

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2012 年 11 月 29 日(29.11.2012)



(10) 国際公開番号  
**WO 2012/160786 A1**

- (51) 国際特許分類:  
**G02B 15/20** (2006.01) **G03B 21/14** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/003238
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 17 日(17.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2011-114615 2011 年 5 月 23 日(23.05.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布 2 丁目 2 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 天野 賢 (AMANO, Masaru) [JP/JP]; 〒3310813 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外 (YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜 3 ー

1 8 ー 3 新横浜 K S ビル 7 階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: VARIABLE-MAGNIFICATION OPTICAL SYSTEM FOR PROJECTION AND PROJECTION DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 投写用変倍光学系および投写型表示装置

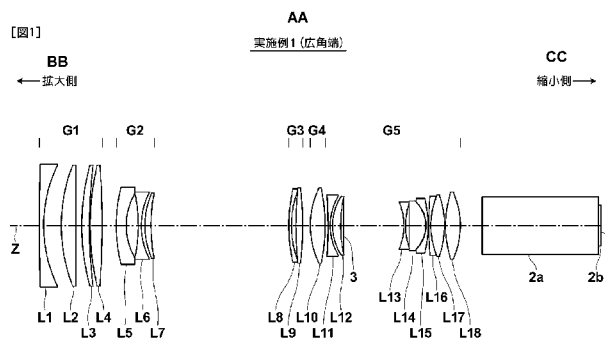


FIG. 1:  
AA Embodiment 1 (wide angle end)  
BB Expansion side  
CC Reduction side

(57) Abstract: [Problem] To make the reduction side telecentric, to have a large variable-magnification ratio, to be able to minimize enlargement of the entire system and fluctuation in aberration during variable magnification, and to have high optical performance and be advantageous in movie theater applications and the like, in a variable-magnification optical system for projection. [Solution] A positive first lens group (G1) fixed during variable magnification, a negative second lens group (G2) movable during variable magnification, a positive third lens group (G3) movable during variable magnification, a positive fourth lens group (G4) movable during variable magnification, and a positive fifth lens group (G5) fixed during variable magnification are aligned in sequence from an expansion side. The reduction side is made to be telecentric. The conditional expression (1) is satisfied. (1)  $L/1m\phi < 15.0$ , where L is the distance on the optical axis from a lens surface furthest toward the expansion side when the projection distance is infinite to the lens surface furthest toward the reduction side, and  $1m\phi$  is the maximum effective circular diameter of the image on the reduction side.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/160786 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】投写用変倍光学系において、縮小側がテレセントリックとされ、大きな変倍比を有し、変倍時における収差の変動と全系の大型化を抑制でき、映画館用途等に好適で高い光学性能を有する。【解決手段】拡大側から順に、変倍時に固定の正の第 1 レンズ群 (G 1)、変倍時に可動の負の第 2 レンズ群 (G 2)、変倍時に可動の正の第 3 レンズ群 (G 3)、変倍時に可動の正の第 4 レンズ群 (G 4)、変倍時に固定の正の第 5 レンズ群 (G 5) が配列されてなる。縮小側がテレセントリックとされる。条件式 (1) を満足する。  $L / I_{m\phi} < 15.0$  (1) ただし、L: 投写距離無限時の最も拡大側のレンズ面から最も縮小側のレンズ面までの光軸上の距離  $I_{m\phi}$ : 縮小側における最大有効像円直径

## 明 細 書

**発明の名称 : 投写用変倍光学系および投写型表示装置**

### 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。

[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。

[0004] スローレシオの幅を広くとるためには、変倍光学系は高変倍比であることが望まれる。高変倍比を確保した4群または5群構成の変倍光学系としては、例えば、下記特許文献1、2に記載されたものが知られている。

[0005] 特許文献1には、ビデオカメラに使用可能で、物体側から順に、正の第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、正の第5レンズ群が配列され、第2レンズ群～第4レンズ群を光軸方向に移動させることにより変倍を行うズームレンズが記載されている。

[0006] 特許文献2には、テレビカメラ、写真用カメラ、ビデオカメラに使用可能で、物体側から順に、正の第1レンズ群、負の第2レンズ群、正または負の第3レンズ群、正の第4レンズ群が配列され、第2レンズ群が変倍時に互いに異なる速度で移動する2つのレンズ群を有する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2007-256656号公報

特許文献2：特許3927670号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、上記特許文献1、2に記載のズームレンズは、高変倍比を得やすい構成ではあるが、投写用を主目的として考案されたものではないため、このまま投写光学系として用いようとする不都合が生じる。投写型表示装置に搭載される投写型表示素子のサイズはビデオカメラ等に搭載される撮像素子のサイズより大きく、また、投写型表示装置では、投写される画像を投写用光学系の光軸から大きくシフトさせた状態とすることが多い。そのため、上記特許文献1、2に記載のズームレンズを投写型表示装置で求められるイメージサークル（以下、最大有効像円直径ともいう）に対応させようとすると、レンズ系が大型化してしまい、特に映画館用途の投写光学系としては不適なものになってしまう。さらに、上記特許文献1のズームレンズは、変倍時の開口数の変動については特に考慮されていないため、変倍時に明るさが変動してしまい、映画館用途の投写用光学系としては適さないという問題がある。

[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、大きな変倍比を有しながらも、変倍時における収差の変動と全系の大型化を抑制でき、映画館用途等に好適で高い光学性能を有する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。

### 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、本発明に係る第1の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正の屈折力を有する第1レンズ群と、変倍の際に移動する負の屈折力を有する第2レンズ群と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第3レンズ群と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第4レンズ群と、変倍の際に固定とされる正の屈折力を有する第5レンズ群とからなり、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)を満足することを特徴とするものである。

$$L / l_{m\phi} < 15.0 \quad \dots \quad (1)$$

ただし、

L：投写距離無限時の最も拡大側のレンズ面から最も縮小側のレンズ面までの光軸上の距離

$l_{m\phi}$ ：縮小側における最大有効像円直径。

[0011] また、上記目的を達成するために、本発明に係る第2の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正の屈折力を有する第1レンズ群と、変倍の際に移動する負の屈折力を有する第2レンズ群と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第3レンズ群と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第4レンズ群と、変倍の際に固定とされる正の屈折力を有する第5レンズ群とからなり、縮小側がテレセントリックとなるように構成され、第5レンズ群中に絞りを有することを特徴とするものである。

[0012] 上記本発明に係る第1、第2の投写用変倍光学系において、下記条件式(2)～(8)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。

$$1. \quad 3 < Bf / f_w < 3.0 \quad \dots \quad (2)$$

$$3. \quad 0 < f_1 / f_w < 8.0 \quad \dots \quad (3)$$

$$-3. \quad 0 < f_2 / f_w < -0.5 \quad \dots \quad (4)$$

$$6. \quad 0 < f_3 / f_w \quad \dots \quad (5)$$

$$1. \quad 0 < f_4 / f_w < 3.0 \quad \dots \quad (6)$$

$$1. \quad 0 < f_5 / f_w < 3.0 \quad \dots \quad (7)$$

$$1. \quad 6 < Z_r < 3.0 \quad \dots \quad (8)$$

ただし、

$f_1$  : 第1レンズ群の焦点距離

$f_2$  : 第2レンズ群の焦点距離

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第4レンズ群の焦点距離

$f_5$  : 第5レンズ群の焦点距離

$f_w$  : 広角端における全系の焦点距離

$Bf$  : 広角端における全系のバックフォーカス (空気換算距離)

$Z_r$  : 広角端に対する望遠端の変倍比

[0013] また、上記本発明に係る第1、第2の投写用変倍光学系において、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。

[0014] また、上記本発明に係る第1、第2の投写用変倍光学系において、全てのレンズが単レンズからなることが好ましい。

[0015] また、上記本発明に係る第1、第2の投写用変倍光学系において、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。

[0016] また、上記本発明に係る第1、第2の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て行うように構成されていることが好ましい。

[0017] 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いずれか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。

[0018] なお、本発明の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。

[0019] なお、上記本発明の第1および第2の変倍光学系における「～第1レンズ群と、～第2レンズ群と、～第3レンズ群と、～第4レンズ群と、～第5レンズ群とからなり」とは、実質的に上記5つのレンズ群からなる変倍光学系であることを意味するものである。ここで、実質的に上記5つのレンズ群からなる変倍光学系とは、上記5つのレンズ群以外に、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、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、手振れ補正機構等の機構部分、等を持つものも含むものである。

[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、「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。

[0022] なお、「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、1枚のレンズのみで構成されるものも含むものとする。

[0023] なお、「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

[0024] 本発明に係る第1の投写用変倍光学系は、拡大側から順に、正、負、正、正、正の5つのレンズ群からなり、縮小側がテレセントリックとされ、条件式(1)を満足するように構成されているため、大きな変倍比を有することができ、またこの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と全系の大型化を抑制することが可能であり、映画館用途等に好適で高い光学性能を実現することができる。

[0025] 本発明に係る第2の投写用変倍光学系は、拡大側から順に、正、負、正、正、正の5つのレンズ群からなり、縮小側がテレセントリックとされ、第5レンズ群中に絞りを有するように構成されているため、大きな変倍比を有することができ、またこの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と全系の大型化を抑制することが可能であり、変倍の全範囲にわたって開口数を一定に保つことができ、映画館用途等に好適で高い光学性能を実現することができる。

[0026] 本発明に係る投写型表示装置は、本発明の投写用変倍光学系を備えているため、装置を極端に大型化させることなく、大きな変倍比で使用可能であり汎用性が高く、変倍の全範囲にわたって良好な投写像を得ることができ、例えば映画館用途等に好適である。

## 図面の簡単な説明

- [0027] [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]図9(A)～図9(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10]図10(A)～図10(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11]図11(A)～図11(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12]図12(A)～図12(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13]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

### 発明を実施するための形態

[0028] 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は本発明の一実施形態にかかる投写用変倍光学系の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。なお、図1、図2に示す構成例は、後述の実施例1の投写用変倍光学系に対応している。

[0029] この投写用変倍光学系は、投写型表示装置に搭載されるものであり、例えばライトバルブにより縮小側共役位置に表示された画像情報を拡大側共役位置へ投写する投写レンズである。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、ガラスプロ

ック 2 b 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。

[0030] 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 2 a、2 b 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。

[0031] なお、図 1 および図 2 では、ガラスブロック 2 b 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 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。

[0032] 本実施形態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正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、変倍の際に移動する負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、変倍の際に固定とされる正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 とからなり、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。

[0033] このような、最も拡大側のレンズ群が正の屈折力を有するポジティブリード型のレンズ構成は、高変倍比を得ることが容易であるという特徴がある。また、変倍時の移動群である、第 2 レンズ群 G 2、第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4 をそれぞれ負、正、正の屈折力を有するレンズ群とすることで、これらをそれぞれ負、負、正の屈折力を有するレンズ群としたものに比べて変倍時の収差の変動、特に球面収差の変動を抑制することが容易になる。

[0034] 第 1 レンズ群 G 1 は、例えば、拡大側から順に、1 枚の負レンズと、2 枚または 3 枚の正レンズとが配列された構成とすることができる。例えば図 1 に示す第 1 レンズ群 G 1 は、拡大側から順に、負のレンズ L 1 と、3 枚の正のレンズ L 2 ~ L 4 が配列された 4 枚構成である。

- [0035] 第2レンズ群G2は、例えば図1に示すように、拡大側から順に、2枚の負のレンズL5、L6と、正のレンズL7が配列された3枚構成とすることができる。
- [0036] 第3レンズ群G3は、例えば図1に示すように、拡大側から順に、負のレンズL8と、正のレンズL9とが配列された2枚構成とすることができる。
- [0037] 第4レンズ群G4は、例えば図1に示すように、正のレンズL10からなる1枚構成とすることができる。
- [0038] 第5レンズ群G5は、例えば図1に示すように、拡大側から順に、負のレンズL11と、正のレンズL12と、絞り3と、負のレンズL13と、正のレンズL14と、2枚の負のレンズL15、L16と、2枚の正のレンズL17、L18とが配列された8枚構成とすることができる。
- [0039] 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。また、絞り3は、絞り径が変化しない固定絞りでもよく、絞り径が可変の可変絞りでもよい。
- [0040] なお、本実施形態の投写用変倍光学系は、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。これにより、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。
- [0041] 例えば、絞り3を可変絞りとすることにより、変倍の全範囲にわたって開口数が一定となるように構成することが可能である。あるいは、絞り3が固定絞りの場合には、絞り3の配置箇所を好適に設定することにより、変倍の全範囲にわたって開口数が一定となるように構成することが可能である。
- [0042] そのためには、絞り3は第5レンズ群G5中に配置されていることが好ましい。このように配置すれば、絞り3は変倍時に移動する全てのレンズ群よりも縮小側に配置され、かつ変倍時に絞り3の光軸方向の位置が固定されていることになる。絞り3が開口絞りの場合は、絞り3を第5レンズ群G5中に配置することにより、変倍の全範囲にわたって開口数を一定に保つことが

でき、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。

[0043] 特に、絞り 3 が固定絞りである場合には、絞り 3 を第 5 レンズ群 G 5 中に配置することが好ましい。あるいは、絞り 3 が可変絞りの場合には、絞り 3 を第 5 レンズ群 G 5 中に配置することにより、可変絞りの機構設置が容易になるという利点を得られる。

[0044] さらに、第 5 レンズ群 G 5 中に絞り 3 を配置し、第 5 レンズ群 G 5 において絞り 3 より拡大側に 1 枚以上のレンズが配置されているようにしてもよい。絞り 3 より拡大側で第 5 レンズ群 G 5 に属するレンズは、変倍時に固定されているレンズとなるため、このレンズの保持部材により軸外光線の一部を遮断して、テレセントリック性を向上させることが可能になる。

[0045] また、本実施形態の投写用変倍光学系は、下記条件式 (1) を満足することが好ましい。

$$L / \text{Im}\phi < 15.0 \quad \dots \quad (1)$$

ただし、

L : 投写距離無限時の最も拡大側のレンズ面から最も縮小側のレンズ面までの光軸上の距離

Imφ : 縮小側における最大有効像円直径

[0046] 条件式 (1) は、最大有効像円直径、いわゆるイメージサークルの大きさに対する、投写距離無限時の最も拡大側のレンズ面から最も縮小側のレンズ面までの光軸上の距離（以下、レンズ全厚という）の比の値を規定するものである。条件式 (1) の上限を上回ると、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必要な機能を備えることが困難になるとともに、レンズ全厚が大きくなりすぎる。

[0047] さらに、本実施形態の投写用変倍光学系においては、以下に述べる条件式 (2) ~ (8) を適宜選択的に満足することが好ましい。なお、好ましい態様としては、条件式 (2) ~ (8) のいずれか 1 つを満足するものでもよく、あるいは任意の組合せを満足するものでもよい。

$$1. \quad 3 < Bf / f_w < 3.0 \quad \dots \quad (2)$$

$$3. \quad 0 < f_1 / f_w < 8.0 \quad \dots \quad (3)$$

$$-3. \quad 0 < f_2 / f_w < -0.5 \quad \dots \quad (4)$$

$$6. \quad 0 < f_3 / f_w \quad \dots \quad (5)$$

$$1. \quad 0 < f_4 / f_w < 3.0 \quad \dots \quad (6)$$

$$1. \quad 0 < f_5 / f_w < 3.0 \quad \dots \quad (7)$$

$$1. \quad 6 < Z_r < 3.0 \quad \dots \quad (8)$$

ただし、

$f_1$  : 第1レンズ群G1の焦点距離

$f_2$  : 第2レンズ群G2の焦点距離

$f_3$  : 第3レンズ群G3の焦点距離

$f_4$  : 第4レンズ群G4の焦点距離

$f_5$  : 第5レンズ群G5の焦点距離

$f_w$  : 広角端における全系の焦点距離

$Bf$  : 広角端における全系のバックフォーカス（空気換算距離）

$Z_r$  : 広角端に対する望遠端の変倍比

[0048] 条件式(2)は、広角端における全系の焦点距離  $f_w$  に対する、全系のバックフォーカス（空気換算距離）  $Bf$  の比の値を規定するものである。条件式(2)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ことが困難となる。条件式(2)の上限を上回ると、レンズ全長が長くなり、レンズ系が大型化してしまう。

[0049] 条件式(3)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(3)の下限を下回り、第1レンズ群G1のパワーが強くなりすぎると、拡大側のレンズ外径が大きくなり、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(3)の上限を上回ると、像面湾曲や歪曲

収差の収差補正が困難となる。

[0050] 上記条件式（４）は、第２レンズ群Ｇ２のパワーを規定するものである。条件式（４）の下限を下回り、第２レンズ群Ｇ２のパワーが弱くなりすぎると、変倍時における第２レンズ群Ｇ２の移動量が大きくなりすぎるため、レンズ全厚が大きくなる。条件式（４）の上限を上回り、第２レンズ群Ｇ２の負のパワーが強くなりすぎると、第２レンズ群Ｇ２より縮小側のレンズ群の正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。

[0051] 上記条件式（５）は、第３レンズ群Ｇ３のパワーを規定するものである。条件式（５）の下限を下回り、第３レンズ群Ｇ３のパワーが強くなりすぎると、球面収差や色収差の収差補正が困難となる。

[0052] 上記条件式（６）は、第４レンズ群Ｇ４のパワーを規定するものである。条件式（６）の下限を下回り、第４レンズ群Ｇ４のパワーが強くなりすぎると、球面収差の補正が困難となるとともに、拡大側のレンズ外径が大きくなる。条件式（６）の上限を上回り、第４レンズ群Ｇ４のパワーが弱くなりすぎると、望遠端での球面収差の補正が困難になる。

[0053] 上記条件式（７）は、第５レンズ群Ｇ５のパワーを規定するものである。条件式（７）の下限を下回り、第５レンズ群Ｇ５のパワーが強くなりすぎると、像面湾曲の補正が困難になる。条件式（７）の上限を上回り、第５レンズ群Ｇ５のパワーが弱くなると、テレセントリック性を確保するためにレンズ全厚が大きくなる。

[0054] 上記条件式（８）は、変倍比を規定するものである。条件式（８）の下限を下回っても、条件式（８）の上限を上回っても、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。

[0055] 上記事情から、上記条件式（１）～（８）それぞれに代えて下記条件式（１－１）～（８－１）それぞれを満たすことがより好ましい。

$$L / l_{m\phi} < 12.0 \quad \dots \quad (1-1)$$

$$1.4 < Bf / f_w < 2.0 \quad \dots \quad (2-1)$$

$$3.5 < f_1 / f_w < 7.5 \quad \dots \quad (3-1)$$

$$-2.5 < f_2 / f_w < -1.0 \quad \dots \quad (4-1)$$

$$8.0 < f_3 / f_w \quad \dots \quad (5-1)$$

$$1.2 < f_4 / f_w < 2.5 \quad \dots \quad (6-1)$$

$$1.2 < f_5 / f_w < 2.5 \quad \dots \quad (7-1)$$

$$1.7 < Z_r < 2.5 \quad \dots \quad (8-1)$$

[0056] また、本実施形態の投写用変倍光学系においては、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。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、そのような問題の発生を回避することができる。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 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1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。

[0060] 例えば図1に示す例では、第1レンズ群G1の縮小側の2枚のレンズ（レ

ンズL 3とレンズL 4)を光軸方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。

[0061] 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G 1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G 1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。

[0062] 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。

[0063] 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13を用いて説明する。図13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る。

[0064] 図13に示す投写型表示装置100は、本発明の実施形態にかかる投写用変倍光学系10と、光源20と、照明光学部30とを備えている。照明光学部30は、各色光に対応したライトバルブとしての透過型液晶表示素子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、コンデンサレンズ16a~16cと、光路を偏向するための全反射ミラー18a~18cとを有する。なお、図13では、投写用変倍光学系10は概略的に図示しており、光源20とダイクロイックミラー12の間の構成は図示を省略している。

[0065] 光源20からの白色光は、照明光学部30において、ダイクロイックミラー12、13で3つの色光光束（G光、B光、R光）に分解された後、それぞれコンデンサレンズ16a~16cを経て各色光光束にそれぞれ対応する透過型液晶表示素子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、投写用変倍光学系 10 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 10 によりスクリーン（不図示）上に投写される。

[0066] なお、本発明の投写型表示装置が備えるライトバルブは、透過型液晶表示素子に限られるものではなく、反射型液晶表示素子あるいは DMD 等の他の光変調手段であってもよい。

[0067] 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 1～4 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 は後で実施例 1 の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可能となるように構成されている。実施例 1～4 をバリフォーカルレンズとして使用する際は、変倍時および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。

[0068] <実施例 1>

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、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、投写距離が無限遠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。

[0069] 実施例 1 の投写用変倍光学系は、拡大側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G4 と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G5 とが配列されてなり、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。投写用変倍光学系の縮小側には、色合成プリズムを主とする（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）ガラスブロック（フィルタ部を含む）2a、2b と、ライトバルブの画像表示面 1 が配設されている。

[0070] 変倍時には、第 1 レンズ群 G1 と第 5 レンズ群 G5 とが固定とされ、第 2

レンズ群G 2、第3レンズ群G 3、第4レンズ群G 4とが可動とされ、その可動態様は図2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。

[0071] 第1レンズ群G 1は、拡大側から順に、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL 1と、縮小側に平面を向けた平凸形状のレンズL 2と、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズL 3と、両凸形状のレンズL 4とが配列されて構成されている。

[0072] 第2レンズ群G 2は、拡大側から順に、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL 5と、両凹形状のレンズL 6と、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズL 7とが配列されて構成されている。

[0073] 第3レンズ群G 3は、拡大側から順に、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL 8と、両凸形状のレンズL 9とが配列されて構成されている。

[0074] 第4レンズ群G 4は、両凸形状のレンズL 10から構成されている。

[0075] 第5レンズ群G 5は、拡大側から順に、両凹形状のレンズL 11と、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズL 12と、絞り3と、両凹形状のレンズL 13と、拡大側に平面を向けた平凸形状のレンズL 14と、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL 15と、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL 16と、両凸形状のレンズL 17と、両凸形状のレンズL 18とが配列されて構成されている。

[0076] 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。

[0077] 表1の上段に実施例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2a、2bも含めて示している。表1において、S<sub>i</sub>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、…）の面番号を示す。R<sub>i</sub>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 $Z_1$ 上の面間隔を示している。また、 $N_{dj}$ 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、 $\nu_{dj}$ 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。

[0078] 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 $D_8$ 、 $D_{14}$ 、 $D_{18}$ 、 $D_{20}$ と記入している。

[0079] 表1の下段に広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離 $f$ 、各可変間隔 $D_8$ 、 $D_{14}$ 、 $D_{18}$ 、 $D_{20}$ の値をそれぞれ示す。

[0080]

[表1]

実施例1

| Si     | Ri        | Di      | Ndj     | $\nu$ dj |
|--------|-----------|---------|---------|----------|
| 1      | 408.7408  | 0.6748  | 1.75520 | 27.51    |
| 2      | 22.7534   | 2.8455  |         |          |
| 3      | 27.1751   | 2.3217  | 1.61800 | 63.33    |
| 4      | $\infty$  | 0.9785  |         |          |
| 5      | 36.9152   | 1.2372  | 1.60311 | 60.64    |
| 6      | 82.2389   | 0.1109  |         |          |
| 7      | 43.7245   | 1.9393  | 1.60738 | 56.71    |
| 8      | -121.3167 | D8      |         |          |
| 9      | 25.8248   | 1.6067  | 1.62041 | 60.29    |
| 10     | 10.6271   | 1.9377  |         |          |
| 11     | -26.2435  | 0.5013  | 1.65160 | 58.55    |
| 12     | 11.7689   | 0.5800  |         |          |
| 13     | 12.9717   | 1.0058  | 1.80518 | 25.42    |
| 14     | 29.6117   | D14     |         |          |
| 15     | 27.8132   | 0.4161  | 1.80518 | 25.42    |
| 16     | 16.5256   | 0.6989  |         |          |
| 17     | 52.8765   | 1.1215  | 1.79950 | 42.34    |
| 18     | -52.8765  | D18     |         |          |
| 19     | 14.0579   | 2.3796  | 1.49700 | 81.61    |
| 20     | -29.3559  | D20     |         |          |
| 21     | -69.1558  | 0.3374  | 1.51742 | 52.43    |
| 22     | 9.4567    | 0.3840  |         |          |
| 23     | 8.8065    | 1.2774  | 1.73800 | 32.26    |
| 24     | 20.4635   | 0.5093  |         |          |
| 25(絞り) | $\infty$  | 9.7240  |         |          |
| 26     | -10.0250  | 0.2571  | 1.51742 | 52.43    |
| 27     | 11.6643   | 0.5993  |         |          |
| 28     | $\infty$  | 2.6463  | 1.49700 | 81.61    |
| 29     | -5.5431   | 0.0562  |         |          |
| 30     | -5.4013   | 0.3374  | 1.61772 | 49.81    |
| 31     | -18.0578  | 0.0643  |         |          |
| 32     | 55.6278   | 0.3567  | 1.73800 | 32.26    |
| 33     | 12.8775   | 0.0096  |         |          |
| 34     | 13.0141   | 2.2012  | 1.49700 | 81.61    |
| 35     | -15.4118  | 0.1735  |         |          |
| 36     | 18.1194   | 2.3661  | 1.49700 | 81.61    |
| 37     | -13.3639  | 3.5174  |         |          |
| 38     | $\infty$  | 18.7185 | 1.51633 | 64.14    |
| 39     | $\infty$  | 0.4820  | 1.50847 | 61.19    |
| 40     | $\infty$  |         |         |          |

|     | 広角端     | 中間      | 望遠端     |
|-----|---------|---------|---------|
| f   | 10.0000 | 15.2000 | 20.1000 |
| D8  | 2.2567  | 7.5679  | 10.2696 |
| D14 | 22.1899 | 15.7340 | 11.5375 |
| D18 | 1.2207  | 0.4390  | 0.2400  |
| D20 | 0.4808  | 2.4074  | 4.1011  |

[0081] なお、表1のデータは、投写距離が無限遠のときのものであり、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。

[0082] 図9(A)～図9(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9（E）～図9（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9（I）～図9（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。

[0083] 図9（A）～図9（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Fno.はFナンバー、その他の収差図の縦軸上方に記載の $\omega$ は半画角を意味する。なお、図9（A）～図9（L）の収差図は、縮小倍率が-0.002倍のときのものである。

[0084] 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2～4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の基本レンズデータに関する投射距離の条件、収差図に関する縮小倍率の条件、焦点距離が10.0で規格化されている点も以下の実施例2～4のものについても同様である。

[0085] <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、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、以下に述べる点が異なる。

[0086] 第1レンズ群G1は、拡大側から順に、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL1と、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズL

2と、両凸形状のレンズL 3とが配列されて構成されている。

[0087] 第2レンズ群G 2は、拡大側から順に、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL 4と、両凹形状のレンズL 5と、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズL 6とが配列されて構成されている。

[0088] 第3レンズ群G 3は、拡大側から順に、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL 7と、両凸形状のレンズL 8とが配列されて構成されている。

[0089] 第4レンズ群G 4は、両凸形状のレンズL 9から構成されている。

[0090] 第5レンズ群G 5は、拡大側から順に、両凹形状のレンズL 10と、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズL 11と、絞り3と、両凹形状のレンズL 12と、両凸形状のレンズL 13と、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズ14と、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL 15と、両凸形状のレンズL 16と、両凸形状のレンズL 17とが配列されて構成されている。

[0091] 表2の上段に実施例2の投写用変倍光学系の基本レンズデータを示し、表2の下段に広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離 $f$ 、各可変間隔 $D 6$ 、 $D 12$ 、 $D 16$ 、 $D 18$ の値をそれぞれ示す。また、図10(A)～図10(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。

[0092]

[表2]

実施例2

| Si     | Ri        | Di      | Ndj     | $\nu$ dj |
|--------|-----------|---------|---------|----------|
| 1      | 258.2896  | 0.6749  | 1.71736 | 29.52    |
| 2      | 22.0847   | 3.1883  |         |          |
| 3      | 26.3944   | 2.4328  | 1.61800 | 63.33    |
| 4      | 675.5693  | 0.0484  |         |          |
| 5      | 32.2166   | 2.3027  | 1.58913 | 61.14    |
| 6      | -116.7746 | D6      |         |          |
| 7      | 32.3505   | 1.6067  | 1.62041 | 60.29    |
| 8      | 11.4329   | 1.8893  |         |          |
| 9      | -27.2818  | 0.4177  | 1.51633 | 64.14    |
| 10     | 11.2819   | 1.0293  |         |          |
| 11     | 12.8889   | 1.0451  | 1.80518 | 25.42    |
| 12     | 22.9320   | D12     |         |          |
| 13     | 34.4945   | 0.4177  | 1.80518 | 25.42    |
| 14     | 16.8108   | 0.5868  |         |          |
| 15     | 40.2763   | 1.2209  | 1.78590 | 44.20    |
| 16     | -53.5688  | D16     |         |          |
| 17     | 14.0663   | 2.3713  | 1.49700 | 81.61    |
| 18     | -28.5189  | D18     |         |          |
| 19     | -78.9052  | 0.3374  | 1.51742 | 52.43    |
| 20     | 8.8124    | 0.0482  |         |          |
| 21     | 8.2458    | 1.8802  | 1.73800 | 32.26    |
| 22     | 20.2586   | 0.0481  |         |          |
| 23(絞り) | $\infty$  | 8.2394  |         |          |
| 24     | -10.9888  | 0.2571  | 1.51742 | 52.43    |
| 25     | 10.7522   | 0.6816  |         |          |
| 26     | 173.3735  | 3.3740  | 1.49700 | 81.61    |
| 27     | -5.6231   | 0.0500  |         |          |
| 28     | -5.4848   | 0.6427  | 1.72000 | 50.23    |
| 29     | -17.1468  | 0.0482  |         |          |
| 30     | 69.5238   | 0.3535  | 1.80610 | 33.27    |
| 31     | 14.6004   | 0.0095  |         |          |
| 32     | 14.7771   | 2.2005  | 1.49700 | 81.61    |
| 33     | -13.1125  | 0.1607  |         |          |
| 34     | 20.0189   | 2.5524  | 1.49700 | 81.61    |
| 35     | -13.0810  | 3.4846  |         |          |
| 36     | $\infty$  | 18.7177 | 1.51633 | 64.14    |
| 37     | $\infty$  | 0.4820  | 1.50847 | 61.19    |
| 38     | $\infty$  |         |         |          |

|     | 広角端     | 中間      | 望遠端     |
|-----|---------|---------|---------|
| f   | 10.0000 | 15.2000 | 20.0000 |
| D6  | 3.0907  | 9.0744  | 12.0916 |
| D12 | 22.5705 | 15.3762 | 10.8374 |
| D16 | 1.2228  | 0.4707  | 0.2404  |
| D18 | 0.4818  | 2.4443  | 4.1963  |

## [0093] &lt;実施例3&gt;

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、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2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5レンズ群G5の構成が異なる。

[0094] 実施例3の投写用変倍光学系の第5レンズ群G5は、拡大側から順に、両凹形状のレンズL10と、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズL11と、絞り3と、両凹形状のレンズL12と、両凸形状のレンズL13と、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズL14と、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL15と、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL16と、両凸形状のレンズL17と、両凸形状のレンズL18とが配列されて構成されている。

[0095] 表3の上段に実施例3の投写用変倍光学系の基本レンズデータを示し、表3の下段に広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離 $f$ 、各可変間隔 $D6$ 、 $D12$ 、 $D16$ 、 $D18$ の値をそれぞれ示す。図11(A)～図11(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。

[0096]

[表3]

実施例3

| Si     | Ri        | Di      | Ndj     | $\nu$ dj |
|--------|-----------|---------|---------|----------|
| 1      | 187.2397  | 0.6749  | 1.74000 | 28.30    |
| 2      | 21.9752   | 3.2043  |         |          |
| 3      | 26.2266   | 2.4756  | 1.61800 | 63.33    |
| 4      | 693.8277  | 0.0694  |         |          |
| 5      | 30.3812   | 2.3129  | 1.61272 | 58.72    |
| 6      | -142.4831 | D6      |         |          |
| 7      | 30.1309   | 1.6069  | 1.60311 | 60.64    |
| 8      | 11.1181   | 1.8437  |         |          |
| 9      | -32.9230  | 0.4339  | 1.58913 | 61.14    |
| 10     | 11.2571   | 0.8303  |         |          |
| 11     | 12.6858   | 1.1149  | 1.80518 | 25.42    |
| 12     | 23.9906   | D12     |         |          |
| 13     | 36.3611   | 0.4178  | 1.80518 | 25.42    |
| 14     | 17.2154   | 0.5894  |         |          |
| 15     | 39.3246   | 1.2113  | 1.79952 | 42.22    |
| 16     | -58.9692  | D16     |         |          |
| 17     | 14.3403   | 2.8922  | 1.49700 | 81.61    |
| 18     | -28.2078  | D18     |         |          |
| 19     | -79.4285  | 0.3374  | 1.51742 | 52.43    |
| 20     | 8.9377    | 0.0482  |         |          |
| 21     | 8.3521    | 2.2495  | 1.80610 | 33.27    |
| 22     | 17.3995   | 0.0484  |         |          |
| 23(絞り) | $\infty$  | 8.3119  |         |          |
| 24     | -10.0055  | 0.2571  | 1.51742 | 52.43    |
| 25     | 10.3646   | 0.5626  |         |          |
| 26     | 1329.8286 | 1.5733  | 1.71300 | 53.87    |
| 27     | -26.2825  | 0.1554  |         |          |
| 28     | -45.4821  | 1.8823  | 1.49700 | 81.61    |
| 29     | -5.6319   | 0.0640  |         |          |
| 30     | -5.4781   | 0.3535  | 1.80400 | 46.57    |
| 31     | -20.1459  | 0.0482  |         |          |
| 32     | 55.2539   | 0.3535  | 1.80100 | 34.97    |
| 33     | 15.3483   | 0.0177  |         |          |
| 34     | 15.5865   | 2.3070  | 1.49700 | 81.61    |
| 35     | -11.0668  | 0.0483  |         |          |
| 36     | 22.4055   | 2.3476  | 1.49700 | 81.61    |
| 37     | -12.3193  | 3.4692  |         |          |
| 38     | $\infty$  | 18.7200 | 1.51633 | 64.14    |
| 39     | $\infty$  | 0.4821  | 1.50847 | 61.19    |
| 40     | $\infty$  |         |         |          |

|     | 広角端     | 中間      | 望遠端     |
|-----|---------|---------|---------|
| f   | 10.0000 | 15.3000 | 19.0000 |
| D6  | 2.4101  | 8.2269  | 10.4713 |
| D12 | 22.8280 | 15.6762 | 12.2147 |
| D16 | 1.1254  | 0.3828  | 0.2409  |
| D18 | 0.4820  | 2.5595  | 3.9186  |

[0097] &lt;実施例4&gt;

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、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、実施例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G1と第5レンズ群G5の構成が異なる。

[0098] 実施例4の投写用変倍光学系の第1レンズ群G1は、拡大側から順に、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL1と、両凸形状のレンズL2と、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズL3とが配列されて構成されている。

[0099] 実施例4の投写用変倍光学系の第5レンズ群G5は、両凹形状のレンズL10と、拡大側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズL11と、絞り3と、拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズL12と、両凹形状のレンズL13と、両凸形状のレンズL14と、両凹形状のレンズL15と、両凸形状のレンズL16と、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズL17と、両凸形状のレンズL18とが配列されて構成されている。

[0100] 表4の上段に実施例4の投写用変倍光学系の基本レンズデータを示し、表4の下段に広角端、中間焦点位置、望遠端における全系の焦点距離 $f$ 、各可変間隔 $D6$ 、 $D12$ 、 $D16$ 、 $D18$ の値をそれぞれ示す。図12(A)～図12(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。

[0101]

[表4]

実施例4

| Si     | Ri        | Di      | Ndj     | $\nu$ dj |
|--------|-----------|---------|---------|----------|
| 1      | 135.4293  | 0.7182  | 1.62588 | 35.70    |
| 2      | 18.3928   | 1.7352  |         |          |
| 3      | 20.0717   | 4.0069  | 1.61800 | 63.33    |
| 4      | -114.1520 | 0.0695  |         |          |
| 5      | 25.0200   | 0.9540  | 1.71300 | 53.87    |
| 6      | 30.9814   | D6      |         |          |
| 7      | 30.0024   | 0.5792  | 1.61800 | 63.33    |
| 8      | 13.9771   | 2.6002  |         |          |
| 9      | -96.6870  | 0.8341  | 1.61800 | 63.33    |
| 10     | 12.5347   | 0.7996  |         |          |
| 11     | 14.0483   | 1.2766  | 1.80610 | 33.27    |
| 12     | 27.1163   | D12     |         |          |
| 13     | 123.8157  | 0.7808  | 1.69895 | 30.13    |
| 14     | 14.9176   | 0.3224  |         |          |
| 15     | 15.5424   | 1.7744  | 1.48749 | 70.23    |
| 16     | -31.7723  | D16     |         |          |
| 17     | 25.1179   | 1.6246  | 1.74320 | 49.34    |
| 18     | -31.1848  | D18     |         |          |
| 19     | -28.0919  | 0.4022  | 1.58144 | 40.75    |
| 20     | 8.4803    | 0.2680  |         |          |
| 21     | 8.1644    | 1.0227  | 1.84666 | 23.78    |
| 22     | 26.5805   | 0.0429  |         |          |
| 23(絞り) | $\infty$  | 6.3225  |         |          |
| 24     | 15.0072   | 0.4025  | 1.58144 | 40.75    |
| 25     | 9.6507    | 1.2239  |         |          |
| 26     | -7.5339   | 0.3218  | 1.58144 | 40.75    |
| 27     | 20.5357   | 0.3757  |         |          |
| 28     | 16.8537   | 2.2914  | 1.49700 | 81.61    |
| 29     | -6.2892   | 0.0297  |         |          |
| 30     | -6.1928   | 0.4022  | 1.83400 | 37.16    |
| 31     | 39.2699   | 0.0345  |         |          |
| 32     | 45.5112   | 2.0420  | 1.49700 | 81.61    |
| 33     | -8.8107   | 0.0483  |         |          |
| 34     | -176.2569 | 1.4550  | 1.74400 | 44.78    |
| 35     | -12.7849  | 0.0483  |         |          |
| 36     | 15.8635   | 1.5318  | 1.49700 | 81.61    |
| 37     | -65.1695  | 3.4202  |         |          |
| 38     | $\infty$  | 18.7445 | 1.51633 | 64.14    |
| 39     | $\infty$  | 0.4827  | 1.50847 | 61.19    |
| 40     | $\infty$  |         |         |          |

|     | 広角端     | 中間      | 望遠端     |
|-----|---------|---------|---------|
| f   | 10.0000 | 15.4000 | 19.0000 |
| D6  | 0.6790  | 9.5006  | 13.0978 |
| D12 | 26.8735 | 16.4397 | 11.3786 |
| D16 | 0.4017  | 0.3972  | 0.8418  |
| D18 | 3.3189  | 4.9357  | 5.9551  |

[0102] 表5に、上記実施例1～4の上記各条件式(1)～(8)に関連する値と対応する値を示す。実施例1～4の投写用変倍光学系は、表5に示すように、条件式(1)～(8)を全て満足している。

[0103]

[表5]

|                  | 実施例1   | 実施例2   | 実施例3   | 実施例4   |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| fw               | 10.00  | 10.00  | 10.00  | 10.00  |
| f1               | 41.63  | 48.83  | 45.62  | 67.60  |
| f2               | -12.69 | -14.07 | -13.61 | -19.34 |
| f3               | 90.57  | 97.69  | 101.51 | 158.96 |
| f4               | 19.48  | 19.31  | 19.57  | 18.95  |
| f5               | 21.30  | 21.34  | 20.28  | 17.37  |
| Bf               | 16.18  | 16.15  | 16.13  | 16.10  |
| Im $\phi$        | 6.43   | 6.43   | 6.43   | 6.44   |
| L                | 67.80  | 67.48  | 67.49  | 67.61  |
| (1)式 L/Im $\phi$ | 10.55  | 10.50  | 10.50  | 10.51  |
| (2)式 Bf/fw       | 1.62   | 1.61   | 1.61   | 1.61   |
| (3)式 f1/fw       | 4.16   | 4.88   | 4.56   | 6.76   |
| (4)式 f2/fw       | -1.27  | -1.41  | -1.36  | -1.93  |
| (5)式 f3/fw       | 9.06   | 9.77   | 10.15  | 15.90  |
| (6)式 f4/fw       | 1.95   | 1.93   | 1.96   | 1.90   |
| (7)式 f5/fw       | 2.13   | 2.13   | 2.03   | 1.74   |
| (8)式 Zr          | 2.0    | 2.0    | 1.9    | 1.9    |

[0104] 上述の実施例1～4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、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2.50と小さく、変倍比が1.9～2.0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。

[0105] <実施例1の変形例>

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6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f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G1の縮小側のレンズL3とレンズL4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6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、レンズL2とレンズL3の間隔をD4として示している。

[0106]

[表6]

|     | 広角端     | 中間      | 望遠端     |
|-----|---------|---------|---------|
| f   | 9.86    | 14.94   | 19.71   |
| D4  | 1.3711  | 1.3711  | 1.3711  |
| D8  | 1.8641  | 7.1753  | 9.8770  |
| D14 | 22.1899 | 15.7340 | 11.5375 |
| D18 | 1.2207  | 0.4390  | 0.2400  |
| D20 | 0.4808  | 2.4074  | 4.1011  |

Bf=16.20, L=67.804

[0107] 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、アッベ数を適宜変更することが可能である。

[0108] 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。

## 請求の範囲

[請求項1] 拡大側から順に、変倍の際に固定とされる正の屈折力を有する第1レンズ群と、変倍の際に移動する負の屈折力を有する第2レンズ群と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第3レンズ群と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第4レンズ群と、変倍の際に固定とされる正の屈折力を有する第5レンズ群とからなり、

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)を満足することを特徴とする投写用変倍光学系。

$$L / l_{m\phi} < 15.0 \quad \dots \quad (1)$$

ただし、

L：投写距離無限時の最も拡大側のレンズ面から最も縮小側のレンズ面までの光軸上の距離

$l_{m\phi}$ ：縮小側における最大有効像円直径

[請求項2] 下記条件式(1-1)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。

$$L / l_{m\phi} < 12.0 \quad \dots \quad (1-1)$$

[請求項3] 拡大側から順に、変倍の際に固定とされる正の屈折力を有する第1レンズ群と、変倍の際に移動する負の屈折力を有する第2レンズ群と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第3レンズ群と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第4レンズ群と、変倍の際に固定とされる正の屈折力を有する第5レンズ群とからなり、

縮小側がテレセントリックとなるように構成され、

前記第5レンズ群中に絞りを有することを特徴とする投写用変倍光学系。

[請求項4] 下記条件式(2)を満足することを特徴とする請求項1～3のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

$$1.3 < Bf / f_w < 3.0 \quad \dots \quad (2)$$

ただし、

$B_f$  : 広角端における全系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

[請求項5] 下記条件式 (2-1) を満足することを特徴とする請求項4記載の投写用変倍光学系。

$$1.4 < B_f / f_w < 2.0 \quad \dots \quad (2-1)$$

[請求項6] 下記条件式 (3) を満足することを特徴とする請求項1～5のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

$$3.0 < f_1 / f_w < 8.0 \quad \dots \quad (3)$$

ただし、

$f_1$  : 前記第1レンズ群の焦点距離

$f_w$  : 広角端における全系の焦点距離

[請求項7] 下記条件式 (3-1) を満足することを特徴とする請求項6記載の投写用変倍光学系。

$$3.5 < f_1 / f_w < 7.5 \quad \dots \quad (3-1)$$

[請求項8] 下記条件式 (4) を満足することを特徴とする請求項1～7のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

$$-3.0 < f_2 / f_w < -0.5 \quad \dots \quad (4)$$

ただし、

$f_2$  : 前記第2レンズ群の焦点距離

$f_w$  : 広角端における全系の焦点距離

[請求項9] 下記条件式 (4-1) を満足することを特徴とする請求項8記載の投写用変倍光学系。

$$-2.5 < f_2 / f_w < -1.0 \quad \dots \quad (4-1)$$

[請求項10] 下記条件式 (5) を満足す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。

$$6.0 < f_3 / f_w \quad \dots \quad (5)$$

ただし、

$f_3$  : 前記第3レンズ群の焦点距離

$f_w$  : 広角端における全系の焦点距離

[請求項11] 下記条件式(5-1)を満足することを特徴とする請求項10記載の投写用変倍光学系。

$$8. \quad 0 < f_3 / f_w \cdots (5-1)$$

[請求項12] 下記条件式(6)を満足す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。

$$1. \quad 0 < f_4 / f_w < 3.0 \cdots (6)$$

ただし、

$f_4$  : 前記第4レンズ群の焦点距離

$f_w$  : 広角端における全系の焦点距離

[請求項13] 下記条件式(6-1)を満足することを特徴とする請求項12記載の投写用変倍光学系。

$$1. \quad 2 < f_4 / f_w < 2.5 \cdots (6-1)$$

[請求項14] 下記条件式(7)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。

$$1. \quad 0 < f_5 / f_w < 3.0 \cdots (7)$$

ただし、

$f_5$  : 前記第5レンズ群の焦点距離

$f_w$  : 広角端における全系の焦点距離

[請求項15] 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1~14のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

[請求項16] 全てのレンズが単レンズからなることを特徴とする請求項1~15のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

[請求項17] 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1~16のうちいずれか1項記載の投写用変倍光学系。

[請求項18] 前記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て行うように構成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 17 のうちいずれか 1 項記載の投写用変倍光学系。

[請求項 19]        下記条件式 (8) を満足することを特徴とする請求項 1 ～ 18 のうちいずれか 1 項記載の投写用変倍光学系。

$$1.6 < Z_r < 3.0 \quad \dots \quad (8)$$

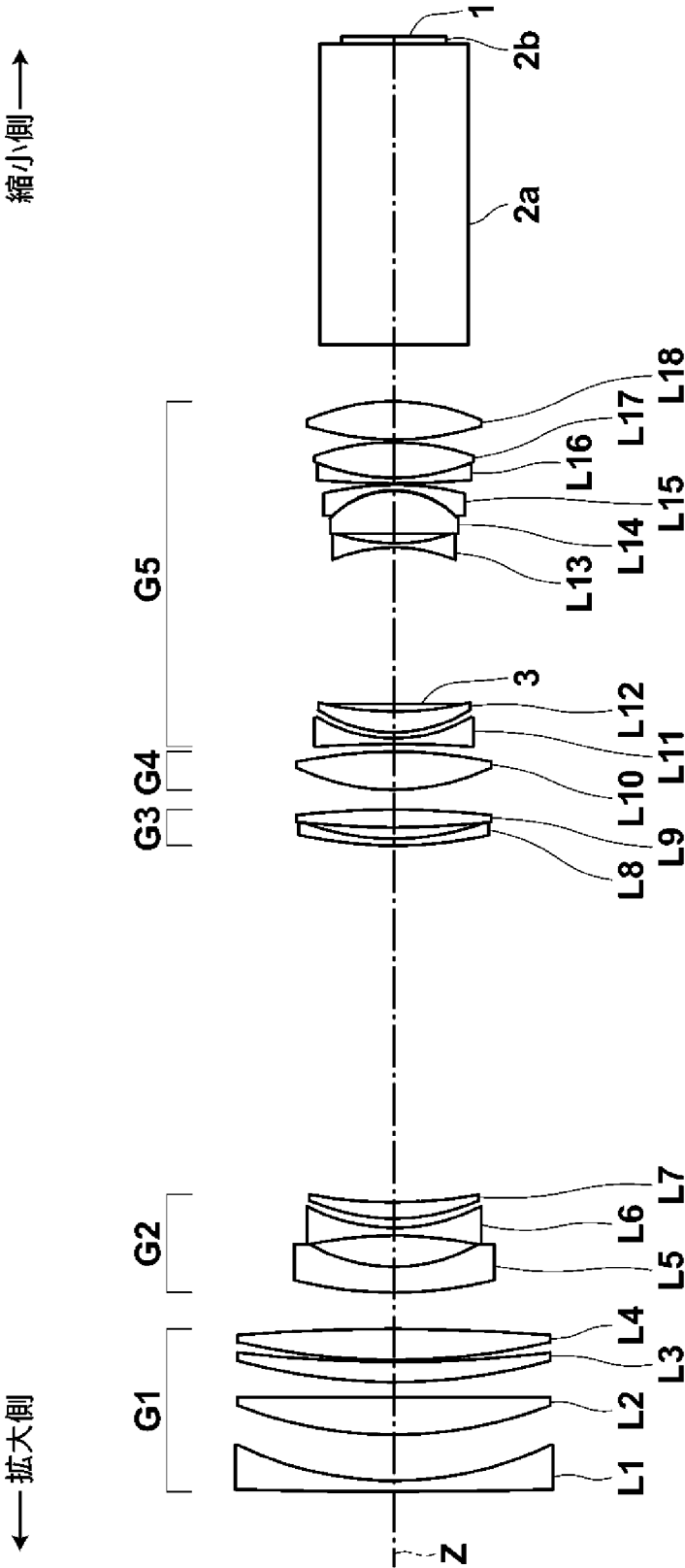
ただし、

$Z_r$  : 広角端に対する望遠端の変倍比

[請求項 20]        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 ～ 19 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。

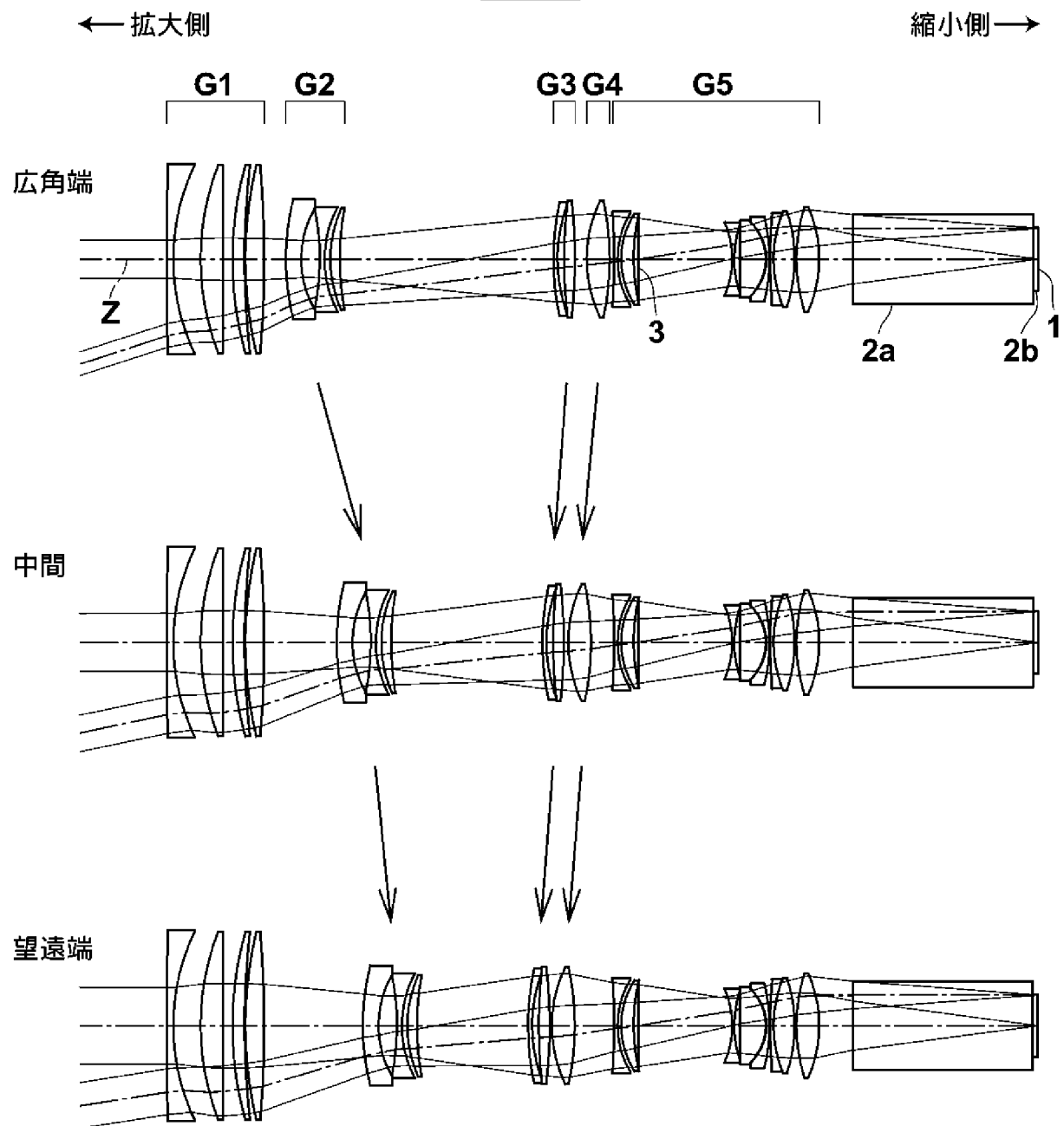
[図1]

実施例1 (広角端)



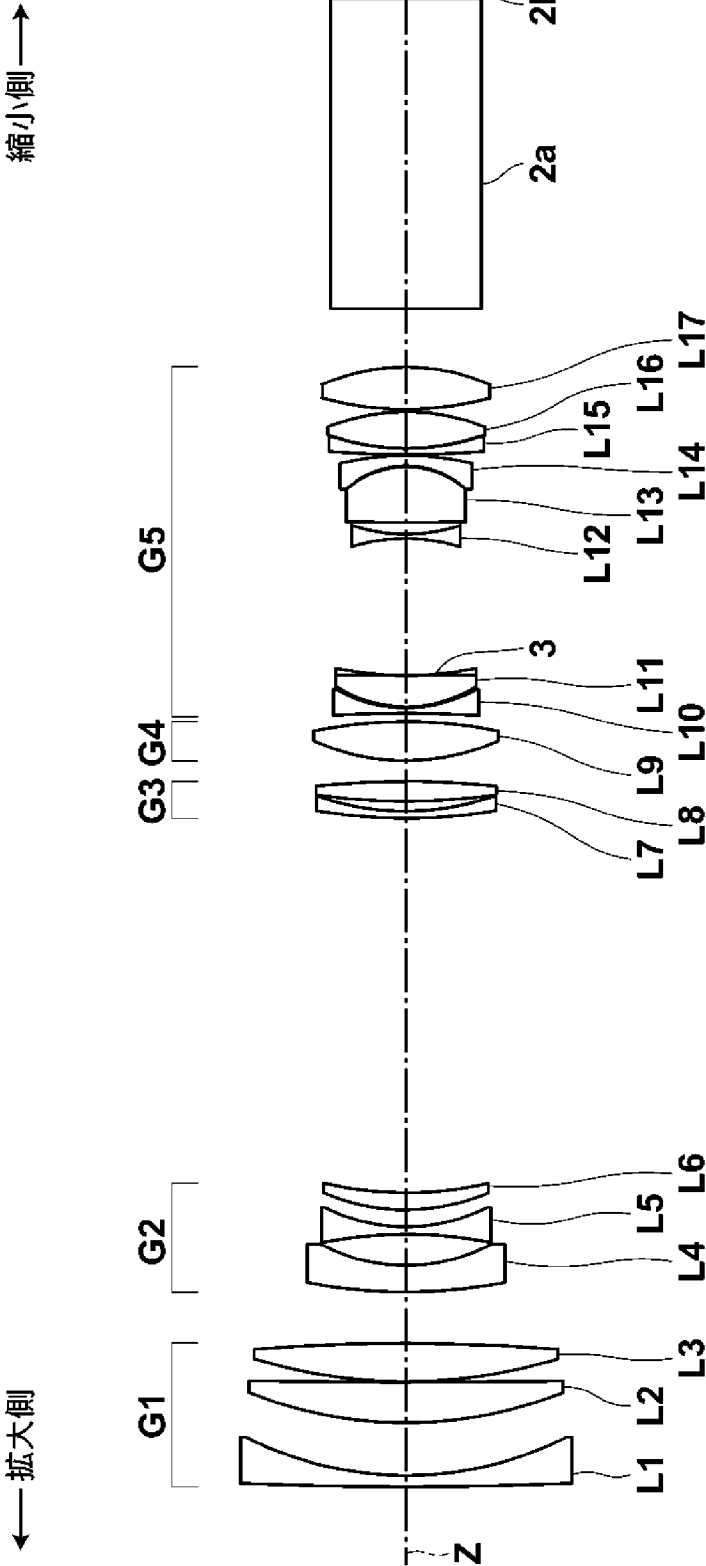
[図2]

### 实施例 1



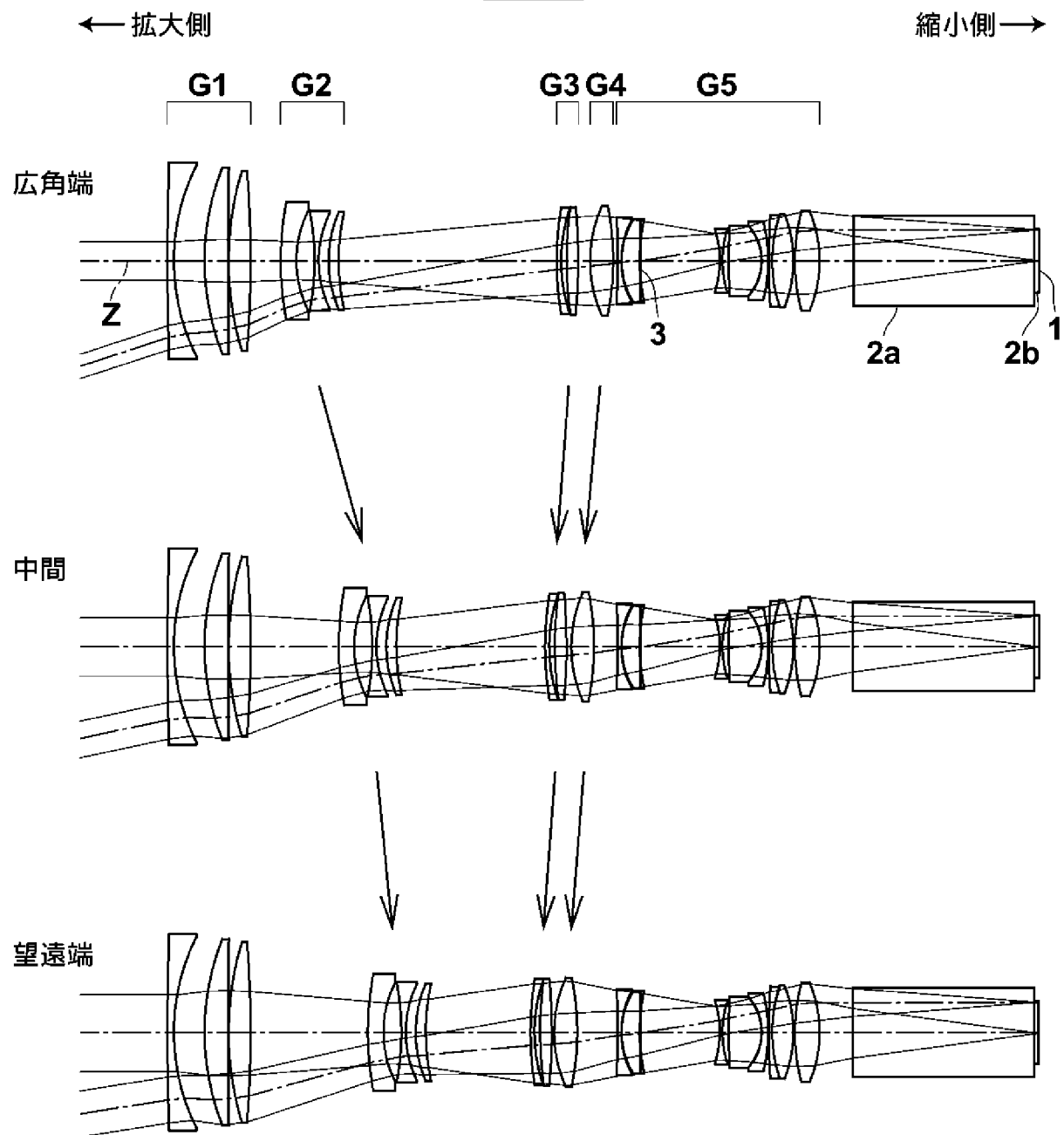
[図3]

実施例2 (広角端)



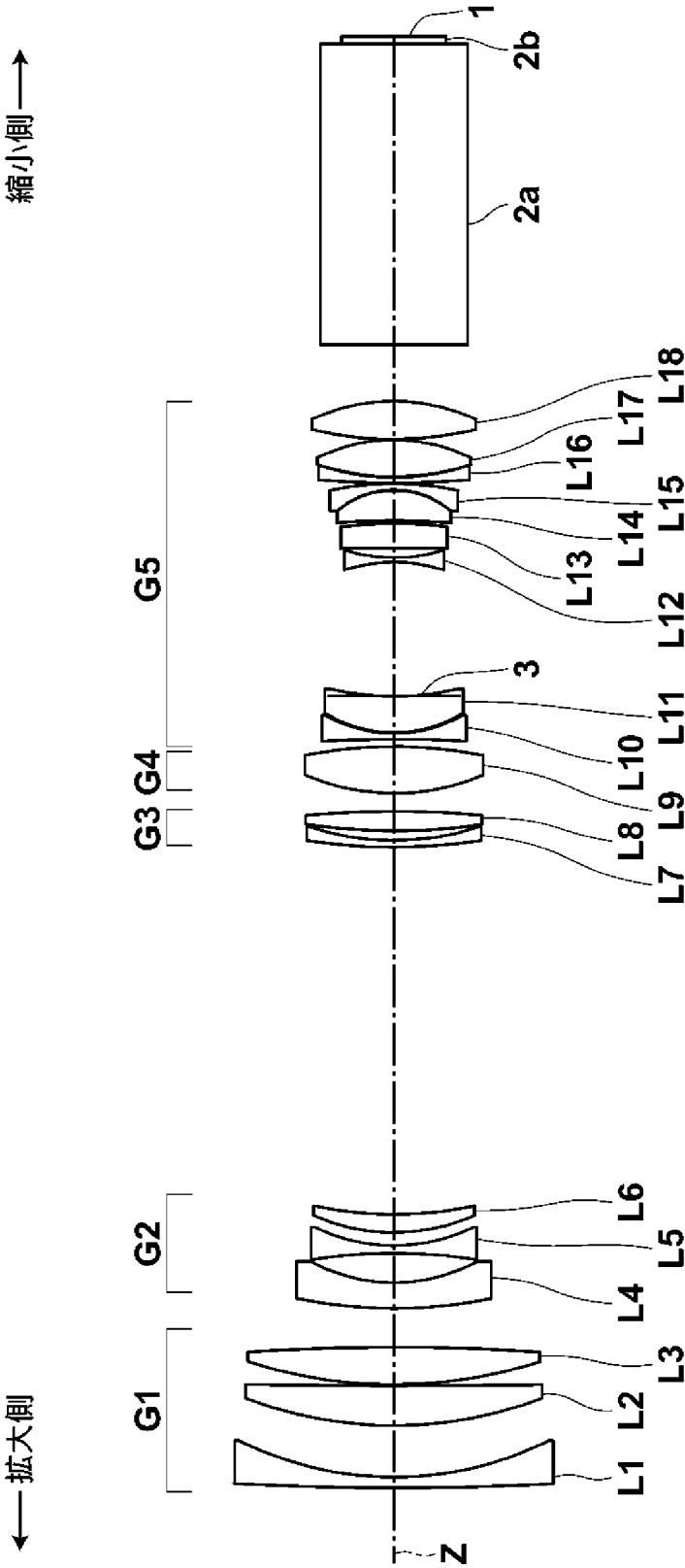
[図4]

## 实施例2



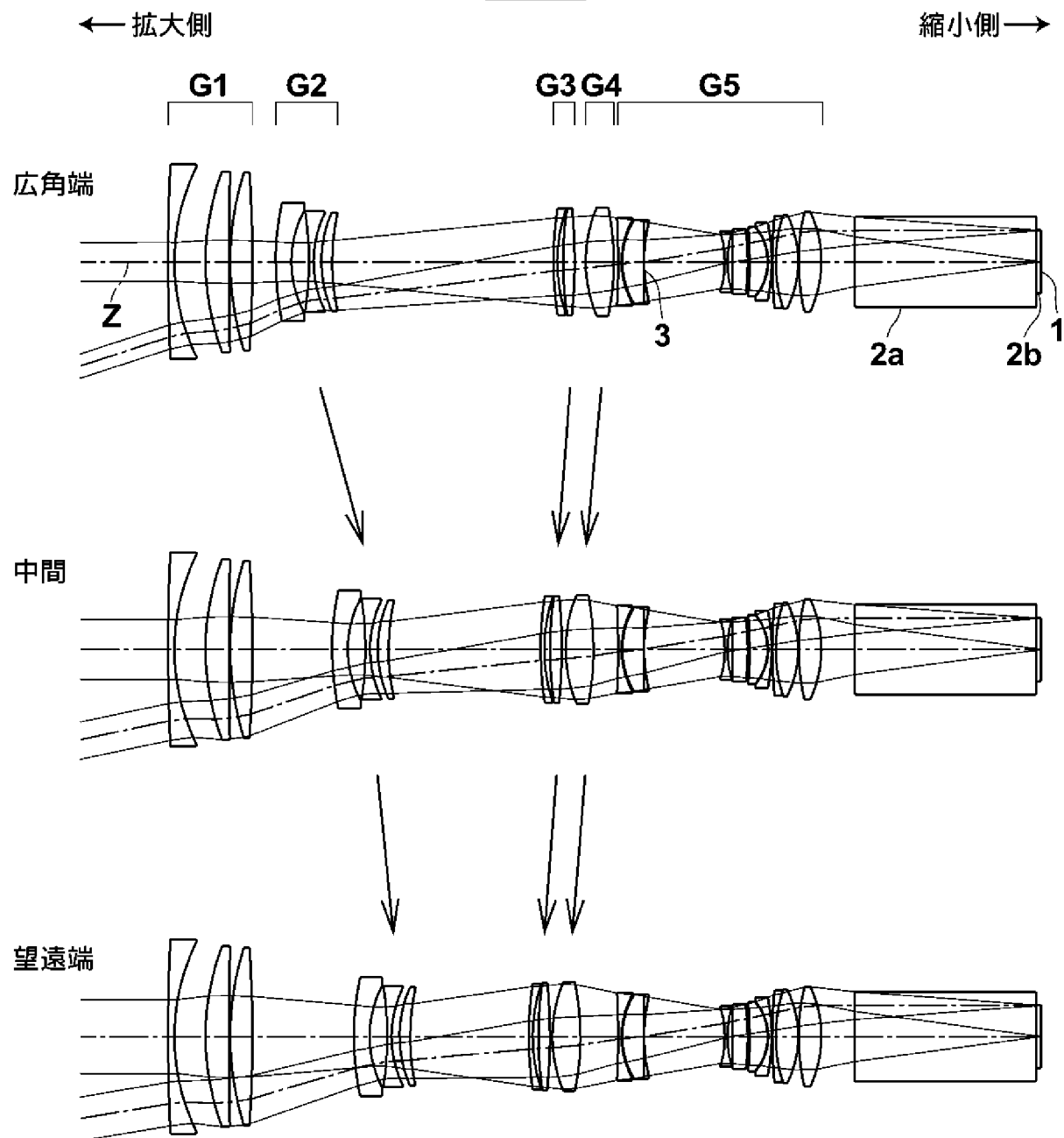
[図5]

実施例3 (広角端)



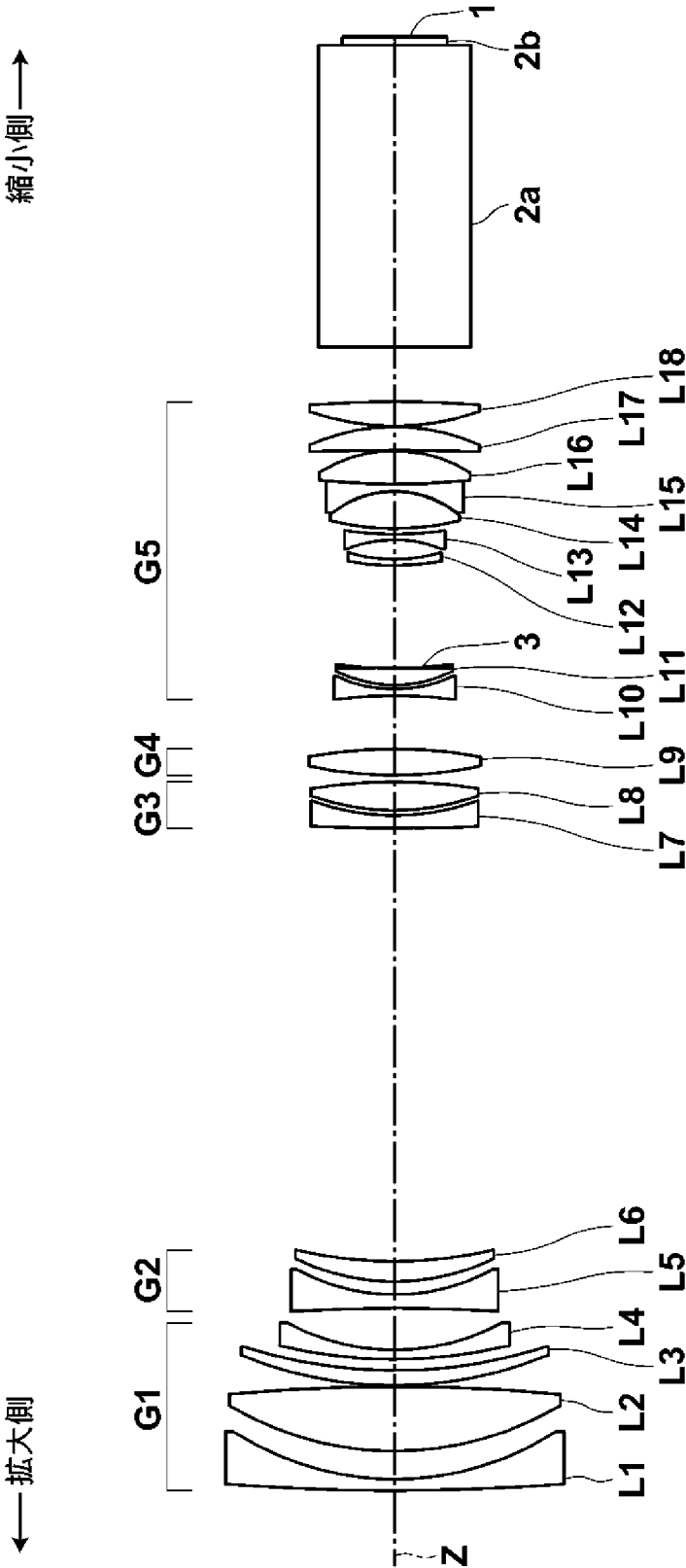
[図6]

### 实施例3



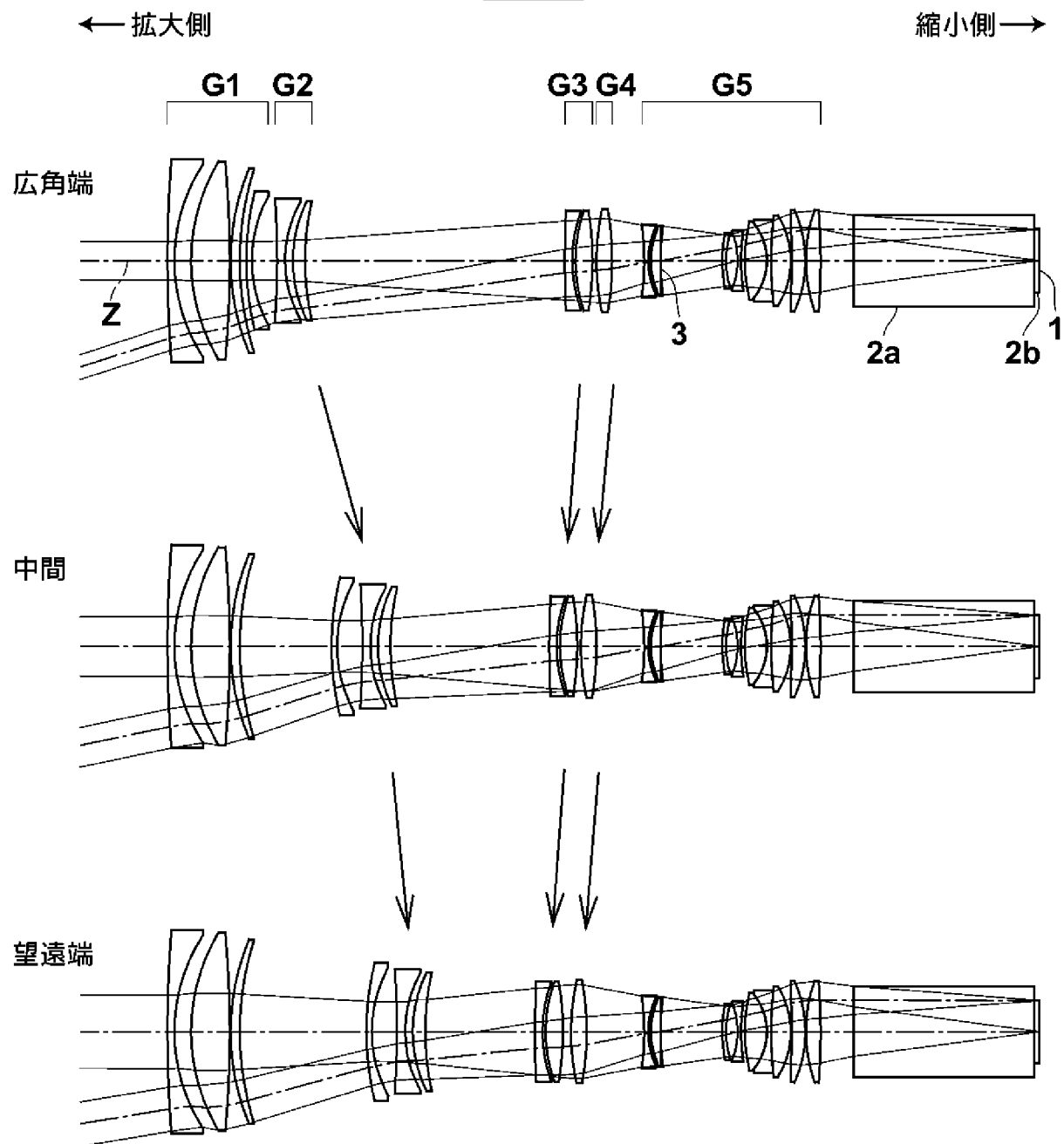
[図7]

実施例4 (広角端)



[図8]

### 实施例4

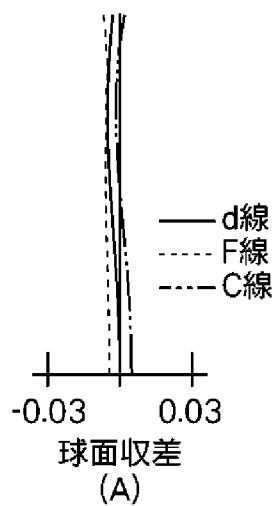
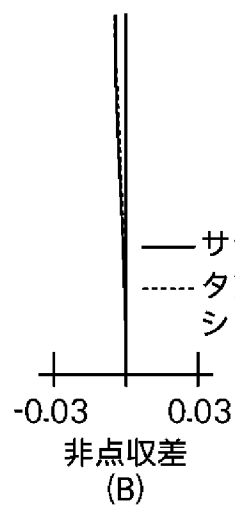
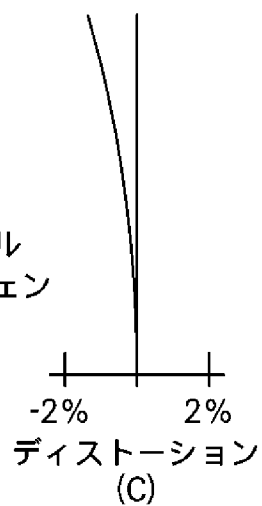
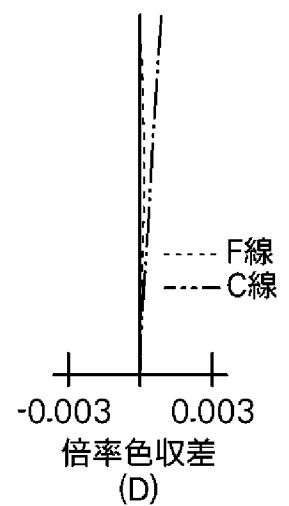


[図9]

## 実施例1

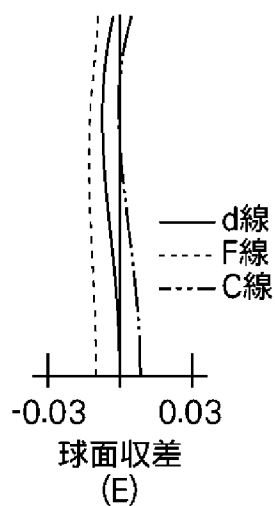
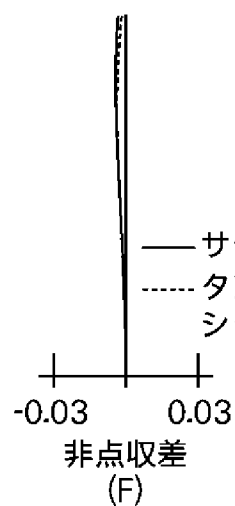
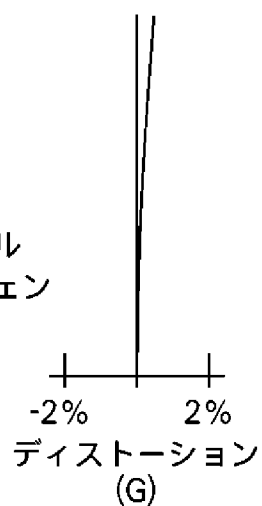
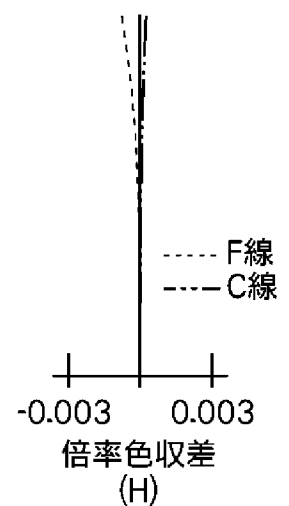
広角端

Fno. = 2.50

 $\omega = 18.0^\circ$  $\omega = 18.0^\circ$  $\omega = 18.0^\circ$ 

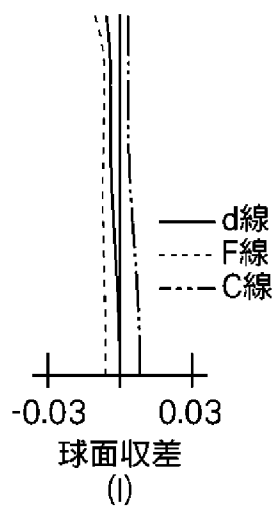
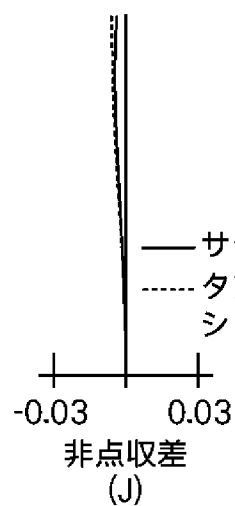
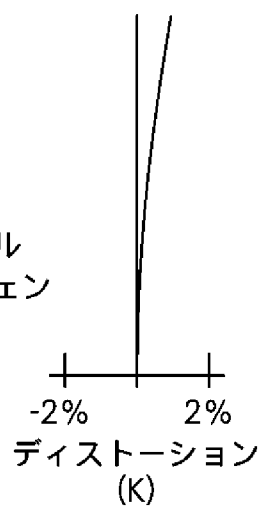
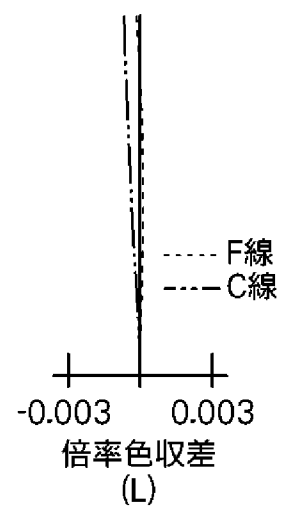
中間

Fno. = 2.50

 $\omega = 11.9^\circ$  $\omega = 11.9^\circ$  $\omega = 11.9^\circ$ 

望遠端

Fno. = 2.50

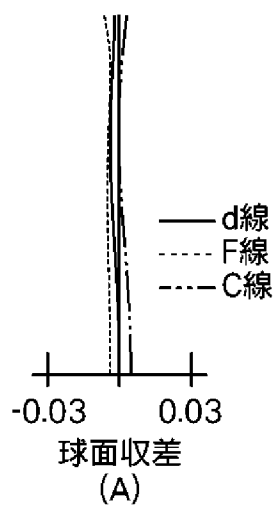
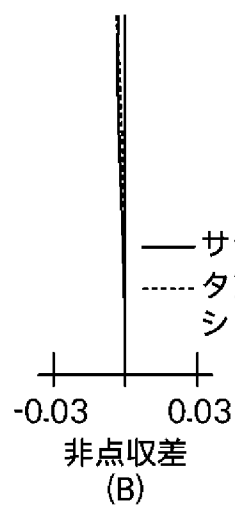
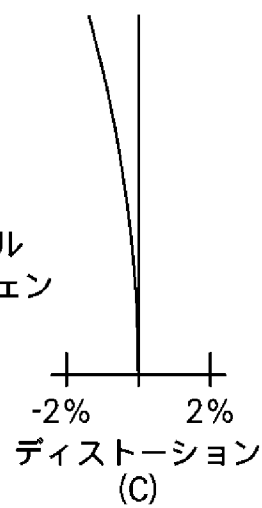
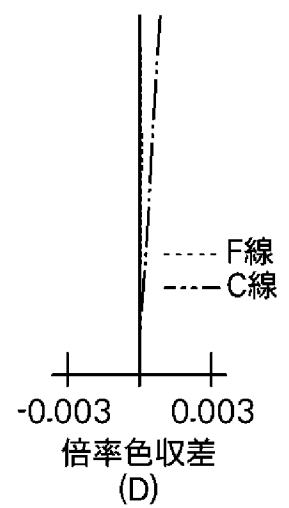
 $\omega = 9.0^\circ$  $\omega = 9.0^\circ$  $\omega = 9.0^\circ$ 

[図10]

## 実施例2

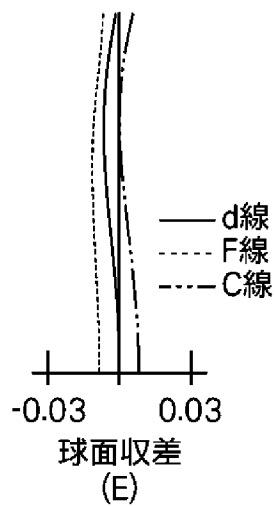
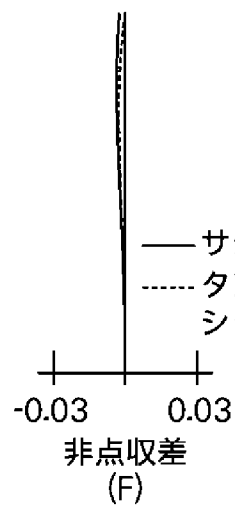
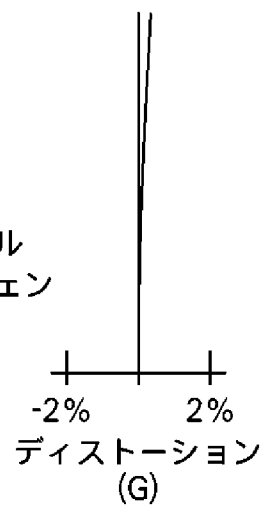
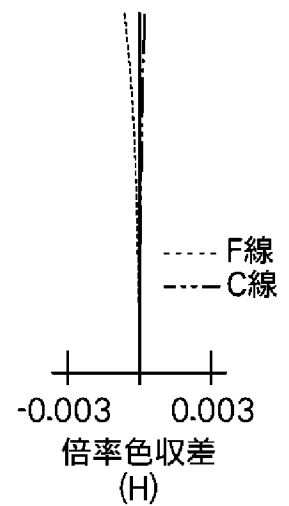
広角端

Fno. = 2.50

 $\omega = 18.0^\circ$  $\omega = 18.0^\circ$  $\omega = 18.0^\circ$ 

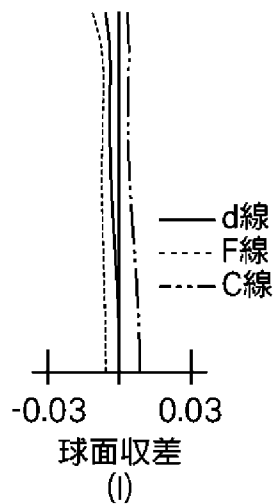
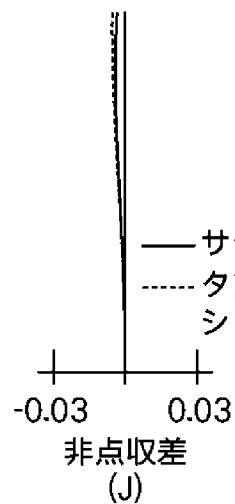
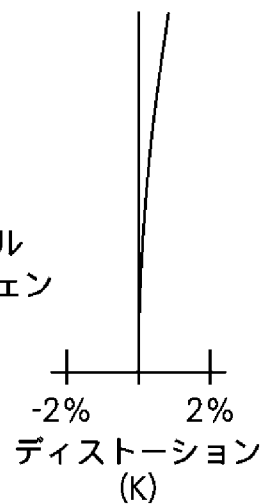
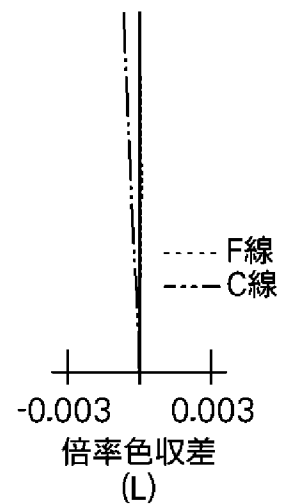
中間

Fno. = 2.50

 $\omega = 11.9^\circ$  $\omega = 11.9^\circ$  $\omega = 11.9^\circ$ 

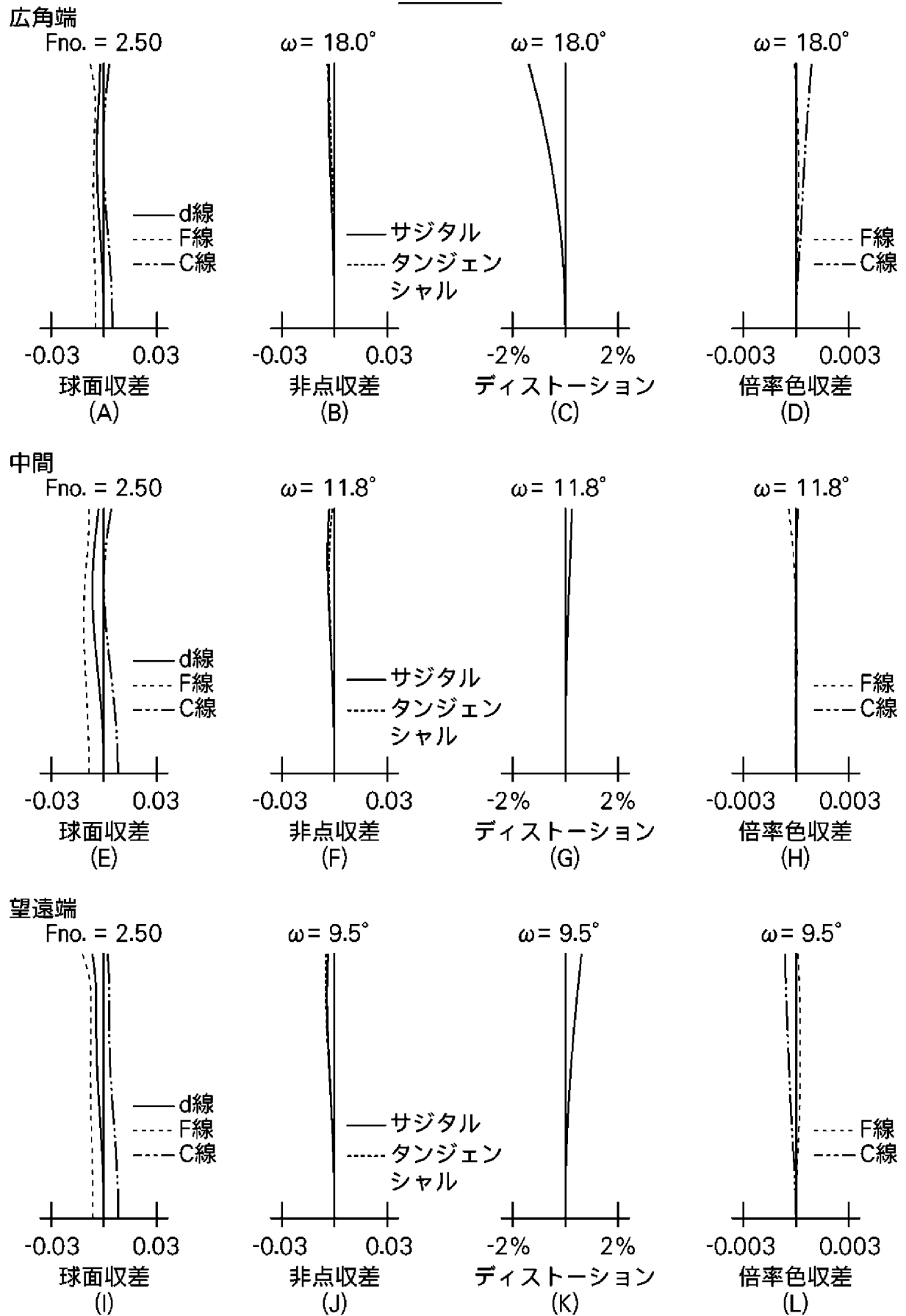
望遠端

Fno. = 2.50

 $\omega = 9.1^\circ$  $\omega = 9.1^\circ$  $\omega = 9.1^\circ$ 

[図11]

## 実施例3

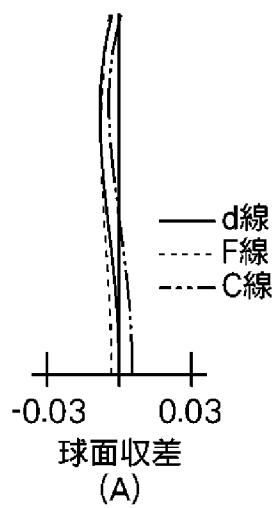
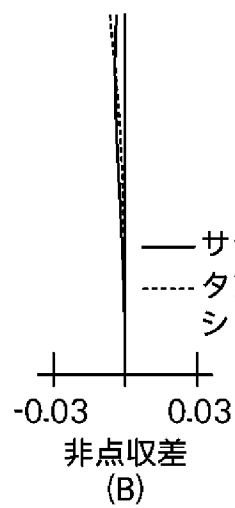
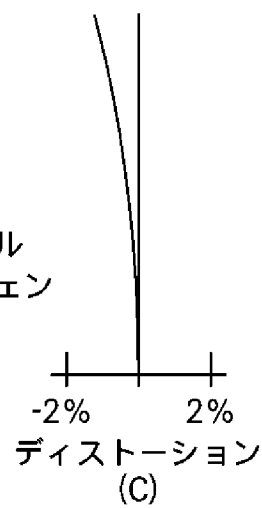
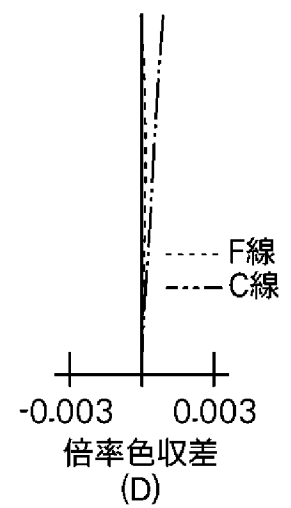


[図12]

## 実施例4

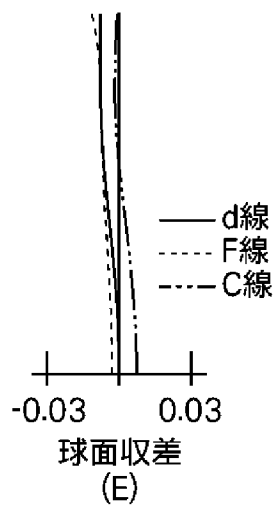
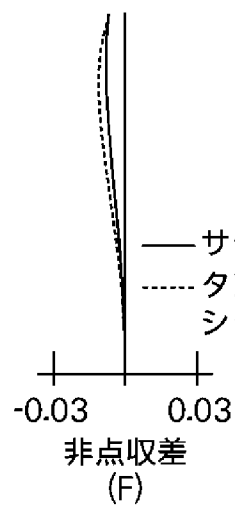
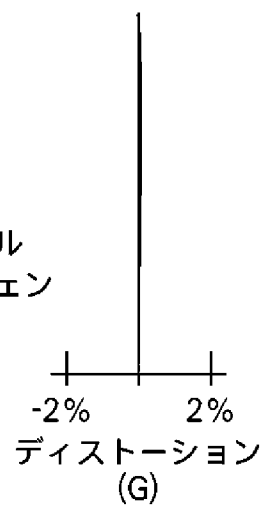
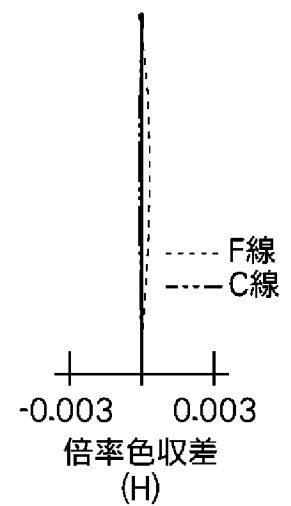
広角端

Fno. = 2.50

 $\omega = 18.0^\circ$  $\omega = 18.0^\circ$  $\omega = 18.0^\circ$ 

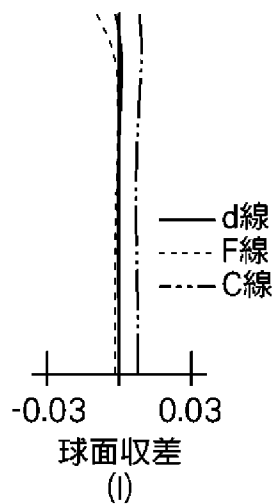
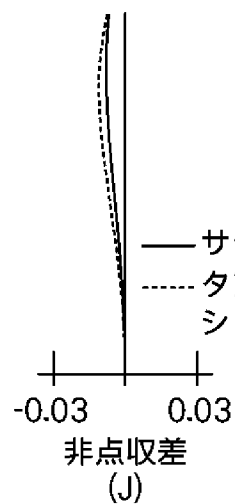
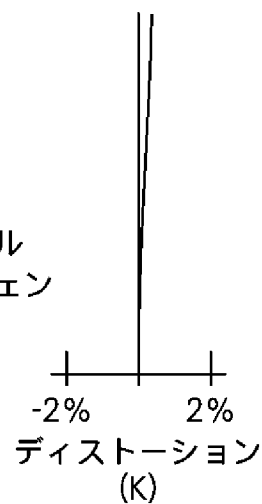
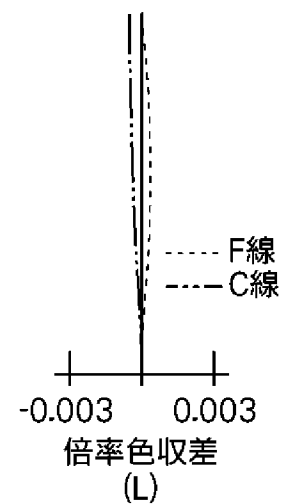
中間

Fno. = 2.50

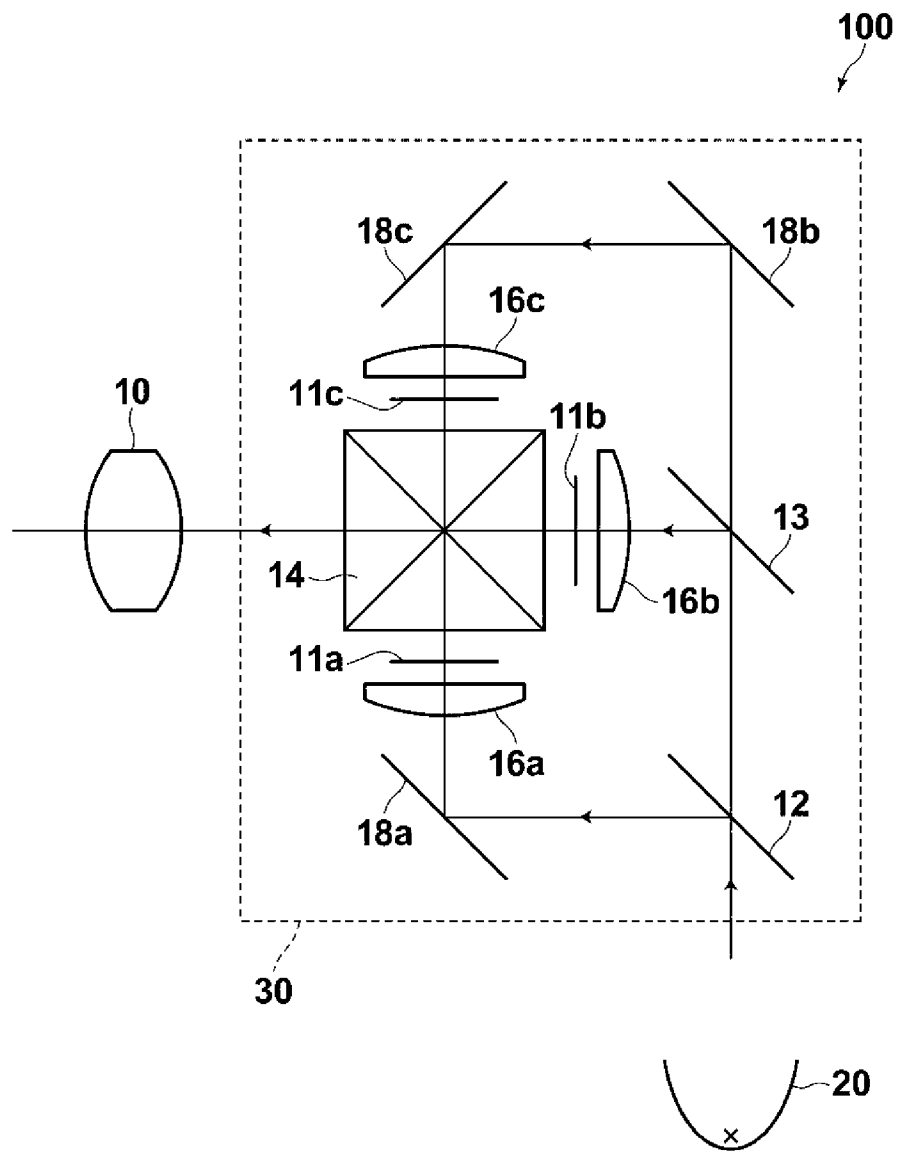
 $\omega = 11.8^\circ$  $\omega = 11.8^\circ$  $\omega = 11.8^\circ$ 

望遠端

Fno. = 2.50

 $\omega = 9.5^\circ$  $\omega = 9.5^\circ$  $\omega = 9.5^\circ$ 

[図13]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003238

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/20 (2006.01) i, G03B21/14 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B15/20, G03B21/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2012 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2012 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2012 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X<br>Y    | JP 2007-140429 A (Casio Computer Co., Ltd.),<br>07 June 2007 (07.06.2007),<br>examples 7, 10<br>& US 2008/0024875 A1                           | 1-14, 17-20<br>15, 16 |
| X<br>Y    | JP 2009-128492 A (Fujinon Corp.),<br>11 June 2009 (11.06.2009),<br>examples 1 to 7<br>& US 2009/0128923 A1 & EP 2063304 A2<br>& CN 101441314 A | 1-14, 17-20<br>15, 16 |
| X<br>Y    | JP 7-248449 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.),<br>26 September 1995 (26.09.1995),<br>examples 1 to 4<br>& US 5561560 A & DE 19508278 A          | 1-14, 17-20<br>15, 16 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
30 July, 2012 (30.07.12)

Date of mailing of the international search report  
07 August, 2012 (07.08.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003238

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                   | Relevant to claim No.                    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| X<br>Y      | JP 11-160620 A (Canon Inc.),<br>18 June 1999 (18.06.1999),<br>numerical examples 6 to 9<br>& US 6084721 A & EP 919844 A1                             | 1-14, 17-20<br>15, 16                    |
| X<br>Y      | JP 6-317752 A (Canon Inc.),<br>15 November 1994 (15.11.1994),<br>numerical examples 1 to 4<br>& US 5530592 A                                         | 1-14, 17-20<br>15, 16                    |
| X<br>Y<br>A | JP 2005-055625 A (Ricoh Co., Ltd.),<br>03 March 2005 (03.03.2005),<br>example 2<br>(Family: none)                                                    | 1-9, 12-14,<br>17-20<br>15, 16<br>10, 11 |
| X<br>Y<br>A | JP 2010-191335 A (Nikon Corp.),<br>02 September 2010 (02.09.2010),<br>5th example<br>& US 2010/0214658 A1                                            | 1-5, 10-14,<br>17-20<br>15, 16<br>6-9    |
| Y           | JP 2011-022282 A (Fujifilm Corp.),<br>03 February 2011 (03.02.2011),<br>paragraph [0019]<br>& US 2011/0013151 A1 & CN 201740910 U<br>& TWU 00M396401 | 15, 16                                   |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/003238

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:  
(See extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/003238

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The technical feature common to the invention of claim 1 and the invention of claim 3 is "a variable magnification optical system for projection, the variable magnification optical system comprising, in order from the magnifying side: a first lens group having positive refractive power and stationary during a change in magnification; a second lens group having negative refractive power and moving during a change in magnification; a third lens group having positive refractive power and moving during a change in magnification; a fourth lens group having positive refractive power and moving during a change in magnification; and a fifth lens group having positive refractive power and stationary during a change in magnification, the variable magnification optical system being configured in such a manner that the reducing side is telecentric".

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the prior art documents (JP 2005-055625 A (Ricoh Co., Ltd.), 03 March 2005 (03.03.2005), example 2, and JP 2007-140429 A (Casio Computer Co., Ltd.), 07 June 2007 (07.06.2007), examples 7, 10).

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between these inventions.

Accordingly, the following two inventions (invention groups) are involved in claims.

(Invention 1) the inventions of claims 1, 2, and 4-20

(with respect to claims 4-20, the parts dependent on claim 1)

(Invention 2) the inventions of claims 3-20

(with respect to claims 4-20, the parts dependent on claim 3)

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02B15/20(2006.01)i, G03B21/14(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02B15/20, G03B21/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 2 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 2 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 2 年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                          | 関連する<br>請求項の番号        |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X<br>Y          | JP 2007-140429 A (カシオ計算機株式会社) 2007.06.07, 実施例 7,<br>1 0 & US 2008/0024875 A1                               | 1-14, 17-20<br>15, 16 |
| X<br>Y          | JP 2009-128492 A (フジノン株式会社) 2009.06.11, 実施例 1 - 7 &<br>US 2009/0128923 A1 & EP 2063304 A2 & CN 101441314 A | 1-14, 17-20<br>15, 16 |
| X<br>Y          | JP 7-248449 A (富士写真光機株式会社) 1995.09.26, 実施例 1 - 4<br>& US 5561560 A & DE 19508278 A                         | 1-14, 17-20<br>15, 16 |

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 0 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

殿岡 雅仁

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

2 V

4 7 4 8

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                              |                                       |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                            | 関連する<br>請求項の番号                        |
| X<br>Y                | JP 11-160620 A (キヤノン株式会社) 1999.06.18, 数値実施例 6 – 9 & US 6084721 A & EP 919844 A1                              | 1-14, 17-20<br>15, 16                 |
| X<br>Y                | JP 6-317752 A (キヤノン株式会社) 1994.11.15, 数値実施例 1 – 4 & US 5530592 A                                              | 1-14, 17-20<br>15, 16                 |
| X<br>Y<br>A           | JP 2005-055625 A (株式会社リコー) 2005.03.03, 実施例 2 (ファミリーなし)                                                       | 1-9, 12-14, 17-20<br>15, 16<br>10, 11 |
| X<br>Y<br>A           | JP 2010-191335 A (株式会社ニコン) 2010.09.02, 第 5 実施例 & US 2010/0214658 A1                                          | 1-5, 10-14, 17-20<br>15, 16<br>6-9    |
| Y                     | JP 2011-022282 A (富士フイルム株式会社) 2011.02.03, 段落【O O 1 9】等 & US 2011/0013151 A1 & CN 201740910 U & TWU 00M396401 | 15, 16                                |

## 第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。  
つまり、
2. ☐ 請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明、請求項3に係る発明は、「拡大側から順に、変倍の際に固定とされる正の屈折力を有する第1レンズ群と、変倍の際に移動する負の屈折力を有する第2レンズ群と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第3レンズ群と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第4レンズ群と、変倍の際に固定とされる正の屈折力を有する第5レンズ群とからなり、縮小側がテレセントリックとなるように構成された投写用変倍光学系。」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、先行技術文献（JP 2005-055625 A（株式会社リコー）2005.03.03、実施例2、JP 2007-140429 A（カシオ計算機株式会社）2007.06.07、実施例7、10）の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。  
（特別ページに続く）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

(第Ⅲ欄の続き)

また、これらの発明の間には、ほかに同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。  
そして、請求項の範囲には以下に示す 2 の発明（群）が含まれる。

(発明 1) 請求項 1, 2, 4 - 2 0 に係る発明  
(請求項 4 - 2 0 は、請求項 1 に従属する部分)

(発明 2) 請求項 3 - 2 0 に係る発明  
(請求項 4 - 2 0 は、請求項 3 に従属する部分)