

(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2013-88545
(P2013-88545A)

(43) 公開日 平成25年5月13日(2013.5.13)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 15/20 (2006.01)	G 0 2 B 15/20	2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G 0 2 B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2011-227664 (P2011-227664)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成23年10月17日(2011.10.17)	(74) 代理人	100095728 弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261 弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661 弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	峯藤 延孝 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投射用ズームレンズ

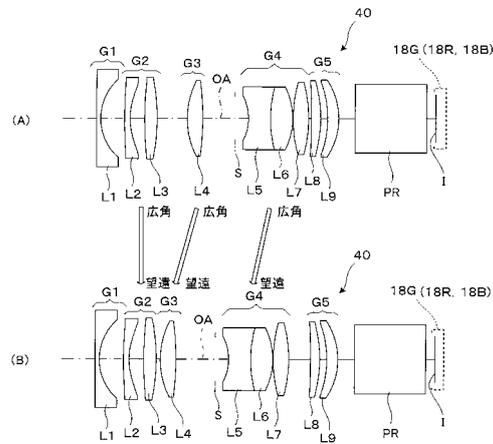
(57) 【要約】

【課題】 広い画角を有し、フォーカス用の第1レンズ群を小型化又は軽量化した投射用ズームレンズを提供すること。

【解決手段】 投射用ズームレンズ40は、拡大側から順に、変倍時に固定され負のパワーを有する第1レンズ群G1と、変倍時に光軸OAに沿って移動する負のパワーを有する第2レンズ群G2と、変倍時に移動する正のパワーを有する第3レンズ群G3と、変倍時に移動する第4レンズ群G4と、変倍時に固定され正のパワーを有する第5レンズ群G5とからなる。投射用ズームレンズ40は、広角端における全系の焦点距離をFw、第1レンズ群G1の焦点距離をF1とするとき、次の条件式

$$-0.5 < Fw / F1 < -0.1 \quad \dots \quad (1)$$

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

拡大側から順に、変倍時に固定され負のパワーを有する第 1 レンズ群と、変倍時に移動する負のパワーを有する第 2 レンズ群と、変倍時に移動する正のパワーを有する第 3 レンズ群と、変倍時に移動する少なくとも 1 つのレンズ群と、変倍時に固定され正のパワーを有する最終レンズ群との少なくとも 5 つのレンズ群からなる投射用ズームレンズであって、

広角端における全系の焦点距離を F_w 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を F_1 とするとき、次の条件式 (1) を満足することを特長とする投射用ズームレンズ。

$$-0.5 < F_w / F_1 < -0.1 \quad \dots \quad (1)$$

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の投射用ズームレンズであって、前記第 1 レンズ群は、縮小側に強い凹面を向けた 1 枚の負レンズで構成される、投射用ズームレンズ。

【請求項 3】

請求項 1 及び 2 のいずれか一項に記載の投射用ズームレンズであって、正のパワーを有する前記第 3 レンズ群は、拡大側に凸面を向けた 1 枚の正レンズ又は正負の接合レンズで構成され、前記第 3 レンズ群の焦点距離を F_3 とするとき、次の条件式 (2) を満足する、投射用ズームレンズ。

$$0.05 < F_w / F_3 < 0.45 \quad \dots \quad (2)$$

20

【請求項 4】

請求項 1 から 3 までのいずれか一項に記載の投射用ズームレンズであって、正のパワーを有する前記最終レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズで構成され、前記最終レンズ群の焦点距離を F_L とするとき、次の条件式 (3) を満足する、投射用ズームレンズ。

$$0.2 < F_w / F_L < 0.4 \quad \dots \quad (3)$$

【請求項 5】

請求項 1 から 4 までのいずれか一項に記載の投射用ズームレンズであって、移動によって変倍を行う移動レンズ群中に開口絞りを有し、開口絞りを挟んで、拡大側に負のパワーを有する樹脂レンズと、縮小側に正のパワーを有する樹脂レンズとの 2 枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズが配置されている、投射用ズームレンズ。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の投射用ズームレンズであって、前記負のパワーを有する樹脂レンズの焦点距離を n 、前記正のパワーを有する樹脂レンズのパワーを p とするとき、次の条件式 (4) を満足する、投射用ズームレンズ。

$$-0.02 < p + n < 0 \quad (n = 1/f) \quad \dots \quad (4)$$

30

【請求項 7】

請求項 1 から 4 までのいずれか一項に記載の投射用ズームレンズであって、移動によって変倍を行う移動レンズ群中に開口絞りを有し、開口絞りよりも拡大側において、2 枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズが配置されている、投射用ズームレンズ。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の投射用ズームレンズであって、前記 2 枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズは、互いに隣り合って配置される、投射用ズームレンズ。

40

【請求項 9】

請求項 7 に記載の投射用ズームレンズであって、前記 2 枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズは、同一レンズ群内に配置される、投射用ズームレンズ。

【請求項 10】

請求項 7 に記載の投射用ズームレンズであって、前記 2 枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズは、隣り合ったレンズ群に配置される、投射用ズームレンズ。

【請求項 11】

請求項 7 に記載の投射用ズームレンズであって、前記 2 枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズは、拡大側から順に、負のパワーを有する樹脂レンズと、正のパワーを有す

50

る樹脂レンズとであり、前記負のパワーを有する樹脂レンズの縮小側の凹面の曲率半径を R_n 、前記正のパワーを有する樹脂レンズの拡大側の凸面の曲率半径を R_p とするとき、次の条件式 (5) を満足する、投射用ズームレンズ。

$$0.0 < R_n / R_p < 1.0 \quad \dots \quad (5)$$

【請求項 1 2】

請求項 1 から 1 1 までのいずれか一項に記載の投射用ズームレンズであって、拡大側から順に、負の前記第 1 レンズ群、負の前記第 2 レンズ群、正の前記第 3 レンズ群、正の第 4 レンズ群、及び前記最終レンズ群である正の第 5 レンズ群の、全体として 5 つのレンズ群から構成される、投射用ズームレンズ。

【請求項 1 3】

請求項 1 から 1 1 までのいずれか一項に記載の投射用ズームレンズであって、拡大側から順に、負の前記第 1 レンズ群、負の前記第 2 レンズ群、正の前記第 3 レンズ群、正の第 4 レンズ群、負の第 5 レンズ群、及び前記最終レンズ群である正の第 6 レンズ群の、全体として 6 つのレンズ群から構成される、投射用ズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像表示素子の画像を拡大投影するプロジェクターへの組み込みに適した投射用ズームレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

画像表示素子の画像を拡大投影するためのプロジェクター用の光学系には、(1) 赤・緑・青の 3 枚の液晶パネルからの各光束を合成するためのプリズムを配置するための長いバックフォーカス、(2) 色むらの発生を防ぐための良好なテレセントリック特性、(3) 照明系からの光を効率よく取り込むための小さな F ナンバー、すなわち明るい光学系であることが、必要とされる。また、近年では、狭い場所でも簡単に設置可能なように、(4) ズーム機能に加えて比較的広い画角を有することも、同時に必要とされることが多くなってきた。

【0003】

このように広い画角を有しながら、長いバックフォーカスをもった投射用ズームレンズを得る手段として、レトロフォーカスタイプのレンズ構成をとることが多く、最も拡大側には、強い負のパワーを有するレンズ群を配置することが一般的である。

【0004】

また、投射用ズームレンズでは、広い投射範囲において高い解像力と平坦な像面とを確保するために、変倍に際して、最も拡大側のレンズ群と最も縮小側のレンズ群とを固定し、その間に配置されたレンズ群を移動させることでズーミング動作を行い、合焦に際して、最も拡大側のレンズ群を移動させることでフォーカス動作を行うことが多い。

【0005】

前述のように、強い負のパワーを有し最も拡大側に配置されるフォーカス群は、複数の強いパワーを持つレンズで構成され、広い画角に対応するために比較的大型のレンズとなることが多く、他のレンズ群と比較してもかなり大型で重量も大きくなる。

【0006】

フォーカス群を合焦の際に前後に移動させる手段としては、フォーカス群枠と主鏡筒とを主鏡筒の固定枠に切られたヘリコイドネジ構造で連結し、フォーカス群枠を回転によって前後に移動させるという方法をとることが一般的である。レンズ全体の小型化のためには、ヘリコイドネジ部をフォーカス群の縮小側に配置することが必要であるが、フォーカス群の全長が長く、重量が大きい場合、ヘリコイドネジの結合部を長くしないと、フォーカス群の自重による傾きを生じてしまい性能劣化の原因となってしまう。そのため、フォーカス群の全長はできるだけ短く、また、レンズの構成枚数はできるだけ少なくしてフォーカス群全体の軽量化を図ることが好ましい。

10

20

30

40

50

【0007】

前述のように、フォーカス群については小型、軽量化されることが好ましいこともあり、フォーカス群である第1レンズ群を簡略化して1枚で構成した従来例が存在する(特許文献1、2参照)。しかしながら、特許文献1(特開2001-311872号公報)のレンズでは、Fナンバー2程度の明るさしかなく、半画角も 24° 程度までしかカバーできていない。また、特許文献2(特開2002-72094号公報)のレンズでは、Fナンバー1.7程度を達成して明るさの点では満足できているが、やはり半画角は 24° 程度までしかカバーできていない。このように、第1レンズ群を1枚の構成とした場合、広い画角に対応できないという欠点がある。

【0008】

一方、半画角 30° 程度の画角を有し、比較的構成枚数も少なく簡単な投射用ズームレンズも存在する(特許文献3、4参照)。特許文献3(特開2003-202498号公報)のレンズでは、第1レンズ群を2枚構成としながら、半画角 30° 以上を達成しているが、フォーカス群を2枚のガラスレンズとしているため、ガラス材料の重量によってフォーカス群が傾いてしまい、性能劣化の原因となることが考えられる。フォーカス群の傾きを防ぐためには、フォーカス群と主鏡筒とのつなぎ部分を十分な強度に保つ必要があり、レンズ全体の大きさも大きくなってしまふ。また、特許文献4(特開2010-190939号公報)では、第1レンズ群を前述の特許文献3と同じ2枚構成としているものの、第1レンズ群中の縮小側のレンズを樹脂とすることでフォーカス群の軽量化を達成している。しかしながら、フォーカス群の全長がレンズ2枚分必要となるため、まだ改善の余地があった。

【0009】

ところで、広い画角を有しながら、第1レンズ群を小型、軽量化する手段としては、負のパワーを分散して、2つの群に分割することが考えられる。すなわち、第1レンズ群及び第2レンズ群を負レンズ群として、拡大側の負レンズ群のパワーを分散した例が存在する(特許文献5)。

【0010】

しかしながら、特許文献5(特開2006-039034号公報)では、負・負・正・正・正の5群構成とすることで、拡大側の負のパワーを分散しているが、第1レンズ群が4枚構成となっているため、フォーカス群としての第1レンズ群の小型化、軽量化としては、満足できるレベルのものではない。

【0011】

以上のように、半画角 30° 以上の広い画角を得るためには、第1レンズ群を2枚以上の構成とすることが必要であり、そのため、フォーカス群である第1レンズ群の枠と主鏡筒の固定枠との嵌合部は、レンズ重量を支えるため十分な強度を持たせることが必要であり、レンズの小型化、軽量化、さらにはコストダウンという点でも、公知のレンズに対する改善が望まれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特開2001-311872号公報

【特許文献2】特開2002-72094号公報

【特許文献3】特開2003-202498号公報

【特許文献4】特開2010-190939号公報

【特許文献5】特開2006-039034号公報

【発明の概要】

【0013】

本発明は、上記背景に鑑みてなされたものであり、広い画角を有し、フォーカス用の第1レンズ群を小型化又は軽量化した投射用ズームレンズを提供することを目的とする。

【0014】

10

20

30

40

50

上記目的を達成するため、本発明に係る投射用ズームレンズは、拡大側から順に、変倍時に固定され負のパワーを有する第1レンズ群と、変倍時に移動する負のパワーを有する第2レンズ群と、変倍時に移動する正のパワーを有する第3レンズ群と、変倍時に移動する少なくとも1つのレンズ群と、変倍時に固定され正のパワーを有する最終レンズ群との少なくとも5つのレンズ群からなる投射用ズームレンズであって、広角端における全系の焦点距離を F_w 、第1レンズ群の焦点距離を F_1 とするとき、次の条件式

$$-0.5 < F_w / F_1 < -0.1 \quad \dots \quad (1)$$

を満足する。

【0015】

上記投射用ズームレンズが満足する条件式(1)は、全系の焦点距離と第1レンズ群の焦点距離との比に関するもので、第1レンズ群のパワーに関する条件を規定している。

10

【0016】

所謂レトロフォーカス型の投射レンズでは、長いバックフォーカスを得るために、拡大側には強い負のパワーを有するレンズ群が配置されるが、この強い負のパワーを有するレンズ群を本願のように負の第1レンズ群と負の第2レンズ群とに分けることで、最も拡大側に配置される第1レンズ群を簡素化することが可能となり、かつ、フォーカシング群である第1レンズ群の枠構造を小型化及び軽量化することができる。結果的に、レンズ全体の小型化及び軽量化の達成が容易になる。

【0017】

条件式(1)の上限を超えて、第1レンズ群の負のパワーが小さくなりすぎると、フォーカシングの移動量が大きくなりすぎ、好ましくない。逆に、条件式(1)の下限を超えて、第1レンズ群の負のパワーが大きくなりすぎると、特に縮小側の曲率半径が小さくなりすぎ、非点収差、歪曲収差をバランス良く補正することが困難となる。

20

【0018】

本発明の具体的な側面によれば、上記投射用ズームレンズであって、第1レンズ群が、縮小側に凹面を向けた1枚の負レンズで構成される。この場合、像面湾曲や歪曲収差等に関する収差補正の観点で有利になる。

【0019】

本発明の別の側面によれば、正のパワーを有する第3レンズ群は、拡大側に凸面を向けた1枚の正レンズ又は正負の接合レンズで構成され、第3レンズ群の焦点距離を F_3 とするとき、次の条件式

30

$$0.05 < F_w / F_3 < 0.45 \quad \dots \quad (2)$$

を満足する。

【0020】

条件式(2)は、全系の焦点距離と、正のパワーを有する第3レンズ群の焦点距離との比に関するもので、第3レンズ群のパワーに関する条件を規定している。

【0021】

第3レンズ群は、第1及び第2レンズ群で発散した光束を、収束させ、後続のレンズ群に導く役割を有するが、第3レンズ群に条件式(2)の範囲内のパワーを持たせることで、通過した光束を適度に収束させることができ、後続のレンズ群での収差発生を少なく抑えることが可能となる。

40

【0022】

条件式(2)の下限を超えて、第3レンズ群の正のパワーが小さくなりすぎると、諸収差を抑えつつ、軸外光を効率よく第3レンズ群の後続のレンズ群に導くことが困難となり、第1及び第2レンズ群を大きくせざるを得なくなり小型化という点で好ましくない。逆に、条件式(2)の上限を超えて、第3レンズ群の正のパワーが大きくなりすぎると、第3レンズ群で発生する球面収差、コマ収差等が大きくなりすぎて、第3レンズ群を1枚の正レンズ又は正負の接合レンズで構成することが困難となる。

【0023】

本発明のさらに別の側面によれば、正のパワーを有する最終レンズ群は、少なくとも1

50

枚の正レンズで構成され、最終レンズ群の焦点距離を F_L とするとき、次の条件式

$$0.2 < F_w / F_L < 0.4 \quad \dots \quad (3)$$

を満足する。

【0024】

条件式(3)は、全系の焦点距離と、最も縮小側に配置される最終群の焦点距離との比に関し、良好なテレセントリック特性を得ながら、変倍時の収差変動を小さく抑えるための条件を規定する。

【0025】

条件式(3)の下限を超えて、最終レンズ群の正のパワーが小さくなりすぎると、良好なテレセントリック特性を得ることが困難になる。逆に、条件式(3)の上限を超えて、最終レンズ群の正のパワーが強くなりすぎると、拡大側の面の曲率半径が小さくなりすぎ、変倍時の像面湾曲、非点収差などの収差変動を小さく抑えることが困難となるので好ましくない。

10

【0026】

本発明のさらに別の側面によれば、移動によって変倍を行う移動レンズ群中に開口絞りを有し、当該開口絞りを挟んで、拡大側に負のパワーを有する樹脂レンズと、縮小側に正のパワーを有する樹脂レンズとの2枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズが配置されている。このように、2枚の符号の異なるパワーの樹脂レンズを組み合わせることで、ピントの変動量を互いに打ち消し合うように機能させることができる。

【0027】

本発明のさらに別の側面によれば、負のパワーを有する樹脂レンズのパワーを n 、正のパワーを有する樹脂レンズのパワーを p とするとき、次の条件式

$$-0.02 < p + n < 0 \quad (n = 1/f) \quad \dots \quad (4)$$

を満足する。なお、 f は焦点距離を意味し、 n は焦点距離 f に相当する。

20

【0028】

条件式(4)は、開口絞りの拡大側と縮小側とに、負のパワーを有する樹脂レンズと正のパワーを有する樹脂レンズとをそれぞれ配置するときのパワーの配分に関する条件を規定している。一般的に、広角系のレトロフォーカス型の投射レンズの場合、レンズ全体の温度上昇を生じたとき、負の樹脂レンズについては、バックフォーカスが短くなる方向に焦点移動が生じ、正の樹脂レンズについては、バックフォーカスが長くなる方向に焦点移動が生じることが多い。

30

【0029】

条件式(4)の下限を超えて、負レンズのパワーが、正レンズのパワーよりも強くなりすぎると、温度上昇によりバックフォーカスが短くなり、逆に条件式(4)の上限を超えて正レンズのパワーが、負レンズのパワーよりも強くなりすぎると、温度上昇によりバックフォーカスが長くなることで、温度変化に伴う焦点移動の原因となり好ましくない。このように、条件式(4)の範囲内で、負の樹脂レンズと正の樹脂レンズとのパワーをバランスとすることで、温度変化があった時の焦点移動を少なく抑えることが可能となる。

【0030】

本発明のさらに別の側面によれば、移動によって変倍を行う移動レンズ群中に開口絞りを有し、当該開口絞りよりも拡大側において、2枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズが配置されている。このように、2枚の符号の異なるパワーの樹脂レンズを組み合わせることで、温度変化に伴うピントの変動量を互いに打ち消し合うように機能させることができる。また、開口絞りよりも拡大側のレンズ群は、外気に近いこともあって開口絞りの近傍で発生する発熱の影響を受けにくいので、温度上昇の影響を受けやすい樹脂レンズを絞りよりも拡大側に配置することで、温度変動に伴う焦点移動を確実に低減することができる。

40

【0031】

本発明のさらに別の側面によれば、2枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズは、互いに隣り合って配置される。これらの樹脂レンズをお互いに近くに配置することで、各

50

レンズの温度差を少なくすることができ、使用時にレンズ内部の温度差を生じたりしても、ピントの変動量を少なくできる。

【0032】

本発明のさらに別の側面によれば、2枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズは、同一レンズ群内に配置される。

【0033】

本発明のさらに別の側面によれば、2枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズは、隣り合ったレンズ群に配置される。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】実施形態の投射用ズームレンズを組み込んだプロジェクターの概略構成を示す図である。

【図2】(A)及び(B)は、プロジェクターに組み込まれた投射用ズームレンズの構造を説明する断面図である。なお、(A)は、広角端の状態を示し、(B)は、望遠端の状態を示す。

【図3】(A)及び(B)は、実施例1の投射用ズームレンズの断面図である

【図4】(A)～(C)は、実施例1のズームレンズの収差図である。

【図5】(A)及び(B)は、実施例2の投射用ズームレンズの断面図である。

【図6】(A)～(C)は、実施例2のズームレンズの収差図である。

【図7】(A)及び(B)は、実施例3の投射用ズームレンズの断面図である。

【図8】(A)～(C)は、実施例3のズームレンズの収差図である。

【図9】(A)及び(B)は、実施例4の投射用ズームレンズの断面図である

【図10】(A)～(C)は、実施例4のズームレンズの収差図である。

【図11】(A)及び(B)は、実施例5の投射用ズームレンズの断面図である。

【図12】(A)～(C)は、実施例5のズームレンズの収差図である。

【図13】(A)及び(B)は、実施例6の投射用ズームレンズの断面図である。

【図14】(A)～(C)は、実施例6のズームレンズの収差図である。

【図15】(A)及び(B)は、実施例7の投射用ズームレンズの断面図である。

【図16】(A)～(C)は、実施例7のズームレンズの収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下に図面を参照して、本発明の実施形態に係る投射用ズームレンズについて詳細に説明する。

【0036】

図1に示すように、本発明の一実施形態に係る投射用ズームレンズを組み込んだプロジェクター2は、画像光を投射する光学系部分50と、光学系部分50の動作を制御する回路装置80とを備える。

【0037】

光学系部分50において、光源10は、例えば超高圧水銀ランプであって、R光、G光、及びB光を含む光を射出する。ここで、光源10は、超高圧水銀ランプ以外の放電光源であってもよいし、LEDやレーザーのような固体光源であってもよい。第1インテグレーターレンズ11及び第2インテグレーターレンズ12は、アレイ状に配列された複数のレンズ素子を有する。第1インテグレーターレンズ11は、光源10からの光束を複数に分割する。第1インテグレーターレンズ11の各レンズ素子は、光源10からの光束を第2インテグレーターレンズ12のレンズ素子近傍にて集光させる。第2インテグレーターレンズ12のレンズ素子は、重畳レンズ14と協働して、第1インテグレーターレンズ11のレンズ素子の像を液晶パネル18R、18G、18Bに形成する。このような構成により、光源10からの光が液晶パネル18R、18G、18Bの表示領域の全体を略均一な明るさで照明する。

【0038】

10

20

30

40

50

偏光変換素子 13 は、第 2 インテグレーターレンズ 12 からの光を所定の直線偏光に変換させる。重畳レンズ 14 は、第 1 インテグレーターレンズ 11 の各レンズ素子の像を、第 2 インテグレーターレンズ 12 を介して液晶パネル 18 R、18 G、18 B の表示領域上で重畳させる。

【0039】

第 1 ダイクロイックミラー 15 は、重畳レンズ 14 から入射した R 光を反射させ、G 光及び B 光を透過させる。第 1 ダイクロイックミラー 15 で反射された R 光は、反射ミラー 16 及びフィールドレンズ 17 R を経て、光変調素子である液晶パネル 18 R へ入射する。液晶パネル 18 R は、R 光を画像信号に応じて変調することにより、R 色の画像を形成する。

10

【0040】

第 2 ダイクロイックミラー 21 は、第 1 ダイクロイックミラー 15 からの G 光を反射させ、B 光を透過させる。第 2 ダイクロイックミラー 21 で反射された G 光は、フィールドレンズ 17 G を経て、光変調素子である液晶パネル 18 G へ入射する。液晶パネル 18 G は、G 光を画像信号に応じて変調することにより、G 色の画像を形成する。第 2 ダイクロイックミラー 21 を透過した B 光は、リレーレンズ 22、24、反射ミラー 23、25、及びフィールドレンズ 17 B を経て、光変調素子である液晶パネル 18 B へ入射する。液晶パネル 18 B は、B 光を画像信号に応じて変調することにより、B 色の画像を形成する。

【0041】

クロスダイクロイックプリズム 19 は、光合成用のプリズムであり、各液晶パネル 18 R、18 G、18 B で変調された光を合成して画像光とし、投射用ズームレンズ 40 へ進行させる。

20

【0042】

投射用ズームレンズ 40 は、各液晶パネル 18 G、18 R、18 B によって変調されたクロスダイクロイックプリズム 19 で合成された画像光を不図示のスクリーン上に拡大投射する。

【0043】

回路装置 80 は、ビデオ信号等の外部画像信号が入力される画像処理部 81 と、画像処理部 81 の出力に基づいて光学系部分 50 に設けた液晶パネル 18 G、18 R、18 B を駆動する表示駆動部 82 と、投射用ズームレンズ 40 に設けた駆動機構（不図示）を動作させて投射用ズームレンズ 40 の状態を調整するレンズ駆動部 83 と、これらの回路部分 81、82、83 等の動作を統括的に制御する主制御部 88 とを備える。

30

【0044】

画像処理部 81 は、入力された外部画像信号を各色の諧調等を含む画像信号に変換する。なお、画像処理部 81 は、外部画像信号に対して歪補正や色補正等の各種画像処理を行うこともできる。

【0045】

表示駆動部 82 は、画像処理部 81 から出力された画像信号に基づいて液晶パネル 18 G、18 R、18 B を動作させることができ、当該画像信号に対応した画像又はこれに画像処理を施したものに对应する画像を液晶パネル 18 G、18 R、18 B に形成させることができる。

40

【0046】

レンズ駆動部 83 は、主制御部 88 の制御下で動作し、投射用ズームレンズ 40 を構成する一部の光学要素を光軸 OA に沿って適宜移動させることにより、投射用ズームレンズ 40 によるスクリーン上への画像の投射倍率を変化させることができる。なお、レンズ駆動部 83 は、投射用ズームレンズ 40 全体を光軸 OA に垂直な上下方向に移動させるアオリの調整により、スクリーン上に投射される画像の縦位置を変化させることもできる。

【0047】

以下、図 2 (A) 及び 2 (B) 等を参照して、実施形態の投射用ズームレンズ 40 につ

50

いて具体的に説明する。なお、図2(A)等で例示した投射用ズームレンズ40は、後述する実施例2の投射用ズームレンズ40と同一の構成となっている。

【0048】

実施形態の投射用ズームレンズ40は、拡大側から順に、変倍時に固定され負のパワーを有する第1レンズ群G1と、変倍時に光軸OAに沿って移動する負のパワーを有する第2レンズ群G2と、変倍時に移動する正のパワーを有する第3レンズ群G3と、変倍時に移動する第4レンズ群G4と、変倍時に固定され正のパワーを有する第5レンズ群G5とからなる。ここで、変倍時に移動する第2～第4レンズ群G2～G4は、移動レンズ群を構成し、固定された第5レンズ群G5は、最終レンズ群に相当する。第1レンズ群G1は1枚のレンズL1のみを有し、第2レンズ群G2は例えば2枚のレンズL2, L3を有し、第3レンズ群G3は例えば1枚のレンズL4を有し、第4レンズ群G4は例えば接合レンズL5, L6と1枚のレンズL7とを有し、第5レンズ群G5は例えば2枚のレンズL8, L9を有する。なお、投射用ズームレンズ40は、移動レンズ群中、具体的には第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間に開口絞りSを有する。投射用ズームレンズ40は、液晶パネル18G(18R, 18B)の被投射面Iに形成された画像を不図示のスクリーン上に投射する。ここで、投射用ズームレンズ40と液晶パネル18G(18R, 18B)の間には、図1のクロスダイクロイックプリズム19に相当するプリズムPRが配置されている。

10

【0049】

変倍について説明すると、図2(A)の広角端の状態から、図2(B)の望遠端の状態に変化する際には、例えば第3レンズ群G3、第4レンズ群G4等が光軸OAに沿って拡大側に移動する。また、フォーカス時には、第1レンズ群G1のみを単独で光軸OAに沿って移動させる。

20

【0050】

投射用ズームレンズ40は、既に説明した条件式(1)を満足する。すなわち、この投射用ズームレンズ40は、広角端における全系の焦点距離をFw、第1レンズ群G1の焦点距離をF1とすると、次の条件式

$$-0.5 < Fw / F1 < -0.1 \quad \dots \quad (1)$$

を満足する。

【0051】

実施形態の投射用ズームレンズ40は、レトロフォーカス型の投射レンズであり、長いバックフォーカスを得るために、拡大側には強い負のパワーを有するレンズ群が配置されるが、この強い負のパワーを有するレンズ群を負の第1レンズ群G1と負の第2レンズ群G2とに分けることで、最も拡大側に配置される第1レンズ群G1を簡素化することが可能となり、かつ、フォーカシング用の第1レンズ群G1の枠構造を小型化及び軽量化することができる。結果的に、投射用ズームレンズ40全体の小型化及び軽量化の達成が容易になる。

30

【0052】

条件式(1)は、第1レンズ群G1のパワーに関する条件を規定している。条件式(1)の上限を超えて、第1レンズ群G1の負のパワーの絶対値が小さくなりすぎると、フォーカシングの移動量が大きくなりすぎ、好ましくない。逆に、条件式(1)の下限を超えて、第1レンズ群G1の負のパワーの絶対値が大きくなりすぎると、特に縮小側の曲率半径が小さくなりすぎ、非点収差、歪曲収差をバランス良く補正することが困難となる。

40

【0053】

以上の投射用ズームレンズ40は、上記の条件式(1)に追加して、既に説明した条件式(2)を満足する。すなわち、この投射用ズームレンズ40は、第3レンズ群G3の焦点距離をF3とすると、次の条件式

$$0.05 < Fw / F3 < 0.45 \quad \dots \quad (2)$$

を満足する。

【0054】

50

以上の投射用ズームレンズ40は、上記の条件式(1)等に追加して、既に説明した条件式(3)を満足する。すなわち、この投射用ズームレンズ40は、最終レンズ群である第5レンズ群G5の焦点距離をFLとすると、次の条件式

$$0.2 < Fw / FL < 0.4 \quad \dots \quad (3)$$

を満足する。

【0055】

以上の投射用ズームレンズ40は、開口絞りSを挟んで、拡大側に負のパワーを有する樹脂レンズ(例えば第2レンズ群G2のレンズL2)と、縮小側に正のパワーを有する樹脂レンズ(例えば第5レンズ群G5のレンズL8)との2枚の符号の異なるパワーを有する。このように、2枚の符号の異なるパワーのレンズL2, L8を組み合わせることで、ピントの変動量を互いに打ち消し合うように機能させることができる。ここで、投射用ズームレンズ40は、上記の条件式(1)等に追加して、既に説明した条件式(4)を満足する。すなわち、この投射用ズームレンズ40は、負のパワーを有する樹脂レンズ(例えばレンズL2)のパワーを n 、正のパワーを有する樹脂レンズ(例えばレンズL8)のパワーを p とするとき、次の条件式

$$0.05 < Fw / F3 < 0.45 \quad \dots \quad (2)$$

を満足する。

【0056】

なお、投射用ズームレンズ40に組み込まれる正のパワーを有する樹脂レンズと負のパワーを有する樹脂レンズとは、開口絞りSを挟んで配置する必要はなく、開口絞りSよりも例えば拡大側に配置することができる。この場合、2枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズを同一レンズ群内に隣接して又は離間して配置することもできるが、隣接又は離れたレンズ群内に配置することもできる。

【0057】

なお、投射用ズームレンズ40を構成するレンズ群は、5つに限らず、6つとすることもできる。

【0058】

〔実施例〕

以下、投射用ズームレンズ40の具体的な実施例について説明する。以下に説明する実施例1~7に共通する諸元の意義を以下にまとめた。

R	曲率半径
D	軸上面間隔(レンズ厚又はレンズ間隔)
n_d	d線の屈折率
v_d	d線のアッベ数
dn/dt	屈折率の温度係数
	線膨張係数
Fno	F値
F	全系の焦点距離
	半画角

非球面は、以下の多項式(非球面式)によって特定される。

$$z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$$

ただし、

c	曲率(1/R)
h	光軸からの高さ
k	非球面の円錐係数
A_i	非球面の高次非球面係数

【0059】

(実施例1)

実施例 1 の投射用ズームレンズの全体的な特徴を以下の表 1 にまとめた。なお、表 1 中で、「Wide」、「Middle」、及び「Tele」は、広角端、中間位置、及び望遠端をそれぞれ示す。

〔表 1〕

	Wide	Middle	Tele
FNo	1.58	1.62	1.67
F	14.37	15.80	17.24
	30.6°	28.0°	26.1°

【 0 0 6 0 】

実施例 1 のレンズ面のデータを以下の表 2 に示す。なお、ST は開口絞り S を意味する。また、面番号の後に「*」が記載されている面は、非球面形状を有する面である。

〔表 2〕

面番号	R	D	nd	vd
0		D0		
1	48.694	1.80	1.62299	58.20
2	17.749	D2		
3*	45.000	2.20	1.51633	64.10
4*	16.332	7.83		
5	33.720	4.00	1.80518	25.40
6	98.124	D6		
7	36.887	5.60	1.72342	38.00
8	-24.965	1.20	1.69895	30.10
9	-777.034	D9		
ST	1.00E+18	8.27		
11	-14.560	1.60	1.80518	25.40
12	122.854	0.80		
13	-98.298	4.00	1.58913	61.10
14*	-21.542	1.13		
15	-2909.418	6.20	1.51633	64.10
16	-17.032	D16		
17	34.290	5.00	1.58913	61.10
18	-133.479	6.00		
19	1.00E+18	25.75	1.51633	64.10
20	1.00E+18	3.35		

以上の表 2 及び以下の表において、10 のべき乗数（例えば $1.00 \times 10^{+18}$ ）を E（例えば $1.00E+18$ ）を用いて表すものとする。

【 0 0 6 1 】

以下の表 3 は、実施例 1 のレンズ面の非球面係数である。

〔表 3〕

第 3 面

$K=0.0000$, $A04=-3.0644E-08$, $A06=0.0000E+00$, $A08=0.0000E+00$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

第 4 面

$K=-0.5769$, $A04=-1.9978E-05$, $A06=-3.7924E-08$, $A08=-6.7160E-11$,
 $A10=-1.4970E-13$, $A12=0.0000E+00$

第 14 面

$K=0.0000$, $A04=1.9114E-05$, $A06=7.0588E-08$, $A08=2.3160E-10$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

【 0 0 6 2 】

以下の表 4 は、広角端（Wide）、中間位置（Middle）、及び望遠端（Tele）において、

表 2 中の可変間隔 D 0 , D 2 , D 6 , D 9 , D 1 6 の値を示している。

〔表 4〕

	Wide	Middle	Tele
D0	1800.00	1800.00	1800.00
D2	8.29	7.27	7.97
D6	16.29	12.13	6.75
D9	7.08	8.89	9.74
D16	1.00	4.06	7.88

【 0 0 6 3 】

図 3 (A) は、実施例 1 の投射用ズームレンズの広角端の断面図であり、図 3 (B) は、望遠端の断面図である。投射用ズームレンズは、被投射面 I 上の像を可変倍率で拡大投射するものであり、拡大側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、負のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、開口絞り S と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、正のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 とからなる。変倍に際しては、第 1 レンズ群 G 1 と、第 5 レンズ群 (最終レンズ群) G 5 は固定され、移動レンズ群である第 3 レンズ群 G 3 、第 4 レンズ群 G 4 等を移動させることでズームングを行い、合焦に際して第 1 レンズ群 G 1 を移動させてフォーカシングを行う。

10

【 0 0 6 4 】

ここで、第 1 レンズ群 G 1 は、1 枚のレンズ、すなわち拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 を有する。第 2 レンズ群 G 2 は、両面に非球面が施され拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 と、拡大側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 との 2 枚のレンズで構成される。第 3 レンズ群 G 3 は、両凸正レンズ L 4 と縮小側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 との接合レンズを有する。第 4 レンズ群 G 4 は、両凹負レンズ L 6 と、縮小側に非球面が施された凸面を向けた正メニスカスレンズ L 7 と、縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 8 との 3 枚のレンズで構成される。第 5 レンズ群 G 5 は、1 枚のレンズ、すなわち両凸正レンズ L 9 で構成される。

20

【 0 0 6 5 】

図 4 (A) は、実施例 1 の投射用ズームレンズ 4 1 の広角端での収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差) であり、図 4 (B) は、実施例 1 の投射用ズームレンズ 4 1 の中間位置での収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差) であり、図 4 (C) は、実施例 1 の投射用ズームレンズ 4 1 の望遠端での収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差) である。

30

【 0 0 6 6 】

(実施例 2)

実施例 2 の投射用ズームレンズの全体的な特徴を以下の表 5 にまとめた。

〔表 5〕

	Wide	Middle	Tele
FNo	1.58	1.64	1.72
F	14.37	15.80	17.24
	30.5°	27.8°	25.7°

【 0 0 6 7 】

実施例 2 のレンズ面のデータを以下の表 6 に示す。

40

〔表 6〕

面番号	R	D	nd	vd	dn/dt (x10 ⁻⁶)	(x10 ⁻⁷)
0		D0				
1	1579.866	1.50	1.51633	64.1	1.5	73.0
2	18.369	D2				
3*	126.692	2.00	1.53116	56.0	-108.0	700.0
4*	21.315	5.34				
5	135.807	4.50	1.80518	25.4	1.2	90.3
6	-70.941	D6				

50

7	29.531	5.60	1.51633	64.1	1.5	73.0
8	-102.428	D8				
ST	1.00E+18	4.80				
10	-16.750	8.00	1.72825	28.5	2.8	81.2
11	43.545	8.00	1.51633	64.1	1.5	73.0
12	-24.464	0.16				
13	47.483	5.60	1.51633	64.1	1.5	73.0
14	-47.483	D14				
15*	-2821.897	3.40	1.53116	56.0	-108.0	700.0
16*	-40.786	2.50				
17	-36.443	4.00	1.51633	64.1	1.5	73.0
18	-24.428	6.00				
19	1.00E+18	25.75	1.51680	64.2	2.3	73.0
20	1.00E+18	3.35				

10

【 0 0 6 8 】

以下の表 7 は、実施例 2 のレンズ面の非球面係数である。

〔 表 7 〕

第3面

$K=-1.0000$, $A04=-6.7668E-06$, $A06=0.0000E+00$, $A08=0.0000E+00$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

20

第4面

$K=0.0000$, $A04=-4.3652E-05$, $A06=-3.1832E-08$, $A08=7.5513E-11$,
 $A10=-3.7611E-13$, $A12=0.0000E+00$

第15面

$K=0.0000$, $A04=-1.2688E-05$, $A06=0.0000E+00$, $A08=0.0000E+00$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

第16面

$K=-1.0000$, $A04=7.7793E-06$, $A06=5.4567E-09$, $A08=2.3541E-11$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

【 0 0 6 9 】

30

以下の表 8 は、広角端 (Wide)、中間位置 (Middle)、及び望遠端 (Tele) において、
 表 6 中の可変間隔 $D0$, $D2$, $D6$, $D8$, $D14$ の値を示している。

〔 表 8 〕

	Wide	Middle	Tele
D0	1800.00	1800.00	1800.00
D2	8.65	8.43	8.79
D6	10.84	6.11	1.50
D8	11.76	13.35	14.25
D14	1.00	4.23	7.85

【 0 0 7 0 】

40

図 5 (A) は、実施例 2 の投射用ズームレンズ 4 2 の広角端の断面図であり、図 5 (B) は、望遠端の断面図である。投射用ズームレンズ 4 2 は、被投射面 I 上の像を可変倍率で拡大投射するものであり、拡大側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、負のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、開口絞り S と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、正のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 とからなる。変倍に際しては、第 1 レンズ群 G 1 と、第 5 レンズ群 (最終レンズ群) G 5 は固定され、移動レンズ群である第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4 等を移動させることでズームングを行い、合焦に際して第 1 レンズ群 G 1 を移動させてフォーカシングを行う。

【 0 0 7 1 】

50

ここで、第1レンズ群G1は、1枚のレンズ、すなわち拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1を有する。第2レンズ群G2は、両面に非球面が施され拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズL2と、両凸正レンズL3との2枚のレンズで構成される。第3レンズ群G3は、1枚のレンズ、すなわち両凸正レンズL4を有する。第4レンズ群G4は、両凹負レンズL5と両凸正レンズL6との接合レンズ、並びに、両凸正レンズL7の3枚のレンズで構成される。第5レンズ群G5は、両面に非球面が施され縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズL8と、縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズL9との2枚のレンズで構成される。

【0072】

第2レンズ群G2中の負メニスカスレンズL2と、第5レンズ群G5中の正メニスカスレンズL8とは、樹脂レンズであり、開口絞りSを挟んで、2枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズが配置されていることになる。

10

【0073】

図6(A)は、実施例2の投射用ズームレンズ42の広角端での収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差)であり、図6(B)は、実施例2の投射用ズームレンズ42の中間位置での収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差)であり、図6(C)は、実施例2の投射用ズームレンズ42の望遠端での収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差)である。

【0074】

(実施例3)

実施例3の投射用ズームレンズの全体的な特徴を以下の表9にまとめた。

20

[表9]

	Wide	Middle	Tele
FNo	1.58	1.64	1.70
F	14.37	15.80	17.24
	30.5°	28.1°	26.2°

【0075】

実施例3のレンズ面のデータを以下の表10に示す。

[表10]

面番号	R	D	nd	vd	dn/dt(x10 ⁻⁶)	(x10 ⁻⁷)
0		D0				
1	63.286	1.50	1.51633	64.1	1.5	73.0
2	17.588	D2				
3*	64.947	2.00	1.53116	56.0	-108.0	700.0
4*	16.122	14.37				
5	47.467	3.20	1.80518	25.4	1.2	90.3
6	185.065	D6				
7	42.687	3.60	1.72000	50.2	5.4	62.1
8	-121.438	D8				
ST	1.00E+18	5.58				
10	-22.300	3.50	1.51633	64.1	1.5	73.0
11	-17.476	1.20	1.84666	23.8	1.3	89.1
12	282.531	3.57				
13	52.195	5.20	1.58913	61.1	3.8	57.7
14	-29.560	5.29				
15*	-837.657	3.40	1.53116	56.0	-108.0	700.0
16*	-47.831	D16				
17	33.336	4.60	1.51633	64.1	1.5	73.0
18	-116.582	6.00				
19	1.00E+18	25.75	1.51680	64.2	2.3	73.0
20	1.00E+18	3.35				

30

40

50

【 0 0 7 6 】

以下の表 1 1 は、実施例 3 のレンズ面の非球面係数である。

〔表 1 1〕

第3面

$K=-1.0000$, $A04=-3.4529E-06$, $A06=-2.1519E-09$, $A08=0.0000E+00$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

第4面

$K=0.0000$, $A04=-4.2637E-05$, $A06=-1.3813E-07$, $A08=3.0798E-10$,
 $A10=-2.3358E-12$, $A12=0.0000E+00$

第15面

$K=-1.0000$, $A04=9.1030E-06$, $A06=9.7872E-08$, $A08=8.6880E-11$,
 $A10=-3.0883E-13$, $A12=0.0000E+00$

第16面

$K=-20.2023$, $A04=1.1758E-06$, $A06=1.7790E-07$, $A08=0.0000E+00$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

【 0 0 7 7 】

以下の表 1 2 は、広角端 (Wide)、中間位置 (Middle)、及び望遠端 (Tele) において、表 1 0 中の可変間隔 D_0 , D_2 , D_6 , D_8 , D_{16} の値を示している。

〔表 1 2〕

	Wide	Middle	Tele
D_0	1800.00	1800.00	1800.00
D_2	7.41	7.64	7.33
D_6	10.91	5.36	1.50
D_8	12.04	13.08	13.80
D_{16}	1.00	4.95	8.69

【 0 0 7 8 】

図 7 (A) は、実施例 3 の投射用ズームレンズ 4 3 の広角端の断面図であり、図 7 (B) は、望遠端の断面図である。投射用ズームレンズ 4 3 は、被投射面 I 上の像を可変倍率で拡大投射するものであり、拡大側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、負のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、開口絞り S と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、正のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 とからなる。変倍に際しては、第 1 レンズ群 G 1 と、第 5 レンズ群 (最終レンズ群) G 5 は固定され、移動レンズ群である第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4 等を移動させることでズームングを行い、合焦に際して第 1 レンズ群 G 1 を移動させてフォーカシングを行う。

【 0 0 7 9 】

ここで、第 1 レンズ群 G 1 は、1 枚のレンズ、すなわち拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 を有する。第 2 レンズ群 G 2 は、両面に非球面が施され拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 と、拡大側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 との 2 枚のレンズで構成される。第 3 レンズ群 G 3 は、1 枚のレンズ、すなわち両凸正レンズ L 4 を有する。第 4 レンズ群 G 4 は、縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 5 と両凹負レンズ L 6 との接合レンズ、両凸正レンズ L 7、並びに、両面に非球面が施され縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 8 の 4 枚のレンズで構成される。第 5 レンズ群 G 5 は、1 枚のレンズ、すなわち両凸正レンズ L 9 を有する。

【 0 0 8 0 】

第 2 レンズ群 G 2 中の負メニスカスレンズ L 2 と、第 4 レンズ群 G 4 中の正メニスカスレンズ L 8 とは、樹脂レンズであり、開口絞り S を挟んで、2 枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズが配置されていることになる。

【 0 0 8 1 】

図 8 (A) は、実施例 3 の投射用ズームレンズ 4 3 の広角端での収差図 (球面収差、非

10

20

30

40

50

点収差、歪曲収差)であり、図8(B)は、実施例3の投射用ズームレンズ43の中間位置での収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差)であり、図8(C)は、実施例3の投射用ズームレンズ43の望遠端での収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差)である。

【0082】

(実施例4)

実施例4の投射用ズームレンズの全体的な特徴を以下の表13にまとめた。

〔表13〕

	Wide	Middle	Tele
FNo	1.58	1.63	1.72
F	14.37	15.80	17.24
	30.5°	27.9°	25.9°

10

【0083】

実施例4のレンズ面のデータを以下の表14に示す。

〔表14〕

面番号	R	D	nd	vd	dn/dt(x10 ⁻⁶)	(x10 ⁻⁷)
0		D0				
1	66.661	1.50	1.51633	64.1	1.5	73.0
2	15.710	D2				
3*	63.354	2.00	1.53116	56.0	-108.0	700.0
4*	16.412	10.92				
5*	26.397	3.60	1.60737	27.0	-108.0	700.0
6	75.599	D6				
7	33.612	5.50	1.51633	64.1	1.5	73.0
8	-69.522	D8				
ST	1.00E+18	5.58				
10*	-25.036	4.15	1.58913	61.1	3.8	57.7
11	-16.786	1.20	1.84666	23.8	1.3	89.1
12	306.451	3.63				
13	-185.652	5.60	1.65844	50.9	4.3	68.0
14	-20.366	2.10				
15	-68.197	3.40	1.51633	64.1	1.5	73.0
16	-29.072	D16				
17	32.196	5.00	1.51633	64.1	1.5	73.0
18	-236.950	6.00				
19	1.00E+18	25.75	1.51680	64.2	2.3	73.0
20	1.00E+18	3.35				

20

30

【0084】

以下の表15は、実施例4のレンズ面の非球面係数である。

〔表15〕

第3面

K=-1.0000, A04=-9.9490E-07, A06=0.0000E+00, A08=0.0000E+00, A10=0.0000E+00, A12=0.0000E+00

第4面

K=0.0000, A04=-5.7861E-05, A06=-1.4664E-07, A08=4.4497E-10, A10=-2.9370E-12, A12=0.0000E+00

第5面

K=0.0000, A04=-1.2189E-05, A06=-6.5361E-09, A08=0.0000E+00, A10=0.0000E+00, A12=0.0000E+00

第10面

K=0.0000, A04=-4.7803E-05, A06=-1.2278E-07, A08=2.3968E-10,

40

50

A10=0.0000E+00, A12=0.0000E+00

【 0 0 8 5 】

以下の表 1 6 は、広角端 (Wide)、中間位置 (Middle)、及び望遠端 (Tele) において、表 1 4 中の可変間隔 D 0, D 2, D 6, D 8, D 1 6 の値を示している。

〔表 1 6〕

	Wide	Middle	Tele
D0	1800.00	1800.00	1800.00
D2	7.62	6.69	6.85
D6	10.29	6.09	1.50
D8	14.78	16.32	17.05
D16	1.00	4.33	8.27

10

【 0 0 8 6 】

図 9 (A) は、実施例 4 の投射用ズームレンズ 4 4 の広角端の断面図であり、図 9 (B) は、望遠端の断面図である。投射用ズームレンズ 4 4 は、被投射面 I 上の像を可変倍率で拡大投射するものであり、拡大側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、負のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、開口絞り S と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、正のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 とからなる。変倍に際しては、第 1 レンズ群 G 1 と、第 5 レンズ群 (最終レンズ群) G 5 は固定され、移動レンズ群である第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4 等を移動させることでズーミングを行い、合焦に際して第 1 レンズ群 G 1 を移動させてフォーカシングを行う。

20

【 0 0 8 7 】

ここで、第 1 レンズ群 G 1 は、1 枚のレンズ、すなわち拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 を有する。第 2 レンズ群 G 2 は、両面に非球面が施され拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 と、拡大側に非球面が施され凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 との 2 枚のレンズで構成される。第 3 レンズ群 G 3 は、1 枚のレンズ、すなわち両凸正レンズ L 4 を有する。第 4 レンズ群 G 4 は、拡大側に非球面が施され縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 5 と両凹負レンズ L 6 との接合レンズ、縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 7、並びに、縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 8 の 4 枚のレンズで構成される。第 5 レンズ群 G 5 は、1 枚のレンズ、すなわち両凸正レンズ L 9 を有する。

30

【 0 0 8 8 】

第 2 レンズ群 G 2 中において、負メニスカスレンズ L 2 と正メニスカスレンズ L 3 とは、樹脂レンズであり、2 枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズが同一レンズ群内に隣接して配置されていることになる。

【 0 0 8 9 】

図 1 0 (A) は、実施例 4 の投射用ズームレンズ 4 4 の広角端での収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差) であり、図 1 0 (B) は、実施例 4 の投射用ズームレンズ 4 4 の中間位置での収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差) であり、図 1 0 (C) は、実施例 4 の投射用ズームレンズ 4 4 の望遠端での収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差) である。

40

【 0 0 9 0 】

(実施例 5)

実施例 5 の投射用ズームレンズの全体的な特徴を以下の表 1 7 にまとめた。

〔表 1 7〕

	Wide	Middle	Tele
FNo	1.48	1.62	1.76
F	13.65	17.70	21.90
	31.7°	25.3°	21.0°

【 0 0 9 1 】

50

実施例 5 のレンズ面のデータを以下の表 1 8 に示す。

〔表 1 8〕

面番号	R	D	nd	vd	
0		D0			
1	54.358	2.00	1.69680	55.5	
2	19.236	D2			
3	280.371	2.00	1.51633	64.2	
4	32.791	0.10	1.51380	53.0	
5*	25.800	8.08			
6	611.830	3.40	1.84666	23.8	10
7	-144.093	D7			
8	35.619	1.50	1.80518	25.4	
9	21.382	5.50	1.80100	35.0	
10	146.171	D10			
11*	39.527	3.60	1.74320	49.3	
12	93.672	D12			
ST	1.00E+18	7.00			
14	-15.620	1.20	1.80518	25.4	
15	61.281	4.00	1.58642	60.8	
16	-33.694	2.18			20
17	-84.079	6.40	1.74320	49.3	
18*	-20.156	D18			
19	46.235	5.00	1.69680	55.5	
20	-95.202	5.75			
21	1.00E+18	25.75	1.51633	64.2	
22	1.00E+18	3.00			

【 0 0 9 2 】

以下の表 1 9 は、実施例 5 のレンズ面の非球面係数である。

〔表 1 9〕

第5面

K=0.0000, A04=-2.1003E-05, A06=-2.9904E-08, A08=8.2811E-11,
A10=-3.2507E-13, A12=1.3138E-16

第11面

K=0.0000, A04=2.9365E-07, A06=5.2679E-10, A08=0.0000E+00,
A10=0.0000E+00, A12=0.0000E+00

第18面

K=0.0000, A04=2.2311E-05, A06=4.0812E-08, A08=-1.5000E-10,
A10=0.0000E+00, A12=0.0000E+00

【 0 0 9 3 】

以下の表 2 0 は、広角端 (Wide)、中間位置 (Middle)、及び望遠端 (Tele) において、表 1 8 中の可変間隔 D 0, D 2, D 7, D 1 0, D 1 2, D 1 8 の値を示している。

〔表 2 0〕

	Wide	Middle	Tele
D0	1700.00	2200.00	2700.00
D2	9.51	10.38	9.56
D7	15.66	5.65	1.00
D10	21.39	11.74	1.00
D12	3.74	11.96	18.06
D18	1.10	11.36	21.30

【 0 0 9 4 】

10

20

30

40

50

図 1 1 (A) は、実施例 5 の投射用ズームレンズ 4 5 の広角端の断面図であり、図 1 1 (B) は、望遠端の断面図である。投射用ズームレンズ 4 5 は、被投射面 I 上の像を可変倍率で拡大投射するものであり、拡大側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、負のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、開口絞り S と、正のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 と、正のパワーを有する第 6 レンズ群 G 6 とからなる。変倍に際しては、第 1 レンズ群 G 1 と、第 6 レンズ群 (最終レンズ群) G 6 は固定され、移動レンズ群である第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4、第 5 レンズ群 G 5 等を移動させることでズームングを行い、合焦に際して第 1 レンズ群 G 1 を移動させてフォーカシングを行う。

【 0 0 9 5 】

ここで、第 1 レンズ群 G 1 は、1 枚のレンズ、すなわち拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 を有する。第 2 レンズ群 G 2 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズの縮小側に薄い非球面樹脂層を施した複合型非球面レンズ L 2、並びに、両凸正レンズ L 3 の 2 枚のレンズで構成される。第 3 レンズ群 G 3 は、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 4 と拡大側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 5 との 2 枚からなる接合レンズを有する。第 4 レンズ群 G 4 は、1 枚のレンズ、すなわち拡大側に非球面が施され凸面を向けた正メニスカスレンズ L 6 を有する。第 5 レンズ群 G 5 は、両凹負レンズ L 7 と両凸正レンズ L 8 との接合レンズ、並びに、縮小側に非球面が施され凸面を向けた正メニスカスレンズ L 9 の 3 枚のレンズで構成される。第 6 レンズ群 G 6 は、1 枚のレンズ、すなわち両凸正レンズ L 1 0 を有する。

【 0 0 9 6 】

図 1 2 (A) は、実施例 5 の投射用ズームレンズ 4 5 の広角端での収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差) であり、図 1 2 (B) は、実施例 5 の投射用ズームレンズ 4 5 の中間位置での収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差) であり、図 1 2 (C) は、実施例 5 の投射用ズームレンズ 4 5 の望遠端での収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差) である。

【 0 0 9 7 】

(実施例 6)

実施例 6 の投射用ズームレンズの全体的な特徴を以下の表 2 1 にまとめた。

〔 表 2 1 〕

	Wide	Middle	Tele
FNo	1.49	1.73	2.01
F	13.83	17.94	22.19
	31.6°	25.2°	20.8°

【 0 0 9 8 】

実施例 6 のレンズ面のデータを以下の表 2 2 に示す。

〔 表 2 2 〕

面番号	R	D	nd	vd	dn/dt (x10 ⁻⁶)	(x10 ⁻⁷)
0		D0				
1	1000.000	2.00	1.51633	64.1	1.5	73.0
2	26.388	D2				
3*	38.298	3.00	1.53116	56.0	-108.0	700.0
4*	18.037	D4				
5*	46.694	3.50	1.60737	27.0	-108.0	700.0
6	107.516	D6				
7	36.813	4.92	1.74320	49.3	5.1	54.9
8	-340.218	D8				
ST	1.00E+18	5.57				
10	-31.971	1.90	1.84666	23.8	0.2	89.1
11	37.694	6.22	1.58913	61.1	2.5	57.7

12*	-107.950	3.46				
13	-74.233	4.28	1.58913	61.1	2.5	57.7
14	-22.807	D14				
15	33.873	5.20	1.58913	61.1	2.5	57.7
16	-181.255	5.75				
17	1.00E+18	25.75	1.51633	64.1	1.5	73.0
18	1.00E+18	3.00				

【 0 0 9 9 】

以下の表 2 3 は、実施例 6 のレンズ面の非球面係数である。

〔 表 2 3 〕

10

第3面

K=0.0000, A04=2.0258E-05, A06=-6.0588E-08, A08=9.3752E-11,
A10=0.0000E+00, A12=0.0000E+00

第4面

K=0.0000, A04=-2.1790E-06, A06=-8.6276E-08, A08=-2.3525E-10,
A10=1.3339E-12, A12=-3.3340E-15

第5面

K=0.0000, A04=-1.8678E-06, A06=-7.7625E-10, A08=0.0000E+00,
A10=0.0000E+00, A12=0.0000E+00

第12面

20

K=7.3638, A04=1.8664E-05, A06=1.1791E-08, A08=-5.7228E-11,
A10=0.0000E+00, A12=0.0000E+00

【 0 1 0 0 】

以下の表 2 4 は、広角端 (Wide)、中間位置 (Middle)、及び望遠端 (Tele) において、表 2 2 中の可変間隔 D 0, D 2, D 4, D 6, D 8, D 1 4 の値を示している。

〔 表 2 4 〕

	Wide	Middle	Tele
D0	1700.00	2200.00	2700.00
D2	7.79	7.35	4.28
D4	38.65	32.11	30.53
D6	15.77	8.30	1.00
D8	11.86	13.90	15.42
D14	1.10	13.12	23.34

30

【 0 1 0 1 】

図 1 3 (A) は、実施例 6 の投射用ズームレンズ 4 6 の広角端の断面図であり、図 1 3 (B) は、望遠端の断面図である。投射用ズームレンズ 4 6 は、被投射面 I 上の像を可変倍率で拡大投射するものであり、拡大側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、負のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、開口絞り S と、負のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 と、正のパワーを有する第 6 レンズ群 G 6 とからなる。変倍に際しては、第 1 レンズ群 G 1 と、第 6 レンズ群 (最終レンズ群) G 6 は固定され、移動レンズ群である第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4、第 5 レンズ群 G 5 等を移動させることでズームングを行い、合焦に際して第 1 レンズ群 G 1 を移動させてフォーカシングを行う。

40

【 0 1 0 2 】

ここで、第 1 レンズ群 G 1 は、1 枚のレンズ、すなわち拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 を有する。第 2 レンズ群 G 2 は、1 枚のレンズ、すなわち両面に非球面が施され拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 を有する。第 3 レンズ群 G 3 は、1 枚のレンズ、すなわち拡大側に非球面が施され凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 を有する。第 4 レンズ群 G 4 は、1 枚のレンズ、すなわち両凸正レンズ L 4 を有する。第 5 レンズ群 G 5 は、両凹負レンズ L 5 と縮小側に非球面が施された両凸正レンズ L 6 との接合

50

レンズ、並びに、縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズL7の3枚のレンズで構成される。第6レンズ群G6は、1枚のレンズ、すなわち両凸正レンズL10を有する。

【0103】

第2レンズ群G2の負メニスカスレンズL2と、第3レンズ群G3の正メニスカスレンズL3とは、樹脂レンズであり、2枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズが隣接する群内に配置されていることになる。

【0104】

図14(A)は、実施例6の投射用ズームレンズ46の広角端での収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差)であり、図14(B)は、実施例6の投射用ズームレンズ46の中間位置での収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差)であり、図14(C)は、実施例6の投射用ズームレンズ46の望遠端での収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差)である。

10

【0105】

(実施例7)

実施例7の投射用ズームレンズの全体的な特徴を以下の表25にまとめた。

〔表25〕

	Wide	Middle	Tele
FNo	1.56	1.77	1.99
F	15.83	20.53	25.40
	31.1°	25.1°	20.9°

20

【0106】

実施例7のレンズ面のデータを以下の表26に示す。

〔表26〕

面番号	R	D	nd	vd	dn/dt(x10 ⁻⁶)	(x10 ⁻⁷)
0		D0				
1	80.275	2.00	1.65844	50.9	4.3	69.0
2	23.140	D2				
3*	36.690	3.00	1.53116	56.0	-108.0	700.0
4*	22.058	17.17				
5	-25.566	2.00	1.69680	55.5	4.1	58.0
6	-42.483	0.10				
7	185.266	3.50	1.60737	27.0	-108.0	700.0
8*	-98.247	D8				
9	28.585	5.00	1.65844	50.9	4.3	69.0
10	-376.982	D10				
ST	1.00E+18	0.00				
12	27.920	3.80	1.72342	38.0	4.1	66.5
13	111.207	D13				
14	-72.062	1.50	1.80518	25.4	1.2	90.3
15	36.401	3.58				
16	-17.819	2.00	1.64769	33.8	2.3	84.1
17	24.528	4.80	1.58642	60.8	4.6	66.0
18*	-78.564	0.10				
19	83.865	6.40	1.58913	61.1	3.8	57.7
20	-20.946	D20				
21	37.168	5.20	1.51633	64.1	1.5	73.0
22	-135.890	5.75				
23	1.00E+18	25.75	1.51633	64.1	1.5	73.0
24	1.00E+18	3.00				

30

40

【0107】

50

以下の表 2 7 は、実施例 7 のレンズ面の非球面係数である。

〔表 2 7〕

第3面

$K=2.3379$, $A04=-1.1365E-06$, $A06=0.0000E+00$, $A08=0.0000E+00$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

第4面

$K=0.0000$, $A04=-1.6397E-05$, $A06=-1.4618E-08$, $A08=2.6093E-12$,
 $A10=-3.6300E-14$, $A12=-2.9100E-17$

第8面

$K=-5.6842$, $A04=2.4757E-06$, $A06=1.2638E-09$, $A08=1.4347E-11$,
 $A10=0.0000E+00$, $A12=0.0000E+00$

第18面

$K=0.0000$, $A04=2.9735E-05$, $A06=1.4967E-08$, $A08=4.2471E-11$,
 $A10=-6.3983E-13$, $A12=0.0000E+00$

【 0 1 0 8 】

以下の表 2 8 は、広角端 (Wide)、中間位置 (Middle)、及び望遠端 (Tele) において、表 2 2 中の可変間隔 D_0 , D_2 , D_8 , D_{10} , D_{13} , D_{20} の値を示している。

〔表 2 8〕

	Wide	Middle	Tele
D0	1700.00	2200.00	2700.00
D2	5.45	7.38	4.80
D8	21.58	7.66	1.00
D10	11.70	11.42	10.65
D13	1.97	2.87	4.00
D20	1.10	12.03	20.70

【 0 1 0 9 】

図 1 5 (A) は、実施例 7 の投射用ズームレンズ 4 7 の広角端の断面図であり、図 1 5 (B) は、望遠端の断面図である。投射用ズームレンズ 4 7 は、被投射面 I 上の像を可変倍率で拡大投射するものであり、拡大側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、負のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、開口絞り S と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、負のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 と、正のパワーを有する第 6 レンズ群 G 6 とからなる。変倍に際しては、第 1 レンズ群 G 1 と、第 6 レンズ群 (最終レンズ群) G 6 は固定され、移動レンズ群である第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4、第 5 レンズ群 G 5 等を移動させることでズームングを行い、合焦に際して第 1 レンズ群 G 1 を移動させてフォーカシングを行う。

【 0 1 1 0 】

ここで、第 1 レンズ群 G 1 は、1 枚のレンズ、すなわち拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 を有する。第 2 レンズ群 G 2 は、両面に非球面が施され拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 と、縮小側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 3 と、縮小側に非球面が施された両凸正レンズ L 4 とを有する。第 3 レンズ群 G 3 は、1 枚のレンズ、すなわち両凸正レンズ L 5 を有する。第 4 レンズ群 G 4 は、1 枚のレンズ、すなわち拡大側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 6 を有する。第 5 レンズ群 G 5 は、両凹負レンズ L 7、両凹負レンズ L 8 と縮小側に非球面が施された両凸正レンズ L 9 との接合レンズ、並びに、両凸正レンズ L 1 0 の 4 枚のレンズを有する。第 6 レンズ群 G 6 は、両凸正レンズ L 1 1 を有する。

【 0 1 1 1 】

第 2 レンズ群 G 2 中において、負メニスカスレンズ L 2 と両凸正レンズ L 4 とは、樹脂レンズであり、2 枚の符号の異なるパワーを有する樹脂レンズが同一レンズ群内に離間して配置されていることになる。

【 0 1 1 2 】

図16(A)は、実施例7の投射用ズームレンズ47の広角端での収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差)であり、図16(B)は、実施例7の投射用ズームレンズ47の中間位置での収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差)であり、図16(C)は、実施例7の投射用ズームレンズ47の望遠端での収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差)である。

【0113】

[実施例のまとめ]

いずれの実施例においても、広角端での半画角 30° 以上の広い画角を有しながら、第1レンズ群は1枚の負レンズで構成となっている。

【0114】

第1レンズ群を簡単な構成しながら、続く第2レンズ群を負のパワーを持つ構成とすることで、従来の1群を複数のレンズで構成した場合と同等の十分良好な光学性能を有し、かつフォーカス群全長を短くでき、軽量化することが可能となった為、フォーカス群と主鏡筒との結合部を簡略化しても性能に影響を与えることなく、レンズ全体の小型化およびコストダウンも可能となっている。

【0115】

以下の表29に、各実施例1~7について、条件式(1)~(5)に関する数値データをまとめた。

[表29]

	【実施例1】	【実施例2】	【実施例3】	【実施例4】	【実施例5】	【実施例6】	【実施例7】
Fw/F1	-0.313	-0.400	-0.302	-0.358	-0.313	-0.264	-0.318
Fw/F3	0.307	0.320	0.326	0.322	0.239	0.105	0.392
Fw/FL	0.307	0.283	0.284	0.261	0.302	0.284	0.278
$\phi_p + \phi_n$	-	-0.008	-0.014	-	-	-	-
Rn/Rp	-	-	-	0.622	-	0.386	0.119

【0116】

以下の表30に、実施例2、3、4、6、7に関して、投射用ズームレンズ全体が一律 $+20$ 温度上昇したときの、広角端及び望遠端における焦点移動量を示す。

[表30]

	【実施例1】	【実施例2】	【実施例3】	【実施例4】	【実施例5】	【実施例6】	【実施例7】
広角端	-	11.6	-4.7	-10.8	-	-2.6	-7.5
望遠端	-	-5.3	-11.8	-10.6	-	-7.6	7.8

(μ)

一般的に、許容される焦点深度は、Fナンバーと最小錯乱円とから求められるが、最小錯乱円を 12μ 程度と仮定すると、上記実施例の場合、広角端で 20μ 程度、望遠端で 25μ 程度となる。温度の一律上昇が $+20$ ならば、実施例2、3、4、6、7において焦点移動量が十分焦点深度内に収まっており、一律の温度上昇では、結像にほとんど影響が生じないことが分かる。

【0117】

この発明は、上記の実施形態又は実施例に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施することが可能である。

【0118】

例えば、各実施例2、3、4、6、7において、各レンズ群G1~G5(G6)を構成するレンズの前後又は間に1つ以上の実質的にパワーを持たないレンズを追加することが

できる。

【0119】

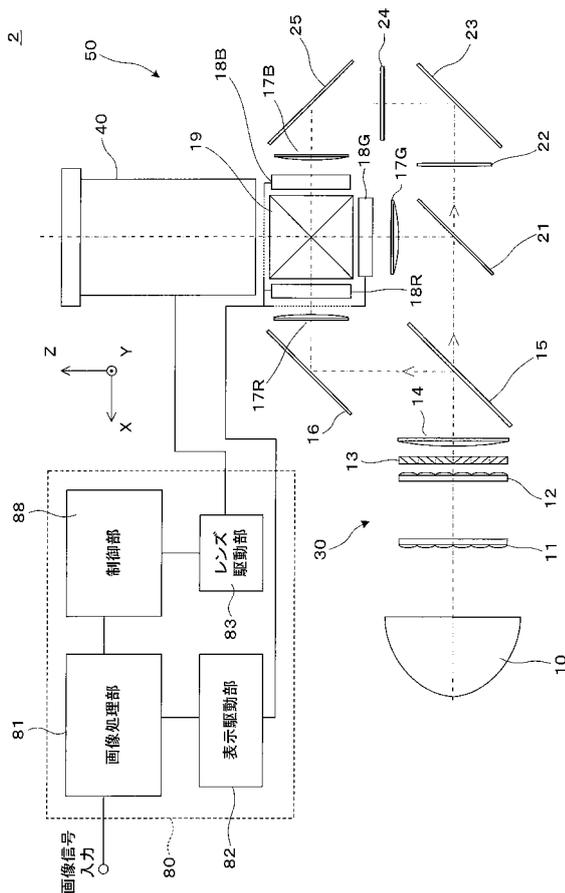
また、投射用ズームレンズ40による拡大投射の対象は、液晶パネル18G, 18R, 18Bに限らず、マイクロミラーを画素とするデジタル・マイクロミラー・デバイス等の各種光変調素子によって形成された画像を投射用ズームレンズ40によって拡大投射することができる。

【符号の説明】

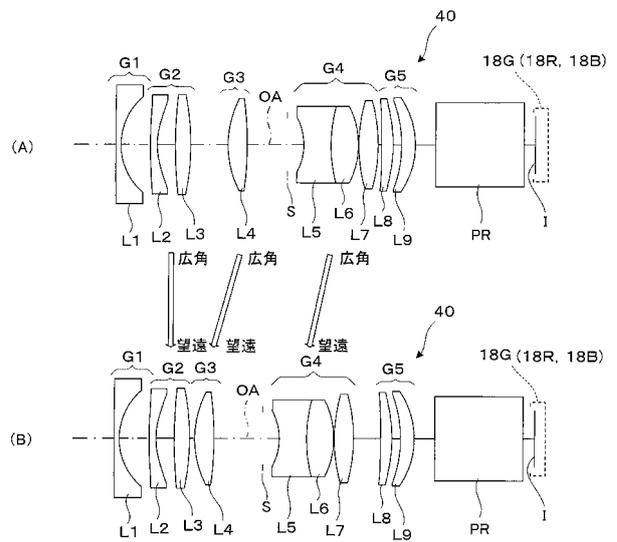
【0120】

40... 投射用ズームレンズ、 41-47... 投射用ズームレンズ、 G1-G5 (G6)... レンズ群、 L1-L11... レンズ、 OA... 光軸、 ST... 開口絞り、 I... 被投射面

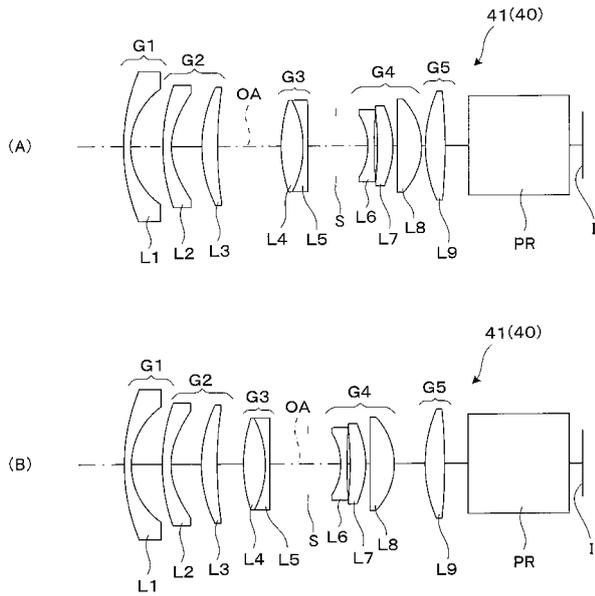
【図1】



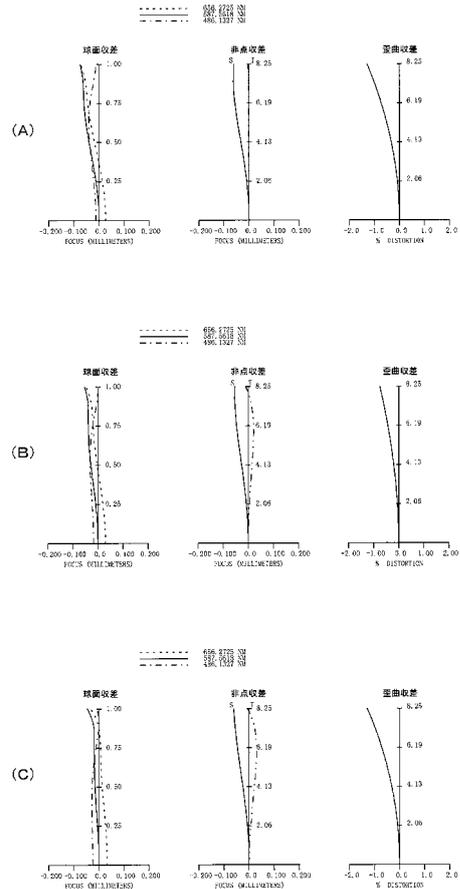
【図2】



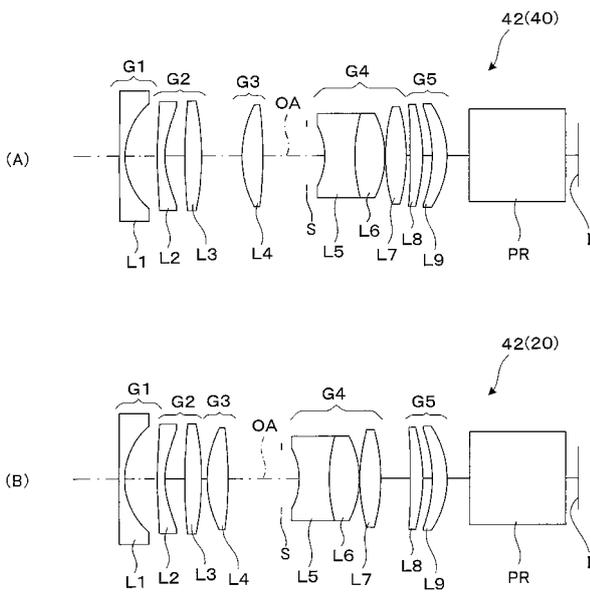
【 図 3 】



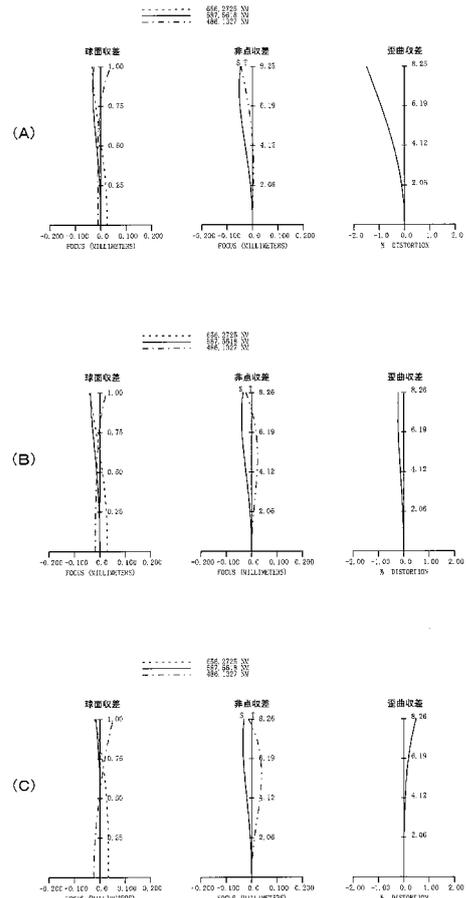
【 図 4 】



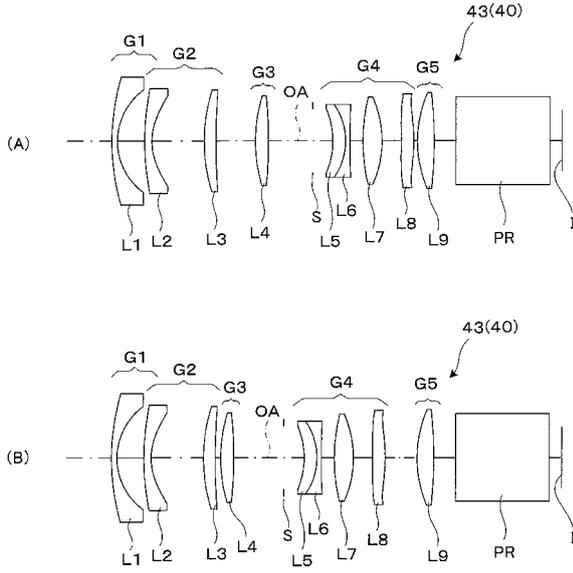
【 図 5 】



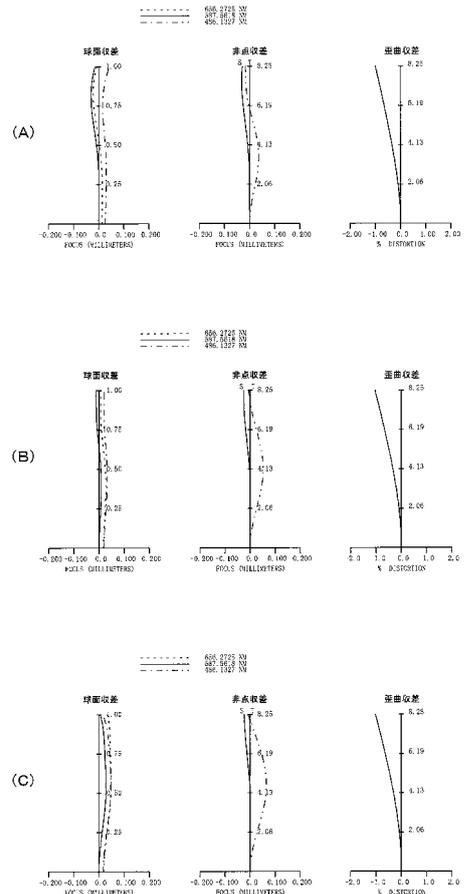
【 図 6 】



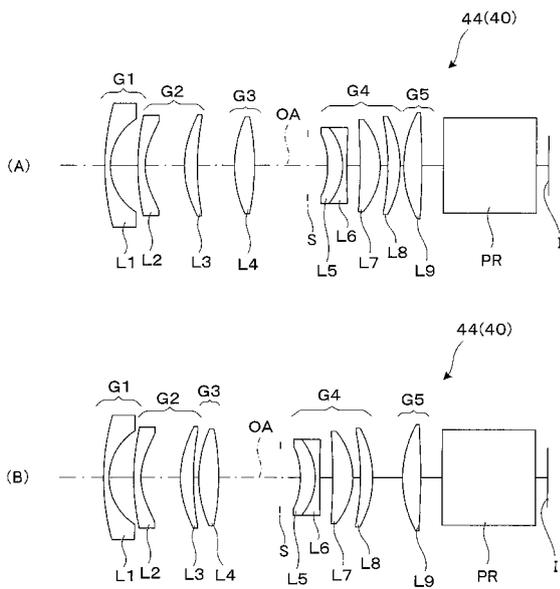
【 図 7 】



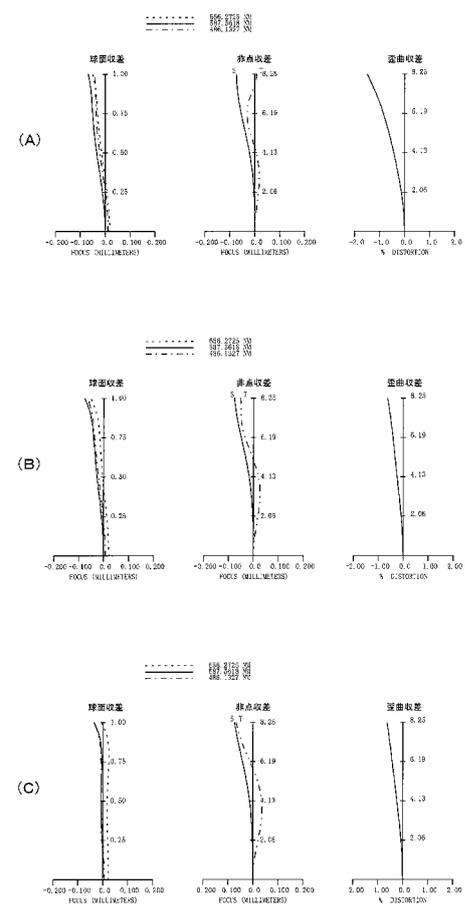
【 図 8 】



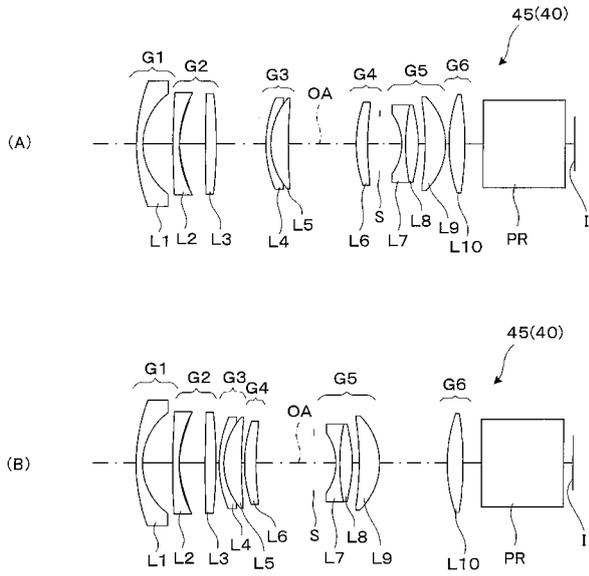
【 図 9 】



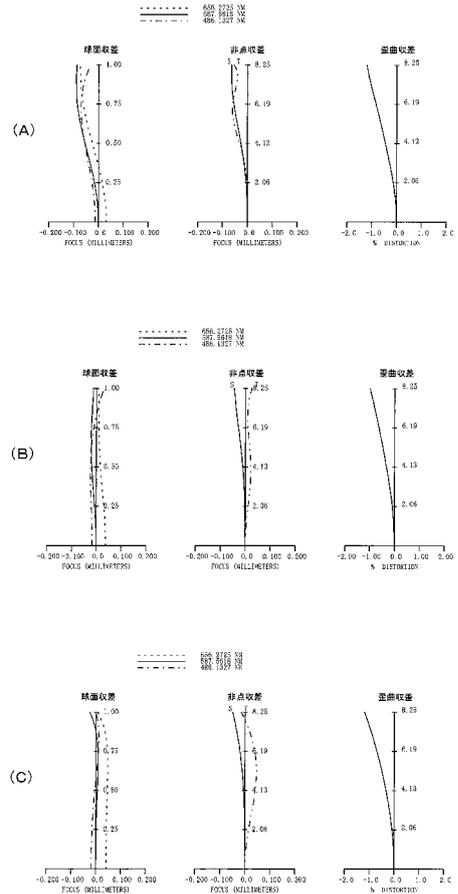
【 図 10 】



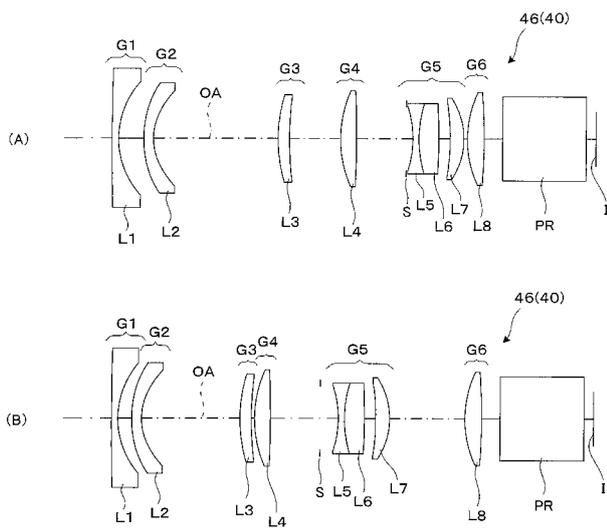
【 図 1 1 】



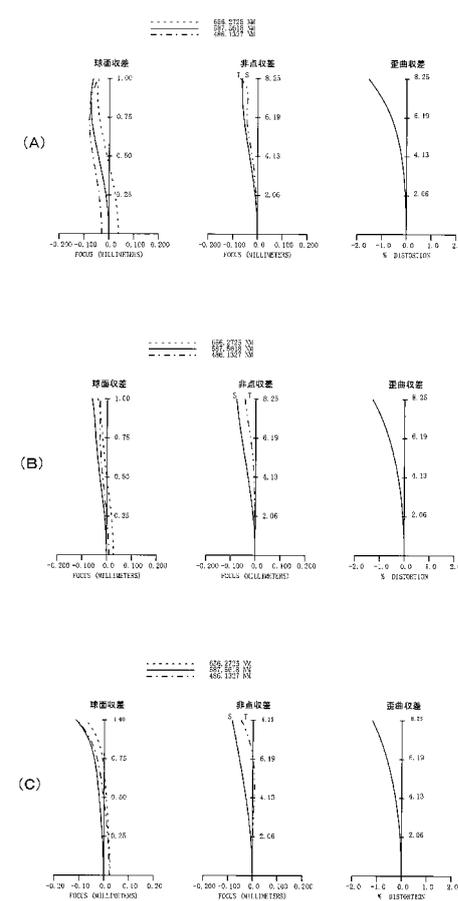
【 図 1 2 】



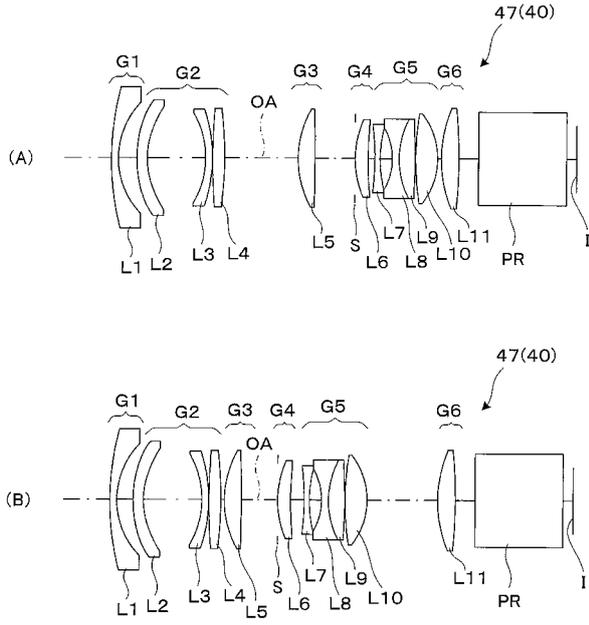
【 図 1 3 】



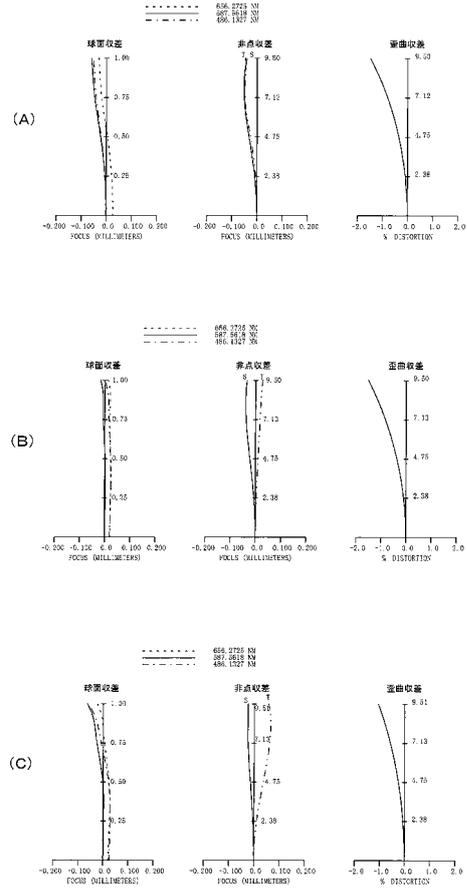
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA06 KA07 MA12 NA02 PA07 PA08 PA10 PA18 PA19 PB08
PB09 PB10 PB11 QA02 QA07 QA17 QA22 QA25 QA26 QA34
QA41 QA45 RA04 RA05 RA12 RA13 RA32 RA41 RA42 SA44
SA47 SA49 SA52 SA55 SA57 SA63 SA64 SA65 SA66 SA72
SA76 SB02 SB12 SB13 SB14 SB22 SB23 SB32 SB34 SB35
SB42 SB43 SB44 SB45 UA01