

(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2005-164839

(P2005-164839A)

(43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 13/22

G02B 13/18

F I

G02B 13/22

G02B 13/18

テーマコード(参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2003-401728 (P2003-401728)

(22) 出願日

平成15年12月1日(2003.12.1)

(71) 出願人 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

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

(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

Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 KA06 LA01 NA02

PA06 PA07 PA17 PB06 PB07

QA02 QA03 QA07 QA17 QA19

QA21 QA22 QA25 QA34 QA41

QA46 RA05 RA12 RA13 RA32

RA41 RA45

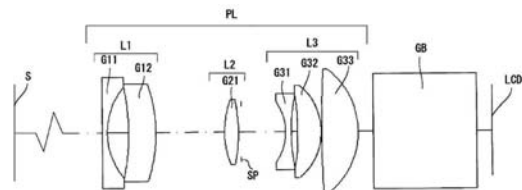
(54) 【発明の名称】 レンズ系及びそれを有する画像投影装置

(57) 【要約】

【課題】 少ない構成枚数にもかかわらず大口径・広画角であり、縮小側にて良好なテレセントリック性能を有し、高解像・低歪曲なレンズ系を得ること。

【解決手段】 レンズ系全体を、レンズ系内における最も大きな空気間隔と2番目に大きな空気間隔を境に、拡大側より縮小側に順に、第1、第2、第3レンズ群L1、L2、L3に分けたとき、該第1レンズ群L1は負の屈折力を有し、該第2レンズ群L2は正の屈折力を有し、該第3レンズ群L3は正の屈折力を有しており、該第1レンズ群は拡大側から縮小側へ順に、負の屈折力のレンズと、縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズを有し、該第2レンズ群は1枚の正の屈折力の第21レンズから成り、該第3レンズ群は拡大側から縮小側へ順に、負の屈折力の第31レンズ、正の屈折力の第32レンズ、正の屈折力の第33レンズより成り、該第32レンズの少なくとも一方の面が非球面であることを特徴とするレンズ系。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レンズ系全体を、レンズ系内における最も大きな空気間隔と 2 番目に大きな空気間隔を境に、拡大側より縮小側に順に、第 1、第 2、第 3 レンズ群に分けたとき、該第 1 レンズ群は負の屈折力を有し、該第 2 レンズ群は正の屈折力を有し、該第 3 レンズ群は正の屈折力を有しており、該第 1 レンズ群は拡大側から縮小側へ順に、負の屈折力のレンズと、縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズを有し、該第 2 レンズ群は 1 枚の正の屈折力の第 2 1 レンズから成り、該第 3 レンズ群は拡大側から縮小側へ順に、負の屈折力の第 3 1 レンズ、正の屈折力の第 3 2 レンズ、正の屈折力の第 3 3 レンズより成り、該第 3 2 レンズの少なくとも一方の面が非球面であることを特徴とするレンズ系。

10

【請求項 2】

前記第 1 レンズ群は、拡大側より縮小側へ順に、負の屈折力のレンズと縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズより成ることを特徴とする請求項 1 のレンズ系。

【請求項 3】

前記第 1 レンズ群は、拡大側より縮小側へ順に、2 枚の負の屈折力のレンズと、縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズより成ることを特徴とする請求項 1 のレンズ系。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群内の縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズは、拡大側と縮小側の面の曲率半径を各々 R_F 、 R_R とし、

$$S_F = (R_R + R_F) / (R_R - R_F)$$

20

とおくとき、

$$-1.0 < S_F < -1$$

を満足することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 のレンズ系。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群内の縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズの材料のアッベ数を 1_a 、前記第 3 1 レンズの材料のアッベ数を 3_1 とするとき、

$$1_a < 40$$

$$3_1 < 40$$

を満足することを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 のレンズ系。

【請求項 6】

30

前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔を変化させて、フォーカス調整を行うことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項のレンズ系。

【請求項 7】

拡大側より縮小側へ順に、前記第 1 レンズ群は、拡大側の面に比べ縮小側の面の屈折力の絶対値が大きい負の屈折力のレンズ、

縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズより成り、

前記第 2 1 レンズは拡大側と縮小側の面が凸形状であり、

前記第 3 1 レンズは、拡大側と縮小側の面が凹形状、

前記第 3 2 レンズは拡大側の面に比べ縮小側の面の屈折力の絶対値が大きい形状、より成ることを特徴とする請求項 1 のレンズ系。

40

【請求項 8】

拡大側より縮小側へ順に、前記第 1 レンズ群は、拡大側の面に比べ縮小側の面の屈折力の絶対値が大きいメニスカス形状の負の屈折力の 2 つのレンズ、縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズより成り、

前記第 2 1 レンズは拡大側と縮小側の面が凸形状であり、

前記第 3 1 レンズは、拡大側と縮小側の面が凹形状、

前記第 3 2 レンズは拡大側の面に比べ縮小側の面の屈折力の絶対値が大きい形状、より成ることを特徴とする請求項 1 のレンズ系。

【請求項 9】

画像表示素子と、請求項 1 から 8 のいずれか 1 項のレンズ系を有し、該レンズ系を用いて

50

該画像表示素子に表示された原画をスクリーン面上に投影することを特徴とする画像投影装置。

【請求項 10】

前記画像表示素子に表示された原画を前記レンズ系でスクリーン面上に投影するときの該レンズ系の最大像高を y' 、該レンズ系の入射瞳から該画像表示素子までの距離を L とするとき、

$$|y' / L| < 0.07$$

を満たすことを特徴とする請求項 9 の画像投影装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、レンズ系及びそれを有する画像投影装置に関し、例えばライトバルブ等の画像表示素子に表示された画像をスクリーン上に拡大投影する液晶プロジェクタ装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

液晶パネル等の表示画像を拡大投影する投射型の画像表示装置（プロジェクタ）は、近年大幅にその性能が向上し様々な場所で使用されるようになってきている。

【0003】

例えばプロジェクターはパソコン・ビデオ等の画像を大画面に投影して見る事ができる装置として会議およびプレゼンテーションや家庭での映画鑑賞などに広く利用されてきている。

20

【0004】

プロジェクタの1つとして、赤色、青色、緑色の波長領域用に各々液晶パネルを配置する、所謂「3板式液晶プロジェクタ」が知られている。この「3板式液晶プロジェクタ」は、3つの液晶パネルに表示された各色光に基づく画像を、スクリーン上に重ねて投影しカラー画像として表示するために光路上にダイクロイックプリズム等の色合成光学系を用いている。

【0005】

このダイクロイックプリズム中のダイクロ膜の角度依存性により発生する投射画像の色むらや、液晶パネルの視向性により発生するコントラスト低下を防ぐために、液晶パネル（縮小共役面）側の瞳（入射瞳）が無窮遠方にあること、即ち、投影光学系には縮小共役側（像面）に対してテレセントリック性が要求されている。

30

【0006】

又、3つの液晶パネルの拡大画像の色ずれを少なくするため、投影光学系には倍率色収差を低減することが要求されている。

【0007】

又、投影光学系には、投影された画像に関して輪郭部で歪んで見苦しくならないように歪曲収差も良好に補正されていることが要求されている。

【0008】

一方、最近では、プロジェクタの高輝度・高解像化といったニーズの一方で、小型パネルを搭載したプロジェクターには携帯・機動性を重視すべく装置全体の小型・軽量化が求められる。又それと同時に、このような小型の装置の使用環境を考慮して、より短い投影距離で大画面の投影が実現できるプロジェクタが望まれるようになってきている。

40

【0009】

プロジェクタに用いられる投影光学系として、単一の焦点距離より成り、比較的広画角の単焦点投影レンズが知られている（例えば特許文献1、2）。

【0010】

又、プロジェクタ用の投影光学系ではないが、比較的レンズ枚数の少ない広画角の単一の焦点距離のレンズ系が知られている（例えば特許文献3）。

50

【特許文献1】特開平9-304694号公報

【特許文献2】特開2001-124987号公報

【特許文献3】特開平7-218825号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

一般に、画像表示素子として液晶パネルを用いた液晶プロジェクタ用の投影光学系は、さらなる大口径・広画角化を達成しながらも小型・軽量でテレセントリックであることが要望されている。

【0012】

しかしながら、投影光学系の大口径・広画角化を進めれば、一般的には収差補正上、投影光学系は重く複雑になるばかりでなく、構成レンズ枚数が増加することにより分光透過率が低下して明るさが確保できないといった問題も無視できなくなる。

【0013】

特許文献1では非球面レンズを2枚含む6枚のレンズ構成であるが、周辺光量や解像力などに改善の余地がある。又、特許文献2では5枚のレンズ構成という少ないレンズ枚数を実現しているが、非球面レンズを2枚使用しているため、生産性に改善の余地がある。又、特許文献3は6枚のレンズ構成であるが、バックフォーカスが短く、テレセントリック性が低くなる傾向があった。

【0014】

本発明は、広画角で明るく小型で、歪曲収差の発生が少なく、例えば拡大投射プロジェクション装置に好適な、高精細な画像投影を行うことができるバックフォーカスの長いテレセントリックなレンズ系及びそれを有する画像投影装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明のレンズ系は、レンズ系全体を、レンズ系内における最も大きな空気間隔と2番目に大きな空気間隔を境に、拡大側より縮小側に順に、第1、第2、第3レンズ群に分けたとき、該第1レンズ群は負の屈折力を有し、該第2レンズ群は正の屈折力を有し、該第3レンズ群は正の屈折力を有しており、該第1レンズ群は拡大側から縮小側へ順に、負の屈折力のレンズと、縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズを有し、該第2レンズ群は1枚の正の屈折力の第21レンズから成り、該第3レンズ群は拡大側から縮小側へ順に、負の屈折力の第31レンズ、正の屈折力の第32レンズ、正の屈折力の第33レンズより成り、該第32レンズの少なくとも一方の面が非球面であることを特徴としている。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、広画角で明るく小型で、歪曲収差の発生が少なく、例えば拡大投射プロジェクション装置に好適な、高精細な画像投影を行うことができるバックフォーカスの長いテレセントリックなレンズ系が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

【実施例1】

【0018】

以下、図面を用いて本発明のレンズ系及びそれを有する画像投影装置の実施例について説明する。

【0019】

図1は、本発明の実施例1のレンズ系を用いた画像投影装置（液晶ビデオプロジェクター）の要部概略図である。

【0020】

図2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単位で表わしたときの投影距離（第1レンズ群からの距離）1.74mのときの収差図である。

10

20

30

40

50

【0021】

図3は、本発明の実施例2のレンズ系を用いた画像投影装置（液晶ビデオプロジェクター）の要部概略図である。

【0022】

図4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単位で表わしたときの投影距離（第1レンズ群からの距離）1.74mのときの収差図である。

【0023】

図5は、本発明の実施例3のレンズ系を用いた画像投影装置（液晶ビデオプロジェクター）の要部概略図である。

【0024】

図6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単位で表わしたときの投影距離（第1レンズ群からの距離）1.5mのときの収差図である。

【0025】

図1、図3、図5の実施例1～3における画像投影装置では液晶パネルLCD等に表示される原画（被投影画像）をレンズ系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。

【0026】

Sはスクリーン面（投影面）、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とは共役関係にあり、一般にはスクリーン面Sは距離の長い方の共役点（拡大共役点）で拡大側（前方側）に、原画像LCDは距離の短い方の共役点（縮小共役点）で縮小側（後方側）に相当している。

【0027】

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のガラスブロックである。

【0028】

レンズ系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。

【0029】

各実施例ではレンズ系PL全体を、レンズ系内における最も大きな空気間隔と2番目に大きな空気間隔を境に、拡大側より縮小側に順に、第1、第2、第3レンズ群L1、L2、L3に分けている。

【0030】

第1レンズ群L1は負の屈折力を有し、第2レンズ群L2は正の屈折力を有し、第3レンズ群L3は正の屈折力を有している。第1レンズ群L1は拡大側から縮小側へ順に、負の屈折力のレンズ（図1、図3では第11レンズG11、図5では第11レンズG11、第12レンズG12）と、縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズ（図1、図3では第12レンズG12、図5では第13レンズG13）を有している。第2レンズ群L2は1枚の正の屈折力の第21レンズG21から成っている。第3レンズ群L3は拡大側から縮小側へ順に、負の屈折力の第31レンズG31、正の屈折力の第32レンズG32、正の屈折力の第33レンズG33より成り、第32レンズG32の少なくとも一方の面が非球面である。

【0031】

本発明のレンズ系のようなレトロフォーカスタイプと呼ばれるレンズ系は、全系の合成焦点距離よりも長いバックフォーカスを実現させるために拡大側に負の屈折力のレンズ群を配置し、かつ絞りSPに対して非対称な屈折力配置となっている。そのためにバックフォーカスを保ったままレンズ系の全長の短縮を図ると、特に負の歪曲収差および倍率色収差の発生が顕著となる。

【0032】

本発明のレンズ系は前記のようなレンズ構成を採ることにより、諸収差、特に負の歪曲

10

20

30

40

50

収差を良好に補正している。即ち、拡大側において強い負の屈折力を持った第1レンズ群L1の内部に、屈折力が極めて弱く縮小側の面が凸形状で比較的厚いメニスカス形状のレンズを付加することで、負の歪曲収差と倍率色収差の補正を行っている。このメニスカス形状のレンズは第1レンズ群L1内部の負の屈折力のレンズの焦点に対してほぼコンセン
トリックな形状となっており、軸上の諸収差に対して影響をあまり与えずに軸外収差の補
正を行うことができる。また屈折力が極めて弱いためペッツパール和を増加させず像面の
倒れに対しても影響が少ない。さらに射出瞳を拡大側にシフトさせ、前玉の有効径を小さ
くする効果もある。

【0033】

第1レンズ群L1の負の屈折力のレンズは少なくとも1枚以上とし、負の屈折力のレン
ズ2枚を用いた場合には各々の負の屈折力のレンズの屈折力を弱めることができるので、
軸外光に生じる高次の収差を低減する効果がある。

10

【0034】

第3レンズ群L3は負の屈折力の第31レンズG31を絞りSPに近い最も拡大側に配
置することで光線高の低い位置で球面収差および軸上色収差の補正を行うことと同時に、
強い負の屈折力でペッツパール和の増加を抑える効果がある。

【0035】

本発明のような大口径のレンズ系で高い空間周波数でのレスポンスが要求されると焦点
深度が浅くなる。そのため中間像高等での像面湾曲および非点収差が大きいと解像感が劣
化するためペッツパール和は小さく補正されていることが重要である。また、色収差補正
を軸外光線の光軸からの高さが低い位置で行うことにより高次の倍率色収差の発生を小さ
くしている。

20

【0036】

第3レンズ群L3の拡大側から2枚目に位置する正の屈折力の第32レンズG32を非
球面化することで軸外収差を良好に補正する上、テレセントリック性を向上させている。
本発明のように少ないレンズ枚数のレンズ系では非球面をどの位置に用いるかが重要な設
計要素となる。

【0037】

一般に成型による非球面レンズは、所謂偏肉比（光軸上と軸外のレンズ厚さの比）が大
きいと製造困難であるのに対し、本発明のようにレンズ枚数の少ないレンズ系は各々のレ
ンズの屈折力が大きくなる傾向があり、例えば第1レンズ群L1や第3レンズ群L3の内
部の負の屈折力のレンズは実際上非球面化することが困難である。一方、第3レンズ群L
3の最終の第33レンズG33のような正の屈折力のレンズを非球面化することは設計上
有効であるが、本発明のようなプロジェクター向けの投影レンズではテレセントリック性
が高くパネル面側のレンズの有効径が大きくならざるを得ない。有効径が大きいと重量が
増大するだけでなく、製造上精度などの点で困難さが増すため最適ではない。又、第2レ
ンズ群L2は偏肉比が小さく、有効径も小さなレンズであるが絞りSPに近い位置のため
非球面化の効果が薄く、最適であるとはいえない。以上の理由から、第3レンズ群L3の
2枚目の第32レンズG32を非球面レンズとしている。

30

【0038】

本発明のレンズ系は第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔を変動させてフォーカ
ス調整を行っている。又、スクリーン面上の照度を向上させるために、各レンズ面に多層
コートを施している。

40

【0039】

第1レンズ群L1内の縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズ（図1、図3では
第12レンズG12、図5では第13レンズG13）は、拡大側と縮小側の面の曲率半径
を各々RF、RRとし、

$$SF = (RR + RF) / (RR - RF)$$

とおくとき、

$$-10 < SF < -1 \quad \dots \dots (1)$$

50

を満足している。

【0040】

この条件式(1)を満たすことで第1レンズ群L1内の縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズが第1レンズ群L1内部の負の屈折力のレンズの焦点に対してほぼコンセントリックな形状となるため軸上収差に大きな影響を与えず、軸外収差を良好に補正できる。条件式(1)の上限又は下限を超えるとコンセントリックな形状から逸脱するため軸上収差への影響が大きくなり、全体の収差を良好に補正するのが難しくなる。更に好ましくは条件式(1)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0041】

$$-8 < SF < -1.5 \quad \dots\dots (1a)$$

第1レンズ群L1内の縮小側の面が凸形状でメニスカス形状のレンズの材料のアッペ数を ν_{1a} 、第31レンズG31の材料のアッペ数を ν_{31} とするとき、

【0042】

【数1】

$$\left. \begin{array}{l} \nu_{1a} < 40 \\ \nu_{31} < 40 \end{array} \right\} \dots\dots (2)$$

【0043】

を満足している。尚、ここでアッペ数はd線(波長587.6nm)におけるアッペ数である。

【0044】

各実施例では、これらのレンズの材料に、条件式(2)を満たす高分散ガラスを用いている。これにより軸上・倍率の両色収差を良好に補正している。条件式(2)の上限を超えた場合、色収差の補正が困難となる。更に好ましくは条件式(2)の数値を次の如く設定するのが良い。

【0045】

【数2】

$$\left. \begin{array}{l} \nu_{1a} < 30 \\ \nu_{31} < 30 \end{array} \right\} \dots\dots (2a)$$

【0046】

又、本発明のレンズ系PLを画像投影装置に適用したときには、液晶表示パネル等の画像表示素子LCDに表示された原画をレンズ系PLでスクリーンS面上に投影するが、このときのレンズ系PLの最大像高(有効画面の半分)を y' 、レンズ系の入射瞳から画像表示素子LCDまでの距離をLとするとき、

$$|y' / L| < 0.07 \quad \dots\dots (3)$$

を満足している。

【0047】

条件式(3)を満たすことでプロジェクターとして適当な像側のテレセントリック性となる。上限を超えると像側のテレセントリック性が不十分となり、投影時に画面隅の照度低下やコントラスト低下を招く。更に好ましくは条件式(3)の数値を次の如く設定するのが良い。

【0048】

$$|y' / L| < 0.06 \quad \dots\dots (3a)$$

次に各実施例の特徴について説明する。

【実施例2】

【0049】

拡大側より縮小側へ順に、第1レンズ群L1は、拡大側の面に比べ縮小側の面の屈折力の絶対値が大きい負の屈折力の第11レンズG11、縮小側の面が凸形状でメニスカス形状の正の屈折力の第12レンズG12より成っている。第2レンズ群L2は拡大側と縮小

10

20

30

40

50

側の面が凸形状の正の屈折力の第 2 1 レンズ G 2 1 より成っている。第 3 レンズ群 L 3 は、拡大側と縮小側の面が凹形状の負の屈折力の第 3 1 レンズ G 3 1、拡大側の面に比べ縮小側の面の屈折力の絶対値が大きい形状の正の屈折力の第 3 2 レンズ G 3 2、拡大側の面に比べ縮小側の面の屈折力の絶対値が大きい正の屈折力の第 3 3 レンズ G 3 3 より成っている。

【 0 0 5 0 】

以上のように、第 1 レンズ群 L 1 を 2 枚のレンズで構成しており、第 1 1 レンズ G 1 1 で生じた歪曲収差を第 1 2 レンズ G 1 2 が群内で効率よく補正している。更に倍率色収差を補正するため第 1 2 レンズ G 1 2 の材料として条件式 (2) を満たす分散の大きい材料を用いている。又第 1 2 レンズ G 1 2 は第 1 1 レンズ G 1 1 の焦点に対してコンセン

10

【 0 0 5 1 】

第 2 レンズ群 L 2 を 1 枚の第 2 1 レンズ G 2 1 で構成している。本実施例では絞り S P が第 2 レンズ群 L 2 の後方ごく近傍に配置されているが、仕様によっては前方であっても、離れていても差し支えない。

【 0 0 5 2 】

第 3 レンズ群 L 3 の第 3 1 レンズ G 3 1 には強い負の屈折力を与えており、この強い負の屈折力により、球面収差を補正すると共に効率よくベッツパール和を小さく設計している。本発明のような大口径レンズで高い空間周波数でのレスポンスが要求されると焦点深度が浅くなる。そのため中間像高等での像面湾曲および非点収差が大きいと解像感が劣化するためベッツパール和は小さく補正されていることが重要である。更に第 3 1 レンズ G 3 1 には条件式 (2) を満たす分散の大きい材料を使用しており軸上色収差補正も行っている。又本実施例では第 3 2 レンズ G 3 2 の両面に非球面をとりいれている。前記非球面はガラスを成型してなっており、拡大側の面は主に歪曲収差を、また縮小側の面は主に球面収差を効率よく補正している。

20

【 0 0 5 3 】

本実施例によれば、F 値が 2 . 5 と小さい (明るい) ため高輝度で、1 0 0 型を約 2 . 9 m と短い投影距離で投影可能なレンズ系を実現している。

30

【 実施例 3 】

【 0 0 5 4 】

レンズ系の基本構成は実施例と略同じである。

【 0 0 5 5 】

本実施例は、第 3 2 レンズ G 3 2 の拡大側の片面のみを非球面としている。第 3 2 レンズ G 3 2 をガラス成型によって形成しているが片側のみを非球面とすることで、両面の光軸調整の精度や面精度などが加工上容易となり、製造上のメリットが生じる。その他の構成および作用については、実施例 1 と同じなので詳細説明は省略する。

【 0 0 5 6 】

本実施例によれば、F 値が 2 . 5 と小さい (明るい) ため高輝度で、1 0 0 型を約 2 . 9 m と短い投影距離で投影可能なレンズ系を実現している。

40

【 実施例 4 】

【 0 0 5 7 】

拡大側より縮小側へ順に、第 1 レンズ群 L 1 は、拡大側の面に比べ縮小側の面の屈折力の絶対値が大きいメニスカス形状の負の屈折力の 2 つの第 1 1 レンズ G 1 1、第 1 2 レンズ G 1 2、縮小側の面が凸形状でメニスカス形状の第 1 3 レンズ G 1 3 より成っている。第 2 レンズ群 L 2 は拡大側と縮小側の面が凸形状であり、正の屈折力の第 2 1 レンズ G 2 1 より成っている。第 3 レンズ群 L 3 は、拡大側と縮小側の面が凹形状の負の屈折力の第 3 1 レンズ G 3 1、拡大側の面に比べ縮小側の面の屈折力の絶対値が大きい形状の正の屈

50

折力の第32レンズG32、拡大側と縮小側の面が凸形状の正の屈折力の第33レンズG33より成っている。

【0058】

本実施例は実施例1、2よりも投影画角を広げて更なる性能向上を図ったものである。

【0059】

第1レンズ群L1を3枚のレンズで構成しており、実施例1・2に比して負の屈折力のレンズが1枚増えた構成となっている。実施例1・2においては負の屈折力のレンズが1枚のため屈折力が強い。これを負の屈折力のレンズ2枚とすることで各々の屈折力の負担を軽減し、高次収差の発生を防いでいる。第13レンズG13は実施例1・2と同様、歪曲収差・倍率色収差を群内で効率よく補正すると同時に前玉径を縮小する役割を担っている。

10

【0060】

第3レンズ群L3は、実施例1・2と比べ第33レンズG33には比較的高い屈折率のガラスを用いており、テレセントリック性能をより出しやすい構成としている。又本実施例では第32レンズG32の両面に非球面をとりいれている。前記非球面はガラスを成型してなっており、拡大側と縮小側の面が凸形状より成っている。

【0061】

本実施例によれば、F値が2.5と小さい(明るい)ため高輝度で、100型を約2.5mと短い投影距離で投影可能なレンズ系を実現している。

【0062】

以下に、実施例1～3のレンズ系の数値データ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はiは拡大側から縮小側へ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iはそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数を示す。fは焦点距離、FはFナンバー、 θ は半画角である。又、数値実施例1～3の最も後方の2つの面は、色分解プリズム、フェースプレート、各種フィルター等に相当するガラスブロックGBを構成する面である。

20

【0063】

非球面形状は光軸からの高さ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、

30

【0064】

【数3】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + AH^4 + BH^6 + CH^8 + DH^{10}$$

【0065】

で表わされる。但しRは近軸曲率半径、Kは円錐定数、A、B、C、Dは非球面係数である。

【0066】

又、 $[e^{-0X}]$ は $[x10^{-X}]$ を意味している。

40

【0067】

又、前述の各条件式と数値実施例における諸収差との関係を表1に示す。

【0068】

【数 4】

数值実施例1

F/2.5、 $f = 18.1$ 、 $\omega = 29.88$

	R i	d i	n i	ν i
1:	8928.45023	1.20	1.5163	64.1
2:	15.86000	4.991229		
3:	-47.57277	6.421128	1.7551	27.5
4:	-31.85930	16.068795		
5:	19.98631	3.241515	1.5163	64.1
6:	-34.93435	0.668629		
7:	∞	10.131254		
8:	-11.74541	1.283496	1.7551	27.5
9:	38.99057	1.516252		
10:	-124.40861	5.555261	1.5831	59.3
11:	-13.50517	0.10		
12:	242.91040	8.57	1.6031	60.6
13:	-17.69000	3.50		
14:	∞	24.30	1.5163	64.1
15:	∞			

10

20

非球面データ

	K	A	B	C	D
10	-5.548e-01	-8.557e-05	0	0	0
11	-3.869e-02	4.360e-06	-1.770e-08	-8.763e-10	1.650e-12

【0 0 6 9】

【数 5】

数值実施例2

F/2.5、 $f = 18.1$ 、 $\omega = 29.88$

	R i	d i	n i	ν i
1:	-215.33765	1.20	1.5163	64.1
2:	15.91728	4.550179		
3:	-64.31076	7.566748	1.7551	27.5
4:	-29.87643	14.329221		
5:	19.92323	3.20	1.5163	64.1
6:	-28.40437	0.153709		
7:	∞	6.800608		
8:	-14.28930	4.202403	1.7551	27.5
9:	26.11310	1.832951		
10:	-80.76710	4.871278	1.5831	59.3
11:	-14.53025	0.10		
12:	172.97210	11.00	1.6031	60.6
13:	-17.69770	3.50		
14:	∞	24.30	1.5163	64.1
15:	∞			

30

40

非球面データ

	K	A	B	C	D
10	-1.621e+00	-7.102e-05	0	0	0

【0 0 7 0】

50

【数 6】

数値実施例 3

$F/2.5$ 、 $f = 15.6$ 、 $\omega = 33.63$

	R_i	d_i	n_i	ν_i
1:	31.02059	1.10	1.5163	64.1
2:	13.38158	4.547533		
3:	50.63041	1.10	1.5163	64.1
4:	16.04614	3.981968		
5:	-118.84494	3.50	1.7551	27.5
6:	-34.45835	11.658009		
7:	67.34099	3.40	1.5163	64.1
8:	-19.87506	4.337896		
9:	∞	7.981887		
10:	-14.40803	4.175135	1.7551	27.5
11:	37.66022	0.609051		
12:	57.75868	8.00	1.5831	59.3
13:	-14.76157	0.10		
14:	40.83439	4.90	1.6967	55.5
15:	-53.05187	3.50		
16:	∞	24.30	1.5163	64.1
17:	∞			

10

20

非球面データ

	K	A	B	C	D
12	2.194e+01	-3.567e-05	0	0	0
13	-6.574e-01	-1.821e-05	-1.467e-07	6.391e-	-8.800e-12

【0071】

【表 1】

条件式	実施例		
	1	2	3
(1) SF	-5.06	-2.74	-1.82
(2) ν_{1a}	27.5	27.5	27.5
ν_{31}	27.5	27.5	27.5
(3) $ y'/L $	0.027	0.031	0.047

30

【0072】

図 7 は本発明のレンズ系を用いた画像投影装置の実施例の要部概略図である。

【0073】

同図は前述したレンズ系を 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、レンズ系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。図 7 においてカラー液晶プロジェクター 1 は、R、G、B の 3 枚の液晶パネル 5 B、5 G、5 R からの RGB の各色光を色合成手段としてのプリズム 2 で 1 つの光路に合成し、前述したレンズ系より成る投影レンズ 3 を用いてスクリーン 4 に投影している。

40

【0074】

図 8 は、本発明のレンズ系を用いた光学機器の実施例の要部概略図である。本実施例ではビデオカメラ、フィルムカメラ、デジタルカメラ等の撮像装置を含む光学機器に撮影レンズとして前述したレンズ系を用いた例を示している。

【0075】

50

図 8 においては被写体 9 の像をレンズ系 8 で感光体 7 に結像し、画像情報を得ている。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図 1】本発明の実施例 1 のレンズ断面図

【図 2】数値実施例 1 のレンズ系を mm 単位で表わしたときの投影距離 1.74 m のときの収差図

【図 3】本発明の実施例 2 のレンズ断面図

【図 4】数値実施例 2 のレンズ系を mm 単位で表わしたときの投影距離 1.74 m のときの収差図

【図 5】本発明の実施例 3 のレンズ断面図

10

【図 6】数値実施例 3 のレンズ系を mm 単位で表わしたときの投影距離 1.5 m のときの収差図

【図 7】本発明のレンズ系を用いた画像投影装置の説明図

【図 8】本発明のレンズ系を用いた撮像装置の説明図

【符号の説明】

【0077】

L 1 第 1 レンズ群

L 2 第 2 レンズ群

L 3 第 3 レンズ群

L C D 液晶表示装置 (像面)

20

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

1 液晶プロジェクター

2 色合成手段

3 投射レンズ

4 スクリーン

5 (5 B、5 G、5 R) 液晶パネル

6 撮像装置

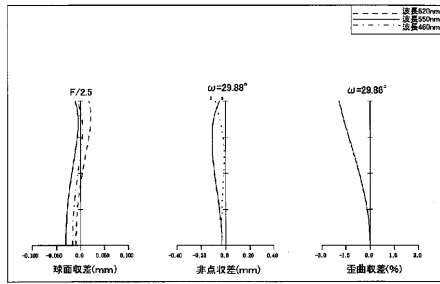
7 撮像手段

30

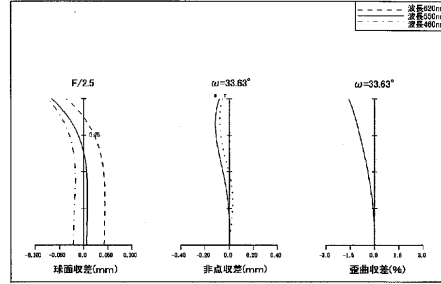
8 ズームレンズ

9 被写体

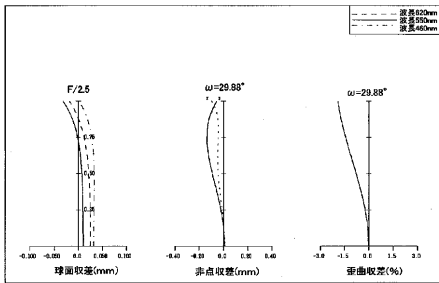
【 図 2 】



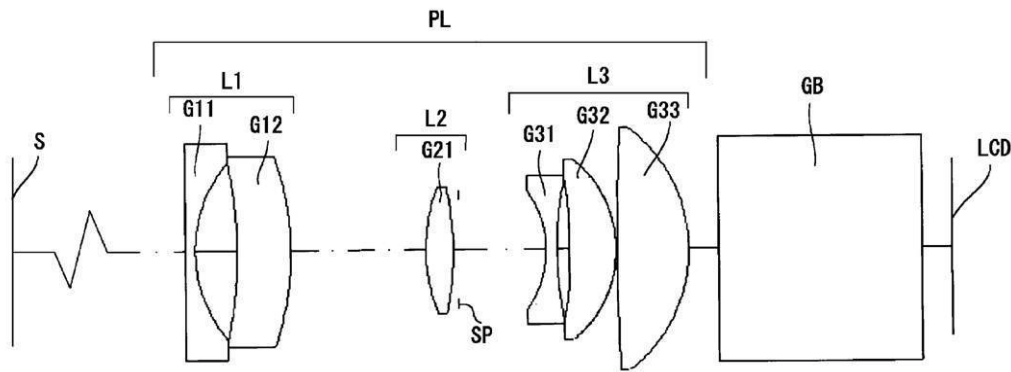
【 図 6 】



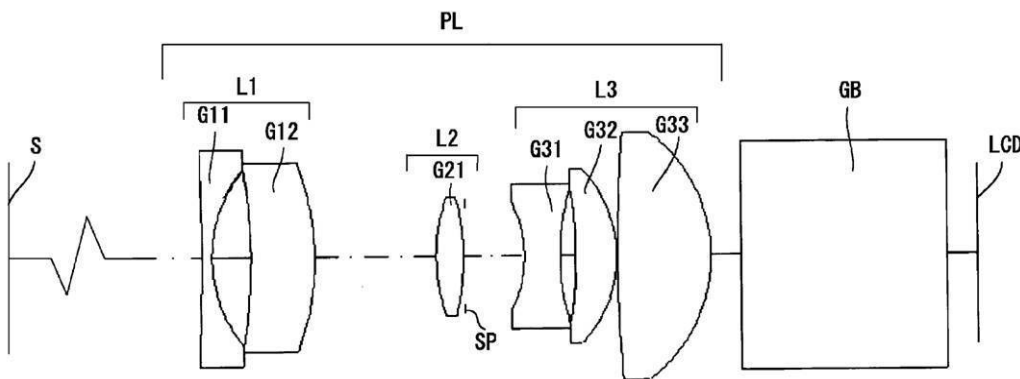
【 図 4 】



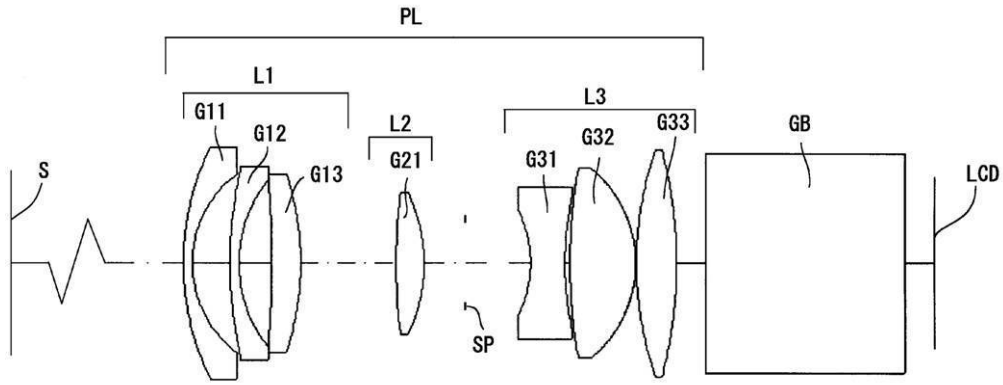
【 図 1 】



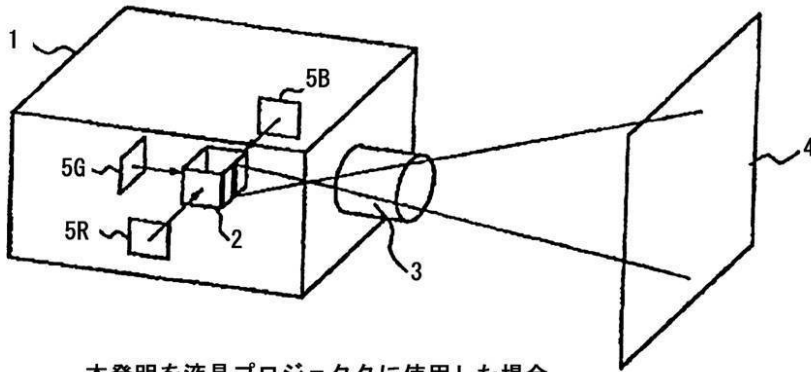
【 図 3 】



【 図 5 】

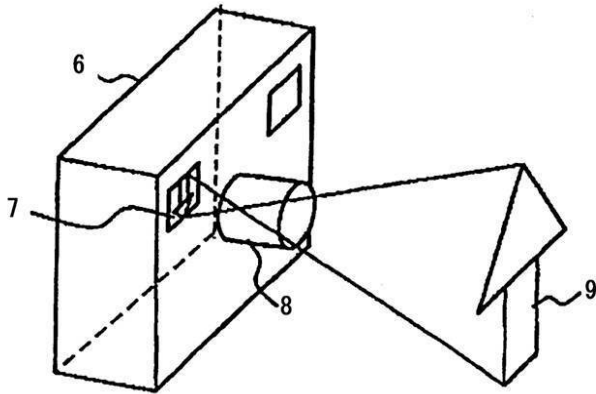


【 図 7 】



本発明を液晶プロジェクタに使用した場合

【 図 8 】



本発明をカメラに使用した場合