

(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
2013 年 5 月 30 日(30.05.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/076931 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/20 (2006.01) **G03B 21/14** (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/007234
- (22) 国際出願日: 2012 年 11 月 12 日(12.11.2012)
- (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 2011-254547 2011 年 11 月 22 日(22.11.2011) JP
- (71) 出願人: 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 6 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 天野 賢(AMANO, Masaru); 〒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 3-1 8-3 新横浜 K S ビル 7 階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).

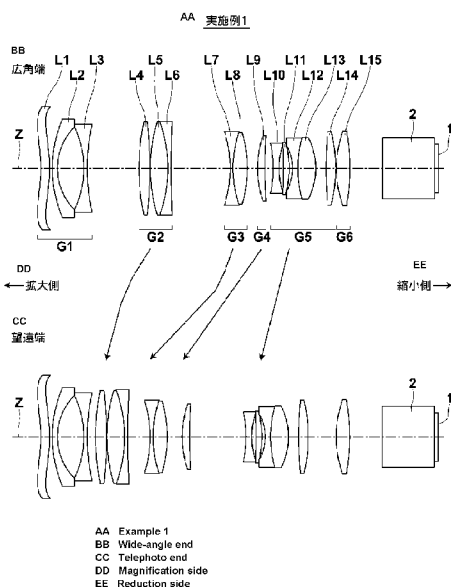
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, 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).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ZOOM LENS FOR PROJECTION, AND PROJECTION-TYPE DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 投写用ズームレンズおよび投写型表示装置



(57) Abstract: [Problem] To allow a 6-lens-group configuration zoom lens for projection to favorably correct various aberrations after securing a sufficient brightness and a large variable magnification ratio. [Solution] This zoom lens for projection comprises, in order from the magnification side, a first lens group (G1) having a negative refractive power, a second through fourth lens groups (G2-4) all having a positive refractive power, a fifth lens group (G5) having a positive or negative refractive power, and a sixth lens group (G6) having a positive refractive power, and has a telecentric configuration on the reduction side. Further, during zooming, the first lens group (G1) and the sixth lens group (G6) are fixed and the second through the fifth lens groups move, and the fourth lens group (G4) is configured from a single positive meniscus lens (the ninth lens (L9)) with the concave surface towards the reduction side. Furthermore, if f_3 is the focal distance of the third lens group (G3) and f_4 is the focal distance of the fourth lens group (G4), then the following conditional expression is satisfied. $1.2 < f_3/f_4 < 10.0 \dots (1)$

(57) 要約: 【課題】 6 群構成の投写用ズームレンズにおいて、十分な明るさと大きな変倍比を確保した上で、諸収差を良好に補正可能とする。【解決手段】 拡大側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 (G1)、共に正の屈折力を有する第 2 ~ 4 レンズ群 (G2 ~ 4)、正または負の屈折力を有する第 5 レンズ群 (G5)、正の屈折力を有する第 6 レンズ群 (G6) を配設し、縮小側がテレセントリックな構成とする。また変倍時に第 1 レンズ群 (G1) および第 6 レンズ群 (G6) が固定で、前記第 2 レンズ群から第 5 レンズ群までが移動するようにし、第 4 レンズ群 (G4) は縮小側に凹面

を向けた正のメニスカスレンズ 1 枚 (第 9 レンズ (L9)) のみから構成する。その上で、第 3 レンズ群 (G3) の焦点距離を f_3 、第 4 レンズ群 (G4) の焦点距離を f_4 として、下記条件式 (1) を満足させる。 $1.2 < f_3/f_4 < 10.0 \dots (1)$

WO 2013/076931 A1

明 細 書

発明の名称：投写用ズームレンズおよび投写型表示装置

技術分野

[0001] 本発明はズームレンズに関し、特に、投写型表示装置に適用される投写用ズームレンズに関するものである。

[0002] また本発明は、そのような投写用ズームレンズを備えた投写型表示装置に関するものである。

背景技術

[0003] 近時、透過型あるいは反射型の液晶表示装置や、DMD表示装置等のライトバルブを用いた投写型表示装置が広く普及してきている。その種の投写型表示装置に用いられる投写レンズには、一般に、長いバックフォーカスを有することや、縮小側（ライトバルブ側）から見た入射瞳が十分に遠方に位置すること、すなわち縮小側がテレセントリック性を有することが要求される。また、この種の投写レンズには、明るいレンズであること、表示装置の解像度に見合った収差補正が可能であること、さらには、装置の携帯性や設置条件への適応性を考慮して変倍機能（ズーム機能）を有していることが要求される。

[0004] そのような投写用ズームレンズとして、従来、例えば下記特許文献1～4に示されるように、6群構成で、変倍時に4つのレンズ群を移動させるようにし、そして小さな共役長側つまり縮小側がテレセントリックな構成とされたものが知られている。

[0005] それらのズームレンズは、拡大側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正または負の屈折力を有する第5レンズ群、および正の屈折力を有する第6レンズ群が配列されてなり、変倍の際に、第1レンズ群および第6レンズ群は固定で、第2レンズ群から第5レンズ群が移動するように構成され、変倍に伴う諸収差の変動を比較的少なく抑

えるように構成されたものである。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2005-156804号公報

特許文献2：特開2005-156805号公報

特許文献3：特開2006-184723号公報

特許文献4：特開2008-242402号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、特許文献1、2に示された投写用ズームレンズは、F N o. (F 値) が1. 6と小さくて明るいものの、変倍比が1. 2程度と小さい。一方特許文献3に示された投写用ズームレンズは、逆に変倍比が1. 5倍程度あるものの、F N o. が2. 0と大きいものとなっている。また特許文献4に示された投写用ズームレンズは、F N o. が大きくて変倍比も小さいものとなっている。以上のように、特許文献1～4に示された投写用ズームレンズは、十分に明るいと共に大きな変倍比も確保できる、という最近の要望に十分応え得るものとなっていない。

[0008] 本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、十分な明るさおよび大きな変倍比を確保した上で、諸収差を良好に補正し得る投写用ズームレンズを提供することを目的とする。

[0009] また本発明は、上述のような投写用ズームレンズを備えることにより、明るい高画質の画像を表示可能で、しかも大きな変倍比を有して携帯性や設置条件への適応性も高い投写型表示装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明による投写用ズームレンズは、

実質的に、拡大側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を

有する第4レンズ群、正または負の屈折力を有する第5レンズ群、正の屈折力を有する第6レンズ群が配設されてなり、

縮小側がテレセントリックな構成とされ、

変倍時に前記第1レンズ群および前記第6レンズ群は固定で、前記第2レンズ群から第5レンズ群までが光軸に沿って移動するように構成され、

前記第4レンズ群が実質的に、縮小側に凹面を向けた正の（正の屈折力を有する）メニスカスレンズ1枚のみが配設されてなり、

その上で下記条件式

$$1. \quad 2 < f_3 / f_4 < 10.0 \quad \cdots (1)$$

ただし、

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

を満たすことを特徴とするものである。

[0011] ここで、上記2箇所における「実質的に・・・配設されてなり」とは、そこに挙げられたレンズ群やレンズ以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、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場合も含むものとする。

[0012] また、上記の「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、すなわち前記二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、光軸に対する前記二等分角線の傾きが $\pm 3^\circ$ の範囲内の場合である。

[0013] また、本発明の投写用ズームレンズにおいて、各レンズ群を構成するレンズには接合レンズが用いられてもよいが、接合レンズは n 枚の貼り合わせで構成されていれば、 n 枚のレンズとして数えるものとする。

[0014] また、本発明の投写用ズームレンズにおけるレンズの面形状、屈折力の符号は、非球面が含まれているものについては近軸領域で考えるものとする。

[0015] なお本発明の投写用ズームレンズにおいては、上記条件式（１）が規定する範囲の中で、特に下記条件式

$$1. \quad 6 < f_3 / f_4 < 6.0 \quad \dots (1')$$

を満たしていることが望ましい。

[0016] また、本発明の投写用ズームレンズは、変倍時に移動する全てのレンズ群が、広角端から望遠端に向かって変倍する際に、縮小側から拡大側に移動するように構成されていることが望ましい。

[0017] また、本発明の投写用ズームレンズにおいては、下記条件式

$$-4. \quad 0 < (R_{41f} + R_{41r}) / (R_{41f} - R_{41r}) < -0.5 \quad \dots (2)$$

ただし、

R_{41f} : 前記メニスカスレンズの拡大側面の曲率半径

R_{41r} : 前記メニスカスレンズの縮小側面の曲率半径

を満たしていることが望ましい。

[0018] さらに本発明の投写用ズームレンズは、上記条件式（２）が規定する範囲の中で、特に下記条件式

$$-3. \quad 5 < (R_{41f} + R_{41r}) / (R_{41f} - R_{41r}) < -0.9 \quad \dots (2')$$

を満たしていることがより望ましい。

[0019] また、本発明の投写用ズームレンズは、前記第３レンズ群が、正レンズと負レンズとの接合レンズから構成されていることが望ましい。

[0020] また、本発明の投写用ズームレンズにおいては、下記条件式

$$1. \quad 5 \leq f_t / f_w \quad \dots (3)$$

ただし、

f_w : 広角端における全系の焦点距離

f_t : 望遠端における全系の焦点距離

を満たしていることが望ましい。

[0021] さらに本発明の投写用ズームレンズは、上記条件式（３）が規定する範囲

の中で、特に下記条件式

$$1. \quad 6 \leq f_t / f_w \quad \cdots (3')$$

を満たしていることがより望ましい。

[0022] また本発明の投写用ズームレンズは、下記条件式

$$F_w < 1.9 \quad \cdots (4)$$

ただし、

F_w : 広角端での $FNo.$

を満たしていることが望ましい。

[0023] さらに本発明の投写用ズームレンズにおいては、上記条件式(4)が規定する範囲の中で、特に下記条件式

$$F_w < 1.7 \quad \cdots (4')$$

を満たしていることがより望ましい。

[0024] また、本発明の投写用ズームレンズにおいては、前記第1レンズ群が、少なくとも1面が非球面であるレンズを含んで構成されていることが望ましい。

[0025] また、本発明の投写用ズームレンズは、第1レンズ群全体を光軸方向に移動させてフォーカシングを行う構成を有していることがより望ましい。

[0026] 他方、本発明の投写型表示装置は、光源と、ライトバルブと、前記光源からの光束を前記ライトバルブへ導く照明光学部とに加えて、以上説明した本発明による投写用ズームレンズを備え、前記光源からの光束を前記ライトバルブで光変調し、前記投写用ズームレンズによりスクリーンに投写する構成を有することを特徴とするものである。

発明の効果

[0027] 前述した通りの構成を有する本発明の投写用ズームレンズは、後に数値例を示す通り、 $FNo.$ が小さくて十分に明るく、しかも大きな変倍比も確保できるものとなっている。

[0028] また本発明の投写用ズームレンズは、第4レンズ群が実質的に、縮小側に凹面を向けた正のメニスカスレンズ1枚のみが配設されてなることから、以

下の効果を奏するものとなる。一般に、 $FNo.$ を小さくした明るいズームレンズにおいては、各レンズに対して軸上光線が高い位置を通るため、変倍した際の球面収差の変動が大きくなりがちであるが、第4レンズ群に縮小側に凹面を向けた正のメニスカスレンズを置くことで、変倍時の球面収差の変動を少なくすることができる。さらに、このように第4レンズ群を単レンズ1枚で構成すれば、ズームレンズのコストを低減する上でも有利となる。

[0029] また本発明の投写用ズームレンズは、前記条件式(1)を満たしていることにより、以下の効果を奏するものとなる。すなわち条件式(1)は、第3レンズ群の焦点距離と第4レンズ群の焦点距離との関係を規定したものであり、その下限値を下回るほどに第3レンズ群のパワーが強くなり過ぎたり、あるいは第4レンズ群のパワーが弱くなり過ぎたりすると、前者の場合は周辺像面の収差補正が困難になり、後者の場合は所定の変倍比を確保するための移動量が大きくなってレンズ全長の短縮化が困難になる。逆に上限値を上回るほどに第3レンズ群のパワーが弱くなり過ぎたり、あるいは第4レンズ群のパワーが強くなり過ぎたりすると、前者の場合は軸上色収差の補正が困難になり、後者の場合は球面収差の補正が困難になる。条件式(1)が満足されている場合は、上述の不具合を防止して、諸収差を良好に補正可能となる。

[0030] 以上の効果は、条件式(1)が規定する範囲の中で特に前記条件式(1')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0031] また、本発明の投写用ズームレンズにおいて、特に、変倍時に移動する全てのレンズ群が、広角端から望遠端に向かって変倍する際に、縮小側から拡大側に移動するように構成されている場合は、レンズ群の移動量を大きく取ることができるので、大きな変倍比を確保する上で有利となる。

[0032] また、本発明の投写用ズームレンズにおいて、特に前記条件式(2)が満たされている場合は、下記の効果を奏することができる。すなわち条件式(2)は、第4レンズ群を構成する1枚の正のメニスカスレンズの拡大側面の曲率半径と縮小側面の曲率半径との関係を規定したものであり、その下限値

を下回っても、またその上限値を上回っても、球面収差や非点収差を良好に補正することが難しくなる。条件式（２）が満足されている場合は、上述の不具合を防止して、球面収差や非点収差を良好に補正可能となる。

[0033] 以上の効果は、条件式（２）が規定する範囲の中で特に前記条件式（２'）が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0034] また本発明の投写用ズームレンズにおいて、特に第３レンズ群が、正レンズと負レンズとの接合レンズから構成されている場合は、軸上色収差を良好に補正可能となる。

[0035] また本発明の投写用ズームレンズにおいて、特に前記条件式（３）が満たされている場合は、下記の効果を奏することができる。すなわち条件式（３）は、広角端における全系の焦点距離と望遠端における全系の焦点距離との関係を規定したものであり、その下限値を下回ると高倍率化の要望に応え難くなる。条件式（３）が満足されている場合は、容易に高倍率化することができる。

[0036] 以上の効果は、条件式（３）が規定する範囲の中で特に前記条件式（３'）が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0037] また、本発明の投写用ズームレンズにおいて、特に前記条件式（４）が満たされている場合は、下記の効果を奏することができる。すなわち条件式（４）は、広角端での $FNo.$ を規定したものであり、その上限値を上回ると、必要な明るさを確保することが困難になる。条件式（４）が満足されている場合は、必要な明るさを確保し易くなる。

[0038] 以上の効果は、条件式（４）が規定する範囲の中で特に前記条件式（４'）が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0039] また、本発明の投写用ズームレンズにおいて、特に第１レンズ群全体を光軸方向に移動させてフォーカシングを行う構成を有している場合は、その他のレンズ群を移動させてフォーカシングを行う場合と比べてフォーカシング機構の配置がより容易化される。

[0040] 他方、本発明の投写型表示装置は、それを構成する本発明による投写用ズ

ームレンズが上述したように十分に明るくて諸収差を良好に補正可能であるので、明るい高画質の画像を表示可能となり、さらにはこの投写用ズームレンズが上述した通り大きな変倍比を確保可能であることから、携帯性や設置条件への適応性も高いものとなる。

図面の簡単な説明

- [0041] [図1]本発明の実施例1に係る投写用ズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図2]本発明の実施例2に係る投写用ズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図3]本発明の実施例3に係る投写用ズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図4]本発明の実施例4に係る投写用ズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図5](A)～(L)は上記実施例1に係る投写用ズームレンズの各収差図
[図6](A)～(L)は上記実施例2に係る投写用ズームレンズの各収差図
[図7](A)～(L)は上記実施例3に係る投写用ズームレンズの各収差図
[図8](A)～(L)は上記実施例4に係る投写用ズームレンズの各収差図
[図9]上記実施例1に係る投写用ズームレンズにおける光線軌跡を示す図
[図10]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11]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

- [0042] 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を参照して、本発明の一実施形態に係る投写用ズームレンズについて説明する。この図1は、本発明の実施例1に係る投写用ズームレンズを変倍操作させたときの広角端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。なお同図では、広角端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、各位置間の矢印で概略的に示している。

- [0043] 他方、図2～図4は、本発明の実施形態に係る別の構成例を示す断面図であり、それぞれ後述の実施例2～4に係る投写用ズームレンズに対応している。これらの投写用ズームレンズの基本的な構成は、実施例3および4においては第1レンズ群のレンズ枚数が1枚少ない点を除いて、実施例1のものと略同様であるので、以下では主に図1に示す構成を例に取って本発明の実

施形態について説明する。

- [0044] 本実施形態の投写用ズームレンズは、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2と、ガラスブロック2の縮小側の面に位置するライトバルブの画像表示面1も併せて図示している。
- [0045] 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を介してこの投写用ズームレンズに入射する。そして、この投写用ズームレンズにより、紙面左側方向に配置される図示外のスクリーン上に、上記画像情報に基づく画像が投写表示される。
- [0046] なお図1では、ガラスブロック2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できるように構成してもよい。
- [0047] 本実施形態に係る投写用ズームレンズは、拡大側から順に配置された、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正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、正または負の屈折力を有する第5レンズ群G5と、正の屈折力を有する第6レンズ群G6とを実質的なレンズ群として有し、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。上記第1レンズ群G1および第6レンズ群G6は変倍時に固定とされる一方、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4および第5レンズ群G5は、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）とされている。
- [0048] 図1に示す例では、第1レンズ群G1は3枚のレンズ（第1レンズL1～第3レンズL3）からなり、第2レンズ群G2は3枚のレンズ（第4レンズ

L 4～第6レンズL 6) からなり、第3レンズ群G 3は2枚のレンズ(第7レンズL 7および第8レンズL 8) からなり、第4レンズ群G 4は1枚のレンズ(第9レンズL 9) からなり、第5レンズ群G 5は5枚のレンズ(第10レンズL 10～第14レンズL 14) からなり、第6レンズ群G 6は1枚のレンズ(第15レンズL 15) からなる。

[0049] ただし、本発明の投写用ズームレンズの各レンズ群を構成するレンズの枚数は、必ずしも図1に示す例に限定されるものではない。例えば後述する実施例3、4の投写用ズームレンズでは第1レンズ群G 1が2枚のレンズから構成されている。

[0050] また、本実施形態の投写用ズームレンズにおいては、変倍時移動レンズ群G 2～G 5が全て、広角端から望遠端に向かって変倍する際に、縮小側から拡大側に移動するように構成されている。それにより、レンズ群の移動量を大きく取ることができるので、大きな変倍比を確保する上で有利となる。

[0051] また、本実施形態の投写用ズームレンズにおいては、第4レンズ群G 4が1枚の第9レンズL 9のみからなり、そしてこの第9レンズL 9は縮小側に凹面を向けた正のメニスカスレンズとされていることから、以下の効果が得られる。一般に、F N o. を小さくした明るいズームレンズにおいては、各レンズに対して軸上光線が高い位置を通るため、変倍した際の球面収差の変動が大きくなりがちであるが、第4レンズ群G 4に縮小側に凹面を向けた正のメニスカスレンズを置くことで、変倍時の球面収差の変動を少なくすることができる。さらに、このように第4レンズ群G 4を単レンズ1枚で構成すれば、ズームレンズのコストを低減する上でも有利となる。

[0052] そして本実施形態の投写用ズームレンズは、第3レンズ群G 3の焦点距離を f_3 、第4レンズ群G 4の焦点距離を f_4 としたとき、前述した条件式

$$1. \quad 2 < f_3 / f_4 < 10.0 \quad \dots (1)$$

を満たしており、さらには、上記条件式(1)が規定する範囲の中で、特に下記条件式

$$1. \quad 6 < f_3 / f_4 < 6.0 \quad \dots (1')$$

も満たしている。なお、上記条件式（１）が規定する値は、後に示す表１３に各実施例毎に記載してある（後述する他の条件式についても同様）。

[0053] 上記の条件式（１）を満足する構成としたことにより本実施形態の投写用ズームレンズは、軸上色収差や球面収差等の諸収差を良好に補正可能となる。その詳しい理由は先に述べた通りである。そして本実施形態の投写用ズームレンズは、条件式（１）が規定する範囲の中で特に条件式（１'）も満足しているので、上記の効果が特に顕著に得られるものとなる。

[0054] また、本実施形態の投写用ズームレンズは、前述した通りの正のメニスカスレンズである第９レンズＬ９の拡大側面の曲率半径を R_{41f} 、縮小側面の曲率半径を R_{41r} としたとき、前述した条件式

$$-4.0 < (R_{41f} + R_{41r}) / (R_{41f} - R_{41r}) < -0.5 \cdots (2)$$

を満たしており、さらには、上記条件式（２）が規定する範囲の中で、特に下記条件式

$$-3.5 < (R_{41f} + R_{41r}) / (R_{41f} - R_{41r}) < -0.9 \cdots (2')$$

も満たしている。それにより本実施形態の投写用ズームレンズは、球面収差や非点収差を良好に補正可能となる。その詳しい理由は先に述べた通りである。そして本実施形態の投写用ズームレンズは、条件式（２）が規定する範囲の中で特に条件式（２'）も満足しているので、上記の効果が特に顕著に得られるものとなる。

[0055] また、本実施形態の投写用ズームレンズにおいては、第３レンズ群Ｇ３が、正レンズである第８レンズＬ８と負レンズである第７レンズＬ７との接合レンズから構成されており、それにより軸上色収差を良好に補正可能となる。

[0056] また、本実施形態の投写用ズームレンズは、広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t としたとき、前述した条件式

$$1.5 \leq f_t / f_w \cdots (3)$$

を満たしており、さらには、上記条件式（３）が規定する範囲の中で、特に下記条件式

$$1. \ 6 \leq f_t / f_w \quad \cdots (3')$$

も満たしている。それにより本実施形態の投写用ズームレンズは、容易に高倍率化することができる。その詳しい理由は先に述べた通りである。そして本実施形態の投写用ズームレンズは、条件式（３）が規定する範囲の中で特に条件式（３'）も満足しているので、上記の効果が特に顕著に得られるものとなる。

[0057] さらに本実施形態の投写用ズームレンズは、広角端での $F_{No.}$ を F_w としたとき、前述した条件式

$$F_w < 1.9 \quad \cdots (4)$$

を満たしており、さらには、上記条件式（４）が規定する範囲の中で、特に下記条件式

$$F_w < 1.7 \quad \cdots (4')$$

も満たしている。それにより本実施形態の投写用ズームレンズは、必要な明るさを確保し易くなる。そして本実施形態の投写用ズームレンズは、条件式（４）が規定する範囲の中で特に条件式（４'）も満足しているので、上記の効果が特に顕著に得られるものとなる。

[0058] また、本実施形態の投写用ズームレンズは、第１レンズ群 G_1 全体を光軸方向に移動させてフォーカシングを行う構成とされている。それにより、その他のレンズ群を移動させてフォーカシングを行う場合と比べて、フォーカシング機構の配置がより容易になる。

[0059] 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１０および図１１を用いて説明する。図１０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１１は本発明の別の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。

[0060] 図１０に示す投写型表示装置は、光変調機能を備えた照明光学系（照明光学部）１０と、上述した実施形態に係る投写用ズームレンズ１９とを有している。照明光学系１０は、ライトバルブである透過型液晶パネル１１a、１１b、１１cと、色分解のためのダイクロイックミラー１２および１３と、

透過型液晶パネル 11a～11c を通った光束を合成する光束合成光学系としてのクロスダイクロックプリズム 14 と、コンデンサレンズ 16a、16b および 16c と、白色光束を発する光源 17 と、ミラー 18a、18b および 18c とを備えて構成されている。なお図 10 では、光源 17 とダイクロックミラー 12 との間に配されたフライアイ等のインテグレータを省略してある。

[0061] 上記の構成において、光源 17 から発せられた白色光束は、ダイクロックミラー 12 および 13 により 3 種類の色の光束（G 光、B 光、R 光）に色分解され、各色に対応する液晶パネル 11a～11c それぞれに入射する。

[0062] 液晶パネル 11a～11c に入射した各色光束は、それぞれの液晶パネル 11a～11c において各色画像信号に基づいて光変調される。変調された各色光束は、クロスダイクロックプリズム 14 により色合成された後、投写用ズームレンズ 19 により不図示のスクリーンに投写される。それにより該スクリーンに、上記各色光束によるフルカラー画像が投写表示される。

[0063] なおライトバルブとしては、上述した透過型の液晶表示パネル 11a～11c に限らず、その他の反射型液晶表示パネルや、あるいは DMD 等の光変調手段も適宜採用することが可能である。

[0064] 一方、図 11 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 と、上述した実施形態に係る投写用ズームレンズ 19 とを備えている。また偏光分離プリズム 25 の前段には、反射型表示素子 21a～21c においてそれぞれ各色画像信号に基づいて変調される光束を発する光源 27 が配設されている。

[0065] 上記光源 27 から発せられた白色光束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（G 光、B 光、R 光）光束に分解される。分解後の各色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を透過して投写用ズームレンズ29に入射する。そこで、この入射光による光学像が投写用ズームレンズ29によって、図示外のスクリーン上に投写表示される。

[0066] 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。また、図10および図11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。

[0067] 次に、本発明の投写用ズームレンズの具体的な実施例について説明する。なお、以下に述べる実施例1～4の投写用ズームレンズは全て6群構成で、第1レンズL1以外の全てのレンズに球面レンズを適用したものである。

[0068] <実施例1>

図1に、実施例1の投写用ズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を示す。なお、図1についての詳細な説明は上述した通りであるので、ここでは特に必要の無い限り重複した説明は省略する。

[0069] 実施例1の投写用ズームレンズは、拡大側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正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、正の屈折力を有する第6レンズ群G6とが配置されてなる6群構成のものである。なお第5レンズ群G5は負の屈折力を有するものとされてもよく、後述する実施例3および4では、そのような構成が採用されている。

[0070] そしてこの投写用ズームレンズは縮小側がテレセントリックな構成とされ、第6レンズ群G6の縮小側には、透過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が配置されている。

[0071] 本実施例の投写用ズームレンズは、変倍時に第1レンズ群G1と第6レン

ズ群G 6は固定され、その他の変倍時移動レンズ群、つまり第2レンズ群G 2～第5レンズ群G 5が移動する構成とされている。

[0072] 第1レンズ群G 1は、拡大側から順に配置された、両面が非球面とされ近軸領域で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、両凹レンズよりなる第3レンズL 3とから構成されている。

[0073] 第2レンズ群G 2は、拡大側から順に配置された、両凸レンズよりなる第4レンズL 4と、両凸レンズよりなる第5レンズL 5と、両凹レンズよりなる第6レンズL 6とから構成されている。なお第5レンズL 5と第6レンズL 6とは接合されている。

[0074] 第3レンズ群G 3は、拡大側から順に配置された、両凹レンズよりなる第7レンズL 7と、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。これらのレンズL 7およびL 8は互いに接合されている。

[0075] 第4レンズ群G 4は、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9レンズL 9のみから構成されている。

[0076] 第5レンズ群G 5は、拡大側から順に配置された、両凹レンズよりなる第10レンズL 10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11レンズL 11と、両凹レンズよりなる第12レンズL 12と、両凸レンズよりなる第13レンズL 13と、両凸レンズよりなる第14レンズL 14とから構成されている。なお第12レンズL 12と第13レンズL 13とは接合されている。

[0077] そして第6レンズ群G 6は、両凸レンズよりなる第15レンズL 15のみから構成されている。

[0078] なお図9に、この実施例1の投写用ズームレンズの広角端および望遠端における光線軌跡を示す。

[0079] 表1に、実施例1の投写用ズームレンズの基本レンズデータを示す。ここでは、ガラスブロック2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に有る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_{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って従い順次増加する j 番目 ($j = 1, 2, 3, \dots$) の構成要素の d 線 (波長 587.6 nm) に対する屈折率を示し、 ν_{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。

[0080] なお表 1 の曲率半径 R および面間隔 D の値は、広角端における投写用ズームレンズの全系の焦点距離を 1.0 として規格化した値である。また表 1 中では、所定の桁でまるめた数値を記載している。また曲率半径の符号は、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。

[0081] そして面間隔 D のうち、第 1 レンズ群 G_1 と第 2 レンズ群 G_2 との間隔、第 2 レンズ群 G_2 と第 3 レンズ群 G_3 との間隔、第 3 レンズ群 G_3 と第 4 レンズ群 G_4 との間隔、第 4 レンズ群 G_4 と第 5 レンズ群 G_5 との間隔、および第 5 レンズ群 G_5 と第 6 レンズ群 G_6 との間隔は、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 」に当該間隔の前側の面番号を付して D_6 、 D_{11} 、 D_{14} 、 D_{16} 、 D_{28} と示している。

[0082] なお、上述した 5 つの可変レンズ群間隔について、「 D 」の後に続く数字は各実施例における構成要素の数に応じて変わっているが、当該間隔の前側の面番号を付して示しているのはどの表でも同じである。

[0083] また表 2 に、実施例 1 の投写用ズームレンズが変倍する際の広角端、中間焦点位置、望遠端における投写距離と、全系の焦点距離 f と、上記可変間隔 D_6 、 D_{11} 、 D_{14} 、 D_{16} 、 D_{28} の値とを示す。これらの数値も、広角端における全系の焦点距離を 1.0 として規格化した値である。ここに示す通り本実施形態の投写用ズームレンズは、変倍比が 1.70 であり、前述した特許文献 1～4 に示された従来の投写用ズームレンズと比べれば大きな変倍比が確保されている。この点は、後述する実施形態 2～4 の投写用ズー

ムレンズも同様である。

[0084] また表3に、実施例1の投写用ズームレンズの非球面データを示す。ここでは、非球面の面番号と、その非球面に関する非球面係数を示す。なお非球面係数は、下記の数1に示す非球面式における各係数 K 、 B_i ($i = 3 \sim 16$)の値である。

[表1]

実施例1:基本レンズデータ

S <i>i</i> 面番号	R <i>i</i> 曲率半径	D <i>i</i> 面間隔	N <i>dj</i> 屈折率	ν_{dj} アッペ数
1*	-2.730	0.175	1.4910	57.58
2*	-2.589	0.054		
3	2.505	0.100	1.6204	60.29
4	1.172	0.526		
5	-1.915	0.066	1.4970	81.61
6	3.935	D6		
7	4.374	0.222	1.8061	33.27
8	-7.812	0.007		
9	3.256	0.349	1.8340	37.16
10	-2.725	0.062	1.8467	23.78
11	21.700	D11		
12	-2.395	0.057	1.5955	39.24
13	2.314	0.282	1.6968	55.53
14	-2.532	D14		
15	2.063	0.146	1.7015	41.24
16	10.425	D16		
17	-2.378	0.115	1.7174	29.52
18	1.499	0.085		
19	-19.407	0.115	1.7725	49.60
20	-2.023	0.068		
21	-0.930	0.105	1.6541	39.68
22	2.226	0.357	1.6180	63.33
23	-1.364	0.201		
24	7.142	0.193	1.7859	44.20
25	-3.143	D25		
26	2.269	0.267	1.4970	81.61
27	-3.972	0.648		
28	∞	1.034	1.5163	64.14
29	∞			

*: 非球面

[表2]

実施例1:ズームに関するデータ

諸元	広角端	中間位置	望遠端
投写距離	156.922	214.984	263.915
f	1.00	1.37	1.70
D6	1.027	0.416	0.165
D11	1.172	0.950	0.447
D14	0.205	0.137	0.297
D16	0.162	0.723	1.117
D25	0.018	0.355	0.554

[表3]

実施例1:非球面データ

非球面係数:S1		非球面係数:S2	
K	-1.46131	K	-68.22073
B3	0.00000	B3	0.00000
B4	0.03087	B4	-0.47466
B5	0.80117	B5	0.70697
B6	-2.09194	B6	2.18110
B7	2.51390	B7	-8.45358
B8	-1.35907	B8	11.33350
B9	-0.12616	B9	-5.17836
B10	0.64962	B10	-2.57573
B11	-0.48845	B11	2.42572
B12	0.18541	B12	0.39755
B13	0.29208	B13	1.91557
B14	-0.58248	B14	-4.74575
B15	0.37593	B15	3.20931
B16	-0.08409	B16	-0.73215

[数1]

$$Z = \frac{C \cdot Y^2}{1 + \sqrt{1 - K \cdot C^2 \cdot Y^2}} + \sum_{i=3}^{16} B_i Y^i$$

Z: 光軸から高さYの非球面上の点より非球面頂点の接平面(光軸に垂直な平面)に下ろした垂線の長さ

Y: 光軸からの高さ

K: 離心率

C: 非球面の近軸半径Rの逆数

Bi: 非球面係数 (i = 3 ~ 16)

[0085] また表13に、前記条件式(1)～(4)が規定する条件、つまり文字式の部分の値を、それらに関連する条件の値と共に、実施例1～4の各々につ

いて示す。この表 1 3 の値は d 線に関するものである。ここに示される通り、実施例 1 の投写用ズームレンズ並びに、後述する実施例 2～4 の投写用ズームレンズはいずれも条件式 (1)～(4) の全てを満たし、さらにはそれらの条件式が規定する範囲内のより好ましい範囲を示す条件式 (1')～(4') も全て満たしている。それによって得られる効果は、先に説明した通りである。

[0086] ここで図 5 の (A)～(D) にそれぞれ、実施例 1 の投写用ズームレンズの広角端における球面収差、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。また同図の (E)～(H) にそれぞれ、実施例 1 の投写用ズームレンズの中間焦点位置における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示す。また同図の (I)～(L) にそれぞれ、実施例 1 の投写用ズームレンズの望遠端における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示す。

[0087] 図 5 の (A)～(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 486.1 nm）、C 線（波長 656.3 nm）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 F No. は F 値、その他の収差図の縦軸上方に記載の ω は半画角を意味する。ここに示す通り本実施例の投写用ズームレンズの F No. は 1.6 であり、前述の特許文献 1～4 に示された従来の投写用ズームレンズと比べて F No. が小さく明るいものとなっている。この点は、後述する実施例 2～4 の投写用ズームレンズも同様である。

[0088] 上述した実施例 1 のレンズ群配置図、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 のレンズ群配置図（図 1）が広角端、望遠端におけるものである点、そして収差図が広角端、中間焦点位置、望遠端におけるものである点も、実施例 2～4 において同様である。

[0089] <実施例 2>

図 2 に、実施例 2 の投写用ズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を示す。この実施例 2 の投写用ズームレンズは、前述した実施例 1 の投写用ズームレンズと同様の基本的構成を有するものとされている。

[0090] 表 4 に、実施例 2 の投写用ズームレンズの基本レンズデータを示す。また表 5 に、実施例 2 の投写用ズームレンズが変倍する際の広角端、中間焦点位置、望遠端における投写距離と、全系の焦点距離 f と、可変間隔 $D6$ 、 $D11$ 、 $D14$ 、 $D16$ 、 $D25$ の値とを示す。そして表 6 に、実施例 2 の投写用ズームレンズの非球面データを示す。

[表4]

実施例 2: 基本レンズデータ

Si 面番号	Ri 曲率半径	Di 面間隔	Ndj 屈折率	ν_{dj} アッベ数
1*	-2.891	0.176	1.4910	57.58
2*	-2.749	0.053		
3	2.288	0.073	1.6204	60.29
4	1.162	0.536		
5	-1.959	0.066	1.5163	64.14
6	3.856	D6		
7	4.490	0.223	1.8000	29.84
8	-7.906	0.007		
9	3.298	0.357	1.8340	37.16
10	-2.681	0.062	1.8467	23.78
11	32.701	D11		
12	-2.414	0.057	1.5955	39.24
13	2.058	0.312	1.6779	55.34
14	-2.572	D14		
15	2.047	0.151	1.7234	37.95
16	12.135	D16		
17	-2.621	0.111	1.7174	29.52
18	1.377	0.146		
19	-57.873	0.129	1.7725	49.60
20	-1.959	0.063		
21	-0.982	0.107	1.6668	33.05
22	1.587	0.340	1.6516	58.55
23	-1.591	0.204		
24	7.563	0.188	1.8010	34.97
25	-3.281	D25		
26	3.098	0.235	1.6204	60.29
27	-3.914	0.638		
28	∞	1.034	1.5163	64.14
29	∞			

*: 非球面

[表5]

実施例2:ズームに関するデータ

諸元	広角端	中間位置	望遠端
投写距離	156.888	214.936	263.857
f	1.00	1.37	1.70
D6	1.038	0.427	0.167
D11	1.142	0.906	0.395
D14	0.147	0.153	0.353
D16	0.193	0.713	1.096
D25	0.018	0.337	0.522

[表6]

実施例2:非球面データ

非球面係数:S1		非球面係数:S2	
K	-0.63029	K	-76.78500
B3	0.00000	B3	0.00000
B4	0.08551	B4	-0.41274
B5	0.51330	B5	0.63155
B6	-1.45894	B6	1.37253
B7	1.97503	B7	-4.66014
B8	-1.77169	B8	3.84963
B9	2.13722	B9	2.46260
B10	-4.06832	B10	-6.25998
B11	5.37041	B11	2.85853
B12	-3.47115	B12	0.18605
B13	0.34179	B13	2.57237
B14	0.83814	B14	-5.13418
B15	-0.43616	B15	3.28205
B16	0.06576	B16	-0.73421

[0091] 一方図6の(A)～(L)にそれぞれ、実施例2の投写用ズームレンズの各収差図を示す。

[0092] <実施例3>

図3に、実施例3の投写用ズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を示す。この実施例3の投写用ズームレンズは、前述した実施例1の投写用ズームレンズと比べると、図1に示した第1レンズ群G1の第2レンズL2が省かれた形のものであり、その他の基本的構成は、第1レンズL1として負のメニスカスレンズが適用された以外は略同様とされている。

[0093] 表7に、実施例3の投写用ズームレンズの基本レンズデータを示す。また表8に、実施例3の投写用ズームレンズが変倍する際の広角端、中間焦点位置、望遠端における投写距離と、全系の焦点距離fと、可変間隔D4、D9

、D12、D14、D23の値とを示す。そして表9に、実施例3の投写用ズームレンズの非球面データを示す。

[表7]

実施例3:基本レンズデータ

焦点距離

Si 面番号	Ri 曲率半径	Di 面間隔	Ndj 屈折率	ν dj アッベ数
1*	-4.054	0.178	1.4910	57.58
2*	-43.887	0.541		
3	-2.313	0.066	1.5891	61.14
4	1.966	D4		
5	9.287	0.194	1.8040	46.57
6	-5.374	0.007		
7	2.716	0.316	1.8010	34.97
8	-3.711	0.062	1.8052	25.42
9	43.600	D9		
10	-3.364	0.057	1.5481	45.79
11	1.632	0.354	1.6180	63.33
12	-2.950	D12		
13	1.935	0.127	1.8040	46.57
14	4.360	D14		
15	-2.991	0.041	1.5673	42.82
16	1.207	0.139		
17	-6.742	0.113	1.7995	42.22
18	-1.644	0.052		
19	-0.945	0.045	1.7847	26.29
20	1.597	0.252	1.7292	54.68
21	-1.633	0.283		
22	20.659	0.190	1.8000	29.84
23	-2.366	D23		
24	2.753	0.248	1.6180	63.33
25	-3.461	0.550		
26	∞	1.034	1.5163	64.14
27	∞			

*: 非球面

[表8]

実施例3:ズームに関するデータ

諸元	広角端	中間位置	望遠端
投写距離	156.950	215.021	263.961
f	1.00	1.37	1.70
D4	1.189	0.628	0.371
D9	0.994	0.675	0.235
D12	0.245	0.307	0.438
D14	0.180	0.680	1.070
D23	0.017	0.333	0.508

[表9]

実施例3:非球面データ

非球面係数:S1		非球面係数:S2	
K	-0.50823	K	179.16090
B3	0.00000	B3	0.00000
B4	0.23913	B4	0.27236
B5	0.72491	B5	0.16616
B6	-2.29997	B6	0.69280
B7	2.79373	B7	-6.57481
B8	-1.52812	B8	17.21040
B9	0.17657	B9	-22.94270
B10	-0.10026	B10	14.61320
B11	1.04944	B11	-0.41439
B12	-2.08461	B12	0.92439
B13	1.90525	B13	-18.90290
B14	-0.43687	B14	30.38620
B15	-0.45186	B15	-20.62630
B16	0.23609	B16	5.45742

[0094] 一方図7の(A)～(L)にそれぞれ、実施例3の投写用ズームレンズの各収差図を示す。

[0095] <実施例4>

図4に、実施例4の投写用ズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を示す。この実施例4の投写用ズームレンズは、前述した実施例3の投写用ズームレンズと略同様の構成とされているが、第3レンズ群G3を構成する接合レンズの正レンズと負レンズの配置順が逆になっている点で相違している。すなわち本実施例では、第7レンズL7として両凸レンズが、そして第8レンズL8として両凹レンズが適用されている。

[0096] 表10に、実施例3の投写用ズームレンズの基本レンズデータを示す。また表11に、実施例4の投写用ズームレンズが変倍する際の広角端、中間焦点位置、望遠端における投写距離と、全系の焦点距離 f と、可変間隔D4、D9、D12、D14、D23の値とを示す。そして表12に、実施例4の投写用ズームレンズの非球面データを示す。

[表10]

実施例4:基本レンズデータ

Si 面番号	Ri 曲率半径	Di 面間隔	Ndj 屈折率	ν dj アッベ数
1*	-3.404	0.178	1.4910	57.58
2*	-13.512	0.623		
3	-2.203	0.066	1.6180	63.33
4	2.067	D4		
5	8.858	0.182	1.8040	46.57
6	-5.544	0.007		
7	2.664	0.322	1.7205	34.71
8	-3.216	0.062	1.8000	29.84
9	58.639	D9		
10	3.217	0.353	1.6180	63.33
11	-1.569	0.057	1.5673	42.82
12	3.697	D12		
13	2.022	0.157	1.8040	46.57
14	28.437	D14		
15	-2.739	0.050	1.6477	33.79
16	1.222	0.102		
17	-6.101	0.106	1.8044	39.59
18	-1.811	0.064		
19	-0.882	0.055	1.7552	27.51
20	1.934	0.307	1.6968	55.53
21	-1.348	0.223		
22	16.067	0.194	1.8000	29.84
23	-2.383	D23		
24	2.270	0.276	1.4970	81.61
25	-3.244	0.572		
26	∞	1.035	1.5163	64.14
27	∞			

*:非球面

[表11]

実施例4:ズームに関するデータ

諸元	広角端	中間位置	望遠端
投写距離	156.970	215.049	263.996
f	1.00	1.37	1.70
D4	1.138	0.579	0.348
D9	0.658	0.544	0.072
D12	0.515	0.396	0.552
D14	0.180	0.591	0.867
D23	0.018	0.397	0.665

[表12]

実施例4: 非球面データ

非球面係数:S1		非球面係数:S2	
K	-0.53673	K	171.33557
B3	0.00000	B3	0.00000
B4	0.30573	B4	0.29874
B5	0.50930	B5	0.52741
B6	-1.70481	B6	-1.69981
B7	1.22061	B7	-0.52628
B8	2.49676	B8	14.13230
B9	-6.89944	B9	-36.83910
B10	5.02017	B10	33.87220
B11	5.05870	B11	19.99250
B12	-11.48350	B12	-58.68900
B13	4.99802	B13	7.87608
B14	4.12709	B14	63.63470
B15	-4.72360	B15	-59.11000
B16	1.31406	B16	16.83830

[表13]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
f _w	1.00	1.00	1.00	1.00
f _t	1.70	1.70	1.70	1.70
f ₁ /f _w	-1.41	-1.42	-1.41	-1.35
f ₂ /f _w	2.01	2.01	1.96	2.14
f ₃ /f _w	12.11	14.34	10.38	12.95
f ₄ /f _w	3.64	3.38	4.23	2.70
f ₅ /f _w	21.46	33.21	-42.32	-28.76
f ₆ /f _w	2.95	2.82	2.52	2.73
L/f _w	6.14	6.14	5.89	5.89
Bf _w /f _w	1.33	1.32	1.23	1.25
2ω	51.40	51.40	52.00	52.00
(1) f ₃ /f ₄	3.33	4.24	2.45	4.80
(2) (R41f+R41r)/ (R41f-R41r)	-1.49	-1.41	-2.60	-1.15
(3) f _t /f _w	1.70	1.70	1.70	1.70
(4) F _w	1.60	1.60	1.60	1.60

[0097] 一方図8の(A)～(L)にそれぞれ、実施例4の投写用ズームレンズの各収差図を示す。

[0098] 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、本発明の投写用ズームレンズは、上記実施例のものに限られること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。

[0099] また、本発明の投写型表示装置も前述した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、既述の構成に限定されず、種々の態様の変更が可能である。

請求の範囲

[請求項1] 実質的に、拡大側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正または負の屈折力を有する第5レンズ群、正の屈折力を有する第6レンズ群が配設されてなり、

縮小側がテレセントリックな構成とされ、

変倍時に前記第1レンズ群および前記第6レンズ群は固定で、前記第2レンズ群から第5レンズ群までが光軸に沿って移動するように構成され、

前記第4レンズ群が実質的に、縮小側に凹面を向けた正のメニスカスレンズ1枚のみが配設されてなり、

下記条件式(1)を満たすことを特徴とする投写用ズームレンズ。

$$1. \quad 2 < f_3 / f_4 < 10.0 \quad \dots (1)$$

ただし、

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

[請求項2] 下記条件式(1')を満たすことを特徴とする請求項1に記載の投写用ズームレンズ。

$$1. \quad 6 < f_3 / f_4 < 60.0 \quad \dots (1')$$

[請求項3] 変倍時に移動する全てのレンズ群が、広角端から望遠端に向かって変倍する際に、縮小側から拡大側に移動する構成を有することを特徴とする請求項1または2に記載の投写用ズームレンズ。

[請求項4] 下記条件式(2)を満たすことを特徴とする請求項1から3のうちいずれか1項に記載の投写用ズームレンズ。

$$-4.0 < (R_{41f} + R_{41r}) / (R_{41f} - R_{41r}) < -0.5 \quad \dots (2)$$

ただし、

R_{41f} : 前記メニスカスレンズの拡大側面の曲率半径

R_{41r} : 前記メニスカスレンズの縮小側面の曲率半径

[請求項5] 下記条件式(2')を満たすことを特徴とする請求項4に記載の投写用ズームレンズ。

$$-3.5 < (R41f + R41r) / (R41f - R41r) < -0.9 \dots (2')$$

[請求項6] 前記第3レンズ群が、正レンズと負レンズとの接合レンズから構成されていることを特徴とする請求項1から5のうちいずれか1項に記載の投写用ズームレンズ。

[請求項7] 下記条件式(3)を満たすことを特徴とする請求項1から6のうちいずれか1項に記載の投写用ズームレンズ。

$$1.5 \leq f_t / f_w \dots (3)$$

ただし、

f_w : 広角端における全系の焦点距離

f_t : 望遠端における全系の焦点距離

[請求項8] 下記条件式(3')を満たすことを特徴とする請求項7に記載の投写用ズームレンズ。

$$1.6 \leq f_t / f_w \dots (3')$$

[請求項9] 下記条件式(4)を満たすことを特徴とする請求項1から8のうちいずれか1項に記載の投写用ズームレンズ。

$$F_w < 1.9 \dots (4)$$

ただし、

F_w : 広角端でのFNo.

[請求項10] 下記条件式(4')を満たすことを特徴とする請求項9に記載の投写用ズームレンズ。

$$F_w < 1.7 \dots (4')$$

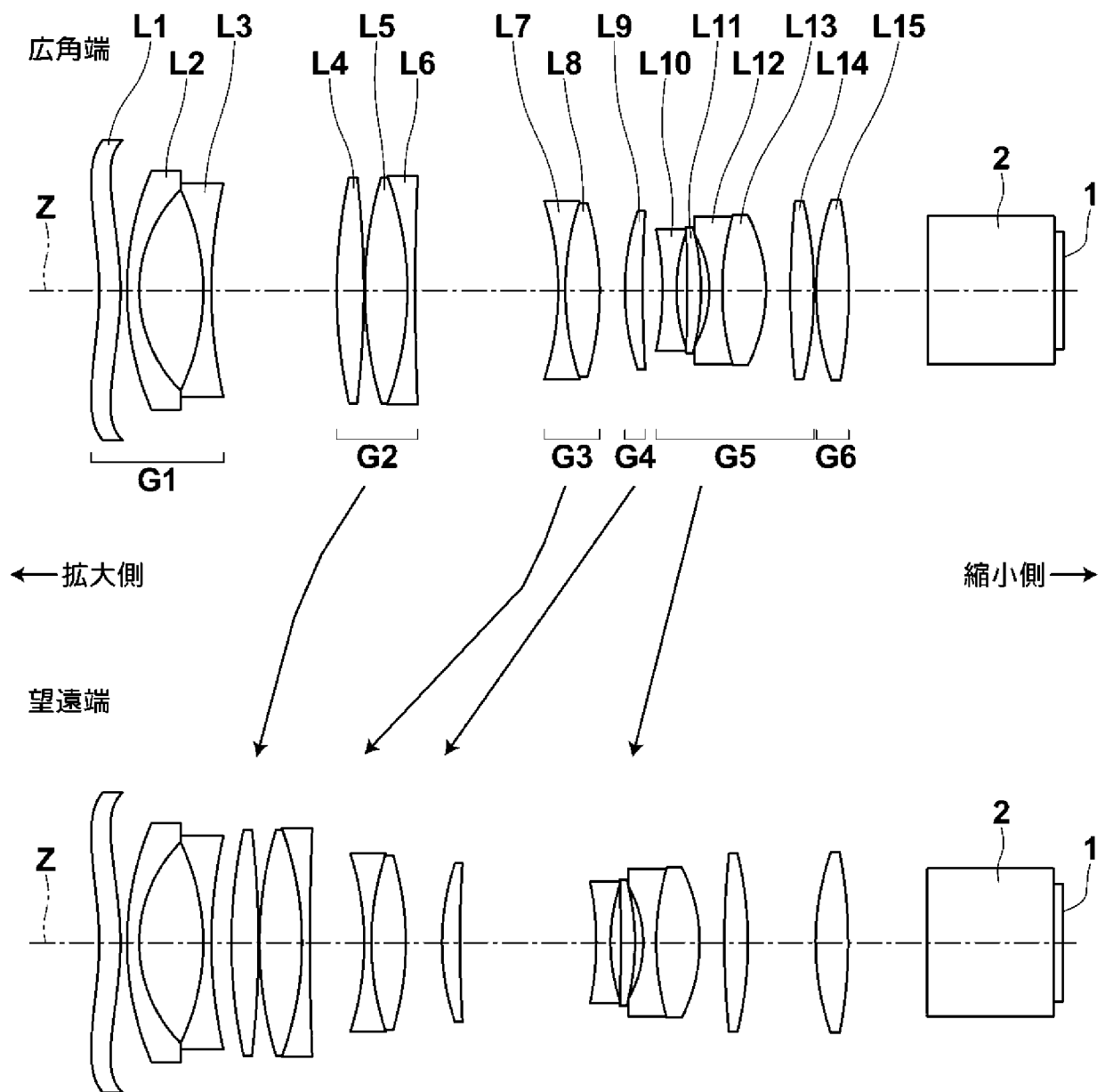
[請求項11] 前記第1レンズ群が、少なくとも1面が非球面であるレンズを含んで構成されていることを特徴とする請求項1から10のうちいずれか1項に記載の投写用ズームレンズ。

[請求項12] 前記第1レンズ群全体を光軸方向に移動させてフォーカシングを行う構成を有することを特徴とする請求項1から11のうちいずれか1

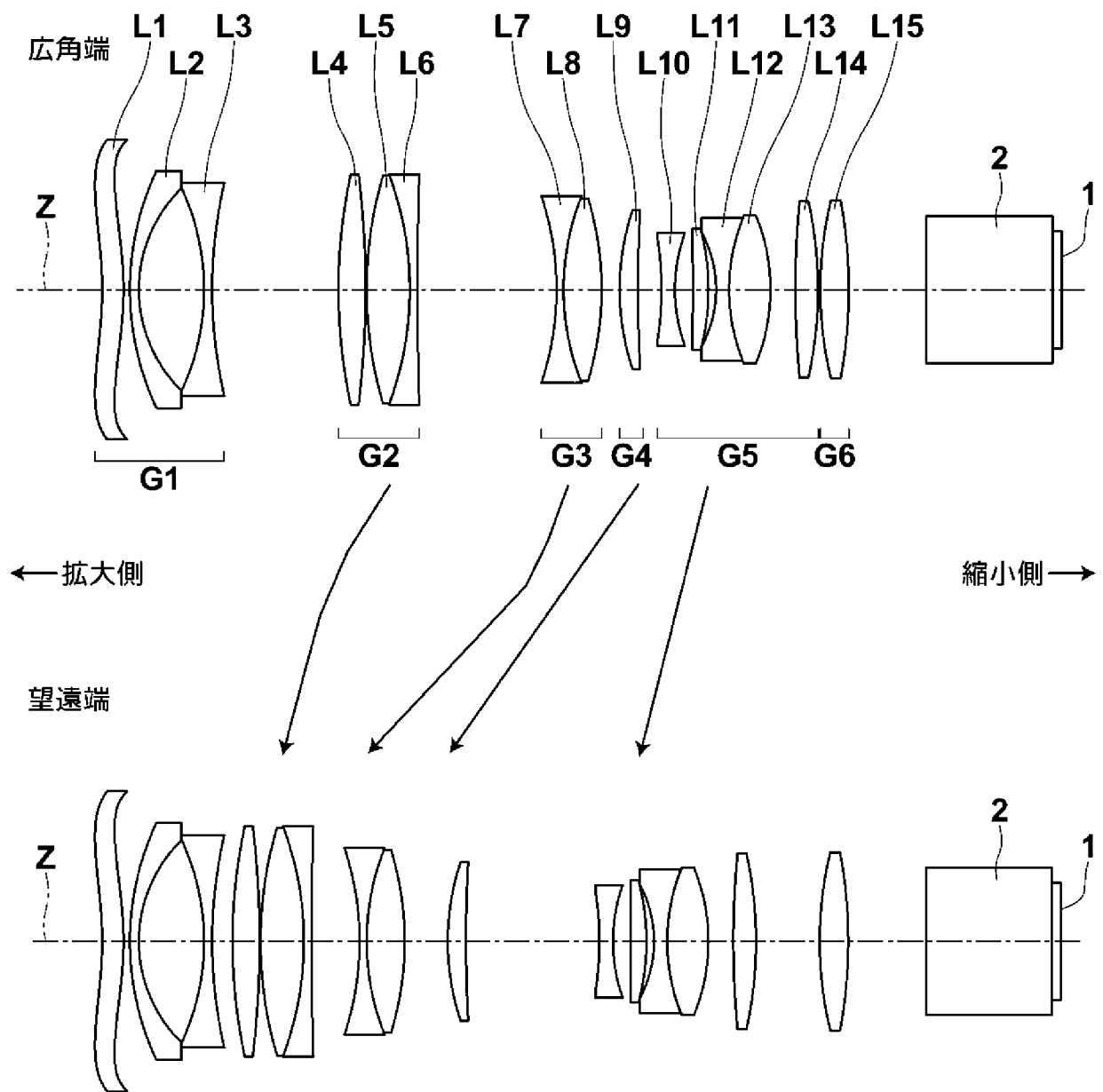
項に記載の投写用ズームレンズ。

- [請求項13] 光源と、ライトバルブと、前記光源からの光束を前記ライトバルブへ導く照明光学部と、請求項1から12のうちいずれか1項記載の投写用ズームレンズとを備え、前記光源からの光束を前記ライトバルブで光変調し、前記投写用ズームレンズによりスクリーンに投写する構成を有することを特徴とする投写型表示装置。

[図1]

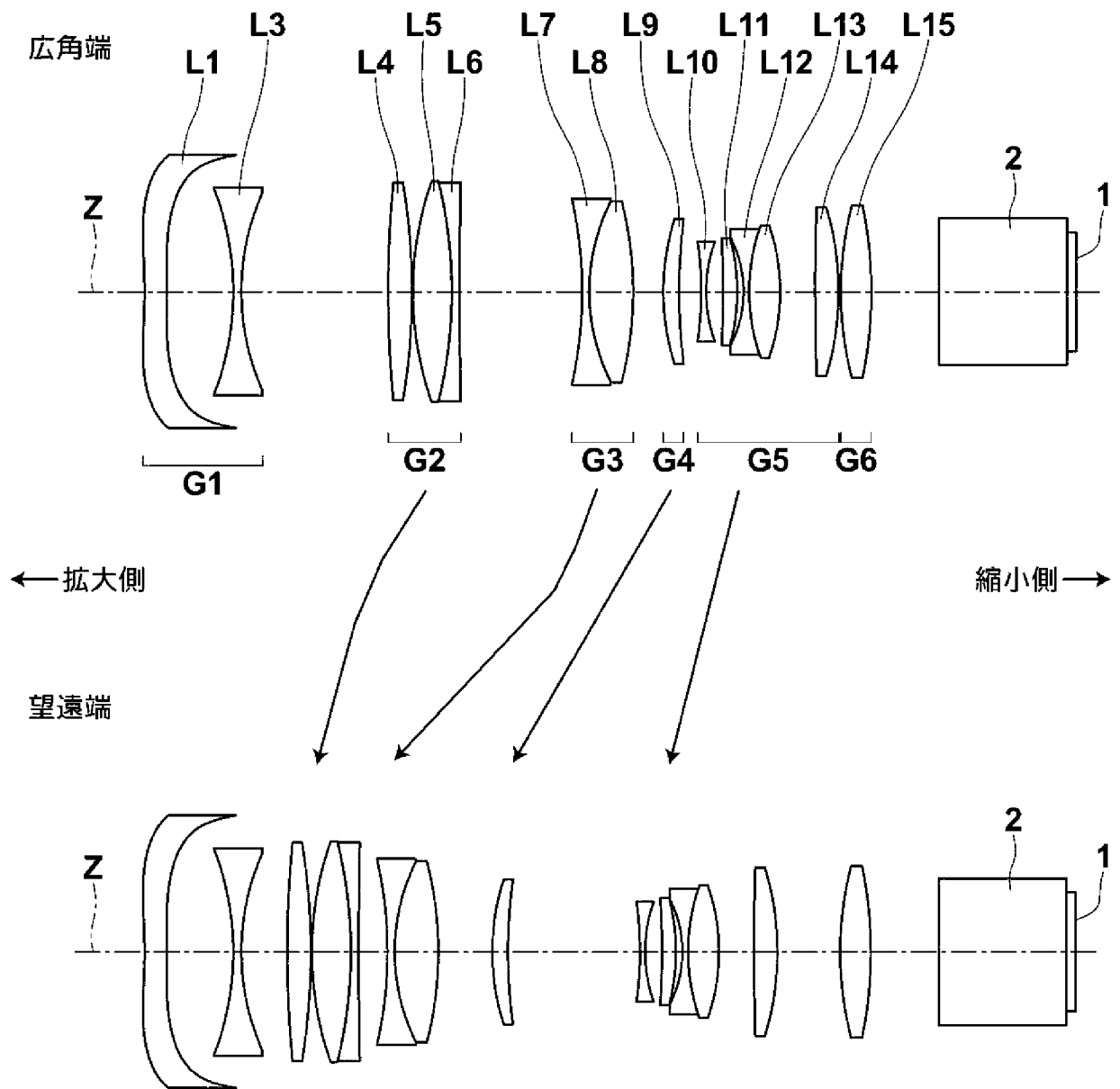
実施例1

[図2]

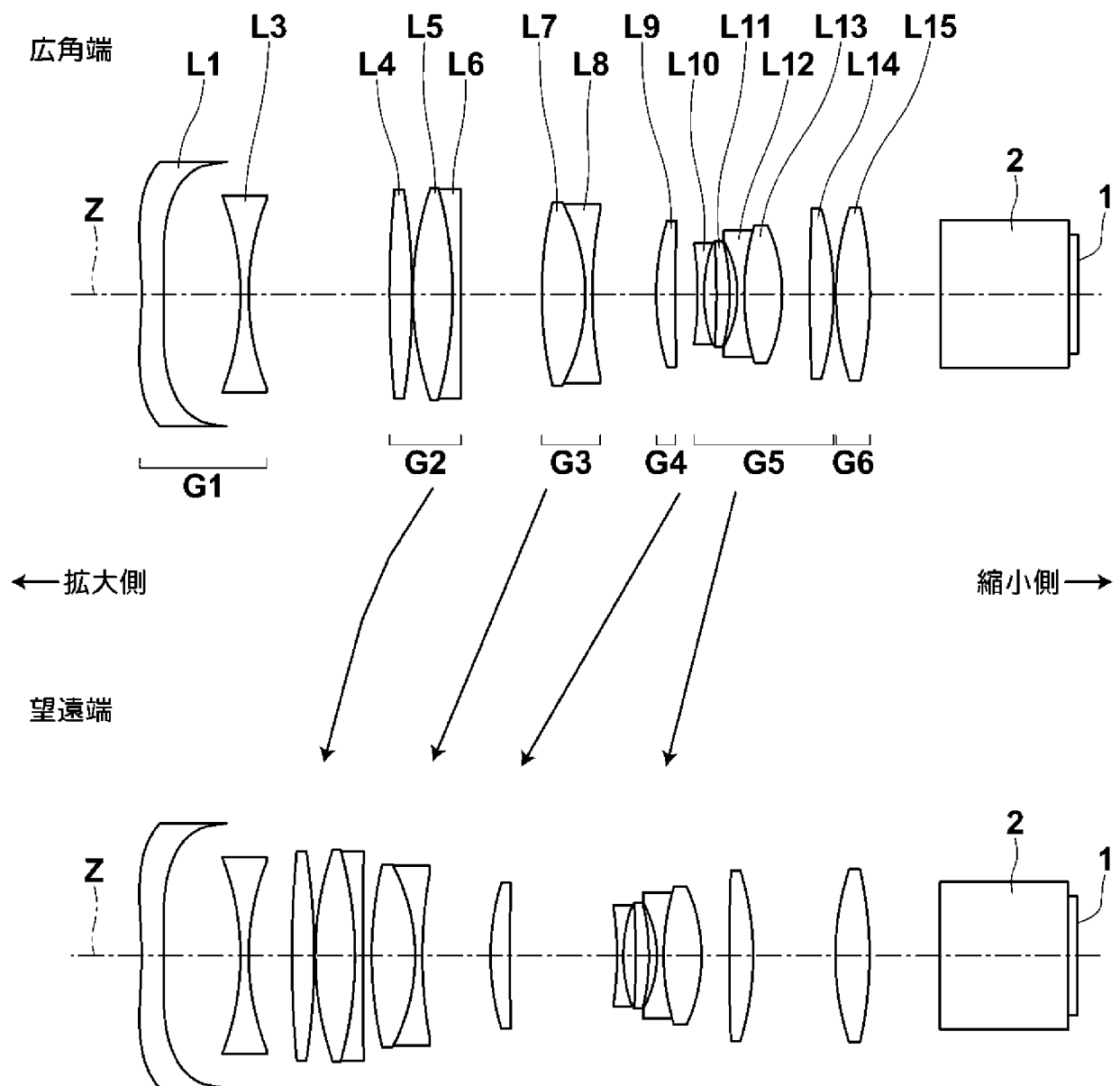
実施例2

[図3]

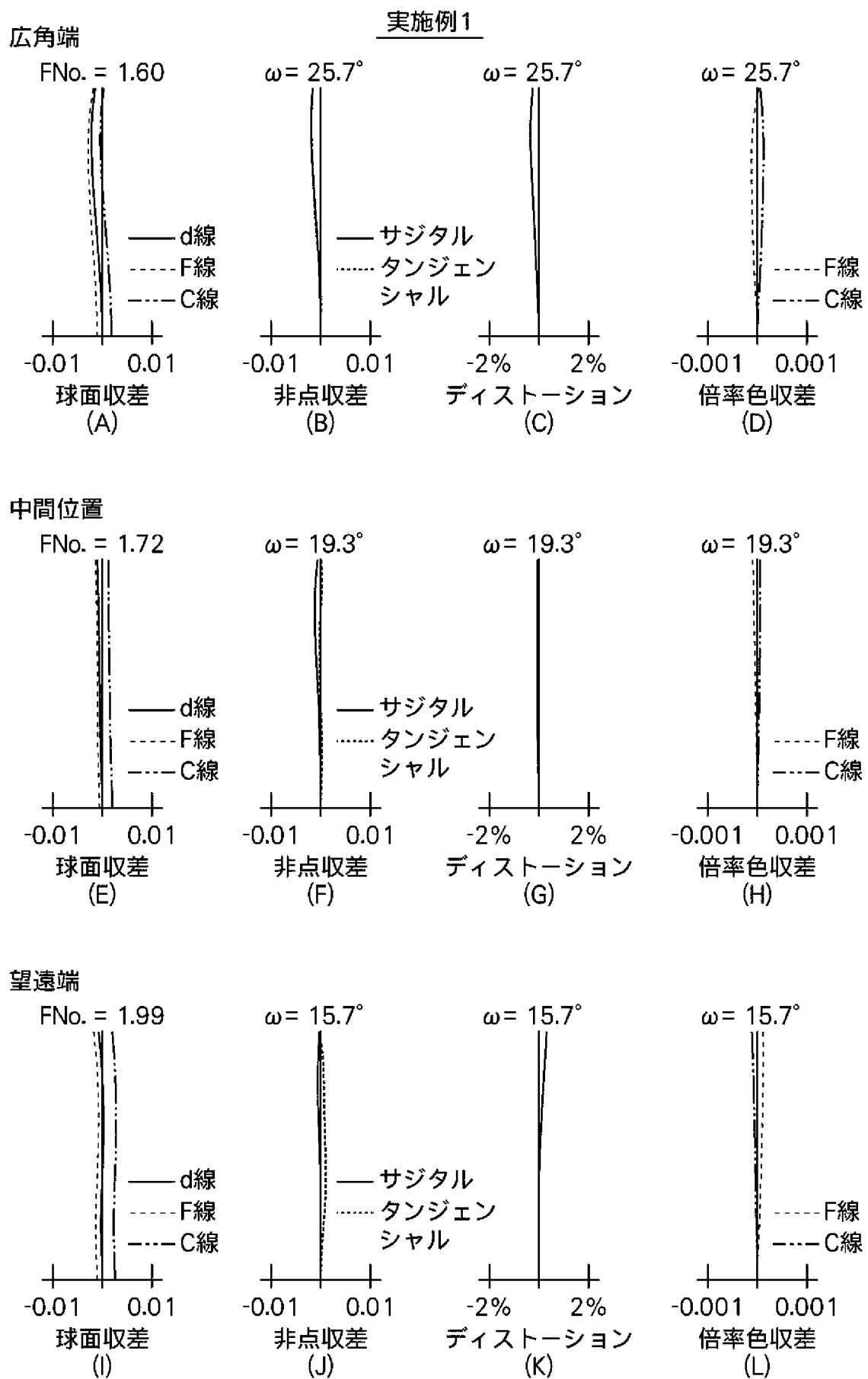
実施例3



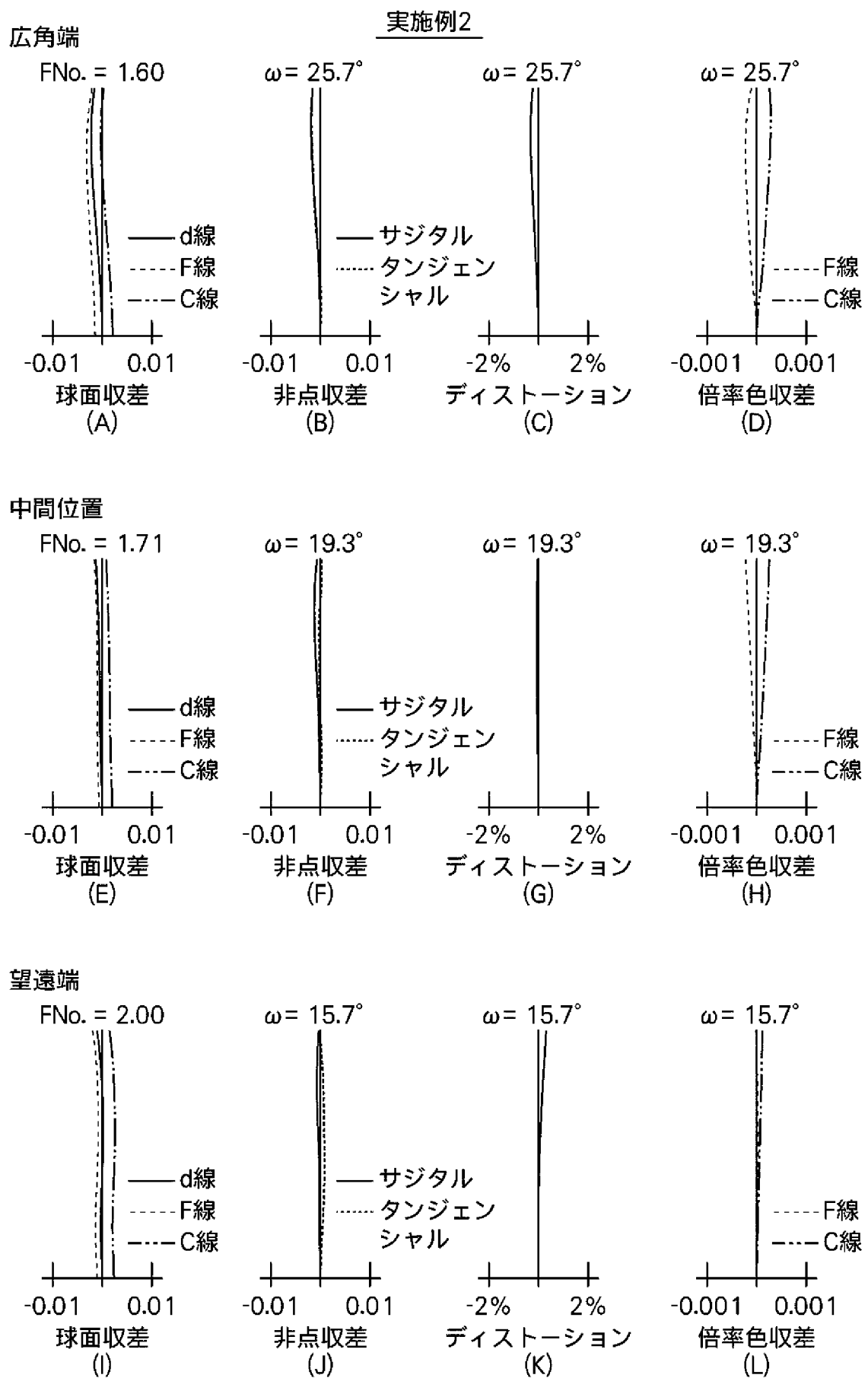
[図4]

実施例4

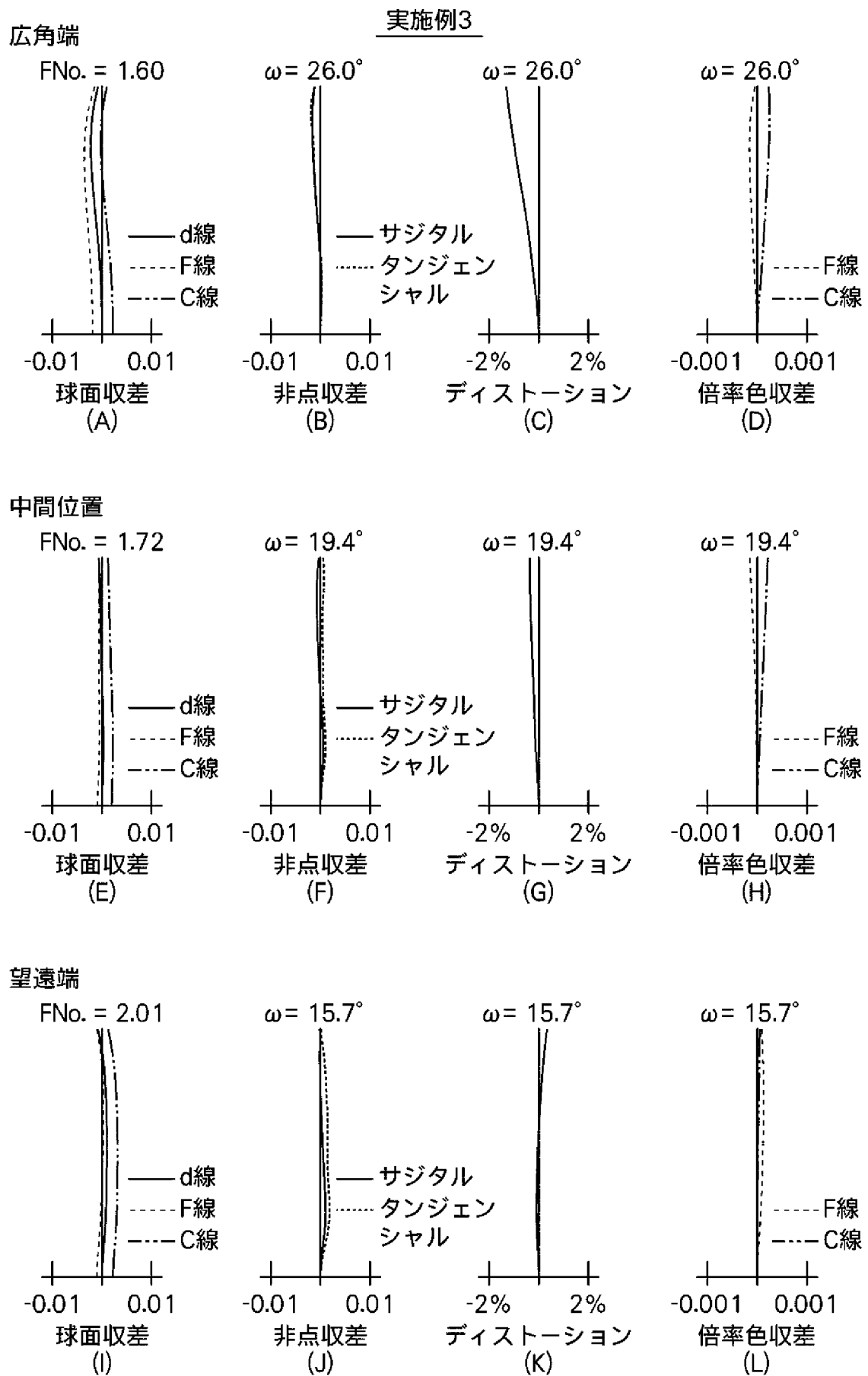
[図5]



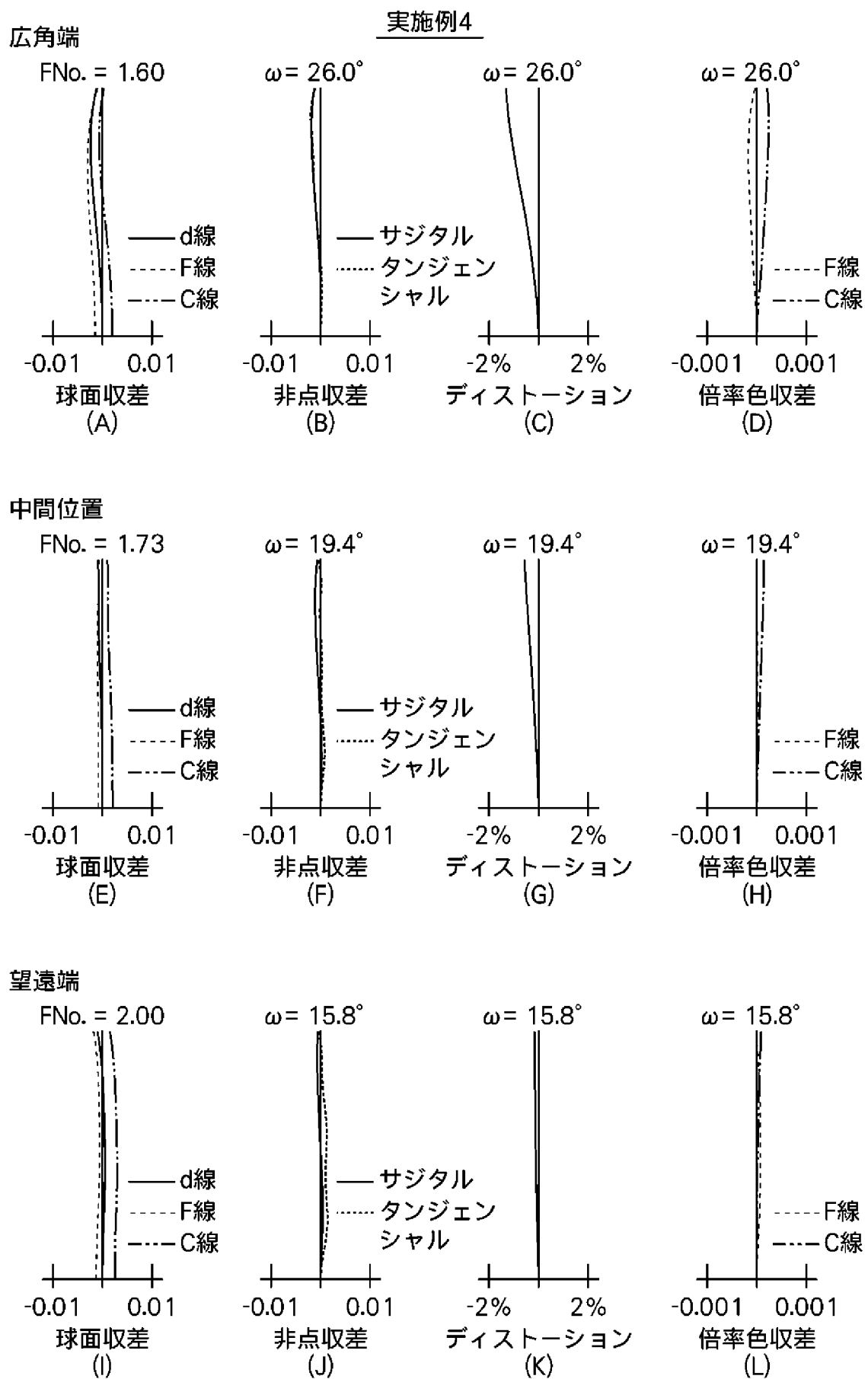
[図6]



[図7]

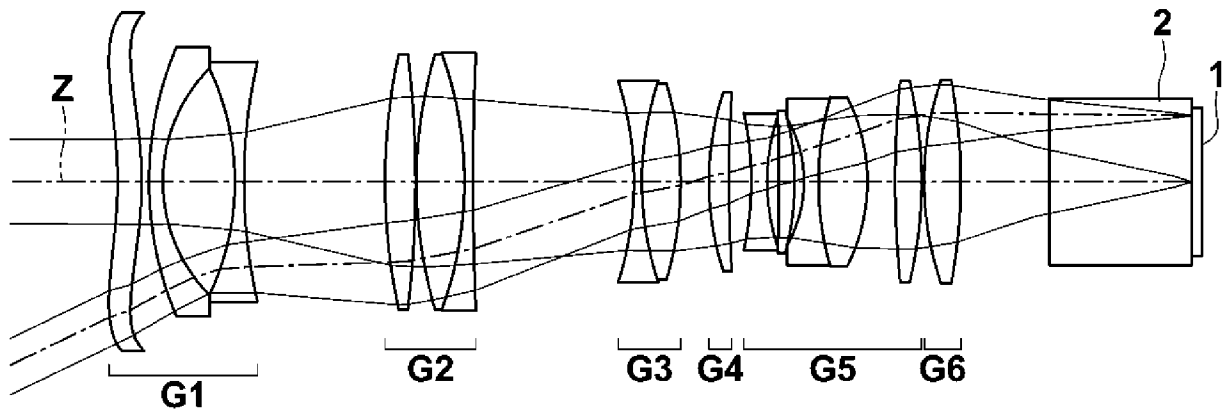


[図8]

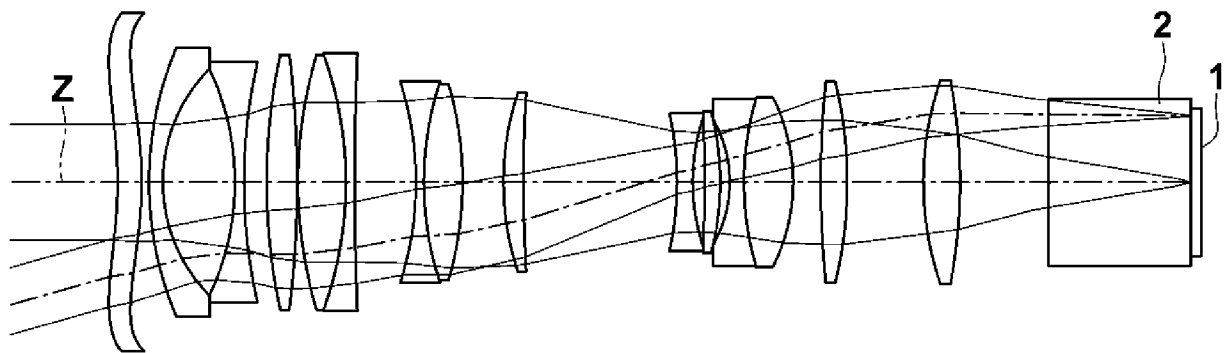


[図9]

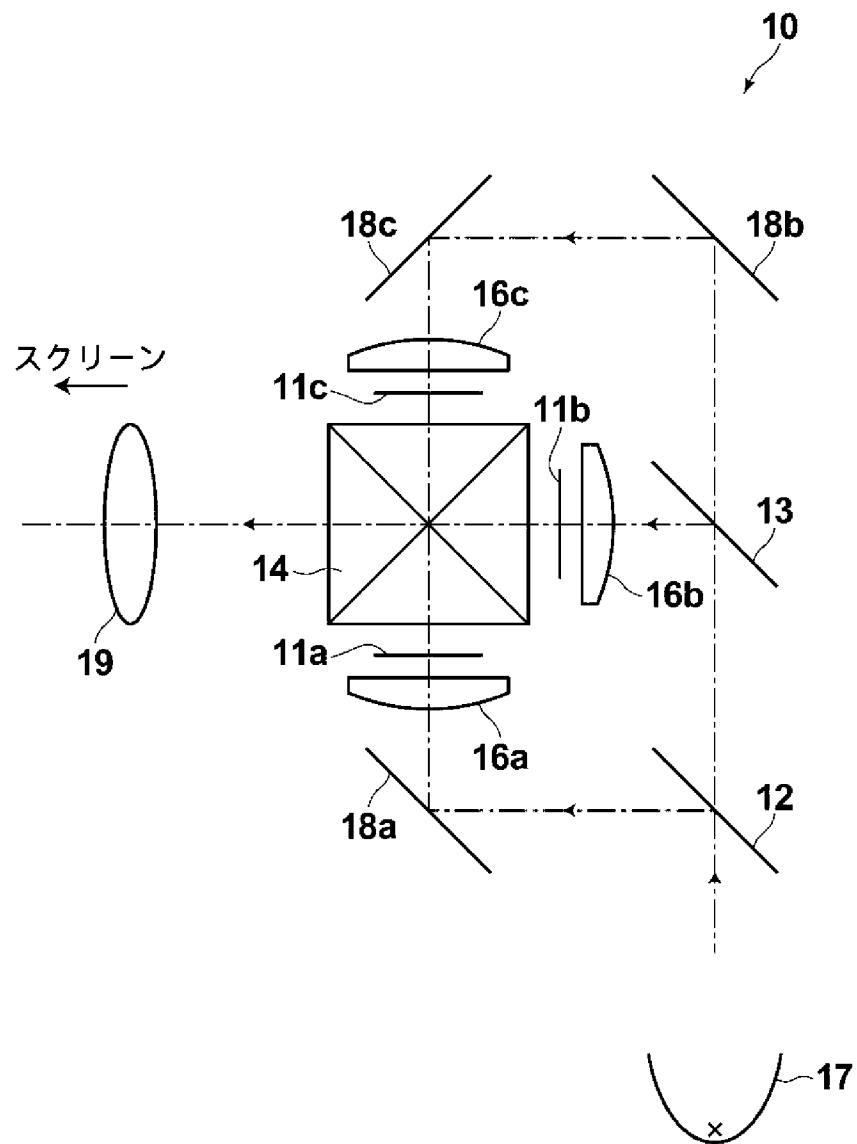
広角端



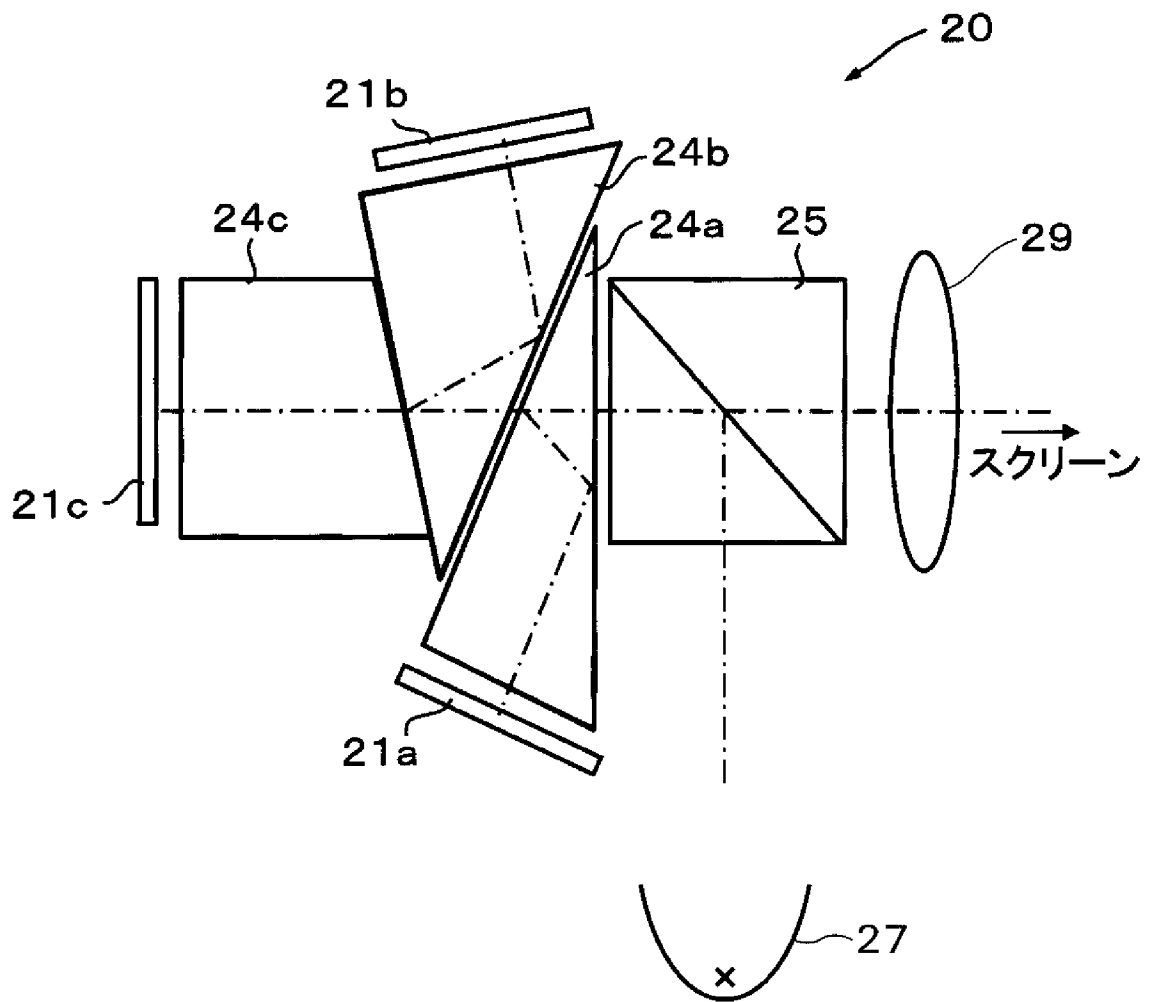
望遠端



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/007234

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/20(2006.01)i, G02B13/18(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, G02B13/18, 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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2005-156805 A (Canon Inc.), 16 June 2005 (16.06.2005), numerical examples 1 to 4 (Family: none)	1-13
A	JP 2006-184723 A (Canon Inc.), 13 July 2006 (13.07.2006), example 3 (Family: none)	1-13
A	JP 2007-328163 A (Canon Inc.), 20 December 2007 (20.12.2007), examples 3, 4 & US 2007/0285802 A1 & CN 101086552 A	1-13

☒ 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
21 January, 2013 (21.01.13)

Date of mailing of the international search report
29 January, 2013 (29.01.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/007234

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-210594 A (Fujinon Corp.), 17 September 2009 (17.09.2009), examples 1 to 4 & US 2009/0219624 A1	1-13
A	JP 2009-258185 A (Fujinon Corp.), 05 November 2009 (05.11.2009), example 3 (Family: none)	1-13
A	JP 2011-076040 A (Canon Inc.), 14 April 2011 (14.04.2011), example 3 & US 2011/0080565 A1 & EP 2309297 A2 & CN 102033394 A	1-13

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, G02B13/18(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, G02B13/18, 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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 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 請求項の番号
A	JP 2005-156805 A (キヤノン株式会社) 2005.06.16, 数値実施例 1 - 4 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2006-184723 A (キヤノン株式会社) 2006.07.13, 実施例 3 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2007-328163 A (キヤノン株式会社) 2007.12.20, 実施例 3, 4 & US 2007/0285802 A1 & CN 101086552 A	1-13

☒ 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

2 1 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 1 . 2 0 1 3

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 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 請求項の番号
A	JP 2009-210594 A (フジノン株式会社) 2009. 09. 17, 実施例 1 - 4 & US 2009/0219624 A1	1-13
A	JP 2009-258185 A (フジノン株式会社) 2009. 11. 05, 実施例 3 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2011-076040 A (キヤノン株式会社) 2011. 04. 14, 実施例 3 & US 2011/0080565 A1 & EP 2309297 A2 & CN 102033394 A	1-13