側偏光板であり、S偏光のみを透過する。65はB光の偏光方向を90度変換し、R光の偏光方向は変換しない第1の色選択性位相差板である。66はP偏光を透過し、S偏光を反射する第2の偏光ビームスプリッターであり、偏光分離面66aを有する。

【 0 0 9 5 】

67はR光の偏光方向を90度変換し、B光の偏光方向は変換しない第2の色選択性位相差板である。

20

【 0 0 9 6 】

68はR, B用の出射側偏光板(偏光素子)であり、S偏光のみを透過する。69はP偏光を透過し、S偏光を反射する第3の偏光ビームスプリッター(色合成手段)であり、偏光分離面69aを有する。

【 0 0 9 7 】

以上のダイクロイックミラー58から第3の偏光ビームスプリッター69に至る部材は、色分解合成光学系の一要素を構成している。

【 0 0 9 8 】

70は投射レンズ光学系である。上記照明光学系, 色分解合成光学系 および投射レンズ光学系70により画像表示光学系が構成される。

30

【 0 0 9 9 】

次に光学的な作用を説明する。

【 0 1 0 0 】

発光管41から発した光は、リフレクター42により所定の方向に集光される。リフレクター42の反射面は放物面形状を有しており、放物面の焦点位置からの光は放物面の対称軸(光軸)に平行な光束となる。但し、発光管41からの光束は理想的な点光源からの光束ではなく有限の大きさの発光部を有しているので、集光する光束には放物面の対称軸に平行でない光の成分も多く含まれている。

【 0 1 0 1 】

これらの光束は、第1のシリンダアレイ43aに入射する。第1のシリンダアレイ43aに入射した光束はそれぞれのシリンダレンズに応じた複数の光束に分割、集光され(水平方向に帯状の複数の光束)、紫外線吸収フィルタ44を介して、第2のシリンダアレイ43bを経て、複数の光束(水平方向に帯状の複数の光束)を偏光変換素子45の近傍に形成する。

40

【 0 1 0 2 】

偏光変換素子45は、垂直方向に配列した複数の偏光分離面と反射面と1/2波長板とからなり、複数の光束は、その列に対応した偏光分離面に入射し、透過するP偏光成分の光と反射するS偏光成分の光に分割される。

【 0 1 0 3 】

反射されたS偏光成分の光は反射面で反射し、P偏光成分と同じ方向に出射する。一方

50

、透過したP偏光成分の光は、1/2波長板を透過してS偏光成分と同じ偏光成分に変換され、偏光方向が揃った光として出射する。偏光変換された複数の光束（水平方向に帯状の複数の光束）は、偏光変換素子45を出射した後、フロントコンプレッサ46を介して、反射ミラー47にて90度反射し、コンデンサーレンズ48、リアコンプレッサ49に至る。

【0104】

ここで、フロントコンプレッサ46、コンデンサーレンズ48、リアコンプレッサ49の光学的作用を適切に設定している。そして複数の光束は矩形形状の像が重なった形となり矩形の均一な照明エリアを形成している。

【0105】

この照明エリアに後述の反射型液晶表示素子61R、61G、61Bを配置する。次に、偏光変換素子45によりS偏光とされた光は、ダイクロイックミラー58に入射する。尚、ダイクロイックミラー58は、B光（波長430～495nm）とR光（波長590～650nm）の光は反射し、G光（波長505～580nm）の光は透過する。

【0106】

次に、G光の光路について説明する。

【0107】

ダイクロイックミラー58を透過したG光は入射側偏光板59に入射する。尚、G光はダイクロイックミラー58によって分解された後もS偏光となっている。そしてG光は、入射側偏光板59から出射した後、第1の偏光ビームスプリッター60に対してS偏光として入射して偏光分離面で反射され、G用の反射型液晶表示素子61Gへと至る。G用の反射型液晶表示素子61Gにおいては、G光が画像変調されて反射される。画像変調されたGの反射光のうちS偏光成分は、再び第1の偏光ビームスプリッター60の偏光分離面60aで反射し、光源1側に戻され、投射光から除去される。

【0108】

一方、画像変調されたG光の反射光のうちP偏光成分は、第1の偏光ビームスプリッター60の偏光分離面60aを透過し、投射光として第3の偏光ビームスプリッター69に向かう。

【0109】

このとき、すべての偏光成分をS偏光に変換した状態（黒を表示した状態）において、第1の偏光ビームスプリッター60とG光用の反射型液晶表示素子61Gとの間に設けられた1/4波長板62Gの遅相軸を所定の方向に調整することにより、第1の偏光ビームスプリッター60とG用の反射型液晶表示素子61Gで発生する偏光状態の乱れの影響を小さく抑えることができる。

【0110】

第1の偏光ビームスプリッター60から出射したG光は、第3の偏光ビームスプリッター69に対してP偏光として入射し、第3の偏光ビームスプリッター69の偏光分離面69aを透過して投射レンズ70へと至る。

【0111】

一方、ダイクロイックミラー58を反射したR光とB光は、入射側偏光板64に入射する。尚、R光とB光はダイクロイックミラー58によって分解された後もS偏光となっている。そしてR光とB光は、入射側偏光板64から出射した後、第1の色選択性位相差板65に入射する。第1の色選択性位相差板65は、B光のみ偏光方向を90度回転する作用を持っており、これによりB光はP偏光として、R光はS偏光として第2の偏光ビームスプリッター66に入射する。S偏光として第2の偏光ビームスプリッター66に入射したR光は、第2の偏光ビームスプリッター66の偏光分離面で反射され、R光用の反射型液晶表示素子61Rへと至る。また、P偏光として第2の偏光ビームスプリッター66に入射したB光は、第2の偏光ビームスプリッター66の偏光分離面66aを透過してB光用の反射型液晶表示素子61Bへと至る。

【0112】

10

20

30

40

50

R光用の反射型液晶表示素子61Rに入射したR光は画像変調されて反射される。画像変調されたR光の反射光のうちS偏光成分は、再び第2の偏光ビームスプリッター66の偏光分離面66aで反射されて光源1側に戻され、投射光から除去される。一方、画像変調されたR光の反射光のうちP偏光成分は第2の偏光ビームスプリッター66の偏光分離面66aを透過して投射光として第2の色選択性位相板67に向かう。

【0113】

また、B光用の反射型液晶表示素子61Bに入射したB光は画像変調されて反射される。画像変調されたB光の反射光のうちP偏光成分は、再び第2の偏光ビームスプリッター66の偏光分離面66aを透過して光源1側に戻され、投射光から除去される。

【0114】

一方、画像変調されたB光の反射光のうちS偏光成分は第2の偏光ビームスプリッター66の偏光分離面66aで反射して投射光として第2の色選択性位相板67に向かう。

【0115】

このとき、第2の偏光ビームスプリッター66とR光用、B光用の反射型液晶表示素子61R、61Bの間に設けられた1/4波長板62R、62Bの遅相軸を調整することにより、G光の場合と同じようにR光、B光それぞれの黒の表示の調整を行うことができる。

【0116】

こうして1つの光束に合成され、第2の偏光ビームスプリッター66から出射したR光とB光の投射光のうちR光は、第2の色選択性位相板67によって偏光方向が90度回転されてS偏光成分となり、さらに出射側偏光板68で検光されて第3の偏光ビームスプリッター69に入射する。

【0117】

また、B光はS偏光のまま第2の色選択性位相板67をそのまま透過し、さらに出射側偏光板68で検光されて第3の偏光ビームスプリッター69に入射する。尚、出射側偏光板68で検光されることにより、R光とB光の投射光は第2の偏光ビームスプリッター66とR光用、B光用の反射型液晶表示素子61R、61B、1/4波長板62R、62Bを通ることによって生じた無効な成分をカットされた光となる。

【0118】

そして、第3の偏光ビームスプリッター69に入射したR光とB光の投射光は第3の偏光ビームスプリッター69の偏光分離面69aを反射し、前述した該偏光分離面69aにて透過したG光と合成されて投射レンズ70に至る。

【0119】

そして、合成されたR光、G光、B光の投射光は、投射レンズ70によってスクリーンなどの被投射面に拡大投影される。

【0120】

以上説明した光路は反射型液晶表示素子が白表示の場合である為、以下に反射型液晶表示素子が黒表示の場合での光路を説明する。

【0121】

まず、G光の光路について説明する。

【0122】

ダイクロイックミラー58を透過したG光のS偏光光は入射側偏光板59に入射し、その後、第1の偏光ビームスプリッター60に入射して偏光分離面60aで反射され、G光用の反射型液晶表示素子61Gへと至る。しかし、反射型液晶表示素子61Gが黒表示の為、G光は画像変調されないまま反射される。

【0123】

従って、反射型液晶表示素子61Gで反射された後もG光はS偏光光のままである為、再び第1の偏光ビームスプリッター60の偏光分離面60aで反射し、入射側偏光板59を透過して光源1側に戻され、投射光から除去される。

【0124】

10

20

30

40

50

次に、R光とB光の光路について説明する。

【0125】

ダイクロミックミラー58を反射したR光とB光のS偏光光は、入射側偏光板64に入射する。そしてR光とB光は、入射側偏光板64から出射した後、第1の色選択性位相差板65に入射する。第1の色選択性位相差板65は、Bの光のみ偏光方向を90度回転する作用を持っており、これによりB光はP偏光として、R光はS偏光として第2の偏光ビームスプリッター66に入射する。

【0126】

S偏光として第2の偏光ビームスプリッター66に入射したR光は、第2の偏光ビームスプリッター66の偏光分離面66aで反射され、R光用の反射型液晶表示素子61Rへと至る。また、P偏光として第2の偏光ビームスプリッター66に入射したB光は、第2の偏光ビームスプリッター66の偏光分離面66aを透過してB光用の反射型液晶表示素子61Bへと至る。

10

【0127】

ここでR光用の反射型液晶表示素子61Rは黒表示の為、R光用の反射型液晶表示素子61Rに入射したR光は画像変調されないまま反射される。従って、R光用の反射型液晶表示素子61Rで反射された後もR光はS偏光光のままである為、再び第2の偏光ビームスプリッター66の偏光分離面66aで反射し、入射側偏光板64を通過して光源1側に戻され、投射光から除去される為、黒表示となる。

【0128】

一方、B用の反射型液晶表示素子61Bに入射したB光はB光用の反射型液晶表示素子61Bが黒表示の為、画像変調されないまま反射される。従って、B光用の反射型液晶表示素子61Bで反射された後もB光はP偏光光のままである為、再び第2の偏光ビームスプリッター66の偏光分離面66aを透過し、第1の色選択性位相差板65により、S偏光に変換され、入射側偏光板64を透過して光源1側に戻されて投射光から除去される。

20

【0129】

ここで、前述の第1、2、3の偏光ビームスプリッターの硝材の屈折率は、1.60以上1.90以下（波長587.56nmの光に対する屈折率）であることが、偏光ビームスプリッターの特性上望ましい。上述の実施例1から5の投射レンズ（ズームレンズ）は、このような偏光ビームスプリッター（少なくとも所定の波長領域の光、好ましくは赤、緑、青色領域の光において、所定の偏光方向の光を反射し、その偏光方向と直交する偏光方向の光を透過するような特性を有する光学素子）によって色合成（互いに異なる波長領域の光の光路の合成）する投射型画像表示装置（特に反射型液晶パネルを用いた反射型液晶表示装置）に適用すると尚好ましい。

30

【0130】

以上が、反射型液晶表示素子（反射型液晶パネル）を使用した投射型画像表示装置での光学構成である。

【0131】

尚、反射型の液晶表示素子に限らず透過型の液晶表示素子を用いても、同様の効果が得られる。

40

【0132】

図12は本発明の画像投射装置の実施形態の要部概略図である。

【0133】

同図は前述したズームレンズを3板式のカラー液晶プロジェクターに適用し複数の液晶表示素子に基づく複数の色光の画像情報を色合成手段を介して合成し、投射レンズでスクリーン面上に拡大投射する画像投射装置を示している。

【0134】

図12においてカラー液晶プロジェクター101はR、G、Bの3枚の液晶パネル105R、105G、105BからのRGBの各色光を色合成手段としてのプリズム102で1つの光路に合成し、前述したズームレンズより成る投影レンズ103を用いてスクリー

50

ン 1 0 4 に投影している。

【 0 1 3 5 】

以下に実施例 1 ~ 3 のズームレンズに各々対応する数値実施例 1 ~ 3 を示す。各数値実施例において i は拡大側（前方側）からの光学面の順序を示し、 R_i は第 i 番目の光学面（第 i 面）の曲率半径、 d_i は第 i 面と第 $i + 1$ 面との間の間隔、 n_i と v_i はそれぞれ d 線を基準とした第 i 番目の光学部材の材質の屈折率、アッペ数を示す。 f は焦点距離である。

【 0 1 3 6 】

また数値実施例 1 ~ 3 の最も後方側の 2 つの面はガラスブロック GB を構成する面である。

【 0 1 3 7 】

また k を円錐定数、 A 、 B 、 C 、 D 、 E を非球面係数、光軸からの高さ h の位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にして x とするとき、非球面形状は、

$$x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + k) (h / R)^2]^{1/2}] + A h^4 + B h^6 + C h^8 + D h^{10} + E h^{12}$$

で表示される。但し R は近軸曲率半径である。

【 0 1 3 8 】

なお、例えば「 $e - Z$ 」の表示は「 10^{-Z} 」を意味する。

【 0 1 3 9 】

前述の各条件式 1 ~ 2 と数値実施例 1 ~ 3 における諸数値との関係を表 1 に示す。

【 0 1 4 0 】

数値実施例 1

(A) レンズデータ

面番号	曲率半径R	面間隔d	屈折率nd	アッペ数	d
1	40.00375	2.00	1.746398	27.8	
2	20.08345	7.11			
3	84.78046	2.50	1.531987	55.8	
4	26.83627	12.17			
5	-23.27356	1.65	1.488976	70.2	
6	-101.45165	d 6			
7	-168.29559	4.50	1.753999	35.3	
8	-37.25336	d 8			
9	42.90310	3.85	1.753999	35.3	
10	252.62854	d10			
11	64.85383	3.80	1.775817	49.6	
12	-64.85383	1.30	1.854159	23.8	
13	2109.01157	8.80			
14	絞リ	d14			
15	-20.24525	1.15	1.746398	27.8	
16	88.78303	d16			
17	56.01143	8.60	1.488976	70.2	
18	-23.65127	0.50			
19	-182.59351	3.55	1.531987	55.8	
20	-50.51247	d20			
21	48.32359	6.35	1.488976	70.2	
22	-78.90134	1.73			
23		29.20	1.518052	64.1	
24		9.1042			

像面

10

20

30

40

50

非球面係数

面番号	K	A	B	C	D	E
3	0	2.03893e-5	-6.28981e-8	2.15774e-10	-2.68827e-13	7.52135e-17
4	0	9.26818e-6	-7.92267e-8	1.70009e-10	3.77076e-14	-9.28005e-16
19	0	-1.74477e-5	-2.15534e-8	-2.18198e-11	1.13202e-13	9.24183e-16
20	0	-7.76948e-6	-1.76136e-8	3.25435e-11	-7.54099e-14	1.10428e-15

(B) ズーミングに際しての移動量

	f = 20.54 (広角)	f = 25.47 (望遠)	f = 32.03 (望遠)
d8	14.00949	5.70622	1.22241
d10	14.45606	9.48876	0.70000
d14	12.90960	18.33358	23.89794
d16	2.08219	1.85866	0.70000
d20	0.70536	8.77547	17.64233

10

(C) フォーカシングに際しての移動量

	物体距離 =	物体距離 = 7.2m	物体距離 = 1.7m	物体距離 = 1.0m
d6	0.83134	0.87340	1.00731	1.12726

20

数値実施例 2

(A) レンズデータ

面番号	曲率半径R	面間隔d	屈折率nd	アッベ数	d
1	37.50919	2.30	1.746398	27.8	
2	20.37389	7.11			
3	77.78855	2.50	1.531987	55.8	
4	25.91731	12.81			
5	-23.44651	1.65	1.488976	70.2	
6	-125.97711	d 6			
7	-137.07615	4.78	1.753999	35.3	
8	-37.54786	d 8			
9	42.84232	3.94	1.753999	35.3	
10	253.00296	d10			
11	61.97277	3.94	1.775817	49.6	
12	-61.97277	1.30	1.854159	23.8	
13	-769.98320	9.03			
14	絞リ	d14			
15	-20.24381	1.15	1.746398	27.8	
16	90.95572	d16			
17	59.99538	8.73	1.488976	70.2	
18	-22.65899	d18			
19	-192.36222	3.11	1.531987	55.8	
20	-61.14919	d20			
21	47.53963	6.61	1.488976	70.2	
22	-73.61163	1.73			
23		29.20	1.518052	64.1	
24		9.0925			

30

40

像面

非球面係数

50

面番号	K	A	B	C	D	E
3	0	2.28124e-5	-7.72020e-8	2.85372e-10	-4.53387e-13	3.65335e-16
4	0.468172	9.02544e-6	-9.78557e-8	2.10056e-10	-3.42224e-14	-8.15677e-16
19	0	-2.16700e-5	-4.51762e-8	6.62042e-12	-1.35685e-13	1.35733e-15
20	8.57459	-6.94481e-6	-3.15546e-8	7.68963e-11	-2.39733e-13	1.43474e-15

(B) ズーミングに際しての移動量

	f = 20.55 (広角)	f = 25.40	f = 32.05 (望遠)	
d8	11.45649	4.34484	1.15096	10
d10	15.98133	10.36014	0.81918	
d14	11.55478	16.97503	21.67997	
d16	2.71490	2.33827	0.70000	
d18	0.50000	0.89124	2.17917	
d20	0.70000	7.99798	16.37823	

(C) フォーカシングに際しての移動量

	物体距離 =	物体距離 = 7.2m	物体距離 = 1.7m	物体距離 = 1.0m	
d6	0.95738	1.00144	1.14156	1.26685	20

数値実施例 3

(A) レンズデータ

面番号	曲率半径R	面間隔d	屈折率nd	アッベ数	d
1	40.00000	2.00	1.746398	27.8	
2	20.84646	6.48			
3	79.11466	2.50	1.531987	55.8	
4	27.49184	11.88			
5	-24.51906	1.65	1.488976	70.2	
6	-159.56948	d 6			
7	-217.26019	4.27	1.753999	35.3	30
8	-39.16574	d 8			
9	41.46397	3.46	1.753999	35.3	
10	173.59183	d10			
11	68.77912	3.78	1.775817	49.6	
12	-68.77912	1.30	1.854159	23.8	
13	-370.86456	8.29			
14	絞リ	d14			
15	-20.61697	1.15	1.746398	27.8	
16	75.84888	2.61			
17	51.47248	8.84	1.498306	81.5	40
18	-24.57231	0.99			
19	-154.65491	3.94	1.531987	55.8	
20	-48.21169	d20			
21	49.63966	5.97	1.488976	70.2	
22	-97.49254	1.73			
23		29.20	1.518052	64.1	
24		9.11249			

像面

非球面係数

50

面番号	K	A	B	C	D	E
3	0	2.39002e-5	-7.85335e-8	2.82840e-10	-5.10385e-13	4.82670e-16
4	0.82000	9.67314e-6	-9.28713e-8	1.78722e-10	-1.30937e-13	-4.76430e-16
19	0	-1.84241e-5	-2.32060e-8	1.57386e-11	-5.29428e-14	8.63637e-16
20	4.58709	-2.79208e-6	-1.71898e-8	1.27531e-10	-3.76035e-13	1.37862e-15

(B) ズーミングに際しての移動量

	f = 20.55 (広角)	f = 25.40	f = 32.05 (望遠)
d8	18.54472	7.91422	1.08868
d10	11.02830	7.76763	0.70000
d14	12.62326	16.80830	21.91464
d20	0.70000	10.40612	19.19295

10

(C) フォーカシングに際しての移動量

	物体距離 =	物体距離 = 7.2m	物体距離 = 1.7m	物体距離 = 1.0m
d6	0.80742	0.85347	0.99998	1.13112

【 0 1 4 1 】

【 表 1 】

20

条件式			
	1	2	3
(1) $\nu \text{ dR} - \nu \text{ dF}$	42.4	42.4	42.4
(2) $\left \frac{DP}{f_w} \right $	8.0	7.7	8.5

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 4 2 】

【 図 1 】 実施例 1 のズームレンズを用いた画像投射装置の要部概略図

【 図 2 】 数値実施例 1 のズームレンズの広角端の収差図

【 図 3 】 数値実施例 1 のズームレンズの望遠端の収差図

【 図 4 】 数値実施例 1 のズームレンズの倍率色収差図

【 図 5 】 実施例 2 のズームレンズを用いた画像投射装置の要部概略図

【 図 6 】 数値実施例 2 のズームレンズの広角端の収差図

【 図 7 】 数値実施例 2 のズームレンズの望遠端の収差図

40

【 図 8 】 実施例 3 のズームレンズを用いた画像投射装置の要部概略図

【 図 9 】 数値実施例 3 のズームレンズの広角端の収差図

【 図 10 】 数値実施例 3 のズームレンズの望遠端の収差図

【 図 11 】 本実施例の投射型画像表示装置の光学系の説明図

【 図 12 】 カラー液晶プロジェクターの要部概略図

【 符号の説明 】

【 0 1 4 3 】

L 1 第 1 レンズ群

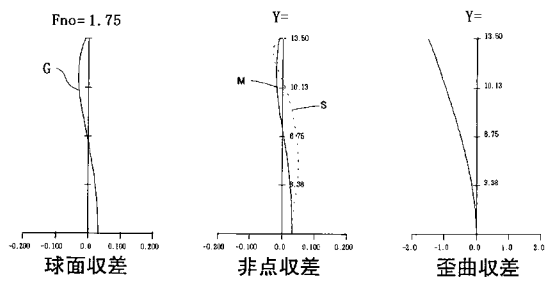
L 2 第 2 レンズ群

L 3 第 3 レンズ群

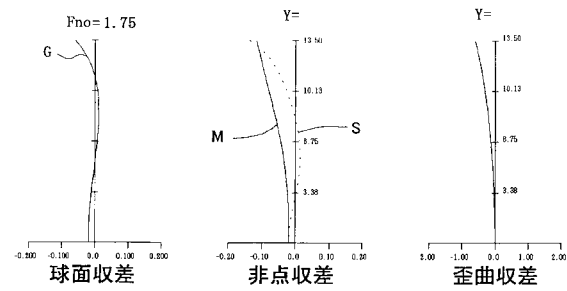
50

- L 4 第 4 レンズ群
- L 5 第 5 レンズ群
- L 6 第 6 レンズ群
- L 7 第 7 レンズ群
- S P 開口絞り
- L C D 液晶表示装置 (像面)
- G B 硝子ブロック (色合成プリズム)
- S S a g i t t a l 像面の倒れ
- M M e r i d i o n a l 像面の倒れ

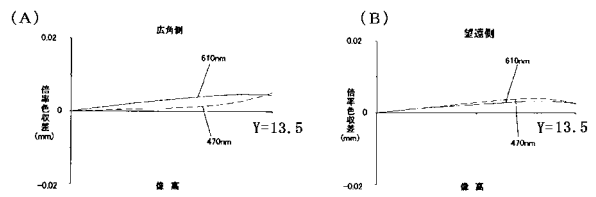
【 図 2 】



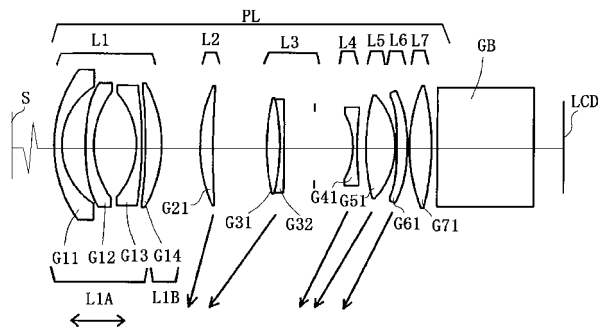
【 図 3 】



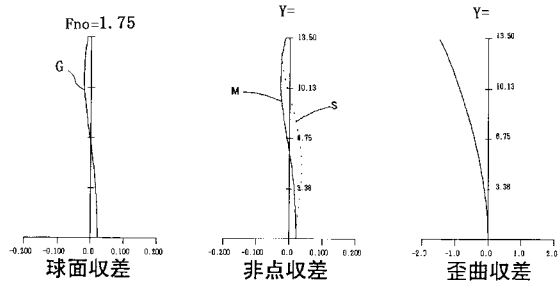
【 図 4 】



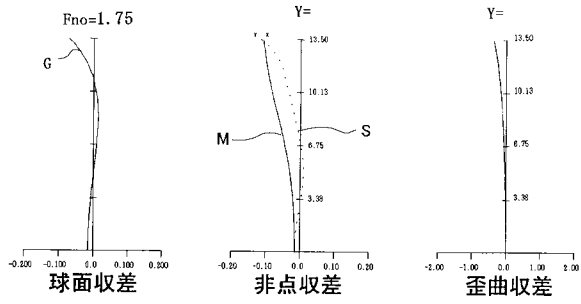
【 図 5 】



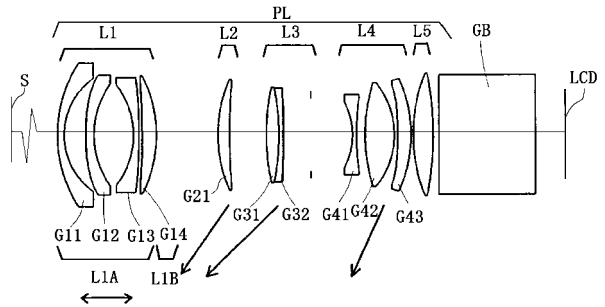
【图 6】



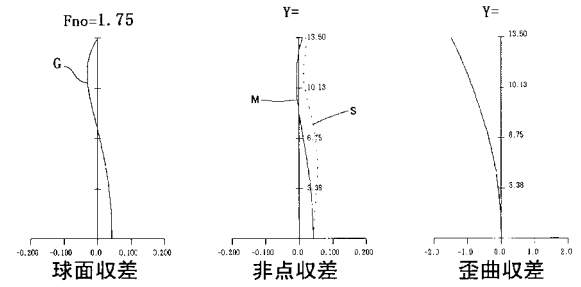
【图 7】



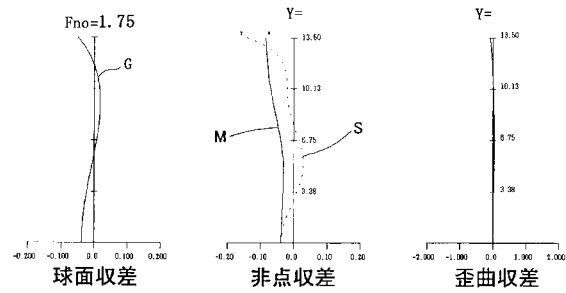
【图 8】



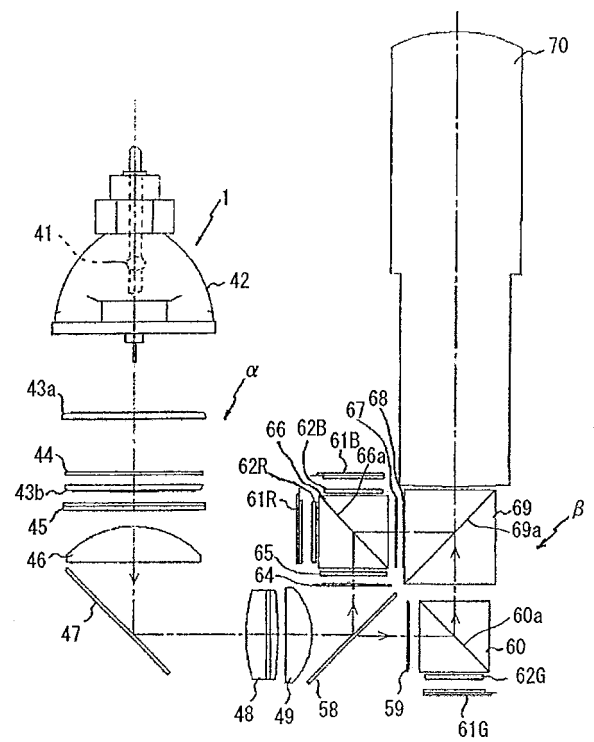
【图 9】



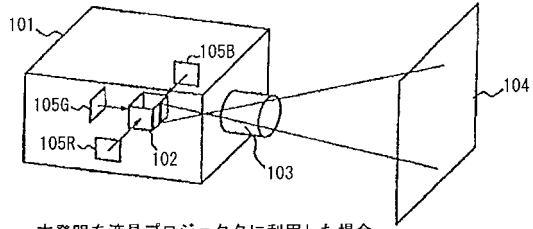
【图 10】



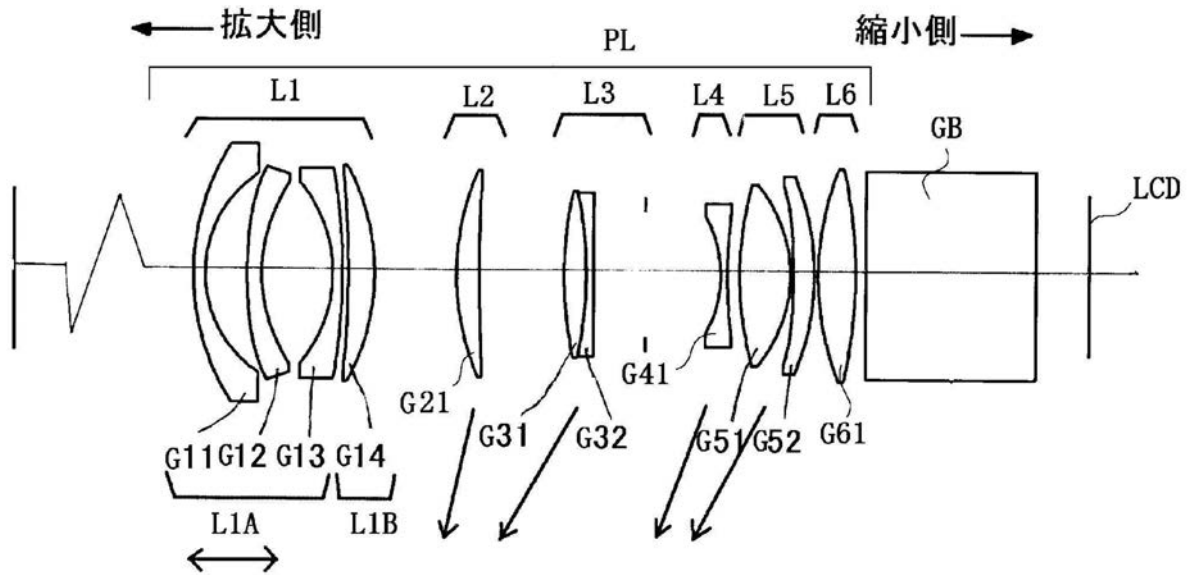
【图 11】



【図12】



【図1】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-082955(JP,A)
特開昭61-091613(JP,A)
特開平09-171139(JP,A)
特開2001-066501(JP,A)
特開2002-062477(JP,A)
特開2002-148516(JP,A)
特開2001-350094(JP,A)
特開2003-015037(JP,A)
特開2004-054021(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/20
G02B 13/18
G02F 1/13
G03B 21/00