

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4579375号
(P4579375)

(45) 発行日 平成22年11月10日(2010.11.10)

(24) 登録日 平成22年9月3日(2010.9.3)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)
G02B 15/16 (2006.01)G02B 15/20
G02B 15/16

請求項の数 15 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2000-150451 (P2000-150451)
 (22) 出願日 平成12年5月22日 (2000.5.22)
 (65) 公開番号 特開2001-330775 (P2001-330775A)
 (43) 公開日 平成13年11月30日 (2001.11.30)
 審査請求日 平成19年5月16日 (2007.5.16)

(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
 (74) 代理人 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 和智 史仁
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

審査官 森内 正明

(56) 参考文献 特開平11-231218 (JP, A)
 特開平5-19169 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを用いた投影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

距離が長い方の共役点を第1共役点としたとき、該第1共役点側から順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、広角端のズーム位置から望遠端のズーム位置への変倍に際して、2以上のレンズ群を動かし、該第1レンズ群と第5レンズ群は、変倍中固定であり、距離が短い方の共役点を第2共役点としたとき、最も第2共役点側のレンズ面から射出瞳位置までの距離のうち変倍中において絶対値が最も小さくなる距離を t_k 、全系の広角端の焦点距離を f_w 、バックフォーカスを b_f 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_i としたときとしたとき

$$\begin{aligned} |t_k| / f_w &> 1.5 \\ 0.674 \quad b_f / f_5 &< 2.5 \\ 0.9 < 1/f_1 - 1/b_f &< 1.6 \end{aligned}$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記第1レンズ群は1以上の正レンズと1以上の負レンズを有することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第4レンズ群は第1共役点側から順に負レンズと1以上の正レンズを有し、該第4レンズ群のうちの1つの正レンズの材質のアッベ数を A_p とするとき

10

20

$$4 p > 60$$

を満足することを特徴とする請求項 2 のズームレンズ。

【請求項 4】

広角端における前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の合成屈折力を $34w$ 、広角端における全系の屈折力を w としたとき

$$0 < |34w| / w < 1.5$$

を満足することを特徴とする請求項 3 のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群は、1 以上の正レンズと 1 以上の負レンズで構成され、該正レンズのうち小さなアッペ数を持つ正レンズの材質のアッペ数を $2p$ 、負レンズのうち大きなアッペ数を持つ負レンズの材質のアッペ数を $2n$ 、としたとき

$$2p - 2n > 8$$

を満足することを特徴とする請求項 4 のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群は 1 以上の負レンズを有し、該負レンズのうち最も小さいアッペ数を持つ負レンズの材質のアッペ数を $3n$ としたとき

$$3n > 35$$

を満足することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 7】

バックフォーカスを $b f$ 、全系の広角端の焦点距離を $f w$ としたとき

$$0.9 < b f / f w$$

を満足することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 5 レンズ群は 1 以上の正レンズを有し、該正レンズのうちの 1 つの材質のアッペ数を $5p$ としたとき

$$5p > 30$$

を満足することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 i レンズ群の焦点距離を f_i 、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々 f_w 、 f_t としたとき

$$1.1 < |f_1 / f_2| < 2.3$$

【数 1】

$$0.5 < f_2 / \sqrt{f_w \times f_t} < 1.5$$

を満足することを特徴とする 1 から 8 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 10】

前記第 i レンズ群の焦点距離を f_i 、全系の広角端の焦点距離を f_w としたとき

$$1 < |f_1| / f_w < 2.5$$

を満足することを特徴とする 1 から 9 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 11】

前記第 2 レンズ群の広角端と望遠端の結像倍率を $2w$ 、 $2t$ 、変倍に伴う第 2 レンズ群と第 4 レンズ群の移動量を各々 M_2 、 M_4 、全系の広角端と望遠端の焦点距離を f_w 、 f_t とし

$$Z_2 = 2t / 2w$$

$$Z = f_t / f_w$$

とおいたとき

$$0.8 < Z_2 / Z < 1.1$$

$$1.0 < |M_2 / M_4| < 1.1$$

$$0.4 < M_2 / (f_t - f_w) < 1.3$$

を満足することを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項のズームレンズ。

10

20

30

40

50

【請求項 12】

前記第*i*レンズ群の焦点距離を*f_i*としたとき

$$-0.9 < f_2 / f_4 < -0.01$$

を満足することを特徴とする請求項1から11のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第*i*レンズ群の焦点距離を*f_i*、全系の広角端の焦点距離を*f_w*とするとき

$$0.5 < f_5 / f_w < 3.5$$

を満足することを特徴とする請求項1から12のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 14】

前記第*i*レンズ群の焦点距離を*f_i*、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々*f_w*、*f_t*としたとき

【数 2】

$$0.7 < |f_1| / \sqrt{f_w \times f_t} < 2.1$$

$$0.6 < |f_3| / \sqrt{f_w \times f_t} < 20.0$$

$$0.1 < |f_4| / \sqrt{f_w \times f_t} < 10.0$$

$$0.5 < f_5 / \sqrt{f_w \times f_t} < 3.0$$

を満足することを特徴とする請求項1から13のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 15】

請求項1から14のいずれか1項のズームレンズを用いて投影像原画をスクリーン面上に投影していることを特徴とする投影装置。

20

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、ズームレンズ及びそれを用いた投影装置に関し、例えば表示体の画像を固定した有限距離にて、該画像をスクリーンに拡大投射するプロジェクション装置に好適なものであり、特に表示体に各色光毎に複数の液晶等を用い、各色光を色合成した後に、1本の投射レンズを介してスクリーン上に高精細な画像投射を行うのに好適な簡易な構成で小型なテレセントリック性能を有したズームレンズ及びそれを用いた投影装置に関するものである。

30

【0002】**【従来の技術】**

負の屈折力のレンズ群が先行するネガティブリード型のズームレンズは比較的広画角化が容易で、かつ近接撮影距離での性能が維持できる等の特長を有しているが、反面、変倍の為の移動量が増大し、又高変倍化が難しく、また倍率色収差の変動が大きい等の欠点を有している。

【0003】

これらの欠点を改善し、レンズ系全体の小型化及び高変倍化を図ったズームレンズが例えば特公昭49-23912号公報、特開昭53-34539号公報、特開昭57-163213号公報、特開昭58-4113号公報、特開昭63-241511号公報、そして特開平2-201310号公報等で提案されている。

40

【0004】

これらの各公報ではズームレンズを物体側より順に負、正、負、そして正の屈折力のレンズ群の全体として4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変倍を行っている。

【0005】

また、液晶プロジェクション用のズームレンズとして、本出願人は特願平9-272245号において、負、正、正、正の屈折力の4つのレンズ群より成る4群タイプのテレセントリックなズームレンズを提案している。そこでは、各レンズ群の働きは広角端から望遠

50

端への変倍に関して第1～3レンズ群は大きな共役(物体)側へ、また第4レンズ群は小さな共役(像面)側に移動することを特徴としており、XGAパネルに対応する歪曲/色収差を良好に補正したテレセントリックなズームレンズを提案している。

【0006】

また、本出願人は特開平11-190821号公報で距離の長い共役点側より順に負の屈折力の第1群、正の屈折力の第2群、負の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群、そして正の屈折力の第5群を有し、該第2群と第4群を距離の長い共役点側へ移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、距離の短い共役点側が略テレセントリックとなっているズームレンズを提案している。

【0007】

10

【発明が解決しようとする課題】

光学系で表示画像をスクリーンに拡大投射する際、特に液晶表示体を複数の色光ごとに分けて用い、各色光を合成して1本の投射レンズにて投射する場合、以下の条件を満足することが必要となる。

(ア-1) 液晶の配光特性、または複数の色光を合成する時の色合成ダイクロイックミラーの角度依存の影響を排除する為に、パネル側の瞳(射出瞳)が遠方にある所謂テレセントリック光学系であること。

(ア-2) 表示体と投射レンズの間に介在する色合成素子のスペースを確保する為に、長いバックフォーカスを必要とする。

(ア-3) 通常、表示画像をスクリーン上に上方に投射する為に、投射レンズの光軸に対し、表示体はその中心位置がシフトした状態で用いられ、結果として前玉付近は使用する有効領域が光軸対称ではなく、上方に偏り、前玉径が大きくなるので改善手段が必要である。

20

(ア-4) 複数の色光を合成するので投射レンズで発生する倍率色収差を極力小さくしておく必要がある。

【0008】

一般に長いバックフォーカスを有するには、レンズ系全体をスクリーン側に負の屈折力のレンズ群を、投影像原画側に正の屈折力のレンズ群を配置した、所謂レトロ型にする必要がある。

【0009】

30

しかしながらレトロ型にするとレンズ系が非対称となってくるために諸収差の発生が多くなり、良好なる光学性能を得るのが難しくなってくる。またレンズ枚数が増加し、レンズ系全体が複雑化及び大型化してくるという問題点が生じてくる。また、投影レンズのテレセントリック性を良くしようとすると、レンズ系全体が大型化してくるという問題が生じてくる。また、軸外光束の入射高が高くなり、高次の収差が多く発生してくるという問題点が生じてくる。

【0010】

本発明は、小型で簡易な構成でありながら、プロジェクション装置に好適なズームレンズ及びそれを用いた投影装置の提供を目的とする。

【0011】

40

この他本発明は、全体として5つのレンズ群より成り、またレンズ型としてネガティブリード型を採用し、各レンズ群を適切に構成することにより、レンズ系全体の小型化を図りつつ、変倍範囲全体にわたりテレセントリック条件を良好に維持し、画面全体にわたり良好なる光学性能を有した液晶プロジェクター用に好適なズームレンズ及びそれを用いた投影装置の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明のズームレンズは、距離が長い方の共役点を第1共役点としたとき、該第1共役点側から順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成さ

50

れ、広角端のズーム位置から望遠端のズーム位置への変倍に際して、2以上の中間レンズ群を動かし、該第1レンズ群と第5レンズ群は、変倍中固定であり、距離が短い方の共役点を第2共役点としたとき、最も第2共役点側のレンズ面から射出瞳位置までの距離のうち変倍中において絶対値が最も小さくなる距離を t_k 、全系の広角端の焦点距離を f_w 、バックフォーカスを b_f 、前記第*i*レンズ群の焦点距離を f_i としたときとしたとき

$$\begin{aligned} |t_k| / f_w &> 1.5 \\ 0.674 / b_f &< 2.5 \\ 0.9 < 1/f_1 & 1 / b_f < 1.6 \end{aligned}$$

を満足することを特徴としている。

【0013】

10

請求項2の発明は請求項1の発明において、前記第1レンズ群は1以上の正レンズと1以上の負レンズを有することを特徴としている。

【0014】

請求項3の発明は請求項2の発明において、前記第4レンズ群は第1共役点側から順に負レンズと1以上の正レンズを有し、該第4レンズ群のうちの1つの正レンズの材質のアッベ数を4pとするとき

$$4p > 60$$

を満足することを特徴としている。

【0015】

20

請求項4の発明は請求項3の発明において、広角端における前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成屈折力を34w、広角端における全系の屈折力をwとしたとき

$$0 < |34w| / w < 1.5$$

を満足することを特徴としている。

【0016】

請求項5の発明は請求項4の発明において、前記第2レンズ群は、1以上の正レンズと1以上の負レンズで構成され、該正レンズのうち小さなアッベ数を持つ正レンズの材質のアッベ数を2p、負レンズのうち大きなアッベ数を持つ負レンズの材質のアッベ数を2n、としたとき

$$2p - 2n > 8$$

を満足することを特徴としている。

30

【0017】

請求項6の発明は請求項1から5のいずれか1項の発明において、前記第3レンズ群は1以上の負レンズを有し、該負レンズのうち最も小さいアッベ数を持つ負レンズの材質のアッベ数を3nとしたとき

$$3n > 35$$

を満足することを特徴としている。

【0018】

請求項7の発明は請求項1から6のいずれか1項の発明において、バックフォーカスを b_f 、全系の広角端の焦点距離を f_w としたとき

$$0.9 < b_f / f_w$$

40

を満足することを特徴としている。

【0019】

請求項8の発明は請求項1から7のいずれか1項の発明において、前記第5レンズ群は1以上の正レンズを有し、該正レンズのうちの1つの材質のアッベ数を5pとしたとき

$$5p > 30$$

を満足することを特徴としている。

【0020】

請求項9の発明は請求項1から8のいずれか1項の発明において、前記第*i*レンズ群の焦点距離を f_i 、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々 f_w 、 f_t としたとき

$$1.1 < |f_1 / f_2| < 2.3$$

50

【数1】

$$0.5 < f_2 / \sqrt{f_w \times f_t} < 1.5$$

を満足することを特徴としている。

【0021】

請求項10の発明は請求項1から5のいずれか1項の発明において、前記第*i*レンズ群の焦点距離を*f_i*、全系の広角端の焦点距離を*f_w*としたとき

$$1 < |f_1| / f_w < 2.5$$

を満足することを特徴としている。

【0022】

10

請求項11の発明は請求項1から10のいずれか1項の発明において、前記第2レンズ群の広角端と望遠端の結像倍率を*2_w*、*2_t*、変倍に伴う第2レンズ群と第4レンズ群の移動量を各々*M₂*、*M₄*、全系の広角端と望遠端の焦点距離を*f_w*、*f_t*とし

$$Z_2 = 2_t / 2_w$$

$$Z = f_t / f_w$$

とおいたとき

$$0.8 < Z_2 / Z < 1.1$$

$$1.0 < |M_2 / M_4| < 11.0$$

$$0.4 < M_2 / (f_t - f_w) < 1.3$$

を満足することを特徴としている。

20

【0023】

請求項12の発明は請求項1から11のいずれか1項の発明において、前記第*i*レンズ群の焦点距離を*f_i*としたとき

$$-0.9 < f_2 / f_4 < -0.01$$

を満足することを特徴としている。

【0024】

請求項13の発明は請求項1から12のいずれか1項の発明において、前記第*i*レンズ群の焦点距離を*f_i*、全系の広角端の焦点距離を*f_w*とするとき

$$0.5 < f_5 / f_w < 3.5$$

を満足することを特徴としている。

30

【0025】

請求項14の発明は請求項1から13のいずれか1項の発明において、前記第*i*レンズ群の焦点距離を*f_i*、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々*f_w*、*f_t*としたとき

【数2】

$$0.7 < |f_1| / \sqrt{f_w \times f_t} < 2.1$$

$$0.6 < |f_3| / \sqrt{f_w \times f_t} < 20.0$$

$$0.1 < |f_4| / \sqrt{f_w \times f_t} < 10.0$$

$$0.5 < f_5 / \sqrt{f_w \times f_t} < 3.0$$

40

を満足することを特徴としている。

【0026】

請求項15の発明の投影装置は、請求項1から14のいずれか1項のズームレンズを用いて投影像原画をスクリーン面上に投影していることを特徴としている。

【0032】

【発明の実施の形態】

図1、図2、図3は本発明のズームレンズの数値実施例1の広角端のレンズ断面図、広角端の収差図、望遠端の収差図である。

【0033】

図4、図5、図6は本発明のズームレンズの数値実施例2の広角端のレンズ断面図、広角

50

端の収差図、望遠端の収差図である。

【0034】

図7、図8、図9は本発明のズームレンズの数値実施例3の広角端のレンズ断面図、広角端の収差図、望遠端の収差図である。

【0035】

レンズ断面図において、PLはズームレンズである。L1は負の屈折力の第1群(第1レンズ群)、L2は正の屈折力の第2群(第2レンズ群)、L3は負の屈折力の第3群(第3レンズ群)、L4は負の屈折力の第4群(第4レンズ群)、L5は正の屈折力の第5群(第5レンズ群)である。

【0036】

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(被投影面)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(第1共役点)に、原画像LCDは距離の短い方の共役点(第2共役点)に相当している。

【0037】

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。

【0038】

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に含まれている。

10

【0039】

本実施形態では広角端から望遠端への変倍(ズーミング)に際して矢印のように第2群L2及び第4群L4を移動させている。

【0040】

又、図1、図4の実施例では第3群も矢印の如く移動させている。第1群と第5群は変倍に際して固定である。

【0041】

本実施形態のズームレンズPLは表示面の画像を、スクリーンに拡大投射する略テレセントリックなレンズ系より成っている。本実施形態では第1群を光軸上移動させてフォーカスを行っている。尚、フォーカスは第3群または第5群または全体を移動させて行っても良い。又、表示パネルを移動させて行っても良い。

20

【0042】

本発明の投影装置は、LCDの原画をズームレンズPLを用いて投影像原画をスクリーン面上に投影している。

【0043】

(注:以下の説明は、プロジェクターとしての使い方とは逆の縮小系として展開している。しかしながら光学的には光線は可逆的であるために、評価している場所が違うだけで問題はない)

表示パネルである液晶の配光特性、または複数の色光を合成する時の色合成ダイクロイックミラー膜の角度依存の影響を排除する為に、パネル側の瞳(射出瞳)が遠方にある所謂テレセントリック光学系であることが効率の良い照明手段としてのレンズに有効である。特に表示パネル側(縮小側)のレンズの瞳(射出瞳)が遠方にあること必要である。具体的にはその角度依存性を排するためには条件式(1)を満たしていれば好ましい。

30

【0044】

この際このレンズ系の瞳(絞り)は第2レンズ群近傍にあるのが好ましく、具体的には第2レンズ群の最もスクリーン側の面、あるいはパネル側の面に一致させるのがよく、特に複数のレンズにて第2レンズ群を構成するときはレンズ群の内部にあってもよい。

【0045】

また、第5レンズ群を構成するレンズは正の両凸レンズを有することが射出瞳を所望の長さにするのに好ましい。

40

50

【0046】

カラー液晶プロジェクションTV用の投射レンズとして用いるレンズには、ダイクロイックミラー等を配置する必要上から長いバックフォーカスが必要であるが、本発明では非常に短い投射距離を達成する為に投射レンズ全系の屈折力を強くする必要があり、この両方の条件を達成するには条件式(1)を満足するようにしている。

【0047】

条件式(1)を外れると所定の長さのバックフォーカスを確保つつ投射距離を短くするのが難しくなってくる。

【0048】

尚、本発明において更に全変倍範囲に渡り収差変動が少なく、画面全体に渡り高い光学性能を得るには、次の条件のうち少なくとも1つを満足させるのが良い。 10

(イ-1) 前記第1レンズ群は1以上の正レンズと1以上の負レンズを有することを特徴とすることである。

(イ-2) 前記第4群は第1共役点側から順に負レンズと1以上の正レンズを有し、該1つの正レンズの材質のアッベ数を4pとするとき

$$4p > 60 \dots (2)$$

を満足することを特徴としている。

尚、第4群中に複数の正レンズがあるときは、任意の1つの正レンズが条件式(2)を満足すれば良い。

【0049】

20

条件式(2)は、第2群に次ぐ変倍群であり軸上光線高が高く軸外光線高も軸上光線程ではないが、ある程度の高さを持つ第4群において、軸上色収差・倍率色収差の発生を少なくする為の条件式である。この範囲を逸脱すると第4レンズ群で発生する倍率色収差が大きくなり第1レンズ群・第2レンズ群・第3レンズ群の変倍系で更に増幅され、ズーム変動が大きくなるために、高倍化・高度な色収差補正ができなくなる。また、第4群中の負レンズが1枚のときは、前記負レンズの材質のアッベ数を4nとすると、以下の式を満足することが望ましい。

【0050】

$$4n < 50 \dots (2a)$$

(イ-3) 広角端における前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成屈折力を34w、広角端における全系の屈折力をwとしたとき

$$0 < \frac{1}{34w} / w < 1.5 \dots (3)$$

を満足することを特徴とすることである。

【0051】

30

条件式(3)は、第3レンズ群と第4レンズ群との合成焦点距離を規定するものである。この条件式(3)の下限を超えるとズーミングによる移動量が大きくなり、全系の小型化に望ましくない。また条件式(3)の上限を超えると像面湾曲の収差補正が困難になり望ましくない。

(イ-4) 前記第2レンズ群は、1以上の正レンズと1以上の負レンズで構成され、該正レンズのうち小さなアッベ数を持つ正レンズの材質のアッベ数を2p、負レンズのうち大きなアッベ数を持つ負レンズの材質のアッベ数を2n、としたとき

$$2p - 2n > 8 \dots (4)$$

を満足することを特徴とすることである。

【0052】

40

条件式(4)は主変倍系である第2レンズ群で発生する色収差を抑えるだけでなく、補正しきれず残っている第1レンズ群で発生した倍率色収差をキャンセルする方向に働く。この際このレンズ系の瞳(絞り)は第2レンズ群近傍にあるのがこの好ましく、具体的には第2レンズ群の最もスクリーン側の面、あるいはパネル側の面に一致させるのがよく、特に複数のレンズにて第2レンズ群を構成するときはレンズ群の内部にあってもよい。そうしておくことにより第1レンズ群、第2レンズ群において軸外光の通る位置が光軸からさ

50

ほど離れず倍率色収差の発生にも有効である。更に第1レンズ群の有効径も小さくでき小型で簡易な構成のズームレンズを達成できる。

【0053】

尚、正レンズのうちの小さなアッペ数を持つ正レンズとは、正レンズが1つのときは該正レンズを引用例、正レンズが複数のときは最も小さいアッペ数を持つ正レンズのことをいう。以下このような表現は全て同じ意味で用いている。

【0054】

(イ-5) 前記第3レンズ群は1以上の負レンズを有し、該負レンズのうち最も小さいアッペ数を持つ負レンズの材質のアッペ数を $3n$ としたとき

$$3n > 35 \quad \dots \quad (5)$$

10

を満足することを特徴とすることである。

【0055】

条件式(5)は色収差(軸上色収差、倍率色収差)の変動を抑えるための条件であり、絞りからパネル側へのもう一つの変倍群である第4レンズ群の色収差の発生を良好に補正するための条件である。

【0056】

(イ-6) バックフォーカスを b_f 、全系の広角端の焦点距離を f_w としたとき

$$0.9 < b_f / f_w \quad \dots \quad (6)$$

を満足することを特徴とすることである。

【0057】

20

また、カラー液晶プロジェクションTV用の投射レンズとして用いるレンズ系には、ダイクロイックミラー等を配置する必要上から長いバックフォーカスが必要であるが、本発明では非常に短い投射距離を達成する為に投射レンズ全系の屈折力を強くしている。条件式(6)はこの両方の条件を達成するためのものである。

【0058】

(イ-7) 前記第5レンズ群は1以上の正レンズを有し、該正レンズのうちの1つの材質のアッペ数を $5p$ としたとき

$$5p > 30 \quad \dots \quad (7)$$

表示パネルに最も近く、軸外光束が第1レンズ群のほかで最もレンズの外側を通る第5レンズ群において、波長によってテレセントリックな関係が壊れてはいけない。条件式(7)はそのためには第5レンズ群を構成する正レンズの材質のアッペ数を適切に設定するためのものである。特に第5レンズ群が1枚で構成されるときは更に以下の範囲に入っていた方が好ましい。

30

【0059】

$$5p > 35 \quad \dots \quad (7a)$$

(イ-8) 前記第*i*レンズ群の焦点距離を f_i 、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々 f_w 、 f_t としたとき

$$1.1 < |f_1 / f_2| < 2.3 \quad \dots \quad (8)$$

【0060】

【数5】

40

$$0.5 < f_2 / \sqrt{f_w \times f_t} < 1.5 \quad \dots \quad (9)$$

【0061】

を満足することを特徴とすることである。

【0062】

条件式(8)、(9)は主変倍群である第2レンズ群と第1レンズ群の関係を適切に規定したものである。条件式(8)の下限を逸脱すると第1レンズ群で決まる前玉径が大きくなり、また広角端での歪曲収差が大きくなり適当でない。また上限値を逸脱すると所望の変倍比を得るために第2レンズ群の移動量を大きくする必要があり全系が大型化し適当でない。

50

【 0 0 6 3 】

条件式(9)は主変倍群のパワーを適切にするもので下限を超えると像面が補正過剰となり適当でない。また上限を超えると所望の変倍比を得るために第2レンズ群の移動量を大きくする必要があり全系が大型化し適当でない。

【 0 0 6 4 】

条件式(9)は主変倍群のパワーを適切にするもので下限を超えると像面が補正過剰となり適當でない。また上限を超えると所望の変倍比を得るために第2レンズ群の移動量を大きくする必要があり全系が大型化し適當でない。

【 0 0 6 5 】

(イ-9)前記第*i*レンズ群の焦点距離を*f_i*、全系の広角端の焦点距離を*f_w*としたとき 10

$$1 < |f_i| / f_w < 2.5 \cdots (10)$$

を満足することを特徴とすることである。

【 0 0 6 6 】

条件式(10)は主に歪曲を適正に補正するためのものである。条件式(10)の上限を逸脱すると広角端の歪曲が、下限値を超えると望遠端の歪曲を適正に補正するのが難しくなる。

(イ-10)前記第2レンズ群の広角端と望遠端の結像倍率を $2w$ 、 $2t$ 、変倍に伴う第2レンズ群と第4レンズ群の移動量を各々 M_2 , M_4 、全系の広角端と望遠端の焦点距離を f_w , f_t とし 20

$$Z_2 = 2t / 2w$$

$$Z = f_t / f_w$$

とおいたとき

$$0.8 < Z_2 / Z < 1.1 \cdots (11)$$

$$1.0 < |M_2 / M_4| < 11.0 \cdots (12)$$

$$0.4 < M_2 / (f_t - f_w) < 1.3 \cdots (13)$$

を満足することを特徴とすることである。ここで第2共役点側への移動を正とし、その逆を負としている。

【 0 0 6 7 】

条件式(11)は変倍群となる第2レンズ群と第4レンズ群での変倍の比を適切に規定するものである。第3レンズ群は変倍に際し減倍するためこの範囲にあるのが好ましい。この範囲を逸脱すると所望の変倍比を有するレンズ系が大型化してしまう。 30

【 0 0 6 8 】

条件式(12)、(13)はレンズ全体の長さと各変倍群の移動量を適切にするものである。特に第2レンズ群と第4レンズ群とでは第4レンズ群の方がパワーが弱くなりがちがあるので適切な変倍分担をするにはこの範囲が好ましい。特に第2レンズ群の移動量が第4レンズ群の移動量を超えていていることが更に好ましい。

(イ-11)前記第*i*レンズ群の焦点距離を*f_i*としたとき

$$-0.9 < f_2 / f_4 < -0.01 \cdots (14)$$

を満足することを特徴とすることである。 40

【 0 0 6 9 】

条件式(14)は第2レンズ群と第4レンズ群とでは第4レンズ群との屈折力を適切に設定するためのものである。

【 0 0 7 0 】

特に条件式(14)は主変倍群のパワー配置と変倍を適切にしながらペツツバール和を適當に設定するのに有用な式である。

(イ-12)バックフォーカスを***b_f***、前記第*i*レンズ群の焦点距離を*f_i*としたとき 0

$$0.674 b_f / f_5 < 2.5 \cdots (15)$$

$$0.9 < 1/f_1 / b_f < 1.6 \cdots (16)$$

を満足することを特徴とすることである。 50

【0071】

条件式(15)、(16)は主に全系の射出瞳と、歪曲を適当に設定する為のものである。

【0072】

ここでバックフォーカス b_f は第5レンズ群から表示体までの距離でありダイクロプリズム等を除いた空気換算長のことである。条件式(15)は全系を適切にテレセントリックにするために必用な式である。

【0073】

表示体パネルから垂直に出た光束が第5レンズ群に入り屈折されて効率よく瞳(絞り)に到達し更に前玉(第1レンズ群)近傍の有効径を適切にするのに必要な条件である。 10

【0074】

上限を超えると大型化し、下限を超えると歪曲が発生する。条件式(16)も歪曲を適切にとりながら射出瞳を長くしテレセントリックにするための条件である。上限を超えると第1レンズ群の径が大型化し、下限を超えると特に広角端での歪曲が大きくなり適当でない。

(イ-13) 前記第*i*レンズ群の焦点距離を f_i 、全系の広角端の焦点距離を f_w とするとき

$$0.5 < f_5 / f_w < 3.5 \dots (17)$$

を満足することを特徴とすることである。

【0075】

条件式(17)は主にズームレンズ系全体を最適にテレセントリック系にしつつ、ズームレンズからパネルまでの距離を最適にするためのものである。 20

【0076】

条件式(17)の下限を超えると最適なテレセントリック性を満足できず、上限を超えると大型化して適当でない。

【0077】

前記第*i*レンズ群の焦点距離を f_i 、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々 f_w 、 f_t としたとき

【0078】**【数6】**

$$0.7 < |f_1| / \sqrt{f_w \times f_t} < 2.1 \dots (18)$$

$$0.6 < |f_3| / \sqrt{f_w \times f_t} < 20.0 \dots (19)$$

$$0.1 < |f_4| / \sqrt{f_w \times f_t} < 10.0 \dots (20)$$

$$0.5 < f_5 / \sqrt{f_w \times f_t} < 3.0 \dots (21)$$

【0079】

を満足することを特徴とすることである。

【0080】

条件式(18)～(21)は主に各レンズ群のパワー(屈折力)配置を適切にしつつ各群の移動量を適切にして、小型化をする為のものである。 40

【0081】

条件式(18)は歪曲収差を第1群において十分に押さえておくと共に、バックフォーカスを十分に確保する為のものである。

【0082】

上限値を超えるとフォーカシングのための移動量が大きくなり全長が長大化し、かつバックフォーカスが短くなり好ましくない。逆に、下限値を超えるとフォーカシングのための移動量は少なくなるものの、歪曲収差の補正が困難になると同時にペツツバール和が負に大きくなり像面が倒れてくるので好ましくない。 50

【 0 0 8 3 】

条件式(19)はズーミング中固定の第3レンズ群を第4レンズ群に対し適切に変倍に寄与させ、第3レンズ群が簡易な構成の固定で維持できるための条件である。

【 0 0 8 4 】

条件式(20)は変倍に寄与するレンズ群の適切なパワー配置を示したものである。それぞれの上限値を超えると所望のズーム比を得るために移動量が大きくなり、レンズ系全体が大型化し適切でない。また下限値を超えると各群の移動量は小さくなるが、ズーミングに伴なう収差変動、特に像面湾曲の変動が大きくなり適当でない。

【 0 0 8 5 】

条件式(21)は条件式(15)とともに射出瞳を長くしてテレセントリックにするために必要な条件である。下限値を超えると、テレセントリックに構成しても第5群にて歪曲収差が発生して適当でない。また上限値を超えると全系の大きさが大型化し適当でない。

(イ - 15) 簡易な構成で小型化を図りつつ、効果的に変倍させ、その変倍群の動き量も小さくして、更に色収差の発生・変動を小さくするためには、広角端のズーム位置に対し、望遠端のズーム位置には、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔は増大し、前記第4レンズと前記第5レンズ群の間隔は増大するように各レンズ群を移動させるのが良い。

【 0 0 8 6 】

ここで第2レンズ群は主変倍レンズ群であり、このレンズ群が移動することにより変倍し、第4レンズ群がそれに伴って移動することによりズーミングにより移動する結像位置の変動を補正する。

【 0 0 8 7 】

また第2レンズ群と第4レンズ群をズーミングに際しスクリーン側に別な速度で移動し、第3レンズ群をズーミングにより移動する結像位置の変動を補正するように移動させてよい。ズーミングに際して第3レンズ群は固定であった第2レンズ群、第4レンズ群のみで変倍させても良い。

(イ - 16) 主変倍群である上記第2レンズ群は少なくとも、1枚の正レンズと1枚の負レンズで構成され、第3レンズ群を固定したときは少なくとも1枚の負レンズで構成されることが簡易な構成を達成するのに好ましい。

(イ - 17) 第5レンズ群は、表示体であるパネルに最も近く、比較的強い正の屈折力を与えることにより、テレセントリックな系を実現している。さらにスクリーン側に凸面を向けた正レンズ1枚で第5レンズ群を構成し、軸外像面湾曲の補正と構成の簡易化の両立を達成することが望ましい。

(イ - 18) 第2レンズ群と前記第4レンズ群を同一方向に移動して変倍することが良い。これによれば各群の移動量及び移動スペースを減らしつつも、高変倍率なズームレンズを達成することができ、全長を短縮すると共に、全長がズーミングで変動しないまた入射瞳位置から前玉までの距離を短くし、軸外斜光束で決まる前玉径の小型化を可能とすることができます。

(イ - 19) 第1レンズ群は、負の屈折力を有し、色合成素子のスペースのために、長いバックフォーカスを確保している。特にバックフォーカスを長くするために、第1レンズ群にスクリーン側に凸面を有するメニスカス状の負レンズを配置するのが良い。さらに各群の屈折力を適切に配置し、前記第1レンズ群をズーミング中、固定とすることで、記軸外斜光束の位置の変動をへらし、構成の簡易化と共に全長一定なレンズ系が達成できる。また広角端での歪曲の低減のために第1レンズ群の最も物体側には凸レンズを配置するのが良い。これによれば最も軸外光束を通る位置での歪曲補正を良好に補正できる。特にこの凸レンズはスクリーン側に凸面を有する正レンズであるのが好ましい。

【 0 0 8 8 】

図1の数値実施例1では広角端から望遠端へのズーミングで、第1レンズ群と第5レンズ群が固定で第2レンズ群と第4レンズ群がスクリーン側へ移動するとともに第3レンズ群はズーム中間で変曲点をもってスクリーン側へ凸の軌跡で移動するものである。第3レン

10

20

30

40

50

ズ群は広角端より望遠端で表示パネル側（スクリーンの反対側）に動いている。この際第2レンズ群、第4レンズ群は増倍し第3レンズ群は、ズーム域全体では減倍している。第4レンズ群のもっとも物体側の凸レンズには、商品名FSL5（（株）OHARA製）を使用している。

【0089】

図4の数値実施例2では広角端から望遠端へのズーミングで、第1レンズ群と第5レンズ群がズーミング中固定で第2レンズ群がスクリーン側へ移動する。第3レンズ群はズーム中間で変曲点を持ってスクリーン側へ凸の軌跡で移動するものである。第3レンズ群は広角端より望遠端で表示パネル側（スクリーンの反対側）に動いている。第4レンズ群はズーム中間で変曲点をもってパネル側へと角軌跡で移動するものである。第4レンズ群は広角端より望遠端で表示パネル側（スクリーンの反対側）に動いている。この際第2レンズ群、第3レンズ群は増倍するが、第4レンズ群はわずかに減倍している。第4レンズ群の最も物体側の凸レンズには、FPL51（OHARA製）を使用している。第1レンズ群のメニスカス凹レンズの像面側の面に非球面を配している。

10

【0090】

図7の数値実施例3では広角端から望遠端へのズーミングで、第1レンズ群と第3レンズ群と第5レンズ群がズーミング中固定で第2レンズ群がスクリーン側へ移動する。第4レンズ群は広角端より望遠端で表示パネル側（スクリーンの反対側）に動いている。この際第2レンズ群は増倍するが、第4レンズはわずかに減倍している。

20

【0091】

以下に、本発明の数値実施例を記載する。

【0092】

数値実施例において R_i はスクリーン側より順に第*i*番目の面の曲率半径、 D_i はスクリーン側より順に第*i*番目の光学部材厚及び空気間隔、 N_i と α_i はそれぞれスクリーン側より順に第*i*番目の光学部材の材質の屈折率とアッベ数である。非球面形状は、光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径、各非球面係数をK、B、C、D、Eとしたとき、

【0093】

【数7】

30

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12}$$

【0094】

なる式で表している。また例えば「e-Z」の表示は「 10^{-Z} 」を意味する。

【0095】

数値実施例1では最終の4つの面、数値実施例2では最終の12個の面、数値実施例3では最終の2つの面はガラスブロックである。

【0096】

前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す。

40

【0097】

【外1】

f= 36.75970

fno=1:2.3

2w=47.7°

r 1=	159.130	d 1=	2.33	n 1=	1.83400	v 1=	37.2
r 2=	-621.413	d 2=	0.15	n 2=	1.48749	v 2=	70.2
r 3=	78.834	d 3=	1.50	n 3=	1.57542	v 3=	55.8
r 4=	20.243	d 4=	8.82				
r 5=	-38.380	d 5=	1.30	n 4=	1.83400	v 4=	37.2
r 6=	-779.552	d 6=	可変	n 5=	1.59839	v 5=	59.3
r 7=	60.639	d 7=	3.57	n 6=	1.84016	v 6=	28.8
r 8=	-86.364	d 8=	3.57				
r 9=	45.076	d 9=	5.26				
r10=	-28.231	d10=	1.10				
r11=	-98.465	d11=	8.52				
r12=	∞ (絞り)	d12=	0.62				
r13=	-58.628	d13=	1.61	n 7=	1.77300	v 7=	49.6
r14=	-32.174	d14=	可変	n 8=	1.48700	v 8=	70.2
r15=	-317.962	d15=	0.85	n 9=	1.72800	v 9=	28.5
r16=	27.721	d16=	可変	n10=	1.48749	v10=	70.2
r17=	-15.609	d17=	1.54	n11=	1.72000	v11=	43.7
r18=	52.453	d18=	8.35	n12=	1.72000	v12=	43.7
r19=	-24.561	d19=	0.15	n13=	1.51633	v13=	64.1
r20=	-169.855	d20=	4.63	n14=	1.52000	v14=	65.0
r21=	-37.492	d21=	可変				
r22=	72.570	d22=	7.05				
r23=	-77.912	d23=	12.00				
r24=	∞	d24=	32.00				
r25=	∞	d25=	0.00				
r26=	∞	d26=	3.00				
r27=	∞						

10

20

焦点距離 可変間隔	36.76	41.57	47.41
d 6	8.70	4.95	1.21
d 14	0.90	3.54	7.13
d 16	9.37	8.65	6.96
d 21	0.60	2.43	4.26

30

【0098】

【外2】

f= 72.91653 fno=1:2.7~ 2w=51.0°
4.0

r 1=	91.841	d 1=	12.10	n 1=	1.83400	v 1=	37.2	
r 2=	673.275	d 2=	0.50	n 2=	1.48749	v 2=	70.2	
r 3=	239.897	d 3=	4.00	n 3=	1.48749	v 3=	70.2	
r 4=	36.423	d 4=	13.44	n 4=	1.79529	v 4=	47.5	
r 5=	363.978	d 5=	3.30	n 5=	1.66157	v 5=	35.4	
r 6=	146.904	d 6=	5.17	n 6=	1.49005	v 6=	70.0	10
r 7=	-218.188	d 7=	3.10	n 7=	1.69350	v 7=	53.2	
r 8=	49.367	d 8=	0.30	n 8=	1.69895	v 8=	30.1	
r 9=	46.114	d 9=	12.00	n 9=	1.49700	v 9=	81.5	
r 10=	-411.896	d 10=可変		n 10=	1.49700	v 10=	81.5	
r 11=	112.410(絞り)	d 11=	6.30	n 11=	1.49700	v 11=	30.1	
r 12=	-107.287	d 12=	1.00	n 12=	1.51633	v 12=	56.2	
r 13=	817.303	d 13=	8.50	n 13=	1.51633	v 13=	47.9	
r 14=	-39.811	d 14=	2.50	n 14=	1.51633	v 14=	64.1	
r 15=	-298.872	d 15=可変		n 15=	1.51633	v 15=	64.1	20
r 16=	-57.426	d 16=	2.50	n 16=	1.51633	v 16=	64.0	
r 17=	79.915	d 17=可変		n 17=	1.52000	v 17=	64.0	
r 18=	353.792	d 18=	14.00	n 18=	1.50000	v 18=	64.0	
r 19=	-122.966	d 19=	4.00	n 19=	1.48000	v 19=	64.0	
r 20=	320.975	d 20=可変		n 20=	1.48000	v 20=	64.0	
r 21=	10291.087	d 21=	14.50	n 21=	1.54319	v 21=	56.2	
r 22=	-59.213	d 22=	2.80	n 22=	1.71700	v 22=	47.9	
r 23=	218.260	d 23=	10.00	n 23=	1.51633	v 23=	64.1	
r 24=	-219.115	d 24=	3.00	n 24=	1.51633	v 24=	64.1	
r 25=	∞	d 25=	66.00	n 25=	1.51633	v 25=	64.1	
r 26=	∞	d 26=	1.00	n 26=	1.51633	v 26=	64.1	
r 27=	∞	d 27=	51.00	n 27=	1.51633	v 27=	64.1	
r 28=	∞	d 28=	1.00	n 28=	1.51633	v 28=	64.1	
r 29=	∞	d 29=	0.80	n 29=	1.51633	v 29=	64.1	
r 30=	∞	d 30=	1.00	n 30=	1.51633	v 30=	64.1	
r 31=	∞	d 31=	1.80	n 31=	1.51633	v 31=	64.1	
r 32=	∞	d 32=	1.00	n 32=	1.51633	v 32=	64.1	
r 33=	∞	d 33=	0.02	n 33=	1.51633	v 33=	64.1	
r 34=	∞	d 34=	1.00	n 34=	1.51633	v 34=	64.1	
r 35=	∞	d 35=	0.47	n 35=	1.51633	v 35=	64.1	
r 36=	∞							

焦点距離 可変間隔	72.92	85.98	105.39
d 10	49.56	34.77	23.61
d 15	5.29	18.53	34.82
d 17	6.61	11.70	5.71
d 20	9.28	5.75	6.60

30

非球面係数					
'no	R	A	B	C	D
4	3.64230D+01	1.38537D-01	-3.51683D-07	3.27177D-11	4.43238D-14
		0.00000D+00	0.00000D+00	0.00000D+00	0.00000D+00

【 0 0 9 9 】

【 外 3 】

f = 47.99811 fno=1:2.3~ 2w=50.3°
 2.9

r 1=	279.871	d 1=	5.00	n 1=	1.75520	v 1=	27.5
r 2=	-117.534	d 2=	0.20			v 2=	70.4
r 3=	114.908	d 3=	2.00	n 2=	1.48749		
r 4=	25.759	d 4=	9.70	n 3=	1.65844	v 3=	50.8
r 5=	-30.840	d 5=	2.00			v 4=	48.0
r 6=	-111.277	d 6=	可変	n 4=	1.71700	v 5=	23.8
r 7=	96.755	d 7=	9.10	n 5=	1.84666		
r 8=	-26.637	d 8=	2.50	n 6=	1.78590	v 6=	43.9
r 9=	-66.445	d 9=	4.60				
r10=	89.157	d10=	4.60	n 7=	1.84666	v 7=	23.8
r11=	-133.601	d11=	0.20	n 8=	1.60342	v 8=	38.0
r12=	0.000(絞り)	d12=	可変	d15=	可変		
r13=	-186.561	d13=	5.00	n 9=	1.58144	v 9=	40.9
r14=	-36.606	d14=	2.00	n 10=	1.84666	v10=	23.8
r15=	189.333	d16=	2.00	n 11=	1.48749	v11=	70.4
r16=	-35.567	d17=	可変	d20=	1.00		
r17=	251.459	d18=	2.00	n 12=	1.62041	v12=	60.3
r18=	-134.250	d19=	12.30	n 13=	1.72342	v13=	38.0
r19=	49.503	d21=	6.20	n 14=	1.51680	v14=	64.2
r20=	-54.407	d22=	0.20				
r21=	-1778.005	d23=	12.80				
r22=	-95.669	d24=	3.00				
r23=	84.124	d25=	44.00				
r24=	-119.234						
r25=	∞						
r26=	∞						

10

20

焦点距離 可変間隔	48.00	57.02	70.29
d 6	15.16	9.10	3.03
d 12	3.94	10.01	16.08
d 15	8.95	9.34	13.16
d 17	14.09	13.70	9.89

【0 1 0 0】

30

【表1】

条件式		数値実施例		
式番号		実施例1	実施例2	実施例3
(6)	$0.9 < bf/fw$	0.977	1.739	1.074
(2)	$\nu 4p > 60$	70.23	81.54	なし
(3)	$0 < \phi 34w /\phi w < 1.5$	0.662	1.328	0.964
(4)	$\nu 2p - \nu 2n > 8$	8.34	23.08	20.15
(5)	$\nu 3n > 35$	70.2	81.54	38.01
(1)	$ tk /fw > 1.5$	4.320	5.234	21.151
(7)	$\nu 5p > 35$	43.7	47.92	37.99
(8)	$1.1 < f1 /f2 < 2.3$	1.491	1.519	1.334
(9)	$0.5 < f2/\sqrt{fw \times ft} < 1.5$	0.615	0.977	0.623
(10)	$1 < f1 /fw < 2.5$	1.042	1.786	1.006
(11)	$0.8 < Z2/Z < 1.1$	1.005	0.918	0.999
(12)	$1.0 < M2/M4 < 11.0$	2.046	-9.680	-2.886
(13)	$0.4 < M2/(ft-fw) < 1.3$	0.703	0.799	0.544
(14)	$-0.9 < f2/f4 < -0.01$	-0.089	-0.203	-0.677
(15)	$0.3 < bf/f5 < 2.5$	0.674	1.949	1.005
(16)	$0.9 < f1 /bf < 1.6$	1.067	1.027	0.936
(17)	$0.5 < f5/fw < 3.5$	1.448	0.892	1.069
(18)	$0.7 < f1 /\sqrt{fw \times ft} < 2.1$	0.917	1.485	0.831
(19)	$0.6 < f3 /\sqrt{fw \times ft} < 20$	1.253	0.762	16.725
(20)	$0.1 < f4 /\sqrt{fw \times ft} < 10$	6.909	4.821	0.920
(21)	$0.5 < f5/\sqrt{fw \times ft} < 3.0$	1.275	0.742	0.883

10

20

【0101】

【発明の効果】

本発明によれば小型で簡易な構成でありながら、十分に倍率色収差を補正した、プロジェクション装置に好適なズームレンズ及びそれを用いた投影装置を達成することができる。

【0102】

この他本発明によれば全体として5つのレンズ群より成り、またレンズ型としてネガティブリード型を採用し、各レンズ群を適切に構成することにより、レンズ系全体の小型化を図りつつ、変倍範囲全体にわたりテレセントリック条件を良好に維持し、画面全体にわたり良好なる光学性能を有した液晶プロジェクター用に好適なズームレンズ及びそれを用いた投影装置を達成することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のズームレンズを用いた投影装置の該ズームレンズの数値実施例1の広角端のレンズ断面図

【図2】本発明のズームレンズを用いた投影装置の該ズームレンズの数値実施例1の広角端の収差図

【図3】本発明のズームレンズを用いた投影装置の該ズームレンズの数値実施例1の望遠端の収差図

【図4】本発明のズームレンズを用いた投影装置の該ズームレンズの数値実施例2の広角端のレンズ断面図

40

【図5】本発明のズームレンズを用いた投影装置の該ズームレンズの数値実施例2の広角端の収差図

【図6】本発明のズームレンズを用いた投影装置の該ズームレンズの数値実施例2の望遠端の収差図

【図7】本発明のズームレンズを用いた投影装置の該ズームレンズの数値実施例3の広角端のレンズ断面図

【図8】本発明のズームレンズを用いた投影装置の該ズームレンズの数値実施例3の広角端の収差図

【図9】本発明のズームレンズを用いた投影装置の該ズームレンズの数値実施例3の望遠端の収差図

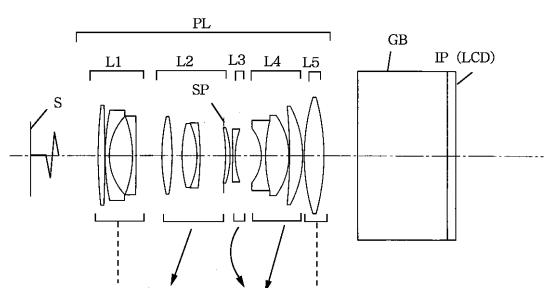
50

【符号の説明】

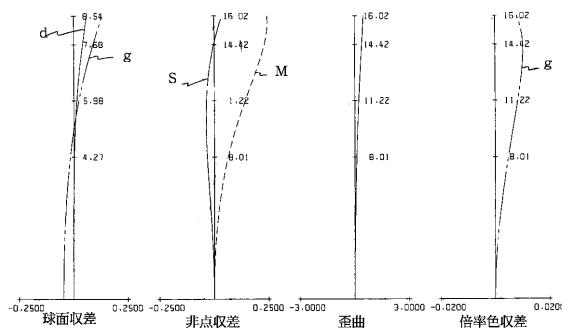
- L 1 第1群
- L 2 第2群
- L 3 第3群
- L 4 第4群
- L 5 第5群
- S P 絞り
- G B ガラスブロック
- L C D 画像表示素子
- S スクリーン
- P L ズームレンズ

10

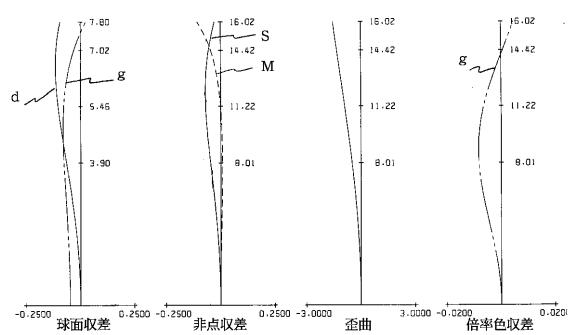
【図1】



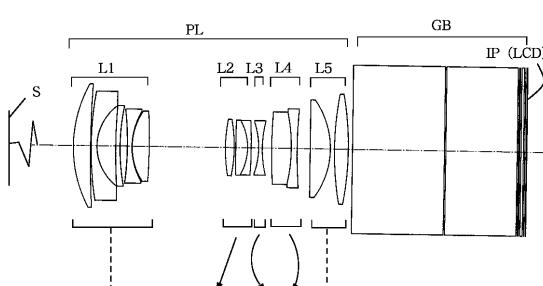
【図3】



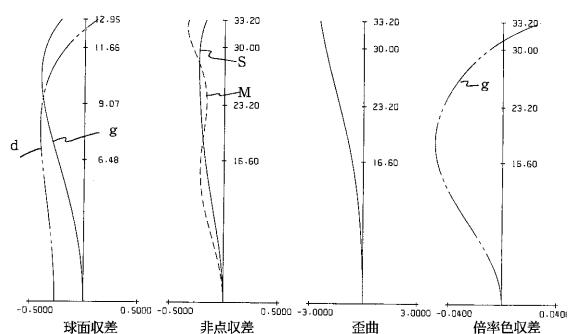
【図2】



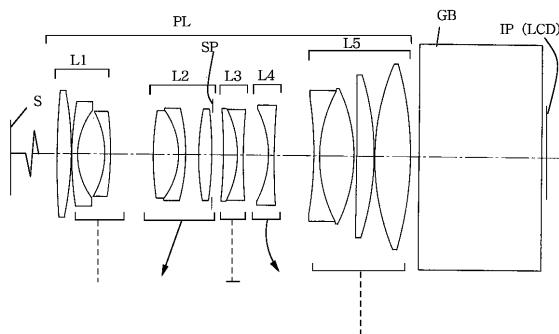
【図4】



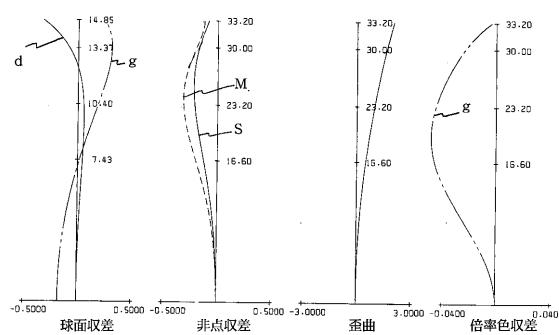
【図5】



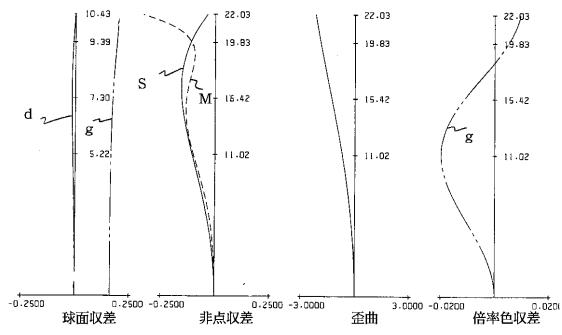
【図7】



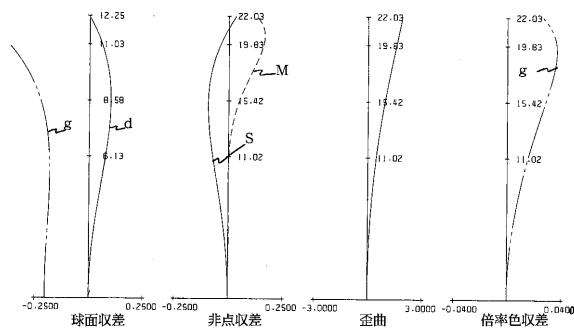
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(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