

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5766798号  
(P5766798)

(45) 発行日 平成27年8月19日 (2015. 8. 19)

(24) 登録日 平成27年6月26日 (2015. 6. 26)

(51) Int. Cl.	F 1
<b>G 0 2 B 15/20 (2006. 01)</b>	G 0 2 B 15/20
<b>G 0 2 B 15/167 (2006. 01)</b>	G 0 2 B 15/167
<b>G 0 2 B 13/16 (2006. 01)</b>	G 0 2 B 13/16
<b>G 0 2 B 13/22 (2006. 01)</b>	G 0 2 B 13/22
<b>G 0 3 B 21/14 (2006. 01)</b>	G 0 3 B 21/14 Z

請求項の数 16 (全 49 頁)

(21) 出願番号	特願2013-522438 (P2013-522438)	(73) 特許権者	306037311
(86) (22) 出願日	平成24年6月27日 (2012. 6. 27)		富士フイルム株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/004155		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(87) 国際公開番号	W02013/001804	(74) 代理人	100073184
(87) 国際公開日	平成25年1月3日 (2013. 1. 3)		弁理士 柳田 征史
審査請求日	平成26年8月4日 (2014. 8. 4)	(74) 代理人	100090468
(31) 優先権主張番号	特願2011-143822 (P2011-143822)		弁理士 佐久間 剛
(32) 優先日	平成23年6月29日 (2011. 6. 29)	(72) 発明者	永原 暁子
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 番地 富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	永利 由紀子
			埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 番地 富士フイルム株式会社内
		審査官	堀井 康司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写用変倍光学系および投写型表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

最も拡大側に配置されて変倍の際に固定されている負の屈折力を有する第1レンズ群と、最も縮小側に配置されて変倍の際に固定されている正の屈折力を有する最終レンズ群と、前記第1レンズ群と前記最終レンズ群との間に配置されて変倍の際に移動する複数のレンズ群とから実質的に構成されており、

前記変倍の際に移動する複数のレンズ群のうち最も拡大側のレンズ群が、負の屈折力を有し、

縮小側がテレセントリックとなるように構成され、

下記条件式(1-1)、(2)、(5)を満足することを特徴とする投写用変倍光学系

10

$$2.0 < B f / f w \dots (1-1)$$

$$-1.3 < f 2 / f w < -1.5 \dots (2)$$

$$1.0 < f e / f w < 5.0 \dots (5)$$

ただし、

B f : 広角端における全系の縮小側のバックフォーカス(空気換算距離)

f w : 広角端における全系の焦点距離

f 2 : 前記変倍の際に移動する複数のレンズ群のうち最も拡大側のレンズ群の焦点距離

f e : 前記最終レンズ群の焦点距離

【請求項2】

20

下記条件式(2-1)を満足することを特徴とする請求項1記載の投写用変倍光学系。

$$-1.1 < f_2 / f_w < -2.0 \quad \dots \quad (2-1)$$

【請求項3】

下記条件式(3)を満足することを特徴とする請求項1または2記載の投写用変倍光学系。

$$1.8 < Bf / Im \quad \dots \quad (3)$$

ただし、

Im : 縮小側における最大有効像円直径

【請求項4】

下記条件式(3-1)を満足することを特徴とする請求項3記載の投写用変倍光学系。

$$2.2 < Bf / Im \quad \dots \quad (3-1)$$

【請求項5】

前記変倍の際に移動する複数のレンズ群が、拡大側から順に、負の屈折力を有するレンズ群と、正の屈折力を有するレンズ群とから構成される実質的に2つのレンズ群からなることを特徴とする請求項1~4のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

【請求項6】

前記変倍の際に移動する複数のレンズ群が、拡大側から順に、負の屈折力を有するレンズ群と、正の屈折力を有するレンズ群と、正の屈折力を有するレンズ群とから構成される実質的に3つのレンズ群からなることを特徴とする請求項1~4のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

【請求項7】

下記条件式(4)を満足することを特徴とする請求項1~6のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

$$-10.0 < f_1 / f_w < -2.0 \quad \dots \quad (4)$$

ただし、

f<sub>1</sub> : 前記第1レンズ群の焦点距離

【請求項8】

下記条件式(4-1)を満足することを特徴とする請求項7記載の投写用変倍光学系。

$$-7.0 < f_1 / f_w < -2.3 \quad \dots \quad (4-1)$$

【請求項9】

下記条件式(5-1)を満足することを特徴とする請求項1記載の投写用変倍光学系。

$$2.0 < fe / f_w < 4.0 \quad \dots \quad (5-1)$$

【請求項10】

前記最終レンズ群中に絞りが配設され、変倍の全範囲にわたって開口数が一定となるように設定されていることを特徴とする請求項1~9のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

【請求項11】

前記第1レンズ群より縮小側のレンズが全て単レンズであることを特徴とする請求項1~10のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

【請求項12】

レンズ群の間隔のみを変更することでズームレンズとなるように構成されていることを特徴とする請求項1~11のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

【請求項13】

前記投写用変倍光学系がズームレンズであるとき、フォーカシングは、前記第1レンズ群の最も縮小側に配置されたレンズを含む前記第1レンズ群の一部のみを光軸方向に移動させるインナーフォーカス方式により行うように構成されていることを特徴とする請求項1~12のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

【請求項14】

下記条件式(6)を満足することを特徴とする請求項1~13のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

10

20

30

40

50

$$1.4 < Z_r \dots (6)$$

ただし、

$Z_r$  : 広角端に対する望遠端の変倍比

【請求項 15】

下記条件式 (6 - 1) を満足することを特徴とする請求項 14 記載の投写用変倍光学系。

$$1.5 < Z_r \dots (6 - 1)$$

【請求項 16】

光源と、該光源からの光が入射するライトバルブと、該ライトバルブにより光変調された光による光学像をスクリーン上に投写する投写用変倍光学系としての請求項 1 ~ 15 のうちいずれか 1 項記載の投写用変倍光学系とを備えたことを特徴とする投写型表示装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、投写用変倍光学系および投写型表示装置に関し、特に、映画館等において大画面スクリーン上に投写するのに好適な投写用変倍光学系およびこれを用いた投写型表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、液晶表示素子や DMD (デジタル・マイクロミラー・デバイス: 登録商標) 等のライトバルブを用いた投写プロジェクタ装置 (投写型表示装置) が広く普及している。また、近年、映画館等においては、このような投写型表示装置であって、大画面に適用し得る、より高精細な画像を映出し得るようにしたものも利用されつつある。このような利用に供される投写型表示装置では、各原色用に 3 つのライトバルブを配設して、光源からの光束を色分離光学系により 3 原色に分離し、各ライトバルブを経由した後、色合成光学系により合成して投写する 3 板方式が採用されていることから、長いバックフォーカスと良好なテレセントリック性を有することが求められている。

20

【0003】

一般的に投写距離をスクリーン横幅で割った値をスローレシオという。スクリーンサイズとスクリーンから映写室までの距離、すなわち投写距離は映画館毎にまちまちである。したがって映画館毎に適した大きさの映像を投写するには、それぞれに適したスローレシオに対応するレンズが必要になるが、それらを個々に用意することはコスト面から考えると得策ではない。そこで、変倍光学系を用い、対応できるスローレシオに幅を持たせることが考えられる。

30

【0004】

投写用の変倍光学系としては、例えば下記特許文献 1 ~ 3 に記載のものが知られている。下記特許文献 1 の投写用ズームレンズは、拡大側から順に、負の第 1 レンズ群、負の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群、正の第 4 レンズ群および正の第 5 レンズ群で構成され、変倍時に第 2 レンズ群、第 3 レンズ群および第 4 レンズ群を光軸に沿って移動させて変倍を行う構成となっている。

40

【0005】

下記特許文献 2 には、少なくとも 1 つの回折光学素子を有し、拡大側から順に、負の第 1 レンズ群、負の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群、負の第 4 レンズ群および正の第 5 レンズ群で構成された投写用ズームレンズ、および拡大側から順に、負の第 1 レンズ群、負の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群、負の第 4 レンズ群、正の第 5 レンズ群および正の第 6 レンズ群で構成された投写用ズームレンズが記載されている。

【0006】

下記特許文献 3 には、拡大側から順に、負の第 1 レンズ群、負の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群、正の第 4 レンズ群および正の第 5 レンズ群で構成された投写用ズームレンズ、および拡大側から順に、負の第 1 レンズ群、負の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群、正

50

の第4レンズ群、負の第5レンズ群および正の第6レンズ群で構成された投写用ズームレンズが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2006-39034号公報

【特許文献2】特開2002-182110号公報

【特許文献3】特開2007-156268号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0008】

近年、投写用変倍光学系に対しては、上述したバックフォーカスやテレセントリック性に関する要望を満たしながら、汎用性の高い光学系となるように、高変倍比であること、広角化が容易であること、さらに、全系の大型化が抑制可能なことが望まれている。しかしながら、上記特許文献1の投写用ズームレンズは、バックフォーカスが短い上に変倍比も低いという不具合がある。上記特許文献2の投写用ズームレンズは、変倍比が低いという不具合がある。上記特許文献3の投写用ズームレンズは、バックフォーカスが短いという不具合がある。

【0009】

本発明は、このような事情に鑑みなされたものであり、縮小側がテレセントリックとされ、全系の大型化を抑制しながらも、長いバックフォーカスと高変倍比を有し、広角化が容易で、良好な投写像を取得可能な投写用変倍光学系および投写型表示装置を提供することを目的とするものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明に係る投写用変倍光学系は、最も拡大側に配置されて変倍の際に固定されている負の屈折力を有する第1レンズ群と、最も縮小側に配置されて変倍の際に固定されている正の屈折力を有する最終レンズ群と、第1レンズ群と最終レンズ群との間に配置されて変倍の際に移動する複数のレンズ群とから実質的に構成されており、変倍の際に移動する複数のレンズ群のうち最も拡大側のレンズ群が、負の屈折力を有し、縮小側がテレセントリックとなるように構成され、下記条件式(1-1)、(2)、(5)を満足することを特徴とするものである。

30

$$\frac{2.0}{-1.3} < Bf / fw \dots (1-1)$$

$$-1.0 < f2 / fw < -1.5 \dots (2)$$

$$1.0 < fe / fw < 5.0 \dots (5)$$

ただし、

$Bf$  : 広角端における全系の縮小側のバックフォーカス(空気換算距離)

$fw$  : 広角端における全系の焦点距離

$f2$  : 前記変倍の際に移動する複数のレンズ群のうち最も拡大側のレンズ群の焦点距離

$fe$  : 前記最終レンズ群の焦点距離

40

【0011】

上記本発明に係る投写用変倍光学系においては、下記条件式(3)、(4)、(6)のいずれか1つ、あるいは任意の組合せを満足することが好ましい。

$$1.8 < Bf / Im \dots (3)$$

$$-1.0 < f1 / fw < -2.0 \dots (4)$$

$$1.4 < Zr \dots (6)$$

ただし、

$Im$  : 縮小側における最大有効像円直径

$f1$  : 第1レンズ群の焦点距離

$Zr$  : 広角端に対する望遠端の変倍比

50

## 【0012】

また、上記本発明に係る投写用変倍光学系においては、変倍の際に移動する複数のレンズ群は、拡大側から順に、負の屈折力を有するレンズ群と、正の屈折力を有するレンズ群とからなる実質的に2つのレンズ群により構成されるようにしてもよい。

## 【0013】

あるいは、上記本発明に係る投写用変倍光学系においては、変倍の際に移動する複数のレンズ群は、拡大側から順に、負の屈折力を有するレンズ群と、正の屈折力を有するレンズ群と、正の屈折力を有するレンズ群とからなる実質的に3つのレンズ群により構成されるようにしてもよい。

## 【0014】

また、上記本発明に係る投写用変倍光学系においては、最終レンズ群中に絞りが配設され、変倍の全範囲にわたって開口数が一定となるように設定されていることが好ましい。

## 【0015】

また、上記本発明に係る投写用変倍光学系においては、第1レンズ群より縮小側のレンズが全て単レンズであることが好ましい。

## 【0016】

また、上記本発明に係る投写用変倍光学系においては、レンズ群の間隔のみを変更することでズームレンズとなるように構成されていることが好ましい。

## 【0017】

また、上記本発明に係る投写用変倍光学系がズームレンズであるとき、フォーカシングは、第1レンズ群の最も縮小側に配置されたレンズを含む第1レンズ群の一部のみを光軸方向に移動させるインナーフォーカス方式により行うように構成されていることが好ましい。

## 【0018】

本発明に係る投写型表示装置は、光源と、該光源からの光が入射するライトバルブと、該ライトバルブにより光変調された光による光学像をスクリーン上に投写する投写用変倍光学系として上述した本発明の投写用変倍光学系とを備えたことを特徴とするものである。

## 【0019】

なお、本発明の投写用変倍光学系としては、ズームレンズでもよく、バリフォーカルレンズでもよい。

## 【0020】

なお、上記「拡大側」とは、被投写側（スクリーン側）を意味し、縮小投写する場合も、便宜的にスクリーン側を拡大側と称するものとする。一方、上記「縮小側」とは、原画像表示領域側（ライトバルブ側）を意味し、縮小投写する場合も、便宜的にライトバルブ側を縮小側と称するものとする。

## 【0021】

なお、上記「実質的に構成されており」、「実質的に2つのレンズ群により構成される」、「実質的に3つのレンズ群により構成される」とは、構成要素として挙げたレンズ群以外に、実質的にパワーを有さないレンズやレンズ群、絞りやカバーガラス等レンズ以外の光学要素等を含んでもよいことを意味するものである。

## 【0022】

なお、上記「縮小側がテレセントリック」とは、縮小側の像面の任意の点に集光する光束の断面において上側の最大光線と下側の最大光線との二等分角線が光軸と平行に近い状態を指すものであり、完全にテレセントリックな場合、すなわち前記2等分角線が光軸に対して完全に平行な場合に限るものではなく、多少の誤差がある場合をも含むものを意味する。ここで多少の誤差がある場合とは、光軸に対する前記2等分角線の傾きが $\pm 3^\circ$ の範囲内の場合である。

## 【0023】

なお、上記「レンズ群」とは、必ずしも複数のレンズから構成されるものだけでなく、

10

20

30

40

50

1枚のレンズのみで構成されるものも含むものとする。

【0024】

なお、上記「 $l_m$ 」は、例えば、投写用変倍光学系の仕様や、投写用変倍光学系が搭載される装置における仕様によって求めることができる。

【0025】

なお、上記「単レンズ」とは、接合されていない1枚のレンズからなるものを意味する。

【発明の効果】

【0026】

本発明に係る投写用変倍光学系は、拡大側から順に、変倍の際に固定とされる負の屈折力を有する第1レンズ群、変倍の際に移動する複数のレンズ群、変倍の際に固定とされる正の屈折力を有する最終レンズ群が配列されてなり、変倍の際に移動する複数のレンズ群のうち最も拡大側のレンズ群を負レンズ群とし、縮小側がテレセントリックであり、所定の条件式を満足するように構成している。

【0027】

したがって、本発明によれば、全系の大型化を抑制しながら、長いバックフォーカスと高変倍比を有し、広角化が容易で、良好な投写像を取得可能な、汎用性の高い、例えば映画館用途として好適な投写用変倍光学系および投写型表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の実施例1に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図2】本発明の実施例1に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図3】本発明の実施例2に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図4】本発明の実施例2に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図5】本発明の実施例3に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図6】本発明の実施例3に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図7】本発明の実施例4に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図8】本発明の実施例4に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図9】本発明の実施例5に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図10】本発明の実施例5に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図11】本発明の実施例6に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図12】本発明の実施例6に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図13】本発明の実施例7に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図14】本発明の実施例7に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図15】本発明の実施例8に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

10

20

30

40

50

【図 16】本発明の実施例 8 に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図 17】本発明の実施例 9 に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図 18】本発明の実施例 9 に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図 19】本発明の実施例 10 に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図 20】本発明の実施例 10 に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

10

【図 21】本発明の実施例 11 に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図 22】本発明の実施例 11 に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図 23】本発明の実施例 12 に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図 24】本発明の実施例 12 に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図 25】本発明の実施例 13 に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

20

【図 26】本発明の実施例 13 に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図 27】本発明の実施例 14 に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図 28】本発明の実施例 14 に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

【図 29】本発明の実施例 15 に係る投写用変倍光学系のレンズ構成および光線軌跡を示す断面図

【図 30】本発明の実施例 15 に係る投写用変倍光学系の、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す図

30

【図 31】図 31 (A) ~ 図 31 (L) は本発明の実施例 1 に係る投写用変倍光学系の各収差図

【図 32】図 32 (A) ~ 図 32 (L) は本発明の実施例 2 に係る投写用変倍光学系の各収差図

【図 33】図 33 (A) ~ 図 33 (L) は本発明の実施例 3 に係る投写用変倍光学系の各収差図

【図 34】図 34 (A) ~ 図 34 (L) は本発明の実施例 4 に係る投写用変倍光学系の各収差図

【図 35】図 35 (A) ~ 図 35 (L) は本発明の実施例 5 に係る投写用変倍光学系の各収差図

40

【図 36】図 36 (A) ~ 図 36 (L) は本発明の実施例 6 に係る投写用変倍光学系の各収差図

【図 37】図 37 (A) ~ 図 37 (L) は本発明の実施例 7 に係る投写用変倍光学系の各収差図

【図 38】図 38 (A) ~ 図 38 (L) は本発明の実施例 8 に係る投写用変倍光学系の各収差図

【図 39】図 39 (A) ~ 図 39 (L) は本発明の実施例 9 に係る投写用変倍光学系の各収差図

【図 40】図 40 (A) ~ 図 40 (L) は本発明の実施例 10 に係る投写用変倍光学系の各収差図

50

【図41】図41(A)～図41(L)は本発明の実施例11に係る投写用変倍光学系の各収差図

【図42】図42(A)～図42(L)は本発明の実施例12に係る投写用変倍光学系の各収差図

【図43】図43(A)～図43(L)は本発明の実施例13に係る投写用変倍光学系の各収差図

【図44】図44(A)～図44(L)は本発明の実施例14に係る投写用変倍光学系の各収差図

【図45】図45(A)～図45(L)は本発明の実施例15に係る投写用変倍光学系の各収差図

10

【図46】本発明の一実施形態に係る投写型表示装置の概略構成図

【図47】本発明の別の実施形態に係る投写型表示装置の概略構成図

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。まず、図1、図2を参照しながら、本発明の一実施形態に係る投写用変倍光学系について説明する。図1は本発明の実施例1に係る投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成を示す断面図であり、図2は図1に示す投写用変倍光学系を変倍操作させたときの広角端、中間焦点位置および望遠端における、各レンズ群の移動位置を示すものである。図2では、広角端から中間焦点位置、中間焦点位置から望遠端へ変化する際の移動するレンズ群の移動方向を各位置の間の矢印で概略的に示している。図1、図2ともに、軸上および最軸外に関する光線軌跡を合わせて示している。以下、図1、図2に示す構成例を代表例として本発明の実施形態を説明する。

20

【0030】

この投写用変倍光学系は、映画館等で用いられるデジタル映像を映出するための投写型表示装置に搭載可能なものであり、例えばライトバルブに表示された画像情報をスクリーンへ投写する投写レンズとして使用可能である。図1および図2では、図の左側を拡大側、右側を縮小側とし、投写型表示装置に搭載される場合を想定して、色合成プリズム（フィルタ類を含む）等のガラスブロック2a、2bと、ガラスブロック2bの縮小側の面に位置するライトバルブの画像表示面1も合わせて図示している。

30

【0031】

投写型表示装置においては、画像表示面1で画像情報を与えられた光束が、ガラスブロック2a、2bを介して、この投写用変倍光学系に入射され、この投写用変倍光学系により紙面左側方向に配置されるスクリーン（不図示）上に拡大投写されるようになる。

【0032】

なお、図1および図2では、ガラスブロック2bの縮小側の面の位置と画像表示面1の位置とが一致した例を示しているが、必ずしもこれに限定されない。また、図1および図2には、1枚の画像表示面1のみを記載しているが、投写型表示装置において、光源からの光束を色分離光学系により3原色に分離し、各原色用に3つのライトバルブを配設して、フルカラー画像を表示可能とするように構成してもよい。

40

【0033】

本実施形態に係る投写用変倍光学系は、最も拡大側に配置されて変倍の際に固定されている負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、最も縮小側に配置されて変倍の際に固定されている正の屈折力を有する最終レンズ群と、第1レンズ群G1と最終レンズ群との間に配置されて変倍の際に移動する複数のレンズ群（以下、変倍時移動レンズ群という）のみを実質的なレンズ群として有し、全系の縮小側がテレセントリックとなるように構成されている。そして、変倍時移動レンズ群のうち最も拡大側のレンズ群が、負の屈折力を有するように構成されている。

【0034】

このように、最も拡大側の第1レンズ群G1を負レンズ群とすることで、広い画角を得

50

ることに有利となる。そして、第1レンズ群G1を負レンズ群とし、さらに変倍時移動レンズ群のうち最も拡大側のレンズ群も負レンズ群とすることで、広い画角を得ながらも拡大側のレンズ径を適切な大きさに収め、かつ高変倍比を得ることが容易になる。

【0035】

例えば図1、図2に示す例では、拡大側から順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5の5つのレンズ群が配列されて構成されている。このうち、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4の3つのレンズ群が、変倍時移動レンズ群に対応し、第5レンズ群G5が最終レンズ群に対応する。

【0036】

より詳しくは、図1、図2に示す例では、各レンズ群を構成するレンズは、第1レンズ群G1は5枚のレンズ(第1レンズL1~第5レンズL5)からなり、第2レンズ群G2は2枚のレンズ(第6レンズL6、第7レンズL7)からなり、第3レンズ群G3は2枚のレンズ(第8レンズL8、第9レンズL9)からなり、第4レンズ群G4は2枚のレンズ(第10レンズL10、第11レンズL11)からなり、第5レンズ群G5は絞り3と6枚のレンズ(第12レンズL12~第17レンズL17)からなる。ただし、本発明の投写用変倍光学系の各レンズ群を構成するレンズの枚数は必ずしも図1、図2に示す例に限定されない。

【0037】

また、本実施形態の投写用変倍光学系は、下記条件式(1)、(2)を満足するように構成されている。

$$1.5 < Bf / fw \quad \dots \quad (1)$$

$$-1.3 < f2 / fw < -1.5 \quad \dots \quad (2)$$

ただし、

Bf：広角端における全系の縮小側のバックフォーカス(空気換算距離)

fw：広角端における全系の焦点距離

f2：変倍の際に移動する複数のレンズ群のうち最も拡大側のレンズ群の焦点距離

【0038】

条件式(1)は、広角端における全系の焦点距離に対する、全系のバックフォーカスの比の値を規定するものであり、ビームスプリッタや、クロスダイクロイックプリズム、TIRプリズム等の色合成手段としてのガラスブロック等を挿入する適切なスペースを確保することを可能とするものである。すなわち、条件式(1)の下限を下回ると、長いバックフォーカスを確保することが困難になり、レンズ系の縮小側に色合成手段としてのガラスブロック等を挿入することが困難となる。

【0039】

上記条件式(2)は、変倍時移動レンズ群のうち最も拡大側に配置されるレンズ群のパワーを規定するものである。本実施形態においては、変倍時移動レンズ群のうち最も拡大側に配置されるレンズ群は、第2レンズ群G2であるので、以下では変倍時移動レンズ群のうち最も拡大側に配置されるレンズ群を第2レンズ群G2と称して説明することにする。

【0040】

条件式(2)の上限を上回ると、第2レンズ群G2のパワーが強くなり、そのために第2レンズ群G2よりも縮小側の変倍時移動レンズ群のパワーも強くなるので、像面湾曲や色収差の補正が困難になる。条件式(2)の下限を下回ると、第2レンズ群G2のパワーが弱くなり、第2レンズ群G2の変倍時の移動量が大きくなりレンズ系の全長に影響してしまう。レンズ系の全長を許容範囲内に収めようとすると、第2レンズ群G2よりも縮小側の変倍時移動レンズ群の変倍時の移動量が大きくなり、望遠端において変倍時移動レンズ群全域で軸外光線高が高くなるため、変倍時移動レンズ群の径が大きくなってしまふ。

【0041】

また、本実施形態にかかる投写用変倍光学系はさらに以下に述べる構成を適宜選択的に

10

20

30

40

50

有することが好ましい。なお、好ましい態様としては、以下に述べる構成の1つを有するものでもよく、あるいは任意の組合せを有するものでもよい。

【0042】

本実施形態の投写用変倍光学系は、下記条件式(3)~(6)のいずれか1つ、または任意の組合せを満足することが好ましい。

$$1.8 < Bf / Im \quad \dots \quad (3)$$

$$-10.0 < f1 / fw < -2.0 \quad \dots \quad (4)$$

$$1.0 < fe / fw < 5.0 \quad \dots \quad (5)$$

$$1.4 < Zr \quad \dots \quad (6)$$

ただし、

Im : 縮小側における最大有効像円直径

f1 : 第1レンズ群の焦点距離

fe : 最終レンズ群の焦点距離

Zr : 広角端に対する望遠端の変倍比

【0043】

条件式(3)は、バックフォーカスとイメージサークルの大きさの比に関するものである。条件式(3)の下限を下回ると、所望のイメージサークルの大きさを得ながら、レンズ系の縮小側に、ビームスプリッタや、クロスダイクロックプリズム、TIRプリズム等の色合成手段としてのガラスブロック等を挿入する適切なスペースを確保することが困難となる。

【0044】

条件式(4)は、第1レンズ群G1のパワーを規定するものである。条件式(4)の下限を下回ると、拡大側のレンズ外径が大きくなり、広角化が困難になるとともに、長いバックフォーカスを確保することが困難になり、レンズ系の縮小側に色合成手段としてのガラスブロック等を挿入することが困難となる。条件式(4)の上限を上回ると、像面湾曲、ディストーションの補正が困難になる。

【0045】

上記条件式(5)は、全系で最も縮小側に配置されて変倍の際に固定とされる最終レンズ群のパワーを規定するものである。条件式(5)の上限を上回り、最終レンズ群のパワーが弱くなり過ぎると、望遠端での球面収差が大きくなる。条件式(5)の下限を下回り、最終レンズ群のパワーが強くなり過ぎると、球面収差の収差補正が困難になるとともに、拡大側のレンズ外径が大きくなる。

【0046】

条件式(6)は、変倍比を規定するものである。条件式(6)の下限を下回ると、高変倍比が得られず、投写用変倍光学系として使用可能な範囲が狭くなりコストメリットが低下してしまい、本発明が目的とする映画館等の用途の投写用変倍光学系として好適なものと言えなくなる。

【0047】

上記事情から、上記条件式(1)~(6)それぞれに代えて下記条件式(1-1)~(6-1)それぞれを満たすことがより好ましい。

$$2.0 < Bf / fw \quad \dots \quad (1-1)$$

$$-11.5 < f2 / fw < -2.0 \quad \dots \quad (2-1)$$

$$2.2 < Bf / Im \quad \dots \quad (3-1)$$

$$-7.0 < f1 / fw < -2.3 \quad \dots \quad (4-1)$$

$$2.0 < fe / fw < 4.0 \quad \dots \quad (5-1)$$

$$1.5 < Zr \quad \dots \quad (6-1)$$

【0048】

なお、図1に示す例では変倍時移動レンズ群は、3つのレンズ群から構成されているが、変倍時移動レンズ群を、拡大側から順に、負の屈折力を有するレンズ群と、正の屈折力を有するレンズ群とから構成される実質的に2つのレンズ群からなるようにしてもよい。

10

20

30

40

50

変倍時移動レンズ群を上記2つのレンズ群からなるようにした場合は、広い画角を得ながらも拡大側のレンズ径を適切な大きさに収め、かつ高変倍比を得ることが容易になる。

【0049】

一方、変倍時移動レンズ群を、図1に示す例のように、拡大側から順に、負の屈折力を有するレンズ群と、正の屈折力を有するレンズ群と、正の屈折力を有するレンズ群とから構成される実質的に3つのレンズ群からなるようにした場合には、変倍全域で像面湾曲の補正がより容易になる。

【0050】

また、本実施形態の投写用変倍光学系は、最終レンズ群中に絞り3が配設され、変倍の全範囲にわたって開口数が一定となるように設定されていることが好ましい。絞り3は、例えば開口絞りとして機能するものを用いることができる。

10

【0051】

絞り3を変倍時に移動する全てのレンズ群よりも縮小側に配置することで、絞り3が絞り径が変化しない簡素な固定開口により構成されている固定絞りであっても、変倍の際に開口数が一定となり、投写倍率が同じであれば、投写距離に関係なく同じ明るさでスクリーン上に投写することができる。例えば映画館等の室内空間の大きさや形状等に応じて投写距離が変更される際に有効である。

【0052】

なお、絞り3として、絞り径が可変の可変絞りをを用いることも勿論可能である。絞り3が可変絞りの場合には、絞り3を最も縮小側の固定群中に配設することで、絞り3の可変機構を設置することが容易になる。特に、絞り3を最も縮小側の固定群の最も拡大側に配設した場合には、絞り3の可変機構を設置することがより容易になる。

20

【0053】

また、本実施形態の投写用変倍光学系においては、第1レンズ群G1より縮小側の全てのレンズを、接合レンズではなく単レンズにより構成することが好ましい。第1レンズ群G1より縮小側では軸上光束と軸外光束が重なる部分が多いため、投写用変倍光学系が投写型表示装置に搭載されて高出力の光源と併用されたとき、強力な光によってレンズを接合するための接合剤が著しく変質、劣化し、レンズ性能の低下を招くおそれがあるが、接合レンズを用いないことで、このような問題の発生を回避することができる。また、このような問題の発生を極力回避するためには、全系の全てのレンズを、接合レンズではなく

30

【0054】

なお、本実施形態の投写用変倍光学系においては、図1に示す例のように、各レンズ面を全て球面とした非球面を用いない構成が可能であり、このようにした場合は、コスト的に有利となる。勿論、本実施形態の投写用変倍光学系において、非球面を用いる構成も可能であり、その場合はより良好に収差補正を行うことができる。

【0055】

また、本実施形態の投写用変倍光学系においては、レンズ群の間隔のみを変更することでズームレンズとなるように構成してもよい。すなわち、レンズ群の間隔のみを変更することで、ズームレンズからバリフォーカルレンズへ、あるいはバリフォーカルレンズからズームレンズへ変換可能であるように構成してもよい。このような構成によれば、最小限の機構構造変更で異なるフォーカス方式の装置に使用可能となり、コストメリットの高いものとすることができる。

40

【0056】

なお、この投写用変倍光学系がズームレンズである場合、投写距離が変化したときのフォーカシングは、第1レンズ群G1の最も縮小側に配置されたレンズを含む第1レンズ群G1の一部のみを光軸方向に移動させることによって行なうインナーフォーカス方式とすることが好ましい。

【0057】

例えば図1に示す例では、第1レンズ群G1の最も縮小側の1枚のレンズL5を光軸方

50

向に移動させることによりフォーカシングを行うことが可能である。インナーフォーカス方式を採用することで、径が大きく重量の大きな拡大側のレンズを駆動させなくてよいため駆動機構の負担を少なくできるとともに、フォーカス時にレンズ全厚を一定に保つことができる。

【0058】

なお、本発明の投写用変倍光学系においては、フォーカシングを、第1レンズ群G1の全体または縮小側以外の一部を移動させることによって行うことも可能であり、あるいは第1レンズ群G1以外のレンズ群の全体または一部を移動させることによって行なうことも可能である。

【0059】

なお、本発明の目的とする投写用変倍光学系としては、全変倍域でFナンバーが3.0よりも小さな光学系であることが好ましい。また、本発明の目的とする投写用変倍光学系としては、全変倍域でディストーション（歪曲収差）が約2%以下に抑えられていることが好ましい。

【0060】

次に、本発明に係る投写型表示装置の実施形態について、図46および図47を用いて説明する。図46は本発明の一実施形態に係る投写型表示装置の一部を示す概略構成図であり、図47は本発明の別の施形態に係る投写型表示装置の一部を示す概略構成図である。

【0061】

図46に示す投写型表示装置は、各色光に対応したライトバルブとしての反射型表示素子11a~11cと、色分解のためのダイクロイックミラー12、13と、色合成のためのクロスダイクロイックプリズム14と、光路偏向のための全反射ミラー18と、偏光分離プリズム15a~15cを有する照明光学系10を備えている。なお、ダイクロイックミラー12の前段には、図示を省略された光源が配されている。

【0062】

この光源からの白色光はダイクロイックミラー12、13により3つの色光光束（G光、B光、R光）に分解される。分解後の各色光光束はそれぞれ偏光分離プリズム15a~15cを経て、各色光光束それぞれ対応する反射型表示素子11a~11cに入射して光変調され、クロスダイクロイックプリズム14により色合成された後、上述の実施形態に係る投写用変倍光学系19に入射する。この入射光による光学像が投写用変倍光学系19により、図示されないスクリーン上に投写される。

【0063】

一方、図47に示す他の実施形態に係る投写型表示装置は、各色光に対応したライトバルブとしての反射型表示素子21a~21cと、色分解および色合成のためのTIR（Total Internal Reflection）プリズム24a~24cと、偏光分離プリズム25を有する照明光学系20を備えている。なお、偏光分離プリズム25の前段には、図示を省略された光源が配されている。

【0064】

この光源からの白色光は偏光分離プリズム25を経た後、TIRプリズム24a~24cにより3つの色光光束（G光、B光、R光）に分解される。分解後の各色光光束はそれぞれ対応する反射型表示素子21a~21cに入射して光変調され、再びTIRプリズム24a~24cを逆向きに進行して色合成された後、偏光分離プリズム25を透過して、上述の実施形態に係る投写用変倍光学系29に入射する。この入射光による光学像が投写用変倍光学系29により、図示されないスクリーン上に投写される。

【0065】

なお、反射型表示素子11a~11c、21a~21cとしては、例えば反射型液晶表示素子やDMD等を用いることができる。図46および図47ではライトバルブとして反射型表示素子を用いた例を示したが、本発明の投写型表示装置が備えるライトバルブは、これに限られるものではなく、透過型液晶表示素子等の透過型表示素子を用いてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 6 】

次に、本発明の投写用変倍光学系の具体的な実施例について説明する。以下に述べる実施例 1 ~ 15 はバリフォーカルレンズとして構成されているが、実施例 1、13 は後で変形例として説明するように、レンズ群の間隔のみを変更することでズームレンズとして使用できるように構成されている。実施例 1 ~ 15 をバリフォーカルレンズとして使用する際は、変倍時または投写距離が変化したときのフォーカシングは、全系を一体的に光軸方向に移動させることによって行う全体繰り出し方式により行われる。

## 【 0 0 6 7 】

## &lt; 実施例 1 &gt;

図 1、図 2 にそれぞれ実施例 1 の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。なお、図 1 および図 2 に示す構成は、縮小倍率が - 0 . 0 0 2 倍のときのものである。図 1、図 2 についての詳細な説明は上述した通りであるのでここでは重複説明を一部省略する。

10

## 【 0 0 6 8 】

実施例 1 の投写用変倍光学系は、拡大側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 が配列された 5 群構成であり、縮小側がテレセントリックとされており、第 5 レンズ群 G 5 の縮小側には、反射型液晶表示パネル等からなるライトバルブの画像表示面 1 および色合成プリズム（赤外線カットフィルタやローパスフィルタ等のフィルタを含む）等のガラスブロック 2 a、2 b が配置されている。

20

## 【 0 0 6 9 】

変倍時には、第 1 レンズ群 G 1 と第 5 レンズ群 G 5 は固定されており、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 は可動とされ、その可動態様は図 2 に表されている。また、第 5 レンズ群 G 5 中に絞り 3 が配設され、変倍の全範囲にわたって開口数が一定となるように設定されている。

## 【 0 0 7 0 】

第 1 レンズ群 G 1 は、拡大側より順に、拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる第 1 レンズ L 1 と、縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第 2 レンズ L 2 と、縮小側に凹面を向けた平凹レンズよりなる第 3 レンズ L 3 と、両凹レンズよりなる第 4 レンズ L 4 と、縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる第 5 レンズ L 5 とから構成されている。

30

## 【 0 0 7 1 】

第 2 レンズ群 G 2 は、拡大側より順に、両凹レンズよりなる第 6 レンズ L 6 と、両凸レンズよりなる第 7 レンズ L 7 とから構成されている。第 3 レンズ群 G 3 は、拡大側より順に、縮小側に凸面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第 8 レンズ L 8 と、両凸レンズよりなる第 9 レンズ L 9 とから構成されている。第 4 レンズ群 G 4 は、拡大側より順に、拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第 10 レンズ L 10 と、両凸レンズよりなる第 11 レンズ L 11 とから構成されている。

## 【 0 0 7 2 】

第 5 レンズ群 G 5 は、拡大側より順に、絞り（開口および可変絞りを含む）3 と、拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる第 12 レンズ L 12 と、拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第 13 レンズ L 13 と、両凹レンズよりなる第 14 レンズ L 14 と、両凸レンズよりなる第 15 レンズ L 15 と、両凸レンズよりなる第 16 レンズ L 16 と、両凸レンズよりなる第 17 レンズ L 17 とから構成されている。

40

## 【 0 0 7 3 】

実施例 1 の投写用変倍光学系は、全てのレンズが接合されていない単レンズからなる。また、全てのレンズ面が球面とされており、非球面を用いていないので、コスト的に有利である。

## 【 0 0 7 4 】

50

表 1 の上段の表に実施例 1 の投写用変倍光学系の基本レンズデータを示す。表 1 には絞り 3、ガラスブロック 2 a、2 b も含めて示している。表 1 において、 $S_i$  の欄には最も拡大側の構成要素の拡大側の面を 1 番目として縮小側に向かうに従い順次増加するように構成要素に面番号を付したときの  $i$  番目 ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) の面番号を示す。 $R_i$  の欄には  $i$  番目の面の曲率半径を示し、 $D_i$  の欄には  $i$  番目の面と  $i + 1$  番目の面との光軸 Z 上の面間隔を示している。また、 $N_{d_j}$  の欄には最も拡大側の構成要素を 1 番目として縮小側に向かうに従い順次増加する  $j$  番目 ( $j = 1, 2, 3, \dots$ ) の構成要素の d 線 (波長  $587.6 \text{ nm}$ ) に対する屈折率を示し、 $d_j$  の欄には  $j$  番目の構成要素の d 線に対するアッペ数を示している。

【 0 0 7 5 】

10

ただし、曲率半径の符号は、面形状が拡大側に凸の場合を正、縮小側に凸の場合を負としている。第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間隔、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間隔、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 の間隔は、変倍時に変化する可変間隔であり、これらの間隔に相当する欄にはそれぞれ (可変 1)、(可変 2)、(可変 3)、(可変 4) と記入している。

【 0 0 7 6 】

表 1 の下段の表に広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔 (可変 1)、(可変 2)、(可変 3)、(可変 4) の値をそれぞれ示す。また、表 1 の一番上に、実施例 1 の投写用変倍光学系の F ナンバー  $F_{no.}$  と全画角  $2\theta$  を示す。

【 0 0 7 7 】

20

【表 1】

実施例1

$Fno.=2.50, 2\omega=45.6^\circ \sim 26.6^\circ$

Si	Ri	Di	Ngj	$\nu_{dj}$
1	17.4798	5.6336	1.48749	70.23
2	113.1727	0.0837		
3	35.5854	0.8779	1.61800	63.33
4	14.4207	3.4144		
5	$\infty$	0.7521	1.49700	81.61
6	16.3592	3.0968		
7	-39.6094	0.6292	1.63854	55.38
8	29.5664	3.7072		
9	-138.6589	1.7421	1.77250	49.60
10	-24.5100	(可変 1)		
11	-32.9866	0.6338	1.58913	61.14
12	22.9127	3.5374		
13	54.5180	1.7938	1.51742	52.43
14	-31.8473	(可変 2)		
15	-25.2843	0.6623	1.80000	29.84
16	-37.6407	0.0829		
17	57.4224	1.5506	1.61800	63.33
18	-57.4224	(可変 3)		
19	55.1941	0.6726	1.83400	37.16
20	25.5990	0.1218		
21	28.1906	2.9383	1.49700	81.61
22	-28.1906	(可変 4)		
23(絞り)	$\infty$	1.8302		
24	21.8886	0.9196	1.80518	25.42
25	44.0144	7.8337		
26	16.6537	0.4139	1.83400	37.16
27	10.3633	5.6212		
28	-9.4518	0.4145	1.83481	42.71
29	38.9213	0.0099		
30	39.9686	2.2431	1.49700	81.61
31	-13.0395	0.2529		
32	83.6658	2.8378	1.49700	81.61
33	-12.5683	0.0948		
34	28.8419	1.9689	1.49700	81.61
35	-35.9180	4.3462		
36	$\infty$	24.1110	1.51633	64.14
37	$\infty$	0.6209	1.50847	61.19
38	$\infty$			

10

20

30

	焦点距離	(可変 1)	(可変 2)	(可変 3)	(可変 4)
広角端	10.00	19.7513	10.9381	1.2940	0.2476
中間	14.47	7.9330	8.2791	2.0235	13.9955
望遠端	17.45	1.5877	8.6589	0.4129	21.5714

【0078】

なお、表1のデータは、広角端における投写用変倍光学系の全系の焦点距離を10.0として規格化したときの値である。また、表1では所定の桁でまるめた数値を記載している。

【0079】

図31(A)~図31(D)にそれぞれ、広角端における実施例1の投写用変倍光学系の球面収差、非点収差、ディストーション(歪曲収差)、倍率色収差(倍率の色収差)の各収差図を示す。図31(E)~図31(H)にそれぞれ、中間焦点位置における実施例1の投写用変倍光学系の球面収差、非点収差、ディストーション(歪曲収差)、倍率色収差(倍率の色収差)の各収差図を示す。図31(I)~図31(L)にそれぞれ、望遠端における実施例1の投写用変倍光学系の球面収差、非点収差、ディストーション(歪曲収差)、倍率色収差(倍率の色収差)の各収差図を示す。

40

【0080】

図31(A)~図31(L)の各収差図は、d線を基準としたものであるが、球面収差図では、F線(波長波長486.1nm)、C線(波長656.3nm)に関する収差も

50

示しており、倍率色収差図では、F線、C線に関する収差を示している。また、非点収差図ではサジタル方向、タンジェンシャル方向に関する収差をそれぞれ実線、破線で示している。球面収差図の縦軸上方に記載のFはFナンバー、その他の収差図の縦軸上方に記載の $\theta$ は半画角を意味する。なお、図31(A)~図31(L)の収差図は、縮小倍率が-0.002倍のときのものである。

【0081】

上述した実施例1のレンズ構成図、レンズ群配置図、表および収差図の記号、意味、記載方法は、特に断りがない限り、以下の実施例2~15のものについても基本的に同様である。また、上述した実施例1のレンズ構成図、レンズ群配置図、収差図が縮小倍率-0.002倍のときのものである点、基本レンズデータが焦点距離が10.0で規格化されている点も以下の実施例2~15のものについても同様である。

10

【0082】

<実施例2>

図3、図4にそれぞれ実施例2の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例2に係る投写用変倍光学系は、実施例1に係る投写用変倍光学系と略同様の構成とされているが、第1レンズ群G1の第5レンズL5が両凸レンズよりなる点、第2レンズ群G2の第7レンズL7が縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる点において相違している。

【0083】

20

実施例2の投写用変倍光学系のFナンバーFno.と全画角 $2\theta$ を表2の一番上に示し、基本レンズデータを表2の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表2の下段の表にそれぞれ示す。また、図32(A)~図32(L)にそれぞれ、実施例2の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

【0084】

【表 2】

## 実施例2

Fno.=2.50, 2 $\omega$ =45.6° ~26.6°

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
1	24.2600	4.7187	1.48749	70.23
2	340.5666	2.0335		
3	25.4311	0.5175	1.49700	81.61
4	13.8459	3.2277		
5	$\infty$	0.2482	1.49700	81.61
6	15.8079	2.9984		
7	-38.0538	0.2484	1.80000	29.84
8	31.1538	3.0719		
9	196.0048	2.1052	1.71736	29.52
10	-25.9771	(可変 1)		
11	-26.4992	0.4857	1.58913	61.14
12	31.0597	2.6396		
13	-163.3827	2.5981	1.51742	52.43
14	-23.1212	(可変 2)		
15	-27.1227	0.6624	1.74000	28.30
16	-53.6491	0.0828		
17	70.5615	2.0110	1.52249	59.84
18	-29.3067	(可変 3)		
19	33.4845	0.6728	1.83400	37.16
20	21.1184	0.0384		
21	21.5587	2.9905	1.49700	81.61
22	-39.2959	(可変 4)		
23(絞リ)	$\infty$	0.4145		
24	19.1797	0.9127	1.80518	25.42
25	33.2855	8.3432		
26	17.6560	0.4140	1.83400	37.16
27	10.4495	6.9867		
28	-9.6692	0.3104	1.83481	42.71
29	33.7738	0.0102		
30	34.5594	2.2749	1.49700	81.61
31	-13.3615	0.2070		
32	75.0517	2.9316	1.49700	81.61
33	-12.2832	0.0824		
34	24.5412	1.8522	1.49700	81.61
35	-57.3297	4.3472		
36	$\infty$	24.1164	1.51633	64.14
37	$\infty$	0.6210	1.50847	61.19
38	$\infty$			

10

20

30

	焦点距離	(可変 1)	(可変 2)	(可変 3)	(可変 4)
広角端	10.00	21.8301	10.2715	0.2070	0.2068
中間	14.47	8.0961	7.9584	4.2559	12.2050
望遠端	17.45	1.2341	8.0965	4.4275	18.7573

## 【0085】

&lt; 実施例 3 &gt;

40

図 5、図 6 にそれぞれ実施例 3 の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例 3 に係る投写用変倍光学系は、実施例 1 に係る投写用変倍光学系と略同様の構成とされているが、第 1 レンズ群 G 1 の第 5 レンズ L 5 が両凸レンズよりなる点、第 2 レンズ群 G 2 の第 7 レンズ L 7 が縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる点において相違している。

## 【0086】

実施例 3 の投写用変倍光学系の F ナンバー Fno. と全画角  $2\omega$  を表 3 の一番上に示し、基本レンズデータを表 3 の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表 3 の下段の表にそれぞれ示す。また、図 33(A) ~

50

図 3 3 ( L ) にそれぞれ、実施例 3 の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

【 0 0 8 7 】

【 表 3 】

実施例 3

Fno.=2.50, 2ω=49.2° ~29.0°

Si	Ri	Di	Ndj	γ dj
1	30.5719	4.0949	1.48749	70.23
2	366.5598	1.3692		
3	31.9920	0.5650	1.49700	81.61
4	15.2357	3.6863		
5	∞	0.2713	1.49700	81.61
6	18.9551	3.4060		
7	-37.8057	0.3524	1.80000	29.84
8	47.3831	2.2292		
9	491.1618	3.1212	1.71736	29.52
10	-26.4287	(可変 1)		
11	-28.7667	1.8081	1.58913	61.14
12	41.2062	4.1904		
13	-154.6014	2.9101	1.51742	52.43
14	-23.4983	(可変 2)		
15	-28.4019	0.7232	1.74000	28.30
16	-62.5855	0.0904		
17	83.7273	2.2434	1.52249	59.84
18	-29.9507	(可変 3)		
19	32.5365	0.7345	1.83400	37.16
20	22.4006	0.0380		
21	22.8149	2.9376	1.49700	81.61
22	-71.4494	(可変 4)		
23(絞り)	∞	0.4520		
24	17.3899	1.0430	1.80518	25.42
25	27.8819	7.8781		
26	17.7725	0.4520	1.83400	37.16
27	10.6152	7.9073		
28	-10.2014	0.3391	1.83481	42.71
29	30.5797	0.0112		
30	31.1813	2.6386	1.49700	81.61
31	-14.1901	0.2260		
32	69.4417	3.3776	1.49700	81.61
33	-12.8988	0.0903		
34	26.5995	1.9313	1.49700	81.61
35	-79.7029	4.7462		
36	∞	26.3302	1.51633	64.14
37	∞	0.6780	1.50847	61.19
38	∞			

10

20

30

	焦点距離	(可変 1)	(可変 2)	(可変 3)	(可変 4)
広角端	10.00	19.5273	15.8089	5.0358	0.2255
中間	14.48	10.0256	8.7056	8.3965	13.4697
望遠端	17.46	1.7498	8.7251	9.8397	20.2828

40

【 0 0 8 8 】

< 実施例 4 >

図 7、図 8 にそれぞれ実施例 4 の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例 4 に係る投写用変倍光学系は、第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 5 レンズ群 G 5 の各レンズ群の屈折力の符号、変倍時の固定群、移動群については、実施例 1 に係る投写用変倍光学系の構成と同様とされているが、各レンズ群が有するレンズの構成が以下に述べるように実施例 1 のものと相違している。

【 0 0 8 9 】

50

第1レンズ群G1は、拡大側より順に、拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる第1レンズL1と、縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第2レンズL2と、縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第3レンズL3と、両凹レンズよりなる第4レンズL4と、拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第5レンズL5と、両凸レンズよりなる第6レンズL6とから構成されている。第5レンズL5と第6レンズL6とは接合されている。

【0090】

第2レンズ群G2は、両凹レンズよりなる第7レンズL7から構成されている。第3レンズ群G3は、縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる第8レンズL8から構成されている。第4レンズ群G4は、拡大側より順に、両凸レンズよりなる第9レンズL9と、拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第10レンズL10と、両凸レンズよりなる第11レンズL11とから構成されている。

10

【0091】

第5レンズ群G5は、拡大側より順に、拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第12レンズL12と、絞り（開口および可変絞りを含む）3と、拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる第13レンズL13と、拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第14レンズL14と、両凸レンズよりなる第15レンズL15と、両凹レンズよりなる第16レンズL16と、両凸レンズよりなる第17レンズL17と、両凸レンズよりなる第18レンズL18とから構成されている。

【0092】

20

実施例4の投写用変倍光学系は、第1レンズ群G1より縮小側の全てのレンズが接合されていない単レンズからなる。また、全てのレンズ面が球面とされており、非球面を用いていないので、コスト的に有利である。

【0093】

実施例4の投写用変倍光学系のFナンバーFno.と全画角 $2\omega$ を表4の一番上に示し、基本レンズデータを表4の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表4の下段の表にそれぞれ示す。また、図34(A)~図34(L)にそれぞれ、実施例4の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

【0094】

【表 4】

## 実施例4

Fno.=2.49,  $2\omega=62.8^\circ \sim 43.4^\circ$ 

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
1	44.6090	4.1518	1.51633	64.14
2	205.8109	0.1514		
3	31.8049	1.2719	1.71300	53.87
4	17.5005	4.6255		
5	84.8909	1.0902	1.61800	63.33
6	21.0943	4.3438		
7	-64.9333	0.8479	1.77250	49.60
8	35.0921	6.0713		
9	257.4667	1.1568	1.62588	35.70
10	27.8784	5.8884	1.74320	49.34
11	-34.1683	(可変 1)		
12	-41.2069	0.9388	1.48749	70.23
13	49.3014	(可変 2)		
14	-56.2615	1.2113	1.60342	38.03
15	-43.6332	(可変 3)		
16	38.5260	2.8749	1.48749	70.23
17	-139.5180	0.9084		
18	51.4520	1.0205	1.80518	25.42
19	28.8501	0.4856		
20	34.2926	3.0963	1.48749	70.23
21	-81.4870	(可変 4)		
22	1480.2720	0.7571	1.61800	63.33
23	22.3263	5.2903		
24(絞り)	$\infty$	1.0107		
25	26.6157	1.8762	1.75520	27.51
26	278.8295	19.7493		
27	22.6656	0.6057	1.80400	46.57
28	16.8399	3.8491		
29	40.0569	3.2467	1.49700	81.54
30	-23.1167	0.4821		
31	-17.6750	0.5936	1.83400	37.16
32	34.2588	0.1517		
33	39.7228	3.4865	1.49700	81.54
34	-27.1199	0.3025		
35	38.4529	4.4873	1.49700	81.54
36	-21.1982	6.4763		
37	$\infty$	35.2799	1.51633	64.14
38	$\infty$	0.9085	1.50847	61.19
39	$\infty$			

	焦点距離	(可変 1)	(可変 2)	(可変 3)	(可変 4)
広角端	10.00	14.0090	4.5432	22.3053	1.2112
中間	12.31	9.5536	13.8208	6.6203	12.0740
望遠端	15.16	0.6442	16.9588	0.4538	24.0119

## 【 0 0 9 5 】

&lt; 実施例 5 &gt;

図 9、図 10 にそれぞれ実施例 5 の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例 5 に係る投写用変倍光学系は、実施例 4 に係る投写用変倍光学系と略同様の構成とされているが、第 1 レンズ群 G 1 の第 5 レンズ L 5 が両凹レンズよりなる点、第 3 レンズ群 G 3 の第 8 レンズ L 8 が両凸レンズよりなる点、第 4 レンズ群 G 4 の第 10 レンズ L 10 が両凹レンズよりなる点、第 5 レンズ群 G 5 の第 12 レンズ L 12 が両凹レンズよりなる点、第 5 レンズ群 G 5 の第 13 レンズ L 13 が両凸レンズよりなる点において相違している。

10

20

30

40

50

【0096】

実施例5の投写用変倍光学系のFナンバーFno.と全画角2ωを表5の一番上に示し、基本レンズデータを表5の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表5の下段の表にそれぞれ示す。また、図35(A)~図35(L)にそれぞれ、実施例5の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

【0097】

【表5】

実施例5

Fno.=2.48, 2ω=62.8° ~43.4°

10

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	42.5017	4.2988	1.51633	64.14
2	187.0723	0.1514		
3	32.2705	1.2720	1.71300	53.87
4	18.2209	4.4855		
5	87.7631	1.1508	1.61800	63.33
6	22.7541	3.2552		
7	-1364.2849	0.9691	1.80518	25.42
8	32.8880	4.8142		
9	-43.8508	1.1508	1.62299	58.16
10	41.3549	4.2464	1.78590	44.20
11	-36.7718	(可変1)		
12	-41.2529	0.9389	1.49700	81.54
13	36.1369	(可変2)		
14	4148.8695	2.0172	1.56732	42.82
15	-37.4794	(可変3)		
16	44.8317	3.5723	1.48749	70.23
17	-40.0222	0.1514		
18	-82.5462	1.0206	1.64769	33.79
19	27.8924	0.1514		
20	29.9056	3.4766	1.63854	55.38
21	-96.4925	(可変4)		
22	-131.4182	0.7571	1.61800	63.33
23	23.6253	1.2899		
24(絞リ)	∞	1.5969		
25	28.3701	2.2272	1.71736	29.52
26	-119.3088	22.2961		
27	28.7690	0.7571	1.80610	40.92
28	19.4916	0.8900		
29	36.2914	3.2853	1.49700	81.54
30	-25.3192	1.6682		
31	-18.6130	0.7571	1.83400	37.16
32	32.7187	0.1514		
33	37.2398	3.6659	1.49700	81.54
34	-26.7447	0.3029		
35	36.8106	4.6967	1.49700	81.54
36	-21.8000	6.4799		
37	∞	35.2824	1.51633	64.14
38	∞	0.9086	1.50847	61.19
39	∞			

20

30

40

	焦点距離	(可変1)	(可変2)	(可変3)	(可変4)
広角端	10.00	20.2354	2.4923	22.6972	1.2114
中間	12.31	11.3766	4.5220	18.0744	12.6634
望遠端	15.16	1.8835	6.8056	14.2808	23.6666

【0098】

<実施例6>

図11、図12にそれぞれ実施例6の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例6

50

に係る投写用変倍光学系は、実施例 4 に係る投写用変倍光学系と略同様の構成とされているが、第 1 レンズ群 G 1 の第 4 レンズ L 4 が拡大側に平面を向けた平凹レンズよりなる点、第 1 レンズ群 G 1 の第 5 レンズ L 5 が両凹レンズよりなる点、第 3 レンズ群 G 3 の第 8 レンズ L 8 が両凸レンズよりなる点、第 4 レンズ群 G 4 の第 10 レンズ L 10 が両凹レンズよりなる点、第 5 レンズ群 G 5 の第 12 レンズ L 12 が拡大側に平面を向けた平凹レンズよりなる点、絞り 3 が第 13 レンズ L 13 の縮小側の面に設けられている点において相違している。

【 0 0 9 9 】

実施例 6 の投写用変倍光学系の F ナンバー  $Fno.$  と全画角  $2\omega$  を表 6 の一番上に示し、基本レンズデータを表 6 の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表 6 の下段の表にそれぞれ示す。また、図 36 ( A ) ~ 図 36 ( L ) にそれぞれ、実施例 6 の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

【 0 1 0 0 】

【表 6】

## 実施例6

Fno.=2.46,  $2\omega=62.8^\circ \sim 43.4^\circ$ 

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
1	44.1363	4.2172	1.48749	70.23
2	210.2475	0.1514		
3	32.3507	1.2718	1.71300	53.87
4	17.8497	3.9714		
5	51.9764	1.1507	1.61800	63.33
6	22.6570	3.2949		
7	$\infty$	0.9690	1.80518	25.42
8	32.0860	5.06955		
9	-40.3252	1.1507	1.49700	81.54
10	45.4084	4.3719	1.56732	42.82
11	-31.3197	(可変 1)		
12	-38.8168	0.9387	1.49700	81.54
13	36.0398	(可変 2)		
14	409.5495	2.3266	1.51633	64.14
15	-34.8947	(可変 3)		
16	45.7200	3.8823	1.48749	70.23
17	-36.8140	0.3301		
18	-69.6730	1.0205	1.60342	38.03
19	25.4405	0.1502		
20	26.9583	3.7572	1.62041	60.29
21	-108.7469	(可変 4)		
22	$\infty$	0.7570	1.61800	63.33
23	23.0494	1.6611		
24	25.1282	1.9273	1.76182	26.52
25(絞り)	204.5487	24.3704		
26	28.5168	0.7570	1.83400	37.16
27	20.0685	0.8560		
28	37.2483	2.8562	1.49700	81.54
29	-37.2491	1.9760		
30	-20.0979	0.7570	1.74950	35.33
31	34.9883	0.1718		
32	40.9108	3.6193	1.49700	81.54
33	-26.6298	0.3023		
34	34.1487	4.4594	1.49700	81.54
35	-25.1862	6.4770		
36	$\infty$	35.2779	1.51633	64.14
37	$\infty$	0.9084	1.50847	61.19
38	$\infty$			

10

20

30

	焦点距離	(可変 1)	(可変 2)	(可変 3)	(可変 4)
広角端	10.00	23.7279	2.9786	17.6719	1.2111
中間	12.31	14.8699	4.9202	13.0477	12.7517
望遠端	15.16	5.5626	7.1188	9.0321	23.8760

40

## 【0101】

&lt; 実施例 7 &gt;

図 1 3、図 1 4 にそれぞれ実施例 7 の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例 7 に係る投写用変倍光学系は、実施例 4 に係る投写用変倍光学系と略同様の構成とされているが、第 4 レンズ群 G 4 の第 1 1 レンズ L 1 1 が拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる点において相違している。

## 【0102】

実施例 7 の投写用変倍光学系の F ナンバー Fno. と全画角  $2\omega$  を表 7 の一番上に示し、基本レンズデータを表 7 の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全

50

系の焦点距離、各可変間隔の値を表7の下段の表にそれぞれ示す。また、図37(A)~  
図37(L)にそれぞれ、実施例7の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

【0103】

【表7】

実施例7

$Fno.=2.50$ ,  $2\omega=62.2^\circ \sim 43.0^\circ$

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu_{dj}$
1	40.7791	4.5573	1.48749	70.23
2	216.2678	0.1497		
3	33.0429	1.2576	1.61800	63.33
4	15.871	5.2943		
5	167.7705	1.0779	1.61800	63.33
6	18.2551	4.6726		
7	-48.459	0.8384	1.77250	49.60
8	36.4235	1.64133		
9	27.0783	1.1438	1.80518	25.42
10	18.4794	7.7009	1.56732	42.82
11	-27.8512	(可変1)		
12	-31.5151	0.9282	1.56384	60.67
13	69.1095	(可変2)		
14	-46.9436	2.1153	1.51742	52.43
15	-31.6058	(可変3)		
16	56.6095	3.1720	1.49700	81.61
17	-49.1548	0.1465		
18	88.8389	1.0091	1.75520	27.51
19	28.6964	0.0984		
20	30.0492	3.0710	1.74320	49.34
21	1044.9703	(可変4)		
22	99.8123	0.7486	1.48749	70.23
23	20.9293	1.3722		
24(絞リ)	$\infty$	7.3986		
25	25.4958	2.2186	1.69895	30.13
26	918.1326	14.2754		
27	26.8003	0.5988	1.48749	70.23
28	13.2243	4.0701		
29	45.8951	4.4895	1.49700	81.61
30	-13.7727	0.2782		
31	-12.678	0.5869	1.83400	37.16
32	34.9578	0.4349		
33	53.7178	2.9066	1.49700	81.61
34	-27.123	0.0899		
35	47.0731	5.0170	1.49700	81.61
36	-16.0495	6.3175		
37	$\infty$	34.8824	1.51633	64.14
38	$\infty$	0.8983	1.50847	61.19
39	$\infty$			

	焦点距離	(可変1)	(可変2)	(可変3)	(可変4)
広角端	10.00	23.5793	2.7621	14.3148	1.1958
中間	13.20	9.2758	7.3108	7.9050	17.4104
望遠端	15.16	1.0456	8.6182	6.8364	25.3518

【0104】

<実施例8>

図15、図16にそれぞれ実施例8の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例8に係る投写用変倍光学系は、実施例4に係る投写用変倍光学系と略同様の構成とされているが、第1レンズ群G1の第4レンズL4が拡大側に平面を向けた平凹レンズよりなる点、第5レンズL5が両凹レンズよりなる点と、第3レンズ群G3の第8レンズL8が両凸

10

20

30

40

50

レンズよりなる点、第4レンズ群G4の第10レンズL10が両凹レンズよりなる点、第5レンズ群G5の第12レンズL12が拡大側に平面を向けた平凹レンズよりなる点において相違している。

【0105】

実施例8の投写用変倍光学系のFナンバーFno.と全画角2ωを表8の一番上に示し、基本レンズデータを表8の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表8の下段の表にそれぞれ示す。また、図38(A)~図38(L)にそれぞれ、実施例8の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

【0106】

【表8】

10

実施例8

Fno.=2.50, 2ω=62.2° ~43.4°

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	43.6785	4.2525	1.48749	70.23
2	208.3442	0.1514		
3	32.9280	1.2721	1.71300	53.87
4	17.8699	3.9534		
5	51.4768	1.1510	1.61800	63.33
6	23.0431	3.2607		
7	∞	0.9692	1.80518	25.42
8	31.8946	5.47926		
9	-41.6211	1.1510	1.49700	81.54
10	45.8932	4.3161	1.56732	42.82
11	-31.5477	(可変1)		
12	-39.3762	0.9389	1.49700	81.54
13	35.0884	(可変2)		
14	456.3834	2.3119	1.51633	64.14
15	-35.0956	(可変3)		
16	46.0257	3.8863	1.48749	70.23
17	-36.7160	0.2931		
18	-72.9339	1.0207	1.60342	38.03
19	24.8746	0.1277		
20	26.2264	3.7989	1.62041	60.29
21	-116.5405	(可変4)		
22	∞	0.7572	1.61800	63.33
23	22.7748	1.6679		
24(絞り)	∞	0.0000		
25	24.8323	1.9392	1.76182	26.52
26	199.8094	24.1936		
27	28.5748	0.7572	1.83400	37.16
28	20.0323	0.8645		
29	37.6272	2.8294	1.49700	81.54
30	-37.6272	1.9935		
31	-19.9589	0.7572	1.74950	35.33
32	34.3304	0.1510		
33	39.2197	3.6844	1.49700	81.54
34	-26.1446	0.3029		
35	34.1567	4.4604	1.49700	81.54
36	-25.1921	6.5365		
37	∞	35.2861	1.51633	64.14
38	∞	0.9087	1.50847	61.19
39	∞			

20

30

40

	焦点距離	(可変1)	(可変2)	(可変3)	(可変4)
広角端	10.00	23.4433	3.3226	17.4265	1.2092
中間	12.31	14.4809	5.1707	13.0168	12.7332
望遠端	15.16	5.1583	7.3011	9.0954	23.8468

50

## 【 0 1 0 7 】

## &lt; 実施例 9 &gt;

図 17、図 18 にそれぞれ実施例 9 の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例 9 に係る投写用変倍光学系は、第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 5 レンズ群 G 5 の各レンズ群の屈折力の符号、変倍時の固定群、移動群については、実施例 1 に係る投写用変倍光学系の構成と同様とされているが、各レンズ群が有するレンズの構成が以下に述べるように実施例 1 のものと相違している。

## 【 0 1 0 8 】

第 1 レンズ群 G 1 は、拡大側より順に、両凸レンズよりなる第 1 レンズ L 1 と、縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第 2 レンズ L 2 と、縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第 3 レンズ L 3 と、両凹レンズよりなる第 4 レンズ L 4 と、両凹レンズよりなる第 5 レンズ L 5 と、両凸レンズよりなる第 6 レンズ L 6 とから構成されている。第 5 レンズ L 5 と第 6 レンズ L 6 とは接合されている。

10

## 【 0 1 0 9 】

第 2 レンズ群 G 2 は、両凹レンズよりなる第 7 レンズ L 7 から構成されている。第 3 レンズ群 G 3 は、両凸レンズよりなる第 8 レンズ L 8 から構成されている。第 4 レンズ群 G 4 は、拡大側より順に、両凸レンズよりなる第 9 レンズ L 9 と、拡大側に凹面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第 10 レンズ L 10 と、両凸レンズよりなる第 11 レンズ L 11 とから構成されている。

20

## 【 0 1 1 0 】

第 5 レンズ群 G 5 は、拡大側より順に、絞り（開口および可変絞りを含む）3 と、両凹レンズよりなる第 12 レンズ L 12 と、拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる第 13 レンズ L 13 と、両凸レンズよりなる第 14 レンズ L 14 と、両凹レンズよりなる第 15 レンズ L 15 と、両凸レンズよりなる第 16 レンズ L 16 と、両凸レンズよりなる第 17 レンズ L 17 と、両凸レンズよりなる第 18 レンズ L 18 とから構成されている。

## 【 0 1 1 1 】

実施例 9 の投写用変倍光学系は、第 1 レンズ群 G 1 より縮小側の全てのレンズが接合されていない単レンズからなる。また、全てのレンズ面が球面とされており、非球面を用いていないので、コスト的に有利である。

30

## 【 0 1 1 2 】

実施例 9 の投写用変倍光学系の F ナンバー  $F_{no.}$  と全画角  $2\omega$  を表 9 の一番上に示し、基本レンズデータを表 9 の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表 9 の下段の表にそれぞれ示す。また、図 39 (A) ~ 図 39 (L) にそれぞれ、実施例 9 の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

## 【 0 1 1 3 】

【表 9】

実施例9

Fno.=2.50, 2ω=50.6° ~ 32.0°

Si	RI	Di	Ndj	ν dj
1	52.7511	3.7664	1.51633	64.14
2	-179.0013	0.1304		
3	41.9573	1.0955	1.49700	81.54
4	17.5693	3.0706		
5	73.2743	0.9390	1.49700	81.54
6	22.6200	4.2524		
7	-26.6171	0.7303	1.80518	25.42
8	48.6226	2.9822		
9	-73.6070	0.7971	1.48749	70.23
10	62.6373	3.7971	1.80610	33.27
11	-27.1619	(可変 1)		
12	-21.3014	0.8085	1.48749	70.23
13	42.5918	(可変 2)		
14	55.2070	6.9495	1.78590	44.20
15	-34.1978	(可変 3)		
16	199.8885	3.2610	1.51633	64.14
17	-30.1092	0.1304		
18	-28.2750	0.8790	1.75520	27.51
19	-182.1918	3.4555		
20	91.3653	3.2603	1.49700	81.54
21	-43.7151	(可変 4)		
22(絞り)	∞	3.8397		
23	-30.5677	0.5216	1.51633	64.14
24	12.1529	0.1454		
25	13.5053	3.2603	1.76182	26.52
26	36.8959	10.1472		
27	58.9625	3.2603	1.49700	81.54
28	-13.6149	0.4719		
29	-14.8476	0.5112	1.83400	37.16
30	44.4103	0.2475		
31	71.3901	3.2603	1.48749	70.23
32	-23.8850	0.0783		
33	46.3156	3.2603	1.49700	81.54
34	-34.9073	0.2087		
35	29.5036	3.2603	1.51633	64.14
36	-312.5146	5.7148		
37	∞	30.3856	1.51633	64.14
38	∞	0.7825	1.50847	61.19
39	∞			

10

20

30

	焦点距離	(可変 1)	(可変 2)	(可変 3)	(可変 4)
広角端	10.00	21.6386	2.5044	11.7104	0.3897
中間	12.81	12.3787	2.0625	9.3345	12.4674
望遠端	16.40	3.5320	2.0484	5.7140	24.9486

40

【 0 1 1 4 】

図 1 9、図 2 0 にそれぞれ実施例 1 0 の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例 1 0 に係る投写用変倍光学系は、実施例 9 に係る投写用変倍光学系と略同様の構成とされているが、第 4 レンズ群 G 4 の第 1 0 レンズ L 1 0 が両凹レンズよりなる点、第 5 レンズ群 G 5 の第 1 8 レンズ L 1 8 が縮小側に平面を向けた平凹レンズよりなる点、絞り 3 が第 1 3 レンズ L 1 3 の縮小側の面に設けられている点において相違している。

【 0 1 1 5 】

実施例 1 0 の投写用変倍光学系の F ナンバー F n o . と全画角 2 ω を表 1 0 の一番上に

50

示し、基本レンズデータを表10の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表10の下段の表にそれぞれ示す。また、図40(A)~図40(L)にそれぞれ、実施例10の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

【0116】

【表10】

実施例10

$Fno.=2.50$ ,  $2\omega=50.4^\circ \sim 31.8^\circ$

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu dj$
1	36.3101	4.1405	1.51633	64.14
2	-815.8218	0.1294		
3	36.0303	1.0870	1.49700	81.54
4	16.9207	3.0393		
5	74.0956	0.9318	1.49700	81.54
6	19.3336	3.7748		
7	-35.2635	0.7247	1.80518	25.42
8	28.1965	3.35341		
9	-87.2321	0.7910	1.48749	70.23
10	30.6187	4.5759	1.80610	33.27
11	-30.5789	(可変1)		
12	-21.9727	0.8023	1.48749	70.23
13	37.5612	(可変2)		
14	117.3454	3.6227	1.80400	46.57
15	-34.8498	(可変3)		
16	66.1243	3.0585	1.49700	81.54
17	-29.8390	0.5387		
18	-32.5800	0.8722	1.75520	27.51
19	196.6172	3.4616		
20	73.7270	2.7004	1.58913	61.14
21	-35.3816	(可変4)		
22	-54.1061	0.5176	1.60311	60.64
23	16.1421	0.8570		
24	17.9372	1.5512	1.76182	26.52
25(絞り)	82.3964	18.5826		
26	84.7093	2.6870	1.49700	81.54
27	-16.9537	0.6584		
28	-16.9211	0.5073	1.83400	37.16
29	39.2952	0.4115		
30	91.2062	1.8161	1.48749	70.23
31	-31.0265	0.0778		
32	33.3978	2.7515	1.49700	81.54
33	-27.7823	0.2136		
34	33.4830	1.5907	1.51633	64.14
35	$\infty$	5.6729		
36	$\infty$	30.1524	1.51633	64.14
37	$\infty$	0.7765	1.50847	61.19
38	$\infty$			

	焦点距離	(可変1)	(可変2)	(可変3)	(可変4)
広角端	10.00	23.3327	3.5330	3.1302	1.0344
中間	12.81	14.2413	2.8007	3.2237	10.7646
望遠端	16.40	3.3995	2.6158	4.2499	20.7651

【0117】

<実施例11>

図21、図22にそれぞれ実施例11の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例11に係る投写用変倍光学系は、実施例9に係る投写用変倍光学系と略同様の構成とされているが、第1レンズ群G1の第5レンズL5が拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレ

10

20

30

40

50

ズよりなる点、第3レンズ群G3の第8レンズL8が縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる点、第4レンズ群G4の第10レンズL10が両凹レンズよりなる点、第5レンズ群G5の第13レンズL13が両凸レンズよりなる点、第14レンズL14が拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズよりなる点、第15レンズL15が両凸レンズよりなる点、第16レンズL16が両凹レンズよりなる点、絞り3が第12レンズL12と第13レンズL13の間に設けられている点において相違している。

【0118】

実施例11の投写用変倍光学系のFナンバーFno.と全画角 $2\omega$ を表11の一番上に示し、基本レンズデータを表11の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表11の下段の表にそれぞれ示す。また、図41(A)~図41(L)にそれぞれ、実施例11の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

10

【0119】

【表11】

実施例11

Fno.=2.50.  $2\omega=50.4^\circ \sim 31.8^\circ$

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu dj$
1	33.3905	4.1412	1.51633	64.14
2	-8347.0919	0.1294		
3	36.8994	1.0870	1.49700	81.54
4	15.6200	3.2812		
5	82.0485	0.9317	1.61800	63.33
6	21.3024	3.5239		
7	-33.0292	0.7246	1.80518	25.42
8	34.8664	2.84947		
9	91.5821	0.7909	1.48749	70.23
10	45.8149	3.8581	1.71736	29.52
11	-31.1374	(可変1)		
12	-19.0932	0.8023	1.48749	70.23
13	37.8512	(可変2)		
14	-427.4612	3.6234	1.80610	40.92
15	-33.4968	(可変3)		
16	69.5298	3.4225	1.49700	81.54
17	-31.1446	0.1293		
18	-37.5321	0.8721	1.80518	25.42
19	883.0624	0.6488		
20	78.4021	3.2994	1.65160	58.55
21	-34.5603	(可変4)		
22	-63.3925	0.5176	1.48749	70.23
23	19.6986	2.0000		
24(絞り)	$\infty$	6.5806		
25	31.7906	1.8009	1.71736	29.52
26	-89.2150	14.0884		
27	37.9558	0.5176	1.54814	45.79
28	16.5501	0.8307		
29	27.7986	3.4248	1.49700	81.54
30	-15.9269	0.8385		
31	-13.9005	0.5072	1.83400	37.16
32	28.9288	0.3070		
33	39.7315	2.7190	1.48749	70.23
34	-27.0943	0.0774		
35	32.1183	4.4556	1.49700	81.54
36	-17.2297	5.6723		
37	$\infty$	30.1498	1.51633	64.14
38	$\infty$	0.7764	1.50847	61.19
39	$\infty$			

20

30

40

	焦点距離	(可変1)	(可変2)	(可変3)	(可変4)
広角端	10.00	25.8355	3.2144	5.3126	1.0339
中間	12.81	17.5757	2.8894	3.7331	11.1982
望遠端	16.40	7.7427	2.9009	3.0720	21.6808

【0120】

50

## &lt; 実施例 1 2 &gt;

図 2 3、図 2 4 にそれぞれ実施例 1 2 の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例 1 2 に係る投写用変倍光学系は、実施例 1 1 に係る投写用変倍光学系と略同様の構成とされているが、第 1 レンズ群 G 1 の第 5 レンズ L 5 と第 6 レンズ L 6 が接合されていない点、第 5 レンズ群 G 5 の第 1 2 レンズ L 1 2 が拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる点、第 1 3 レンズ L 1 3 が拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズよりなる点、第 1 4 レンズ L 1 4 が縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる点、第 1 5 レンズ L 1 5 が両凹レンズよりなる点、第 1 6 レンズ L 1 6 が両凸レンズよりなる点、絞り 3 が第 5 レンズ群 G 5 の最も拡大側に設けられている点において相違している。

10

## 【 0 1 2 1 】

実施例 1 2 の投写用変倍光学系の F ナンバー  $F_{no.}$  と全画角  $2\omega$  を表 1 2 の一番上に示し、基本レンズデータを表 1 2 の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表 1 2 の下段の表にそれぞれ示す。また、図 4 2 ( A ) ~ 図 4 2 ( L ) にそれぞれ、実施例 1 2 の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

## 【 0 1 2 2 】

【表 1 2】

## 実施例 1 2

Fno.=2.50~2.50, 2 $\omega$ =54.2° ~35.2°

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
1	50.5206	3.9977	1.51633	64.14
2	-817.9363	0.1410		
3	38.3226	1.1843	1.49700	81.54
4	18.0911	4.2542		
5	108.4125	1.0151	1.61800	63.33
6	22.9716	4.7139		
7	-34.2090	0.7895	1.77250	49.60
8	38.9583	2.6793		
9	58.3198	1.0772	1.80518	25.42
10	28.8367	0.1227		
11	29.0032	5.6598	1.65412	39.68
12	-28.6146	(可変 1)		
13	-33.9212	0.8741	1.61800	63.33
14	125.7057	(可変 2)		
15	-169.2957	2.1268	1.51633	64.14
16	-29.4570	(可変 3)		
17	41.1532	3.0760	1.62041	60.29
18	-58.1652	0.0845		
19	-83.0004	0.9503	1.60342	38.03
20	27.5780	0.3860		
21	31.6391	2.6096	1.61800	63.33
22	-309.5511	(可変 4)		
23(絞り)	$\infty$	0.1410		
24	18.0016	1.6726	1.78472	25.68
25	68.2901	3.8715		
26	57.6794	0.5640	1.74950	35.33
27	12.8978	7.9852		
28	-233.7350	1.3643	1.49700	81.54
29	-24.7501	0.8693		
30	-13.3024	0.5527	1.83400	37.16
31	58.0072	0.5426		
32	152.3124	3.9634	1.43875	94.93
33	-20.1753	0.0846		
34	118.0486	4.3432	1.43875	94.93
35	-15.2879	0.0846		
36	29.5252	2.3138	1.49700	81.54
37	-146.0513	5.9236		
38	$\infty$	32.8507	1.51633	64.14
39	$\infty$	0.8459	1.50847	61.19
40	$\infty$			

10

20

30

	焦点距離	(可変 1)	(可変 2)	(可変 3)	(可変 4)
広角端	10.00	16.1938	1.3839	35.9988	0.2717
中間	12.65	15.3181	4.0188	20.9644	13.5469
望遠端	15.99	0.9535	4.9581	20.6643	27.3088

40

## 【 0 1 2 3】

## &lt; 実施例 1 3 &gt;

図 2 5、図 2 6 にそれぞれ実施例 1 3 の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例 1 3 に係る投写用変倍光学系は、拡大側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 が配列された 4 群構成であり、縮小側がテレセントリックとされており、第 4 レンズ群 G 4 の縮小側には、反射型液晶表示パネル等からなるライトバルブの画像表示面 1 および色合成プリズム（赤外線カットフィルタやローパスフィルタ等のフィルタを含む）等のガラスブロック 2 a、2 b が配置されている。

50

## 【0124】

変倍時には、第1レンズ群G1と第4レンズ群G4は固定されており、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3は可動とされ、その可動態様は図22に表されている。また、変倍の全範囲にわたって開口数が一定となるように設定されている。

## 【0125】

第1レンズ群G1は、拡大側より順に、拡大側に凸面を向けた平凸レンズよりなる第1レンズL1と、縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第2レンズL2と、両凹レンズよりなる第3レンズL3および第4レンズL4と、縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第5レンズL5と、両凸レンズよりなる第6レンズL6から構成されている。第5レンズL5と第6レンズL6とは接合されている。

10

## 【0126】

第2レンズ群G2は、拡大側より順に、縮小側に凸面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第7レンズL7と、縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる第8レンズL8から構成されている。第3レンズ群G3は、拡大側より順に、縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる第9レンズL9と、縮小側に凸面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第10レンズL10と、両凸レンズよりなる第11レンズL11とから構成されている。

## 【0127】

第4レンズ群G4は、拡大側より順に、両凹レンズよりなる第12レンズL12と、絞り（開口および可変絞りを含む）3と、両凸レンズよりなる第13レンズL13と、縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第14レンズL14と、両凸レンズよりなる第15レンズL15と、両凹レンズよりなる第16レンズL16と、両凸レンズよりなる第17レンズL17と、両凸レンズよりなる第18レンズL18から構成されている。

20

## 【0128】

実施例13の投写用変倍光学系は、第1レンズ群G1より縮小側の全てのレンズが接合されていない単レンズからなる。また、全てのレンズ面が球面とされており、非球面を用いていないので、コスト的に有利である。

## 【0129】

実施例13の投写用変倍光学系のFナンバーFno.と全画角 $2\omega$ を表13の一番上に表示し、基本レンズデータを表13の上段の表に表示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表13の下段の表にそれぞれ示す。また、図43(A)~図43(L)にそれぞれ、実施例13の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

30

## 【0130】

【表 1 3】

## 実施例13

Fno.=2.49,  $2\omega=55.2^\circ \sim 35.0^\circ$ 

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu_{dj}$
1	41.6206	3.7713	1.51680	64.20
2	$\infty$	0.1295		
3	29.7794	1.0359	1.71300	53.94
4	15.5304	5.1631		
5	-68.8546	0.9323	1.61800	63.33
6	17.6567	3.9429		
7	-46.8452	0.7251	1.78590	44.20
8	58.8265	1.2903		
9	44.9401	0.8287	1.76182	26.52
10	20.3125	5.8002	1.80610	40.92
11	-31.0284	(可変 1)		
12	-15.1858	0.8028	1.63854	55.38
13	-132.6224	0.7126		
14	-44.0024	4.1372	1.58144	40.75
15	-16.4796	(可変 2)		
16	-111.9759	3.1759	1.49700	81.61
17	-20.6819	0.5754		
18	-22.9086	0.8028	1.76182	26.52
19	-49.1414	0.1523		
20	49.3308	2.4700	1.61800	63.33
21	-67.9405	(可変 3)		
22	-44.2904	0.5179	1.48749	70.23
23	22.8154	1.2000		
24(絞り)	$\infty$	5.8245		
25	41.8849	1.7003	1.69895	30.13
26	-56.5567	16.3976		
27	31.4631	0.5956	1.77250	49.60
28	18.0432	0.6869		
29	29.6834	3.5956	1.49700	81.61
30	-22.1345	1.1426		
31	-18.6327	0.6215	1.74950	35.28
32	30.7321	0.1920		
33	37.8583	2.3906	1.49700	81.61
34	-37.8583	0.3012		
35	29.2036	3.8136	1.49700	81.61
36	-21.5389	5.5426		
37	$\infty$	30.1692	1.51633	64.14
38	$\infty$	0.7769	1.50847	61.19
39	$\infty$			

10

20

30

	焦点距離	(可変 1)	(可変 2)	(可変 3)
広角端	10.00	27.9979	5.0631	1.0333
中間	12.81	20.2130	1.0422	12.8391
望遠端	16.40	8.1069	0.6278	25.3596

40

## 【 0 1 3 1】

&lt; 実施例 1 4 &gt;

図 2 7、図 2 8 にそれぞれ実施例 1 4 の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例 1 4 に係る投写用変倍光学系は、実施例 1 3 に係る投写用変倍光学系と略同様の構成とされているが、第 1 レンズ群 G 1 の第 1 レンズ L 1 が、拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズよりなる点、絞り 3 と第 1 2 レンズ L 1 2 の配列順が入れ替わって絞り 3 が第 4 レンズ群 G 4 の最も拡大側に配設されている点において相違している。

## 【 0 1 3 2】

50

実施例 14 の投写用変倍光学系の F ナンバー  $Fno.$  と全画角  $2\omega$  を表 14 の一番上に示し、基本レンズデータを表 14 の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表 14 の下段の表にそれぞれ示す。また、図 44 (A) ~ 図 44 (L) にそれぞれ、実施例 14 の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

【 0 1 3 3 】

【表 14】

実施例 14

$Fno.=2.48$ ,  $2\omega=55.2^\circ \sim 35.2^\circ$

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu dj$
1	36.6835	4.1480	1.51633	64.14
2	554.8811	0.1296		
3	30.6404	1.0885	1.77250	49.60
4	16.4348	4.6744		
5	-82.0371	0.9330	1.61800	63.33
6	16.8029	4.3045		
7	-35.5268	0.7256	1.71300	53.87
8	55.4508	1.4132		
9	40.3543	0.7920	1.80518	25.42
10	22.1112	5.7069	1.78590	44.20
11	-29.1090	(可変 1)		
12	-14.2649	0.8034	1.77250	49.60
13	-74.5529	0.7234		
14	-40.2855	3.6185	1.60342	38.03
15	-14.8838	(可変 2)		
16	-325.3959	3.8751	1.49700	81.54
17	-20.6531	0.2041		
18	-23.0649	0.8734	1.80518	25.42
19	-50.0925	0.1294		
20	63.5801	2.1786	1.69680	55.53
21	-70.4492	(可変 3)		
22(絞リ)	$\infty$	0.1739		
23	-39.1251	0.5183	1.48749	70.23
24	23.1781	6.4538		
25	35.1193	1.6228	1.71736	29.52
26	-65.8813	14.4119		
27	24.4471	0.6479	1.77250	49.60
28	17.5037	0.9646		
29	39.4913	2.3103	1.49700	81.61
30	-27.1504	1.3214		
31	-19.0473	0.5080	1.80610	33.27
32	28.8819	0.3361		
33	41.8900	2.8543	1.49700	81.61
34	-27.7179	0.0778		
35	27.9946	3.9187	1.49700	81.61
36	-20.6709	5.6825		
37	$\infty$	30.1920	1.51633	64.14
38	$\infty$	0.7775	1.50847	61.19
39	$\infty$			

	焦点距離	(可変 1)	(可変 2)	(可変 3)
広角端	10.00	29.0713	4.2253	2.5880
中間	12.81	20.5109	0.9012	14.4725
望遠端	16.40	8.4379	0.3626	27.0842

【 0 1 3 4 】

< 実施例 15 >

図 29、図 30 にそれぞれ実施例 15 の投写用変倍光学系の広角端におけるレンズ構成および光線軌跡、変倍時の各位置におけるレンズ群の配置および光線軌跡を示す。実施例

10

20

30

40

50

15に係る投写用変倍光学系は、実施例13に係る投写用変倍光学系と略同様の構成とされているが、第1レンズ群G1の第1レンズL1が、両凸レンズよりなる点において相違している。

【0135】

実施例15の投写用変倍光学系のFナンバーFno.と全画角2ωを表15の一番上に示し、基本レンズデータを表15の上段の表に示し、広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離、各可変間隔の値を表15の下段の表にそれぞれ示す。また、図45(A)~図45(L)にそれぞれ、実施例15の投写用変倍光学系の各収差図を示す。

【0136】

【表15】

10

実施例15

Fno.=2.48, 2ω=55.2° ~ 35.0°

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
1	45.9299	3.2958	1.51633	64.14
2	-1272.8642	0.1295		
3	32.6029	1.0878	1.71300	53.87
4	16.0461	4.7192		
5	-65.7812	0.9324	1.61800	63.33
6	17.4318	3.7953		
7	-47.5579	0.7252	1.80610	40.92
8	78.1980	1.3220		
9	43.2564	0.7915	1.76182	26.52
10	20.2171	5.7093	1.80610	40.92
11	-31.5136	(可変1)		
12	-14.4923	0.8029	1.71300	53.87
13	-111.5868	1.1190		
14	-45.4442	3.7910	1.57501	41.50
15	-15.3715	(可変2)		
16	-131.8496	3.8114	1.49700	81.54
17	-19.6620	0.1294		
18	-21.5083	0.8728	1.75520	27.51
19	-45.0890	0.1295		
20	54.5055	2.3731	1.61800	63.33
21	-66.3736	(可変3)		
22	-42.3620	0.5180	1.48749	70.23
23	21.7869	1.0000		
24(絞リ)	∞	6.8288		
25	41.5083	1.6191	1.80610	33.27
26	-62.9566	16.6479		
27	27.1678	0.5180	1.71300	53.87
28	17.4161	0.9496		
29	37.2278	2.9872	1.49700	81.54
30	-17.4902	1.0544		
31	-15.4182	0.5076	1.83400	37.16
32	28.1430	0.1875		
33	33.7712	2.8680	1.49700	81.54
34	-29.0679	0.0777		
35	30.6653	3.9897	1.49700	81.54
36	-18.8389	5.6778		
37	∞	30.1720	1.51633	64.14
38	∞	0.7770	1.50847	61.19
39	∞			

20

30

40

	焦点距離	(可変1)	(可変2)	(可変3)
広角端	10.00	27.2754	4.6531	1.0354
中間	12.81	18.8919	1.0172	13.0547
望遠端	16.40	6.9006	0.2606	25.8026

50

## 【 0 1 3 7 】

表 1 6 に、上記実施例 1 ~ 1 5 の上記各条件式 ( 1 ) ~ ( 6 ) に対応する値と関連する値を示す。実施例 1 ~ 1 5 の投写用変倍光学系は、表 1 6 に示すように、条件式 ( 1 ) ~ ( 6 ) を全て満足している。

## 【 0 1 3 8 】

## 【表 1 6】

条件式	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	実施例8
(1) Bf/fw	2.08	2.08	2.27	3.03	3.04	3.03	2.99	3.04
(2) f2/fw	-7.56	-5.50	-8.62	-4.59	-3.86	-3.74	-3.83	-3.72
(3) Bf/lmφ	2.51	2.52	2.52	2.51	2.51	2.51	2.50	2.51
(4) f1/fw	-3.68	-3.48	-3.62	-5.47	-3.03	-2.83	-3.72	-2.67
(5) fe/fw	3.02	3.23	3.47	3.43	3.72	3.77	3.70	3.77
(6) Zr	1.745	1.745	1.746	1.516	1.516	1.516	1.516	1.516

10

条件式	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15
(1) Bf/fw	2.63	2.61	2.61	2.82	2.60	2.61	2.61
(2) f2/fw	-2.90	-2.83	-2.59	-4.31	-10.73	-9.00	-9.01
(3) Bf/lmφ	2.80	2.80	2.80	2.77	2.51	2.52	2.52
(4) f1/fw	-3.93	-4.09	-4.00	-4.26	-4.65	-4.74	-4.89
(5) fe/fw	2.56	2.66	2.96	3.47	2.95	2.98	2.99
(6) Zr	1.641	1.640	1.640	1.599	1.640	1.640	1.640

	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	実施例8
Bf	20.811	20.827	22.737	30.345	30.351	30.344	29.917	30.410
lmφ	8.278	8.280	9.040	12.113	12.114	12.113	11.977	12.115
fw	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
f1	-36.821	-34.784	-36.206	-54.745	-30.314	-28.284	-37.221	-28.720
f2	-75.634	-55.030	-86.155	-45.888	-38.603	-37.447	-38.261	-37.177
fe	30.209	32.270	34.733	34.346	37.227	37.650	36.962	37.681

20

	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15
Bf	26.276	26.077	26.074	28.150	25.956	26.112	26.094
lmφ	9.390	9.317	9.317	10.151	10.359	10.366	10.359
fw	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
f1	-39.295	-40.856	-40.048	-42.625	-46.541	-47.377	-48.908
f2	-29.008	-28.313	-25.914	-43.134	-107.284	-89.999	-90.144
fe	25.605	26.602	29.643	34.688	29.451	29.839	29.891

## 【 0 1 3 9 】

上述の実施例 1 ~ 1 5 は、縮小側がテレセントリックとされ、長いバックフォーカスを有し、広角化された状態においても拡大側のレンズの外径が大きくなり過ぎず、非球面を採用せずに、広角端から望遠端の全変倍範囲に亘り F ナンバーが約 2 . 5 と小さく、変倍比が約 1 . 5 2 ~ 1 . 7 5 と大きな変倍比を有しながらも、その変倍時における収差の変動が抑制されており、各収差が良好に補正されて高い光学性能を有するものである。

30

## 【 0 1 4 0 】

## &lt; 実施例 1 の変形例 &gt;

上記実施例 1 はレンズ群の間隔のみを変更することでズームレンズとなるように構成されている。表 1 7 に上記実施例 1 をレンズ群の間隔のみを変更してズームレンズとして使用する際の、投写距離が無限遠のときの広角端、中間焦点位置および望遠端における全系の焦点距離と、各可変間隔の距離を示す。この実施例 1 の変形例をズームレンズとして使用する際は、投写距離が変動した際のフォーカシングを第 1 レンズ群 G 1 の最も縮小側の第 5 レンズ L 5 を光軸方向に移動させることによって行うインナーフォーカス方式を採用している。表 1 7 では、このフォーカシングの際に変化する面間隔、すなわち、第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズ L 5 の間隔を D 8 として示している。

40

## 【 0 1 4 1 】

## 【表 1 7】

	焦点距離	D8	(可変 1)	(可変 2)	(可変 3)	(可変 4)
広角端	9.99	3.6344	19.8241	10.9381	1.2940	0.2476
中間	14.46	3.6344	8.0058	8.2791	2.0235	13.9955
望遠端	17.44	3.6344	1.6605	8.6589	0.4129	21.5714

## &lt; 実施例 1 3 の変形例 &gt;

50

上記実施例 1 3 もまた、レンズ群の間隔のみを変更することでズームレンズとなるように構成されている。表 1 8 に上記実施例 1 3 をレンズ群の間隔のみを変更してズームレンズとして使用する際の、投写距離が無限遠のときの広角端、中間焦点位置および望遠端における全系の焦点距離と、各可変間隔の距離を示す。この実施例 1 3 の変形例をズームレンズとして使用する際は、投写距離が変動した際のフォーカシングを第 1 レンズ群 G 1 の第 5 レンズ L 5 と第 6 レンズ L 6 が接合された接合レンズを光軸方向に移動させることによって行うインナーフォーカス方式を採用している。表 1 8 では、このフォーカシングの際に変化する面間隔、すなわち、第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズ L 5 の間隔を D 8 として示している。

【 0 1 4 2 】

【表 1 8】

	焦点距離	D8	(可変 1)	(可変 2)	(可変 3)
広角端	9.99	1.2631	28.0251	5.0631	1.0333
中間	12.79	1.2631	20.1347	1.1353	12.8515
望遠端	16.38	1.2631	7.9500	0.8005	25.3710

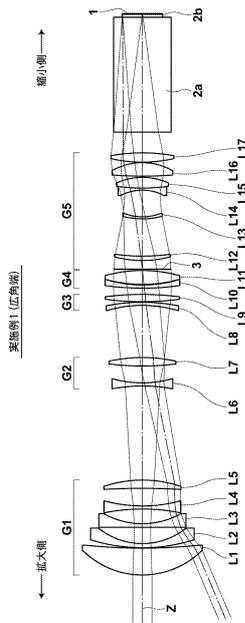
【 0 1 4 3 】

以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明の投写用変倍光学系としては、上記実施例のものに限られるものではなく種々の態様の変更が可能であり、例えば各レンズの曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数を適宜変更することが可能である。

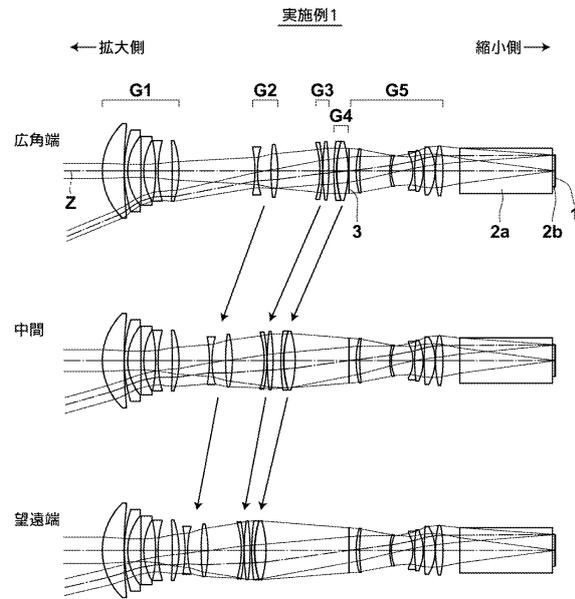
【 0 1 4 4 】

また、本発明の投写型表示装置としても、上記構成のものに限られるものではなく、例えば、用いられるライトバルブや、光束分離または光束合成に用いられる光学部材は、上記構成に限定されず、種々の態様の変更が可能である。

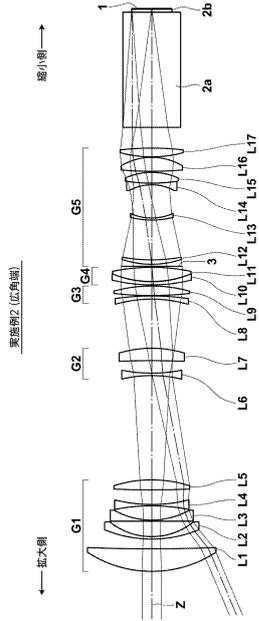
【 図 1 】



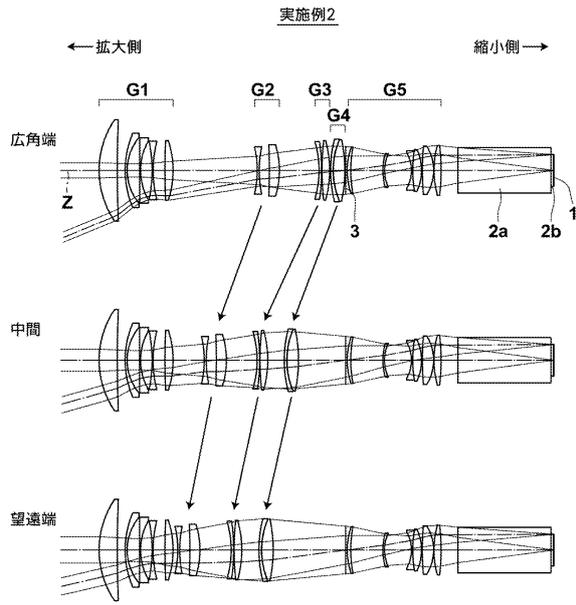
【 図 2 】



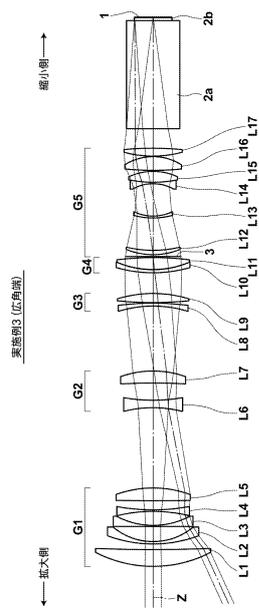
【 図 3 】



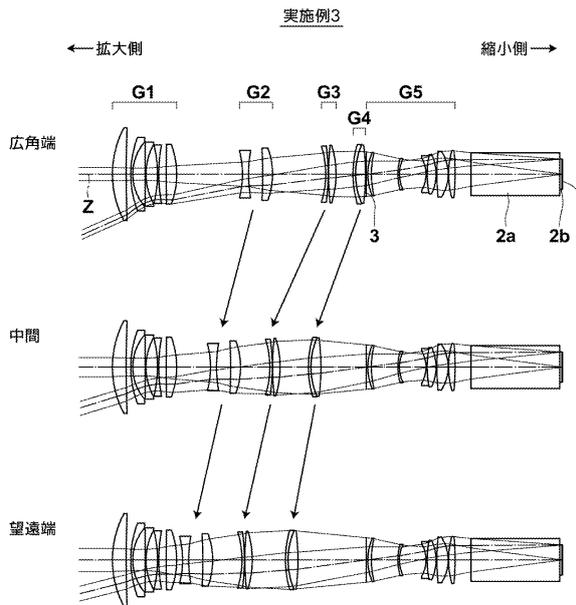
【 図 4 】



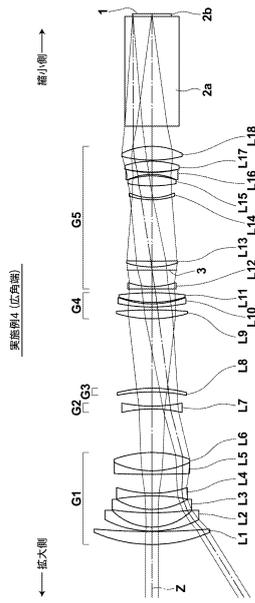
【 図 5 】



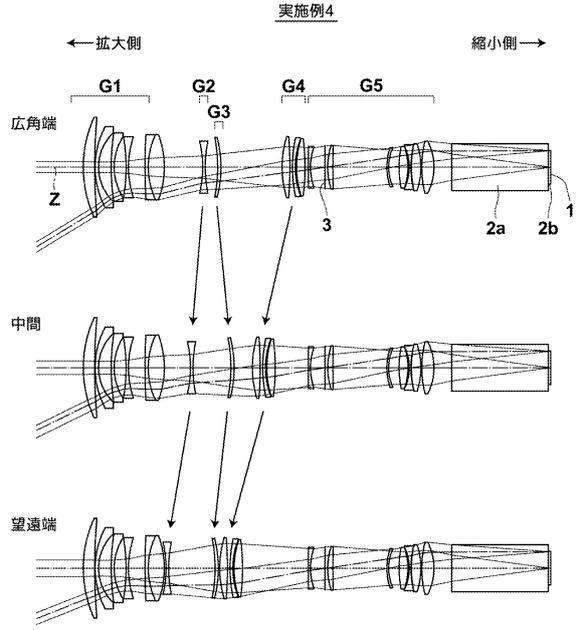
【 図 6 】



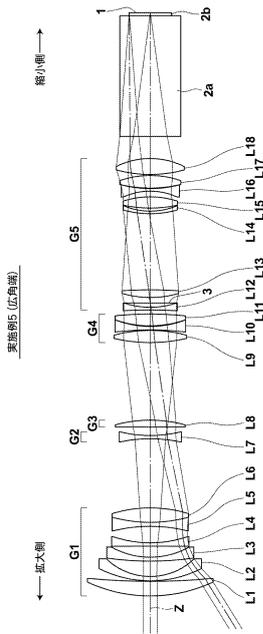
【 図 7 】



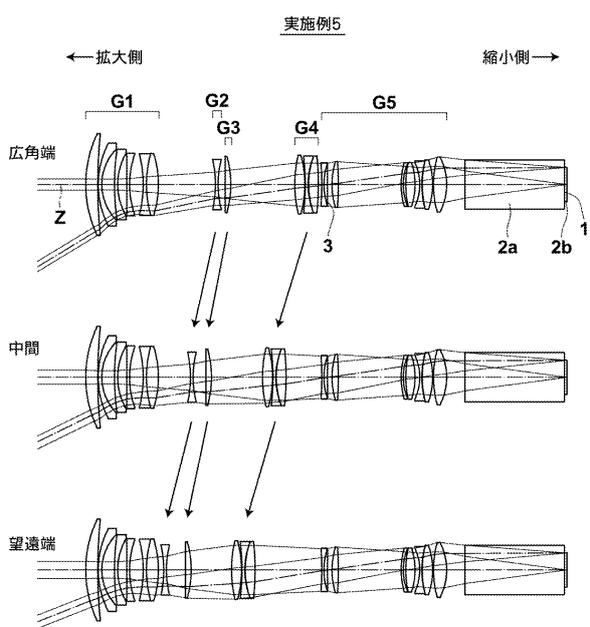
【 図 8 】



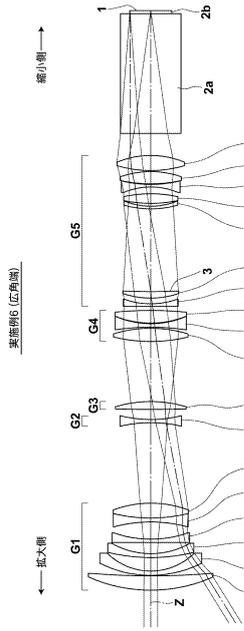
【 図 9 】



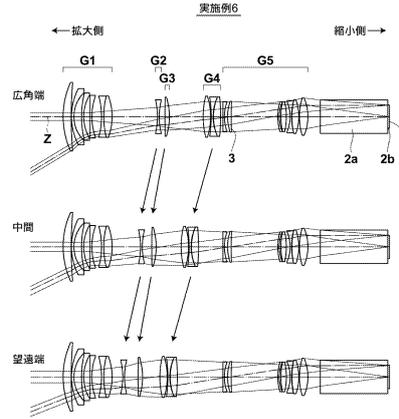
【 図 10 】



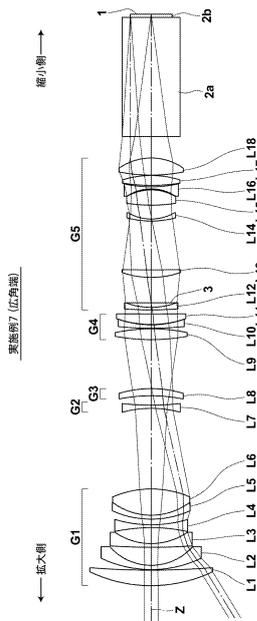
【 図 1 1 】



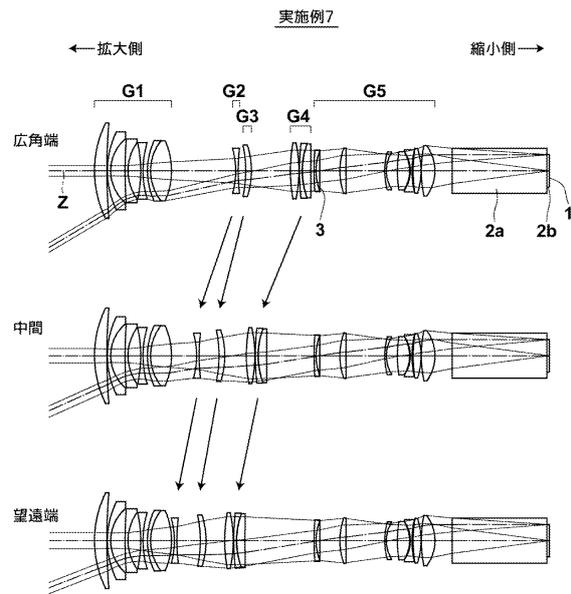
【 図 1 2 】



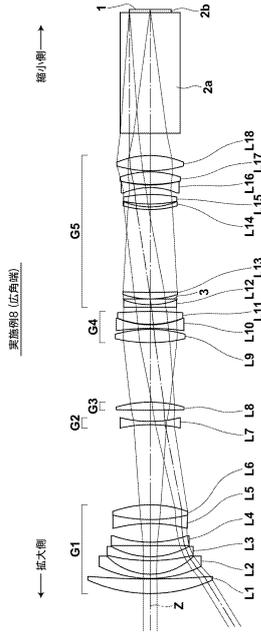
【 図 1 3 】



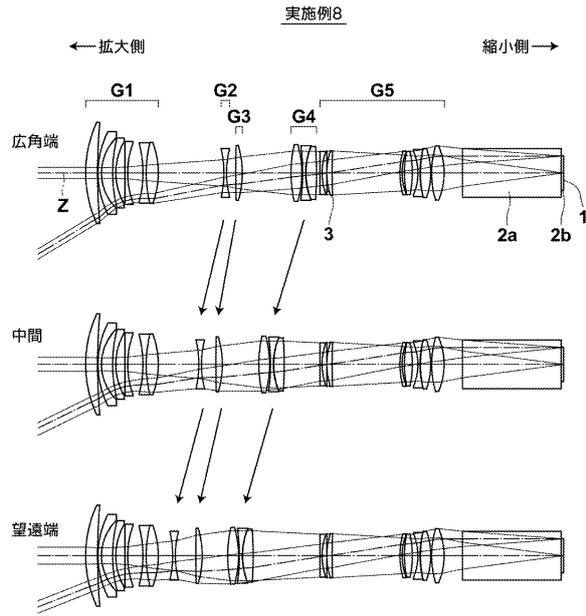
【 図 1 4 】



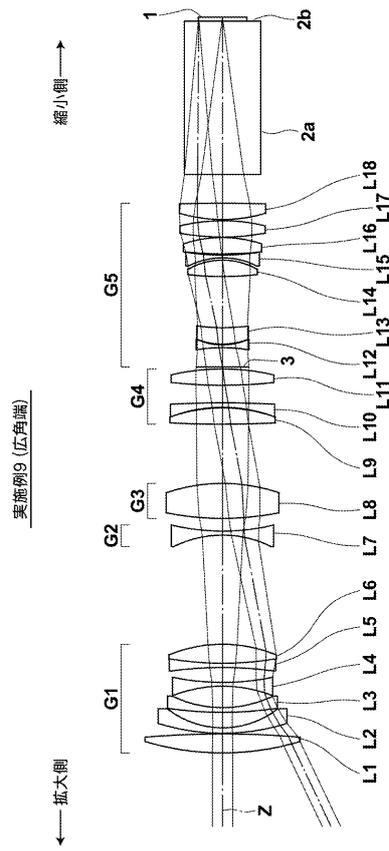
【図15】



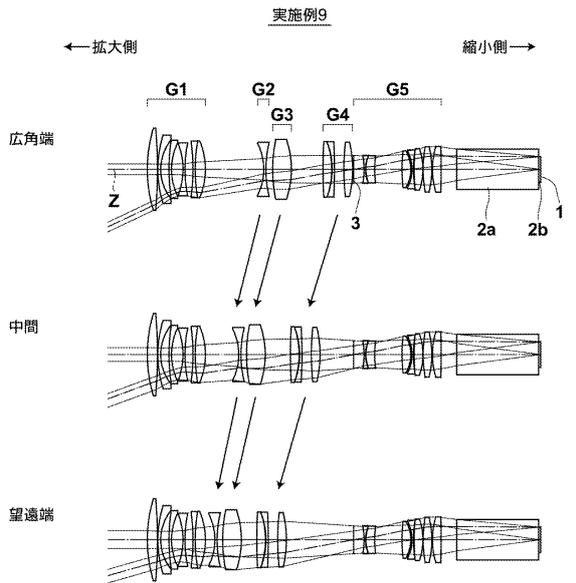
【図16】



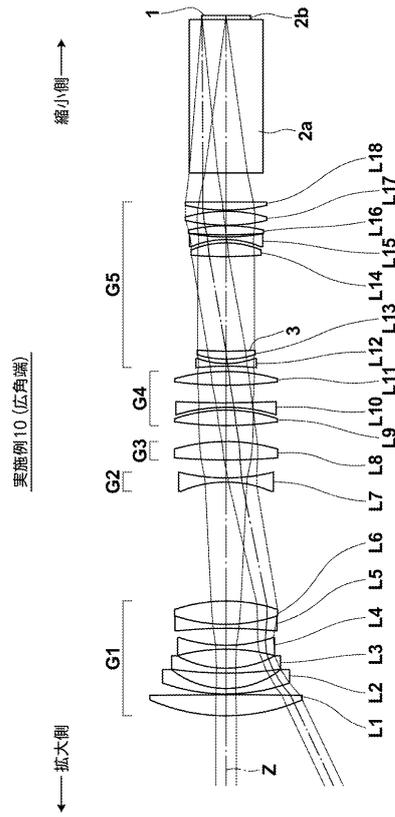
【図17】



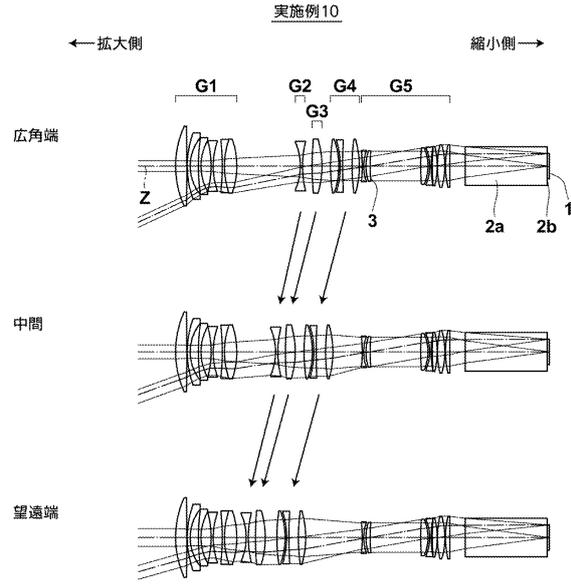
【図18】



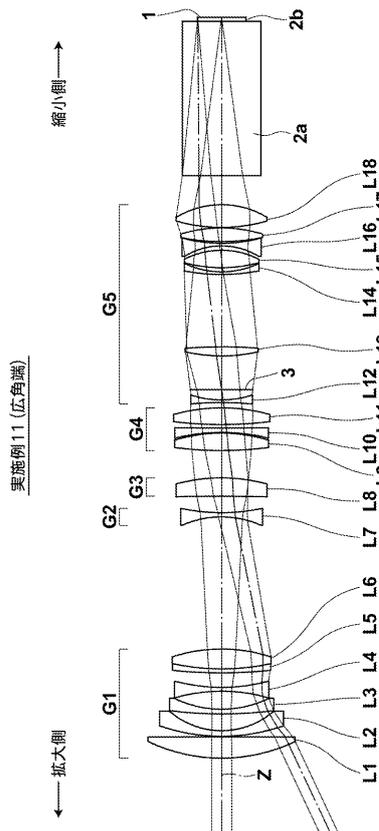
【図19】



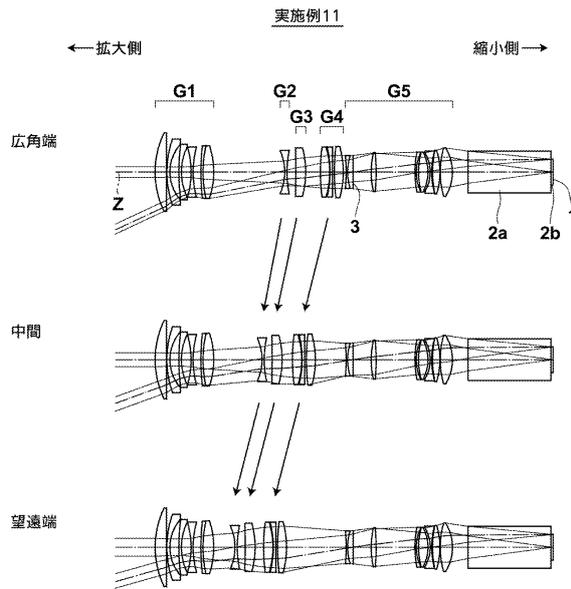
【図20】



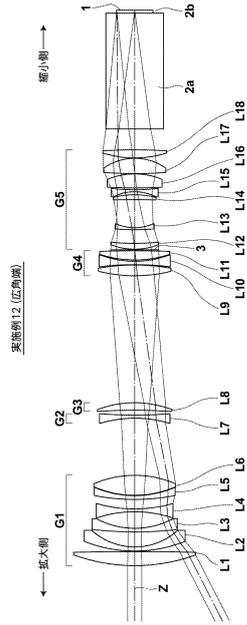
【図21】



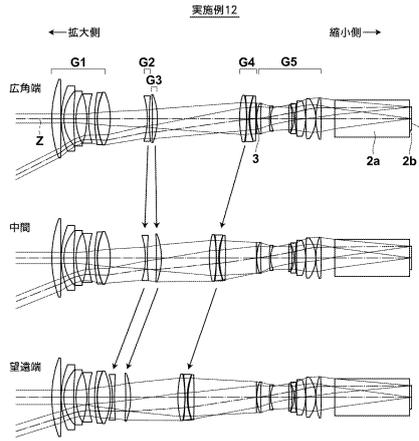
【図22】



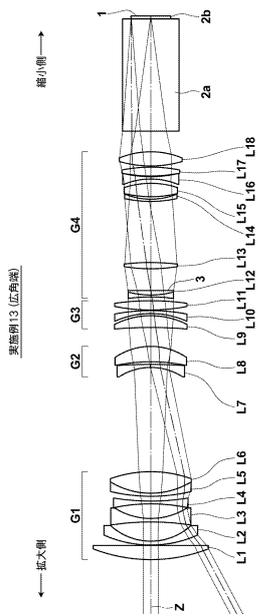
【 図 2 3 】



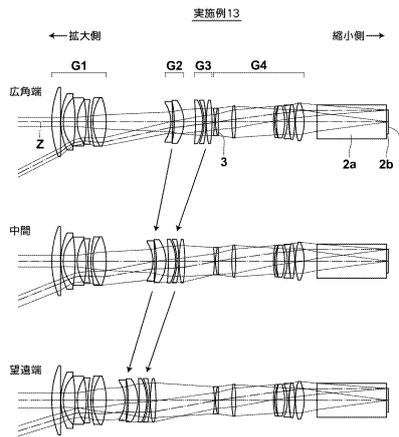
【 図 2 4 】



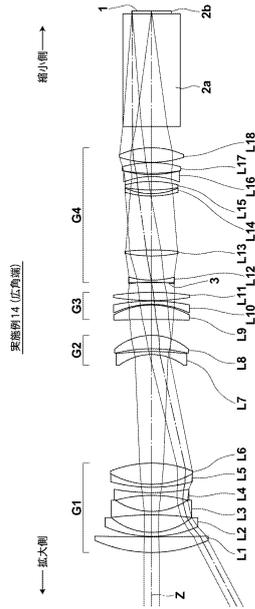
【 図 2 5 】



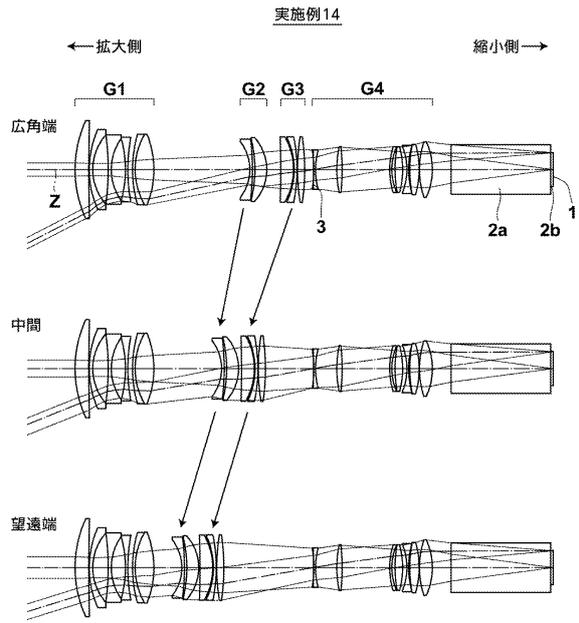
【 図 2 6 】



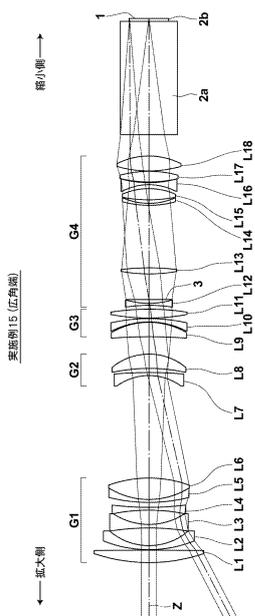
【図 27】



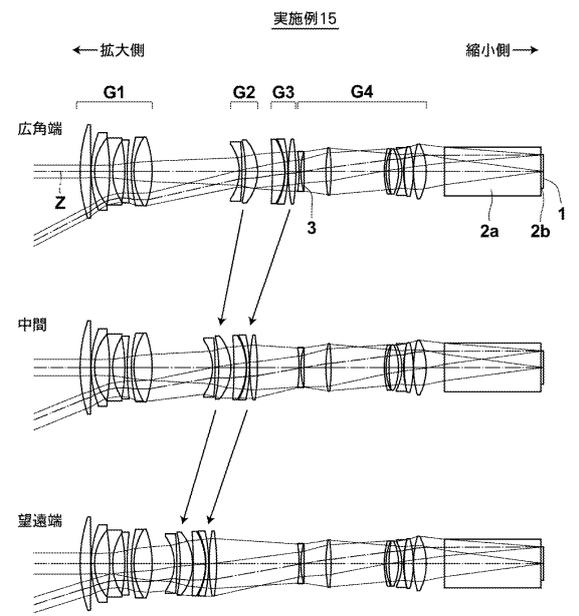
【図 28】



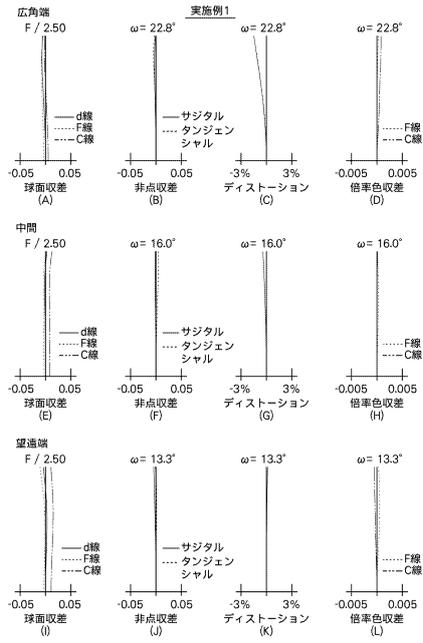
【図 29】



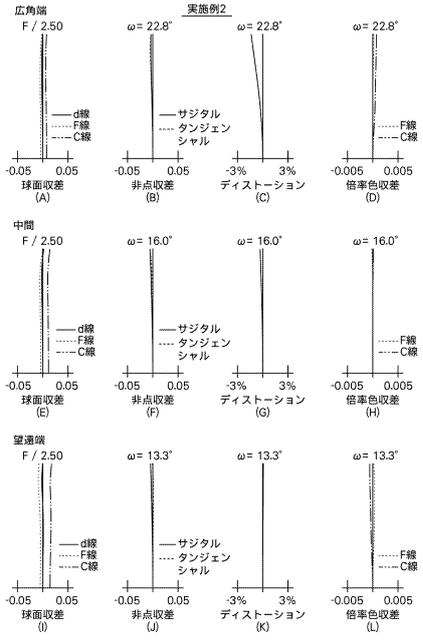
【図 30】



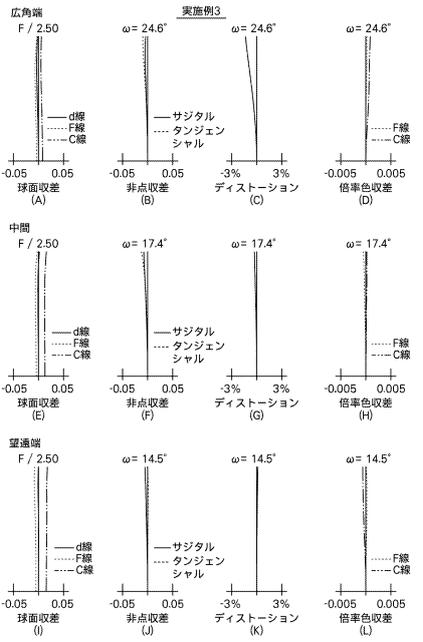
【図31】



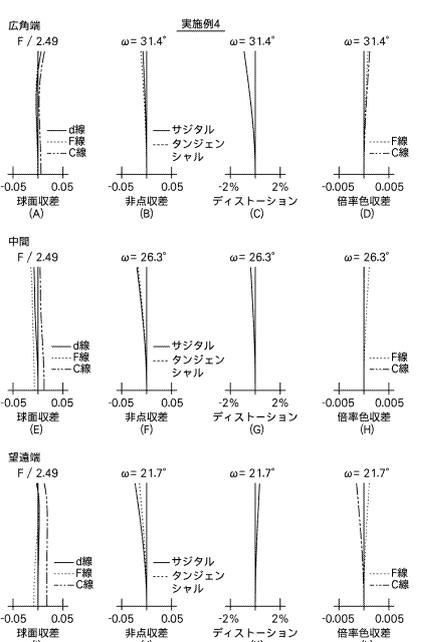
【図32】



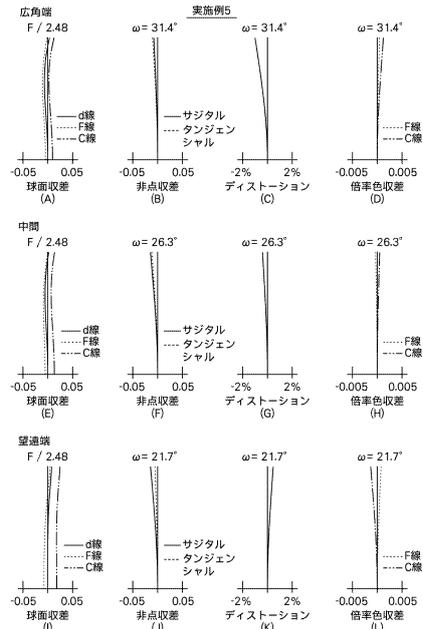
【図33】



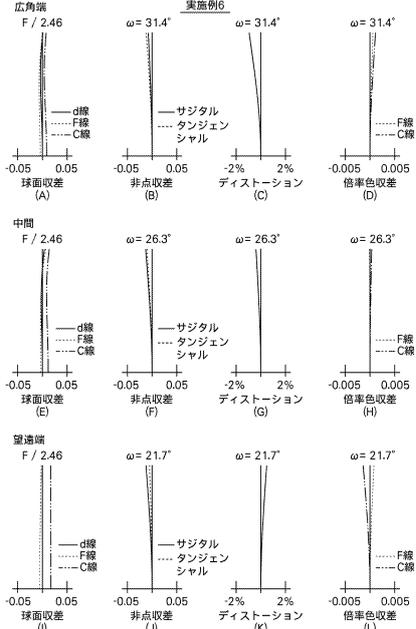
【図34】



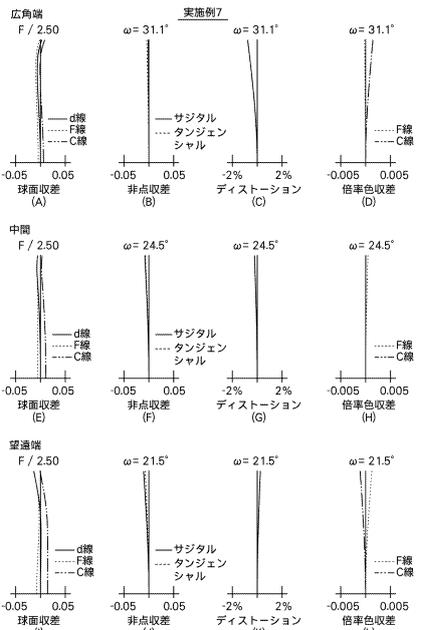
【図35】



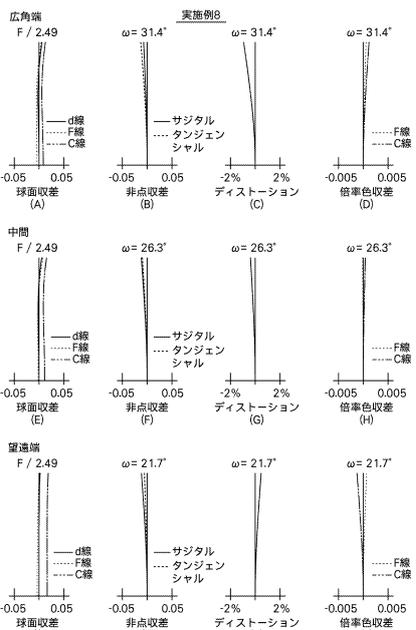
【図36】



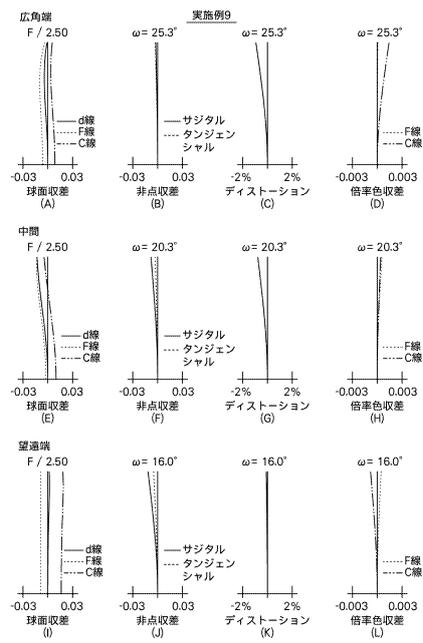
【図37】



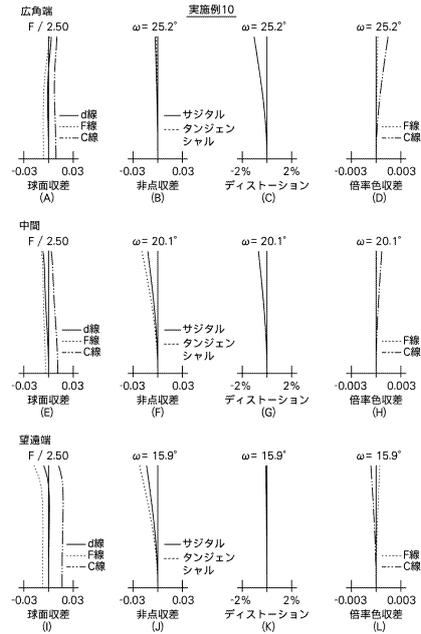
【図38】



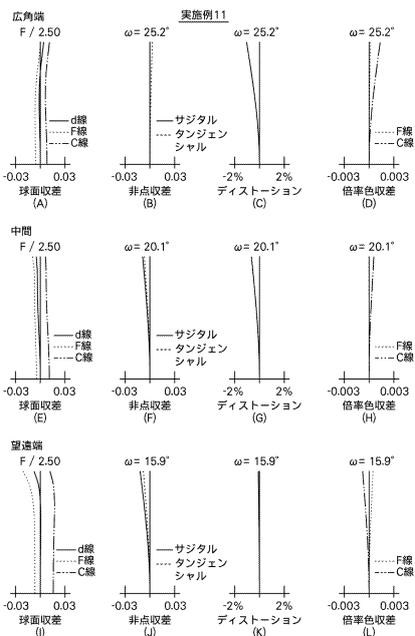
【図39】



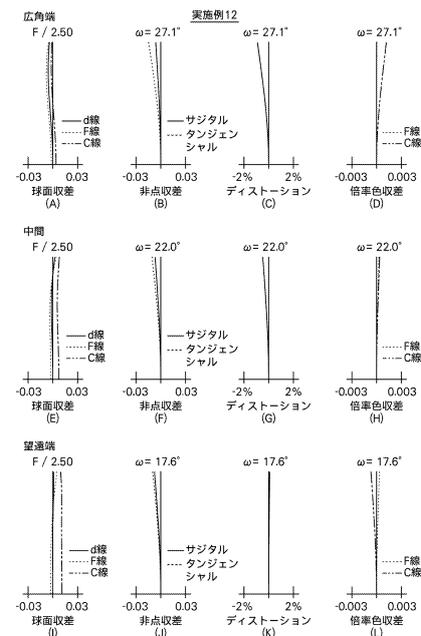
【図40】



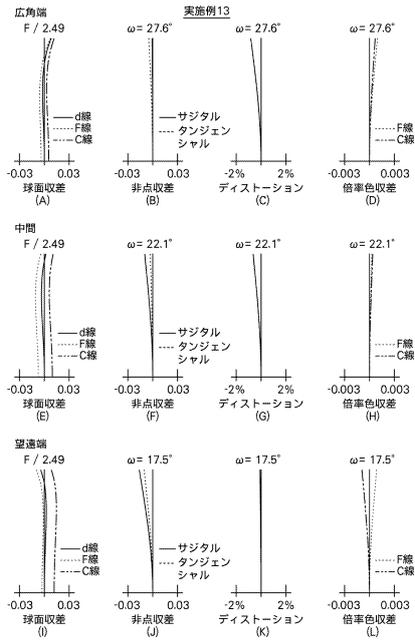
【図41】



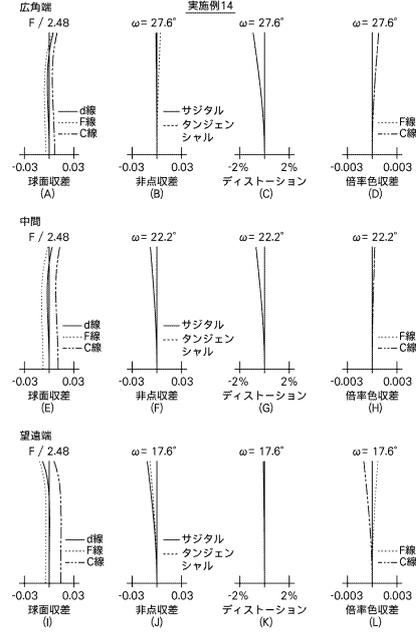
【図42】



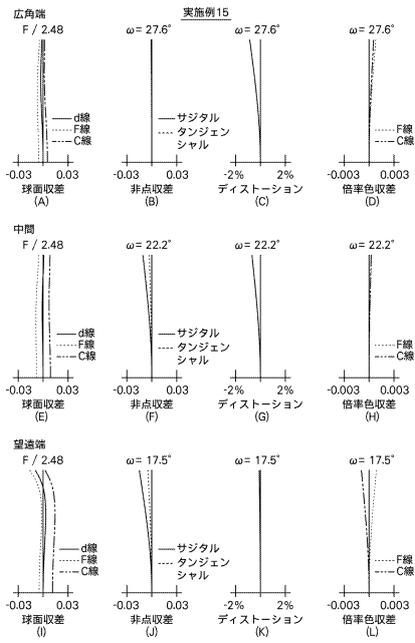
【図43】



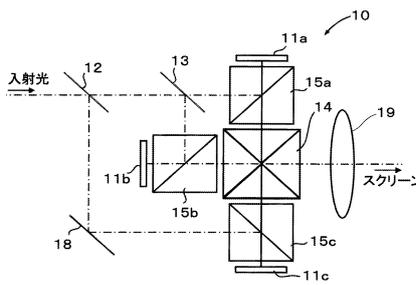
【図44】



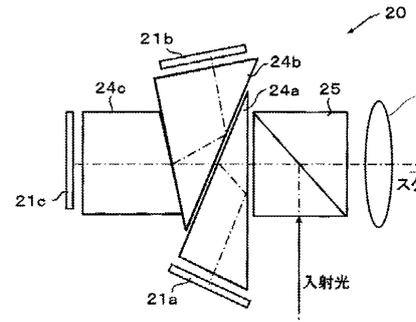
【図45】



【図46】



【図47】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-76040(JP,A)  
特開2001-343588(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	15/20
G02B	13/16
G02B	13/22
G02B	15/167
G03B	21/14