

(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
2014 年 5 月 22 日(22.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/076961 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/JP2013/006718
- (22) 国際出願日: 2013 年 11 月 15 日(15.11.2013)
- (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 2012-253318 2012 年 11 月 19 日(19.11.2012) 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: 永利 由紀子(NAGATOSHI, Yukiko); 〒3319624 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

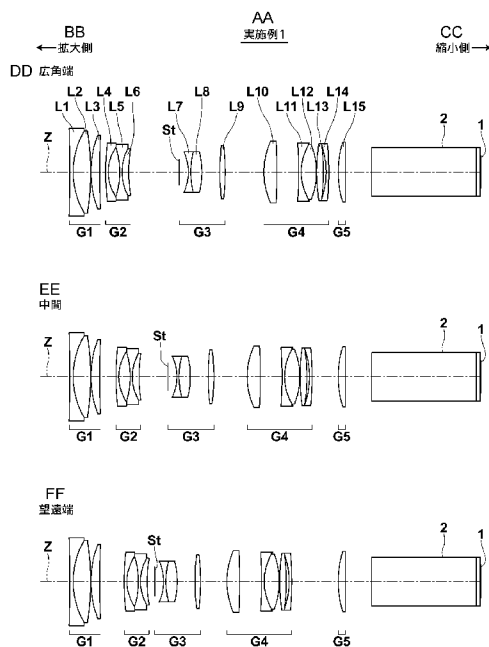
1 8 ー 3 新横浜 K S ビル 7 階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).

- (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, SA, 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

[続葉有]

(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



AA EXAMPLE 1
BB ENLARGEMENT SIDE
CC REDUCTION SIDE
DD WIDE ANGLE END
EE INTERMEDIATE
FF TELEPHOTO END

(57) Abstract: [Problem] To provide a zoom lens for projection in which the numerical aperture is fixed across the entire magnification range, and the entire length and the lens diameter of the lens group furthest to the enlargement side is reduced. [Solution] A zoom lens for projection comprising a first lens group (G1) which is arranged furthest to the enlargement side, is fixed during changes in magnification and has positive refractive power, at least two mobile lens groups (G2-G4) which are arranged further to the reduction side than the first lens group (G1) and which move during changes in magnification, and an aperture stop (St) which is arranged between adjacent mobile lens groups or within one mobile lens group, wherein the numerical aperture is set so as to remain fixed for the entire magnification range.

(57) 要約: 【課題】投写用ズームレンズにおいて、開口数を全変倍領域において一定とし、また全長や、最も拡大側のレンズ群のレンズ径を小さくする。【解決手段】最も拡大側に配置されて変倍の際に固定されている正の屈折力を有する第1レンズ群(G1)と、この第1レンズ群(G1)より縮小側に配置されて変倍の際に移動する少なくとも2つの移動レンズ群(G2~G4)と、隣り合う移動レンズ群同士の間、または1つの移動レンズ群内に配された開口絞り(St)とを有する投写用ズームレンズにおいて、その開口数が全変倍領域において一定となるように設定する。

WO 2014/076961 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, —
MR, NE, SN, TD, TG).

請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補
正を受理した際には再公開される。(規則
48.2(h))

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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] 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。

[0004] 上述した映画館等での利用に供される投写型表示装置においては、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。

[0005] また、映画館等での利用に供される投写型表示装置においては、映画館やホールごとに異なる投射距離とスクリーンサイズに応じて、さらには、表示画像のアスペクト比（シネスコサイズ、ビスタサイズなど）に応じて、スクリーンサイズに表示画像のサイズを適合させるために、投写用レンズとして高変倍比のズームレンズが求められるようになってきている。

[0006] また、そのような投写用ズームレンズを、上述したサイズ適合のために変倍させた際に、表示画像の明るさが変わってしまうことを防止するため、この種のズームレンズには、その開口数（以下、「Fナンバー」ということもある）を全変倍領域において一定に保つ機能が求められることが多い。

- [0007] さらに、シネマスクリーンのデジタル化の加速に伴い、投写型表示装置の小型化、低価格化が進み、投写用ズームレンズにも、上述したバックフォーカスやテレセントリック性、高変倍比に関する要望と共に、小型化、低コスト化が求められる傾向にある。
- [0008] 特許文献1および2には、開口数を全変倍領域において一定に保つようにした投写用ズームレンズが示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開2009-128683号公報
特許文献2：特開2012-058607号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] しかし、特許文献1や2に示された投写用ズームレンズは、開口数を一定に保つ等のために開口絞りよりも拡大側のレンズ群を移動させ、開口絞りおよびそれよりも縮小側のレンズ群は固定としておくため、高変倍比を実現しようとする、全長や、最も拡大側のレンズ群のレンズ径が大きくなってしまいうため、小型化の要求に応えることができない。また、全長やレンズ径が大きくなることから、光学系のコストアップに繋がり、低コスト化の要求にも応えることができない。
- [0011] 本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、開口数を全変倍領域において一定とすることができ、そして全長や、最も拡大側のレンズ群のレンズ径を小さくすることができる投写用ズームレンズおよび、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

- [0012] 本発明による投写用ズームレンズは、
最も拡大側に配置されて変倍の際に固定されている正の屈折力を有する第1レンズ群と、

この第1レンズ群より縮小側に配置されて変倍の際に移動する少なくとも2つの移動レンズ群と、

隣り合う移動レンズ群同士の間、または1つの移動レンズ群内に配された開口絞りとを有する投写用ズームレンズにおいて、

該ズームレンズの開口数が全変倍領域において一定となるように設定され、

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ことを特徴とするものである。

[0013] なお、上記の「1つの移動レンズ群内に配された」とは、その移動レンズ群を構成する最も拡大側のレンズおよび最も縮小側のレンズの間に配置されることだけではなく、最も拡大側のレンズより拡大側、あるいは最も縮小側のレンズより縮小側に配置されることも示すものとする。

[0014] 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。

[0015] 本発明の投写用ズームレンズにおいては、最も縮小側の移動レンズ群の広角端と望遠端との間の移動量を m_r 、広角端における全系の焦点距離を f_w として、下記条件式

$$0.3 < m_r / f_w \cdots (1)$$

が満たされていることが望ましい。

[0016] なお、この条件式(1)が規定している条件については、下式

$$0.5 < m_r / f_w \cdots (1')$$

が満たされていることがより望ましい。

[0017] また本発明の投写用ズームレンズにおいては、

最も縮小側に配置された最終レンズ群が、正の屈折力を有して変倍の際に固定されているものとされた上で、最終レンズ群の焦点距離を f_e 、広角端における全系の焦点距離を f_w として、下記条件式

$$2. \quad 0 < f_e / f_w < 7.0 \dots \quad (2)$$

が満たされていることが望ましい。

[0018] なお、この条件式 (2) が規定している条件については、下式

$$3. \quad 0 < f_e / f_w < 5.0 \dots \quad (2')$$

が満たされ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、

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

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

最も拡大側の移動レンズ群の広角端と望遠端との間の移動量を m_m 、最も縮小側の移動レンズ群の広角端と望遠端との間の移動量を m_r として、下記条件式

$$-1. \quad 0 < m_m / m_r < -0.2 \dots \quad (3)$$

が満たされていることが望ましい。

[0020] なお、この条件式 (3) が規定している条件については、下式

$$-0.7 < m_m / m_r < -0.3 \dots \quad (3')$$

が満たされていることがより望ましい。

[0021] また本発明の投写用ズームレンズにおいては、開口絞りとして、変倍の全範囲に亘って開口数が一定となるように開口径（絞り径）を変化させるものが用いられていることが望ましい。

[0022] また本発明の投写用ズームレンズにおいては、広角端における全系の縮小

側のバックフォーカス（空気換算距離）を Bf 、縮小側における最大有効像円直径（イメージサークル径）を $Im\phi$ 、投写距離無限遠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を L として、下記条件式

$$2. \quad 0 < Bf / Im\phi \cdots (4)$$

$$L / Im\phi < 1.2 \cdots (5)$$

が満たされていることが望ましい。

[0023] なお、この条件式（４）が規定している条件については、下式

$$2. \quad 5 < Bf / Im\phi \cdots (4')$$

が満たされていることがより望ましい。

[0024] また、この条件式（５）が規定している条件については、下式

$$7 < L / Im\phi < 1.1 \cdots (5')$$

が満たされていることがより望ましい。

[0025] さらに本発明の投写用ズームレンズにおいては、第１レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における全系の焦点距離を f_w として、条件式

$$1. \quad 0 < f_1 / f_w < 5.0 \cdots (6)$$

が満たされていることが望ましい。

[0026] なお、上記条件式（６）が規定している条件については、下式

$$2. \quad 0 < f_1 / f_w < 4.0 \cdots (6')$$

が満たされていることがより望ましい。

[0027] また本発明の投写用ズームレンズは、拡大側から順に配置された、前記第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負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、変倍の際に固定されている正の屈折力を有する第５レンズ群とから実質的に構成されていることが望ましい。

[0028] さらに本発明の投写用ズームレンズにおいては、広角端に対する望遠端の変倍比を Z_r として、条件式

$$1. \quad 4 < Z_r \cdots (7)$$

が満たされていることが望ましい。

[0029] また、上記条件式（7）が規定している条件については、下式

$$1. \quad 6 < Z_r \cdots \quad (7')$$

が満たされていることがより望ましい。

[0030] なお、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。

[0031] 他方、本発明によ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ズームレンズとを備え、この投写用ズームレンズとして上述した本発明による投写用ズームレンズが適用されたことを特徴とするものである。

発明の効果

[0032] 本発明の投写用ズームレンズは、最も拡大側に配置されて変倍の際に固定されている正の屈折力を有する第1レンズ群と、この第1レンズ群より縮小側に配置されて変倍の際に移動する少なくとも2つの移動レンズ群と、隣り合う移動レンズ群同士の間、または1つの移動レンズ群内に配された開口絞りとを有する投写用ズームレンズにおいて、開口数が全変倍領域において一定となるように設定されたものであるので、最も縮小側のレンズ群と、その拡大側に配置された開口絞りの双方を、変倍時に共に固定しておいて開口数の一定化を図った引用文献1に記載の投写用ズームレンズと比べると、全長や、最も拡大側のレンズ群のレンズ径を小さくすることができる。それにより本発明の投写用ズームレンズは、設置のための制限が厳しくなったり、コストが高くなることを防止できる。

[0033] また本発明の投写用ズームレンズにおいて特に、前述した条件式

$$0. \quad 3 < m_r / f_w \cdots \quad (1)$$

が満たされている場合は、それにより、ズームレンズの全長や、最も拡大側のレンズ群のレンズ径をさらに小さくする効果が得られる。

[0034] 以上の効果は、条件式（１）が規定する範囲内でさらに下式

$$0.5 < m_r / f_w \cdots (1')$$

が満たされている場合は、より顕著なものとなる。

[0035] また本発明の投写用ズームレンズにおいて、

最も縮小側に配置された最終レンズ群が、正の屈折力を有して変倍の際に固定されているものとされた上で、最終レンズ群の焦点距離を f_e 、広角端における全系の焦点距離を f_w として、前記条件式

$$2.0 < f_e / f_w < 7.0 \cdots (2)$$

が満たされている場合は、以下の効果を得ることができる。

[0036] すなわち、 f_e / f_w の値が 2.0 以下になると、球面収差の補正が困難になり、また拡大側のレンズ径が大きくなってズームレンズが大型になりやすいが、 f_e / f_w の値が 2.0 を上回っていればそのような問題を回避して、球面収差を良好に補正可能となり、そして拡大側のレンズ径を小さくしてズームレンズを小型に形成可能となる。

[0037] また、 f_e / f_w の値が 7.0 以上になると、望遠端での球面収差が大きくなりがちであるが、 f_e / f_w の値が 7.0 を下回っていればそのような問題を回避して、望遠端での球面収差を小さく抑えることが可能になる。

[0038] 以上の効果は、条件式（２）が規定する範囲内でさらに下式

$$3.0 < f_e / f_w < 5.0 \cdots (2')$$

が満たされている場合は、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、

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

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

最も拡大側の移動レンズ群の広角端と望遠端との間の移動量を m_m 、最も縮小側の移動レンズ群の広角端と望遠端との間の移動量を m_r として、前記

条件式

$$-1.0 < m m / m r < -0.2 \cdots (3)$$

が満たされている場合は、下記の効果を得ることができる。

[0040] すなわち、 $m m / m r$ の値が -1.0 以下になると、変倍時の倍率色の変動が大きくなるが、 $m m / m r$ の値が -1.0 を上回っていればそのような問題を回避して、変倍時の倍率色の変動を小さく抑えることができる。

[0041] また、 $m m / m r$ の値が -0.2 以上になると、変倍時の像面湾曲の変動が大きくなるが、 $m m / m r$ の値が -0.2 を下回っていればそのような問題を回避して、変倍時の像面湾曲の変動を小さく抑えることができる。

[0042] 以上の効果は、条件式(3)が規定する範囲内でさらに下式

$$-0.7 < m m / m r < -0.3 \cdots (3')$$

が満たされている場合は、より顕著なものとなる。

[0043] また、本発明の投写用ズームレンズにおいて特に、開口絞りとして、変倍の全範囲に亘って開口数が一定となるように開口径を変化させるものが用いられている場合は、より大きな変倍比を実現可能となる。

[0044] また、本発明の投写用ズームレンズにおいて特に、広角端における全系の縮小側のバックフォーカス(空気換算距離)を $B f$ 、縮小側における最大有効像円直径(イメージサークル径)を $l m \phi$ 、投写距離無限遠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を L として、前記条件式

$$2.0 < B f / l m \phi \cdots (4)$$

$$L / l m \phi < 1.2 \cdots (5)$$

が満たされている場合は、以下の効果を得ることができる。

[0045] すなわち、 $B f / l m \phi$ の値が 2.0 以下になると、バックフォーカスが短くなって、前述したようなプリズムを挿入することが難しくなるが、 $B f / l m \phi$ の値が 2.0 を上回っていれば、そのようなプリズムの挿入が容易になる。

[0046] 以上の効果は、条件式(4)が規定する範囲内でさらに下式

$$2. \ 5 < B f / l m \phi \cdots \quad (4')$$

が満たされている場合は、より顕著なものとなる。

[0047] 一方、条件式(5)が規定するように $L / l m \phi$ の値が12を下回っていれば、ズームレンズ全長を短く抑えることができる。

[0048] この効果は、条件式(5)が規定する範囲内でさらに下式

$$7 < L / l m \phi < 11 \cdots \quad (5')$$

が満たされている場合は、より顕著なものとなる。またこの $L / l m \phi$ の値が7以下になると、色収差の補正が困難になるが、条件式(5')が満たされている場合は、そのような問題を回避して、色収差を良好に補正可能となる。

[0049] 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

$$1. \ 0 < f_1 / f_w < 5.0 \cdots \quad (6)$$

が満たされている場合は、以下の効果を得ることができる。

[0050] すなわち、 f_1 / f_w の値が1.0以下になると、球面収差の補正が困難になるが、 f_1 / f_w の値が1.0を上回っていればそのような問題を回避して、球面収差を良好に補正可能となる。

[0051] また、 f_1 / f_w の値が5.0以上になると、軸上色収差の補正が困難になり、また拡大側のレンズ径が大きくなるが、 f_1 / f_w の値が5.0を下回っていればそのような問題を回避して、軸上色収差を容易に補正可能となり、また拡大側のレンズ径を小さく抑えることが可能になる。

[0052] 以上の効果は、条件式(6)が規定する範囲内でさらに下式

$$2. \ 0 < f_1 / f_w < 4.0 \cdots \quad (6')$$

が満たされている場合は、より顕著なものとなる。

[0053] 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

$$1. \ 4 < Z_r \cdots \quad (7)$$

が満たされている場合は、高変倍比を確保して、投写用ズームレンズの使用可能範囲を広げることができる。

[0054] 以上の効果は、条件式(7)が規定する範囲内でさらに下式

$$1. \quad 6 < Z_r \cdots \quad (7')$$

が満たされている場合は、より顕著なものとなる。

[0055] なお、映画館等での利用に供される投写型表示装置に適用されるズームレンズには一般に、全変倍領域でFナンバーが3.0よりも小さい（明るい）ことが求められるが、本発明の投写用ズームレンズは、そのような要求にも応えられるものである。その具体的数値については、以下で実施例に即して説明する。

[0056] また、上述のような投写型表示装置に適用されるズームレンズには一般に、全変倍領域で歪曲収差が2%程度内に抑えられていることが求められるが、本発明の投写用ズームレンズは、そのような要求にも応えられるものである。その具体的数値については、以下で実施例に即して説明する。

[0057] 他方、本発明の投写型表示装置は、投写用ズームレンズとして以上述べた通りの本発明のズームレンズが適用されたものであるので、高変倍比を確保した上で開口数を全変倍領域において一定とすることができ、またズームレンズの全長や、最も拡大側のレンズ群のレンズ径を小さくすることができることから、小型に形成可能となる。

図面の簡単な説明

[0058] [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]本発明の一実施形態に係る投写型表示装置を示す概略構成図
[図10]本発明の別の実施形態に係る投写型表示装置を示す概略構成図

発明を実施するための形態

[0059] 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、並びにそれらの中間位置における、各レンズ群の移動位置を示すものである。この図示の仕方は、図1～4において共通である。

[0060] 図2～4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は全て5群構成のものである。これらの投写用ズームレンズは特に説明する部分以外、基本的な構成が実施例1のものと共通しているので、以下では、主に図1に示す構成を例に取って実施形態を説明する。

[0061] 本実施形態の投写用ズームレンズは、映画館等で用いられるデジタル映像を映出するための投写型表示装置に搭載可能なものであり、例えばライトバルブに表示された画像情報をスクリーンへ投写する投写レンズとして使用可能である。図1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、1を示している。これは、以下の図2～4においても同様である。なおライトバルブの画像表示面は、例えばガラスブロック1の縮小側の面に位置するように配される。

[0062] 投写型表示装置においては、上記画像表示面で画像情報を与えられた光束が、ガラスブロック2、1を介して投写用ズームレンズに入射され、該投写用ズームレンズにより図中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。

[0063] なお上の説明では、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。また上の説明では、1つの画像表示面のみについて説明しているが、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。

[0064] 本実施形態に係る投写用ズームレンズは、最も拡大側に配置されて変倍の際に固定されている正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、この第1レンズ群G1の次に縮小側に配置されて変倍時に移動する負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、この第2レンズ群G2の次に縮小側に配置されて変倍時に移動する負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、この第3レンズ群G3の次に縮小側に配置されて変倍時に移動する正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、最も縮小側に配置されて変倍の際に固定されている正の屈折力を有する第5レンズ群G5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。以上述べたレンズ群の構成は、実施例1～4において共通である。

[0065] そしてこの投写用ズームレンズは、第1レンズ群G1を移動させてフォーカシングを行うように構成されている。

[0066] 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L4～第6レンズL6）からなり、第3レンズ群G3は3枚のレンズ（第7レンズL7～第9レンズL9）およびその拡大側に配置された開口絞りStからなり、第4レンズ群G4は5枚のレンズ（第10レンズL10～第14レンズL14）からなり、第5レンズ群G5は1枚のレンズ（第15レンズL15）からなる。ただし、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。

[0067] 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に配置された開口絞りStが、この第3レンズ群G3のレンズと一体で移動するように構成されている。この点は、実施例1～4において共通である。そしてこの開口絞りStは、全変倍領域でズームレンズの開口数を一定とするために、変倍に伴って開口径（絞り径）を変化させる可変絞りとされている。なお本発明の投写用ズームレンズにおいて、そのような開口絞りStは、本実施

形態におけるように移動レンズ群を構成するレンズの外側に配置されていてもよいし、あるいは、移動レンズ群を構成するレンズ同士の間配置されていてもよいし、さらには、移動レンズ群とは独立して光軸Zに沿って移動するように構成されてもよい。

[0068] 本実施形態の投写用ズームレンズは、変倍の際に固定されている正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、この第1レンズ群G1より縮小側に配置されて変倍の際に移動する複数の移動レンズ群（第2レンズ群G2、第3レンズ群G3および第4レンズ群G4）と、1つの移動レンズ群である第3レンズ群G3内に配された開口絞りStとを有する投写用ズームレンズにおいて、開口数が全変倍領域において一定となるように設定されたものであるので、最も縮小側のレンズ群と、その拡大側に配置された開口絞りの双方を、変倍時に共に固定しておいて開口数の一定化を図った引用文献1に記載の投写用ズームレンズ等と比べると、ズームレンズの全長や、第1レンズ群G1のレンズ径を小さくすることができる。

[0069] そしてこの投写用ズームレンズにおいては、最も縮小側の移動レンズ群である第4レンズ群G4の広角端と望遠端との間の移動量を m_r 、広角端における全系の焦点距離を f_w として、下記条件式

$$0.3 < m_r / f_w \cdots (1)$$

が満たされている。それにより、ズームレンズの全長や、第1レンズ群G1のレンズ径をさらに小さくする効果が得られる。

[0070] 以上の効果は、条件式(1)が規定する範囲内でさらに前記条件式(1')が満たされている場合は、より顕著なものとなる。

[0071] なお条件式(1)や後述する条件式(2)～(7)が規定する条件（つまり文字式の部分）の値を、実施例1～4の各々について表9にまとめて示してある。

[0072] また本実施形態の投写用ズームレンズにおいては、最も縮小側に配置された最終レンズ群である第5レンズ群G5が、正の屈折力を有して変倍の際に固定されているものとされた上で、この第5レンズ群G5の焦点距離を f_e

、広角端における全系の焦点距離を f_w として、下記条件式

$$2. \quad 0 < f_e / f_w < 7.0 \dots \quad (2)$$

が満たされている。それにより、球面収差を良好に補正可能となり、そして第1レンズ群G1のレンズ径を小さくしてズームレンズを小型に形成可能となり、さらには望遠端での球面収差を小さく抑えることが可能になる。その理由は先に詳しく説明した通りである。

[0073] 以上の効果は、条件式(2)が規定する範囲内でさらに前記条件式(2')が満たされている場合は、より顕著なものとなる。

[0074] また本実施形態の投写用ズームレンズにおいては、最も拡大側の移動レンズ群である第2レンズ群G2の広角端と望遠端との間の移動量を m_m 、最も縮小側の移動レンズ群である第4レンズ群G4の広角端と望遠端との間の移動量を m_r として、下記条件式

$$-1. \quad 0 < m_m / m_r < -0.2 \dots \quad (3)$$

が満たされている。それにより、変倍時の倍率色の変動や、変倍時の像面湾曲の変動を小さく抑えることができる。その理由は先に詳しく説明した通りである。

[0075] 以上の効果は、条件式(3)が規定する範囲内でさらに前記条件式(3')が満たされている場合は、より顕著なものとなる。

[0076] また本実施形態の投写用ズームレンズにおいては、広角端における全系の縮小側のバックフォーカス(空気換算距離)を B_f 、縮小側における最大有効像円直径(イメージサークル径)を $l_{m\phi}$ 、投写距離無限遠時の最も拡大側のレンズ面(第1レンズL1の拡大側レンズ面)から最も縮小側のレンズ面(第15レンズL15の縮小側レンズ面)までの光軸上の距離を L として、下記条件式

$$2. \quad 0 < B_f / l_{m\phi} \dots \quad (4)$$

$$L / l_{m\phi} < 1.2 \dots \quad (5)$$

が満たされている。

[0077] このように条件式(4)が満たされていることにより、本実施形態の投写

用ズームレンズは、十分長いバックフォーカスを備え得るものとなる。その理由は先に詳しく説明した通りである。実施例毎のバックフォーカスの具体的な値については後に表において示す。以上の効果は、条件式（４）が規定する範囲内でさらに前記条件式（４'）が満たされている場合は、より顕著なものとなる。

[0078] また条件式（５）が満たされていることにより、本実施形態の投写用ズームレンズは、全長を短くして小型化を達成することができる。この効果は、条件式（５）が規定する範囲内でさらに前記条件式（５'）が満たされている場合は、より顕著なものとなり、さらにその場合は色収差を良好に補正可能となる。その理由は先に詳しく説明した通りである。

[0079] さらに本実施形態の投写用ズームレンズにおいては、第１レンズ群Ｇ１の焦点距離を f_1 、広角端における全系の焦点距離を f_w として、下記条件式

$$1. \quad 0 < f_1 / f_w < 5.0 \dots \quad (6)$$

が満たされている。それにより、球面収差および軸上色収差を容易に補正し、さらには第１レンズ群Ｇ１のレンズ径を小さく抑えることが可能になる。その理由は先に詳しく説明した通りである。

[0080] 以上の効果は、条件式（６）が規定する範囲内でさらに前記条件式（６'）が満たされている場合は、より顕著なものとなる。

[0081] さらに本実施形態の投写用ズームレンズにおいては、広角端に対する望遠端の変倍比を Z_r として、条件式

$$1. \quad 4 < Z_r \dots \quad (7)$$

が満たされている。それにより本実施形態の投写用ズームレンズは、高変倍比を確保して、その使用可能範囲を拡大できるものとなる。

[0082] 以上の効果は、条件式（７）が規定する範囲内でさらに前記条件式（７'）が満たされている場合は、より顕著なものとなる。

[0083] 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９および１０を用いて説明する。図９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。この図９に示す投写型表示装置は、各色光に対応

したライトバルブとしての反射型表示素子 11a～11c と、色分解のためのダイクロイックミラー 12、13 と、色合成のためのクロスダイクロイックプリズム 14 と、光路偏向のための全反射ミラー 18 と、偏光分離プリズム 15a～15c を有する照明光学系 10 を備えている。なお、ダイクロイックミラー 12 の前段には、白色光 L を発する光源 17 が配されている。

[0084] 光源 17 から発せられた白色光 L はダイクロイックミラー 12、13 により 3 つの色光光束（G 光、B 光、R 光）に分解される。分解後の各色光光束はそれぞれ偏光分離プリズム 15a～15c を経て、各色光光束それぞれに対応する反射型表示素子 11a～11c に入射して光変調され、クロスダイクロイックプリズム 14 により色合成された後、本発明の実施形態に係る投写用ズームレンズ 19 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 19 により、スクリーン 100 上に投写される。

[0085] 次に図 10 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。この図 10 に示す投写型表示装置は、各色光に対応したライトバルブとしての反射型表示素子 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 とを有する照明光学系 20 を備えている。なお、偏光分離プリズム 25 の前段には、白色光 L を発する光源 27 が配されている。

[0086] 光源 27 から発せられた白色光 L は偏光分離プリズム 25 を経た後、TIR プリズム 24a～24c により 3 つの色光光束（G 光、B 光、R 光）に分解される。分解された各色光光束はそれぞれに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、本発明の実施形態に係る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 により、スクリーン 100 上に投写される。

[0087] なお、反射型表示素子 11a～11c、21a～21c としては、例えば

反射型液晶表示素子やDMD等を用いることができる。図9および10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。

[0088] 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。

[0089] <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および望遠端、並びにそれらの中間位置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先に説明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。

[0090] この実施例1の投写用ズームレンズにおいて、第1レンズ群G1は、拡大側から順に配置された、負の屈折力を有する（以下、レンズに関しては単に「負の」あるいは「正の」という）第1レンズL1と、正の第2レンズL2と、正の第3レンズL3の3枚のレンズから構成されている。第2レンズ群G2は、拡大側から順に配置された、負の第4レンズL4と、負の第5レンズL5と、正の第6レンズL6の3枚のレンズから構成されている。

[0091] 第3レンズ群G3は、拡大側から順に配置された、可変絞りである開口絞りStと、負の第7レンズL7と、正の第8レンズL8と、正の第9レンズL9の3枚のレンズから構成されている。

[0092] 第4レンズ群G4は、拡大側から順に配置された、正の第10レンズL10と、負の第11レンズL11と、正の第12レンズL12と、正の第13レンズL13と、負の第14レンズL14の5枚のレンズから構成されている。第5レンズ群G5は、1枚の正の第15レンズL15から構成されている。

[0093] なお、第1レンズL1と第2レンズL2は接合され、第5レンズL5と第6レンズL6は接合され、第11レンズL11と第12レンズL12も接合されている。

[0094] 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、1 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 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。

[0095] 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 10.00 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。

[0096] 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、および第 4 レンズ群 G_4 と第 5 レンズ群 G_5 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、「 DD 」に当該間隔の前側の面番号を付して $DD5$ 、 $DD10$ 、 $DD17$ 、 $DD26$ と記載している。

[0097] 以上は、後述する表 3、5、および 7 においても同様である。なお、上述した可変レンズ群間隔について、「 DD 」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。

[0098] ここで表 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、中間位置、望遠端における全系の焦点距離 f と、バックフォーカス Bf と、上記可変間隔 $DD5$ 、 $DD10$ 、 $DD17$ 、 $DD26$ の値と、開口絞り S_t の絞り径 (開口径 : 直径を示す) 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 10.00 として規格化した値であり、そしてこれらは投

写距離が無限遠の場合の値である。またこの表 2 には、実施例 1 のズームレンズのズーム倍率（広角端におけるものを 1.00 とする）、F ナンバー（開口数）Fno. および全画角 2ω （単位は度）を併せて示してある。F ナンバーは、広角端、中間位置、望遠端を通して、前述した 3.0 よりも十分に小さい 2.5 で一定に保たれている。これは、後述する実施例 2～4 においても同様である。

[0099] 以上述べた表 2 の記載の仕方は、表 4、6、および 8 においても同様である。

[表1]

実施例1・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} (アッペ数)
1	-308.9615	0.685	1.80518	25.42
2	17.4931	3.669	1.72047	34.71
3	-55.4171	0.062		
4	22.1462	1.813	1.77250	49.60
5	196.1507	DD[5]		
6	54.9244	0.558	1.61800	63.33
7	9.4940	2.361		
8	-18.7868	0.499	1.48749	70.23
9	10.5135	1.382	1.73800	32.26
10	29.6141	DD[10]		
11(開口絞り)	∞	1.861		
12	-10.2665	0.465	1.78590	44.20
13	16.9441	0.012		
14	17.3787	2.343	1.51742	52.43
15	-17.3787	3.715		
16	46.7497	1.159	1.80518	25.42
17	-46.7497	DD[17]		
18	16.1146	2.693	1.49700	81.54
19	-135.8991	4.532		
20	-96.4823	0.561	1.78590	44.20
21	11.8321	3.138	1.49700	81.54
22	-16.0758	0.091		
23	41.9300	1.381	1.58913	61.14
24	-41.9300	0.582		
25	-17.6180	0.527	1.75520	27.51
26	-66.5989	DD[26]		
27	21.6119	1.450	1.62299	58.16
28	∞	5.595		
29	∞	21.707	1.51633	64.14
30	∞	0.930	1.50847	61.19
31	∞			

[表2]

実施例1・ズームに関するデータ

	広角	中間	望遠
ズーム倍率	1.00	1.37	1.87
f'	10.00	13.70	18.70
Bf'	20.53	20.53	20.53
$FNo.$	2.50	2.50	2.50
$2\omega[^\circ]$	39.0	28.8	21.2
DD[5]	1.240	3.412	5.113
DD[10]	10.588	6.005	1.552
DD[17]	8.042	6.981	5.481
DD[26]	1.973	5.446	9.696
絞り径	5.41	5.714	6.144

ここで表9に、前記条件式(1)～(7)が規定する条件(つまり文字式の部分)の値を、実施例1～4の各々について示す。ここに示される通り、実施例1では条件式(1)～(7)が全て満たされている。それは、他の実施例2～4でも同様である。またこの表9に示されている通り、実施例1～4の全てにおいて、1.87と高い変倍比 Z_r が確保されている。

[0100] また表10には、実施例1～4における主要な仕様を示してある。この表10中の f_2 、 f_3 および f_4 はそれぞれ、第2レンズ群G3、第3レンズ群G3および第4レンズ群G4の焦点距離である。

[0101] 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。同図に示される通り実施例1では、全変倍領域で歪曲収差が2%程度内に抑えられている。これは他の実施例2～4においてもほぼ同様である。

[0102] 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、C線(波長656.3nm)、F線(波長波長486.1nm)に関する収差も示しており、倍率色収差図では、C線、F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 $F N o.$ は F ナンバー、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。なおこれらの値は、投写距離が無限遠の場合の値である。

[0103] 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、中間位置、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。

[0104] <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および望遠端、並びにそれらの中間位置におけるレンズ群の配置を示す。

[0105] この実施例 2 の投写用ズームレンズにおいて、第 1 レンズ群 $G 1$ は、拡大側から順に配置された、負の第 1 レンズ $L 1$ と、正の第 2 レンズ $L 2$ と、正の第 3 レンズ $L 3$ の 3 枚のレンズから構成されている。第 2 レンズ群 $G 2$ は、拡大側から順に配置された、負の第 4 レンズ $L 4$ と、負の第 5 レンズ $L 5$ と、正の第 6 レンズ $L 6$ の 3 枚のレンズから構成されている。

[0106] 第 3 レンズ群 $G 3$ は、拡大側から順に配置された、可変絞りである開口絞り $S t$ と、負の第 7 レンズ $L 7$ と、正の第 8 レンズ $L 8$ と、正の第 9 レンズ $L 9$ の 3 枚のレンズから構成されている。

[0107] 第 4 レンズ群 $G 4$ は、拡大側から順に配置された、正の第 10 レンズ $L 10$ と、負の第 11 レンズ $L 11$ と、正の第 12 レンズ $L 12$ と、正の第 13 レンズ $L 13$ と、負の第 14 レンズ $L 14$ の 5 枚のレンズから構成されている。第 5 レンズ群 $G 5$ は、1 枚の正の第 15 レンズ $L 15$ から構成されている。

[0108] なお、第 1 レンズ $L 1$ と第 2 レンズ $L 2$ は接合され、第 5 レンズ $L 5$ と第 6 レンズ $L 6$ は接合され、第 7 レンズ $L 7$ と第 8 レンズ $L 8$ は接合され、第 11 レンズ $L 11$ と第 12 レンズ $L 12$ も接合されている。

[0109] 表3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4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、中間位置、望遠端における諸元を表2と同様に示す。

[表3]

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	76.5490	0.874	1.80518	25.42
2	13.3935	3.988	1.72047	34.71
3	-34212.0665	0.062		
4	21.1772	2.080	1.77250	49.60
5	2815.0492	DD[5]		
6	75.0061	0.622	1.61800	63.33
7	9.5305	2.429		
8	-24.4663	0.625	1.61800	63.33
9	9.2585	2.237	1.73800	32.26
10	36.2329	DD[10]		
11(開口絞り)	∞	1.867		
12	-9.5751	0.626	1.80610	40.92
13	18.5396	2.597	1.51742	52.43
14	-17.7270	3.486		
15	58.5114	2.611	1.80518	25.42
16	-33.7601	DD[16]		
17	15.5439	3.543	1.49700	81.54
18	-90.1437	4.275		
19	-59.6413	0.626	1.80610	40.92
20	11.6284	3.762	1.49700	81.54
21	-19.9931	0.062		
22	45.3783	1.745	1.58913	61.14
23	-32.7877	0.547		
24	-18.2012	0.529	1.80518	25.42
25	-39.9972	DD[25]		
26	22.1653	1.763	1.62299	58.16
27	-214748.3648	5.616		
28	∞	21.781	1.51633	64.14
29	∞	0.933	1.50847	61.19
30	∞			

[表4]

実施例2・ズームに関するデータ

	広角	中間	望遠
ズーム倍率	1.00	1.37	1.87
f'	10.00	13.70	18.70
Bf'	20.60	20.60	20.60
FNo.	2.50	2.50	2.50
$2\omega[^\circ]$	39.2	29.0	21.4
DD[5]	1.245	3.049	4.546
DD[10]	9.186	4.806	0.769
DD[16]	5.936	4.876	3.283
DD[25]	0.463	4.098	8.232
絞り径	5.146	5.432	5.832

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。

[0110] <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および望遠端、並びにそれらの中間位置におけるレンズ群の配置を示す。

[0111] この実施例3の投写用ズームレンズにおいて、第1レンズ群G1は、拡大側から順に配置された、負の第1レンズL1と、正の第2レンズL2と、正の第3レンズL3の3枚のレンズから構成されている。第2レンズ群G2は、拡大側から順に配置された、負の第4レンズL4と、負の第5レンズL5と、正の第6レンズL6の3枚のレンズから構成されている。

[0112] 第3レンズ群G3は、拡大側から順に配置された、可変絞りである開口絞りS_tと、負の第7レンズL7と、正の第8レンズL8と、正の第9レンズL9の3枚のレンズから構成されている。

[0113] 第4レンズ群G4は、拡大側から順に配置された、正の第10レンズL10と、負の第11レンズL11と、正の第12レンズL12と、正の第13レンズL13と、負の第14レンズL14の5枚のレンズから構成されている。第5レンズ群G5は、1枚の正の第15レンズL15から構成されている。

[0114] なお、第1レンズL1と第2レンズL2は接合され、第5レンズL5と第6レンズL6は接合され、第7レンズL7と第8レンズL8は接合され、第

1 1 レンズ L 1 1 と第 1 2 レンズ L 1 2 も接合されている。

[0115] 表 5 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 6 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、中間位置、望遠端における諸元を表 2 と同様に示す。

[表5]

実施例3・基本レンズデータ

S _i (面番号)	R _i (曲率半径)	D _i (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν _{dj} (アッベ数)
1	196.6138	0.875	1.80518	25.42
2	14.8356	3.694	1.83400	37.16
3	-114.5447	0.062		
4	23.1627	1.508	1.83400	37.16
5	68.0456	DD[5]		
6	37.5400	0.623	1.61800	63.33
7	9.2583	2.701		
8	-21.7364	0.626	1.61800	63.33
9	10.1093	1.531	1.83400	37.16
10	38.9980	DD[10]		
11(開口絞り)	∞	1.000		
12	-9.5725	0.626	1.80610	40.92
13	19.9128	2.573	1.48749	70.23
14	-17.6173	2.220		
15	64.8111	2.479	1.80518	25.42
16	-28.1572	DD[16]		
17	15.4157	3.636	1.49700	81.54
18	-70.0910	3.203		
19	-77.5904	0.626	1.77250	49.60
20	11.1171	3.509	1.49700	81.54
21	-21.5999	0.062		
22	97.4566	1.494	1.58913	61.14
23	-30.3414	0.600		
24	-17.4509	0.498	1.80518	25.42
25	-42.8362	DD[25]		
26	20.5835	1.874	1.62299	58.16
27	-214748.3648	5.614		
28	∞	21.790	1.51633	64.14
29	∞	0.934	1.50847	61.19
30	∞			

[表6]

実施例3・ズームに関するデータ

	広角	中間	望遠
ズーム倍率	1.00	1.37	1.87
f'	16.23	22.23	30.35
Bf'	35.31	35.31	35.31
FNo.	2.50	2.50	2.50
$2\omega[^\circ]$	39.2	29.0	21.4
DD[5]	0.697	2.692	4.354
DD[10]	10.051	5.415	1.173
DD[16]	13.318	11.734	9.514
DD[25]	0.453	4.678	9.479
絞り径	5.144	5.504	6.008

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。

[0116] <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および望遠端、並びにそれらの中間位置におけるレンズ群の配置を示す。

[0117] この実施例4の投写用ズームレンズにおいて、第1レンズ群G1は、拡大側から順に配置された、負の第1レンズL1と、正の第2レンズL2と、正の第3レンズL3の3枚のレンズから構成されている。第2レンズ群G2は、拡大側から順に配置された、負の第4レンズL4と、負の第5レンズL5と、正の第6レンズL6の3枚のレンズから構成されている。

[0118] 第3レンズ群G3は、拡大側から順に配置された、可変絞りである開口絞りStと、負の第7レンズL7と、正の第8レンズL8と、正の第9レンズL9の3枚のレンズから構成されている。

[0119] 第4レンズ群G4は、拡大側から順に配置された、正の第10レンズL10と、負の第11レンズL11と、正の第12レンズL12と、正の第13レンズL13と、負の第14レンズL14の5枚のレンズから構成されている。第5レンズ群G5は、1枚の正の第15レンズL15から構成されている。

[0120] なお、第1レンズL1と第2レンズL2は接合され、第5レンズL5と第6レンズL6は接合され、第11レンズL11と第12レンズL12も接合

されている。

[0121] 表7に、実施例4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4の投写用ズームレンズが変倍する際の広角端、中間位置、望遠端における諸元を表2と同様に示す。

[表7]

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	183.0727	0.809	1.84666	23.78
2	18.4457	3.387	1.72047	34.71
3	-80.5449	0.062		
4	22.4937	1.805	1.77250	49.60
5	254.0232	DD[5]		
6	82.1705	0.558	1.61800	63.33
7	9.7437	2.120		
8	-22.3435	0.499	1.53715	74.81
9	10.0824	1.446	1.72047	34.71
10	33.8623	DD[10]		
11(開口絞り)	∞	1.861		
12	-9.4830	0.620	1.80610	40.92
13	25.7302	0.040		
14	28.3996	2.196	1.51742	52.43
15	-17.3443	3.460		
16	58.8269	2.190	1.80518	25.42
17	-34.7210	DD[17]		
18	15.1705	2.951	1.53715	74.81
19	-128.7052	4.322		
20	-77.7489	0.623	1.80610	40.92
21	10.8170	3.074	1.49700	81.54
22	-18.6816	0.062		
23	53.9367	1.228	1.58913	61.14
24	-56.9792	0.750		
25	-16.2349	0.543	1.80518	25.42
26	-28.5157	DD[26]		
27	20.9770	1.501	1.62041	60.29
28	-4723.6871	5.593		
29	∞	21.706	1.51633	64.14
30	∞	0.930	1.50847	61.19
31	∞			

[表8]

実施例4・ズームに関するデータ

	広角	中間	望遠
ズーム倍率	1.00	1.37	1.87
f'	10.00	13.70	18.70
Bf'	20.52	20.52	20.52
FNo.	2.50	2.50	2.50
$2\omega[^\circ]$	39.0	28.6	21.2
DD[5]	1.240	3.430	5.057
DD[10]	10.447	6.005	1.561
DD[17]	8.253	7.251	5.722
DD[26]	1.319	4.573	8.920
絞り径	5.332	5.608	5.988

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。

[表9]

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1) mr/fw	0.77	0.78	0.90	0.76
(2) fe/fw	3.47	3.56	3.30	3.37
(3) mm/mr	-0.51	-0.42	-0.41	-0.50
(4) $Bf/lm\phi$	2.94	2.94	2.94	2.94
(5) $L/lm\phi$	8.22	8.25	8.64	8.22
(6) $f1/fw$	2.67	2.51	2.70	2.61
(7) Zr	1.87	1.87	1.87	1.87

[表10]

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
$f2/fw$	-1.18	-1.05	-1.21	-1.15
$f3/fw$	-9.36	-10.11	-10.11	-9.42
$f4/fw$	3.19	3.25	3.53	3.31
mm/fw	-0.39	-0.33	-0.37	-0.38

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、アッペ数を適宜変更することが可能である。

[0122] 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] 最も拡大側に配置されて変倍の際に固定されている正の屈折力を有する第1レンズ群と、

 この第1レンズ群より縮小側に配置されて変倍の際に移動する少なくとも2つの移動レンズ群と、

 隣り合う移動レンズ群同士の間、または1つの移動レンズ群内に配された開口絞りとを有する投写用ズームレンズにおいて、

 該ズームレンズの開口数が全変倍領域において一定となるように設定され、

 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ことを特徴とする投写用ズームレンズ。

[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記載の投写用ズームレンズ。

$$0.3 < m_r / f_w \cdots (1)$$

ただし、

m_r : 最も縮小側の移動レンズ群の広角端と望遠端との間の移動量

f_w : 広角端における全系の焦点距離

[請求項3] 下記条件式(1')を満たすことを特徴とする請求項2記載の投写用ズームレンズ。

$$0.5 < m_r / f_w \cdots (1')$$

[請求項4] 最も縮小側に配置された最終レンズ群が、正の屈折力を有して変倍の際に固定されているものであり、

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

$$2.0 < f_e / f_w < 7.0 \cdots (2)$$

ただし、

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

$$3. \ 0 < f_e / f_w < 5. \ 0 \dots \quad (2')$$

[請求項6] 前記第1レンズ群と、最も縮小側に配置されて変倍の際に固定されている正の屈折力を有する最終レンズ群と、前記第1レンズ群と前記最終レンズ群との間に配置されて変倍の際に移動する複数のレンズ群とから実質的に構成されており、

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

下記条件式（3）を満たすことを特徴とする請求項1または2記載の投写用ズームレンズ。

$$-1. \ 0 < m_m / m_r < -0. \ 2 \dots \quad (3)$$

ただし、

m_m ：最も拡大側の移動レンズ群の広角端と望遠端との間の移動量

m_r ：最も縮小側の移動レンズ群の広角端と望遠端との間の移動量

[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6記載の投写用ズームレンズ。

$$-0. \ 7 < m_m / m_r < -0. \ 3 \dots \quad (3')$$

[請求項8] 前記開口絞りは、変倍の全範囲に亘って開口数が一定となるように開口径を変化させることを特徴とする請求項1または2記載の投写用ズームレンズ。

[請求項9] 下記条件式（4）および（5）を満たすことを特徴とする請求項1または2記載の投写用ズームレンズ。

$$2. \ 0 < B_f / l_{m\phi} \dots \quad (4)$$

$$L / l_{m\phi} < 1. \ 2 \dots \quad (5)$$

ただし、

B_f ：広角端における全系の縮小側のバックフォーカス（空気換算距

離)

$l_{m\phi}$: 縮小側における最大有効像円直径

L : 投写距離無限遠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

[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記載の投写用ズームレンズ。

$$2. \quad 5 < Bf / l_{m\phi} \cdots (4')$$

[請求項11] 下記条件式(5')を満たすことを特徴とする請求項9記載の投写用ズームレンズ。

$$7 < L / l_{m\phi} < 11 \cdots (5')$$

[請求項12] 下記条件式(6)を満たすことを特徴とする請求項1または2記載の投写用ズームレンズ。

$$1. \quad 0 < f_1 / f_w < 5.0 \cdots (6)$$

ただし、

f_1 : 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13] 下記条件式(6')を満たすことを特徴とする請求項12記載の投写用ズームレンズ。

$$2. \quad 0 < f_1 / f_w < 4.0 \cdots (6')$$

[請求項14] 拡大側から順に、前記第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負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、変倍の際に固定されている正の屈折力を有する第5レンズ群とから実質的に構成されていることを特徴とする請求項1または2記載の投写用ズームレンズ。

[請求項15] 下記条件式(7)を満たすことを特徴とする請求項1または2記載の投写用ズームレンズ。

$$1. \quad 4 < Z_r \cdots (7)$$

ただし、

Z_r : 広角端に対する望遠端の変倍比

[請求項16] 下記条件式 (7') を満たすことを特徴とする請求項 15 記載の投写用ズームレンズ。

$$1. \quad 6 < Z_r \cdots \quad (7')$$

[請求項17] 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請求項 1 記載の投写用ズームレンズとを備えたことを特徴とする投写型表示装置。

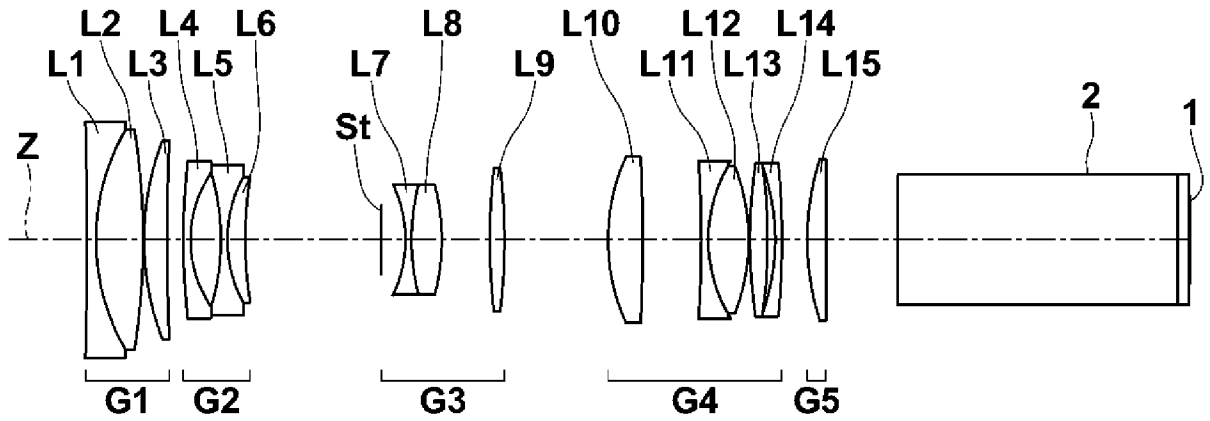
[図1]

実施例1

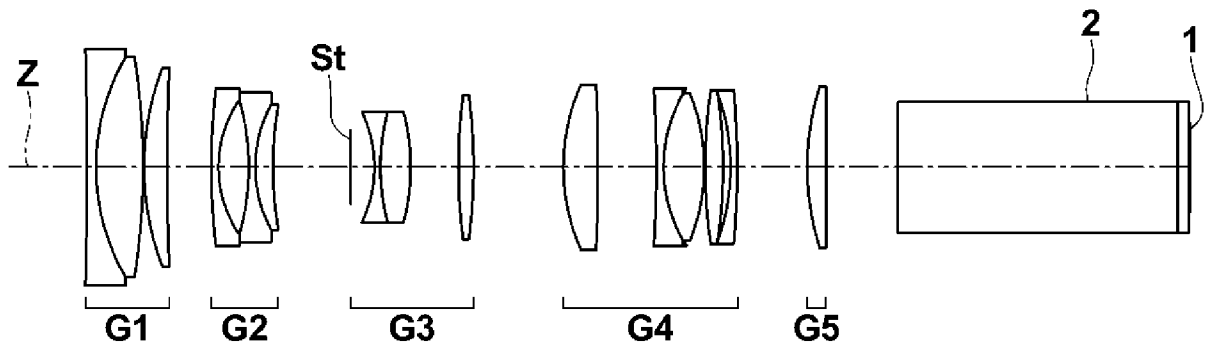
← 拡大側

縮小側 →

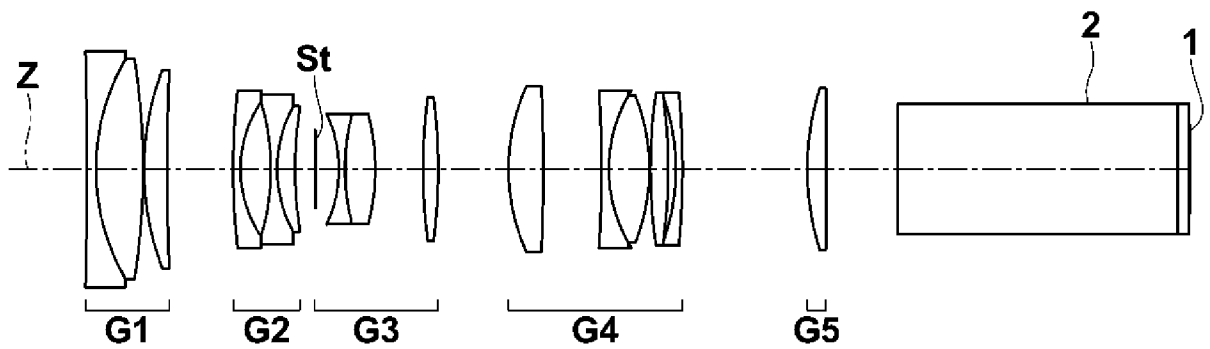
広角端



中間



望遠端



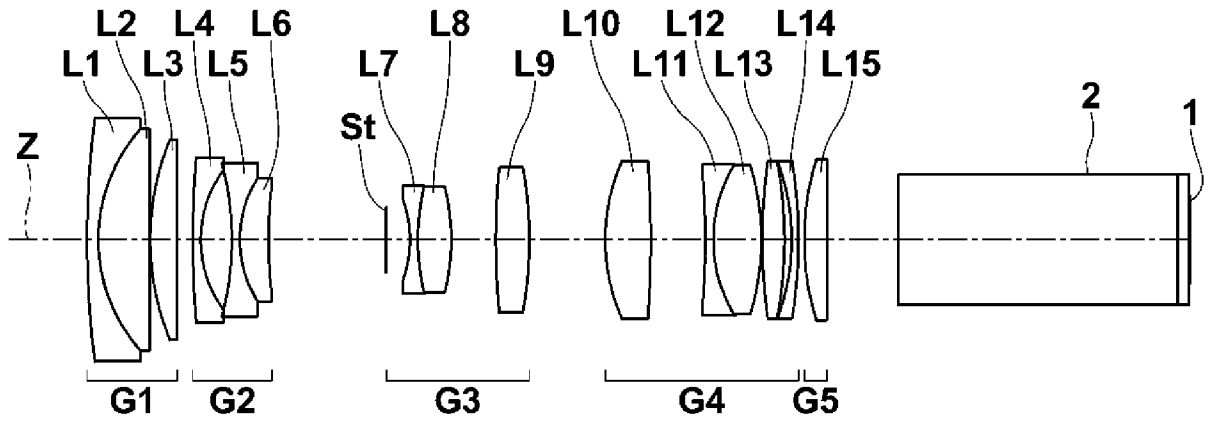
[図2]

実施例2

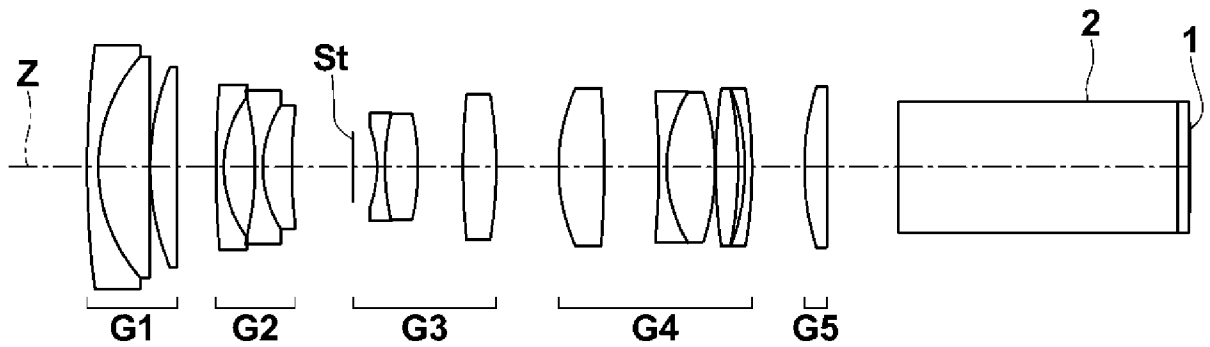
← 拡大側

縮小側 →

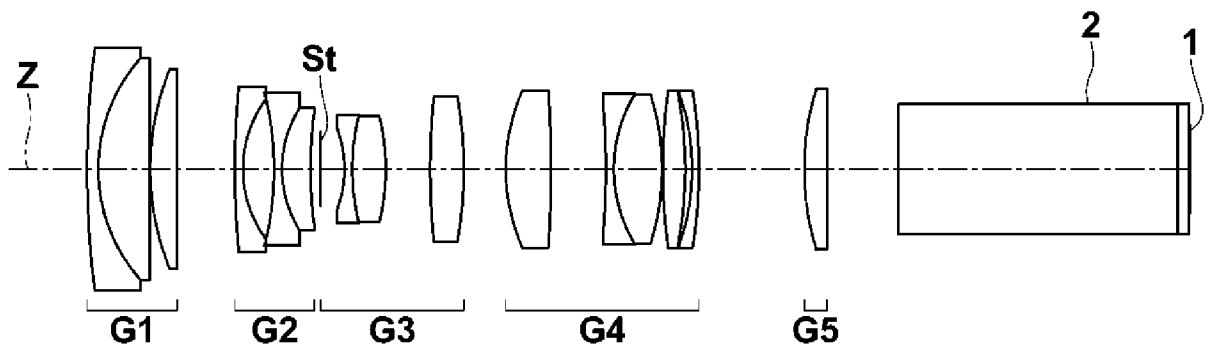
広角端



中間



望遠端



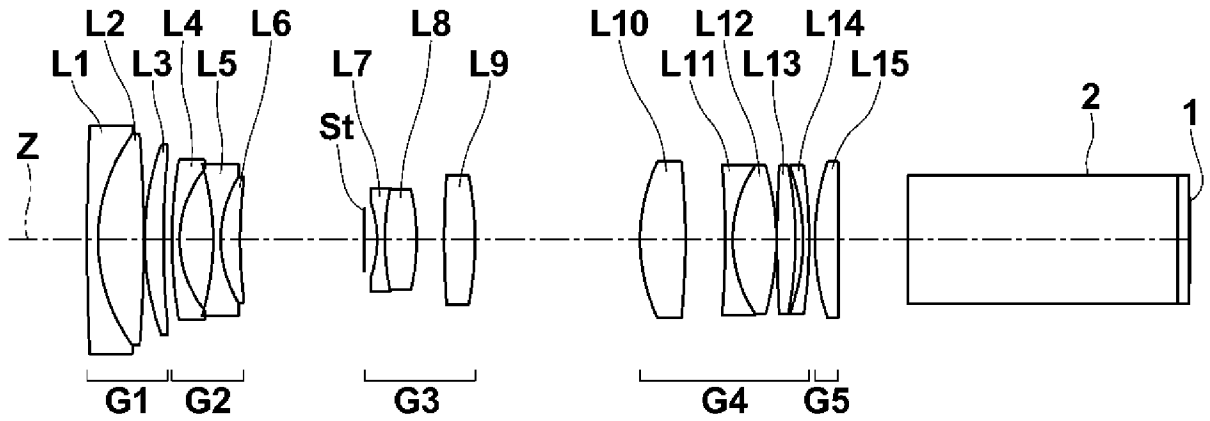
[図3]

実施例3

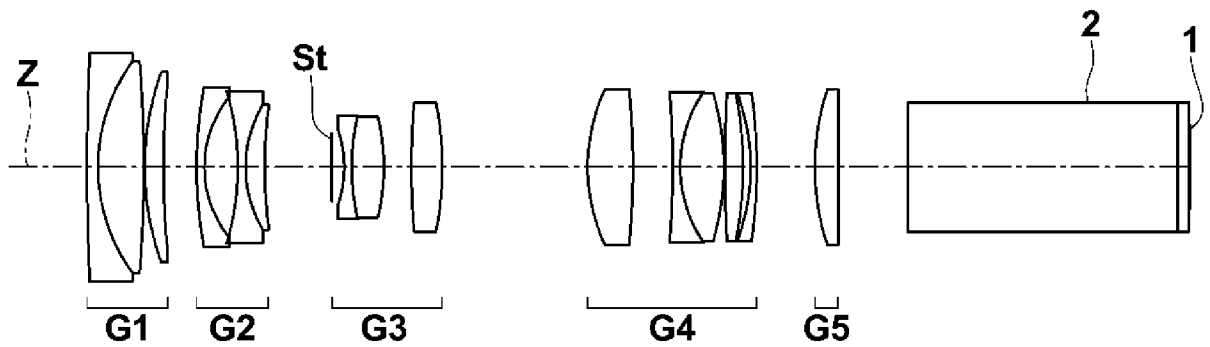
← 拡大側

縮小側 →

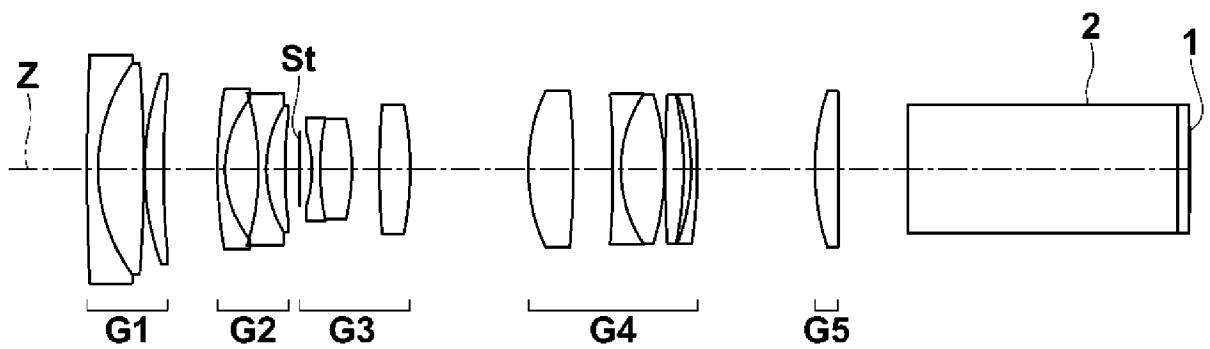
広角端



中間



望遠端



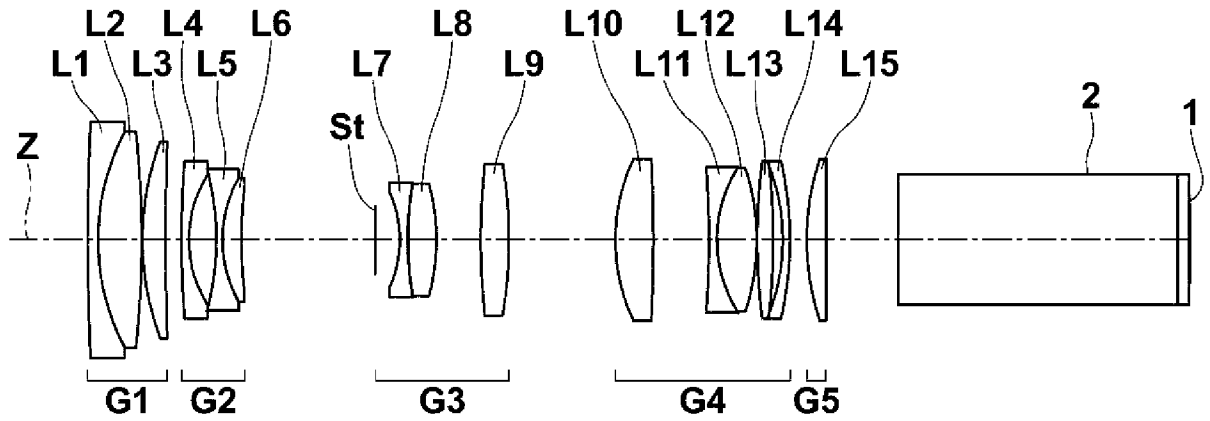
[図4]

実施例4

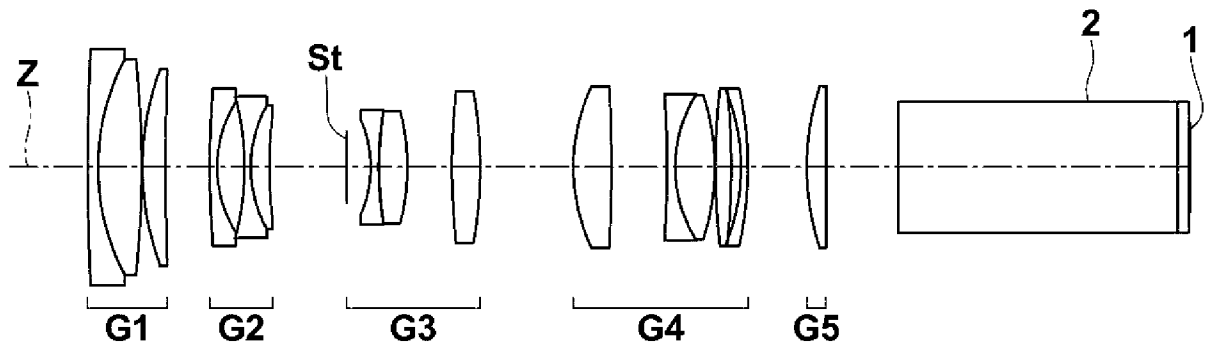
← 拡大側

縮小側 →

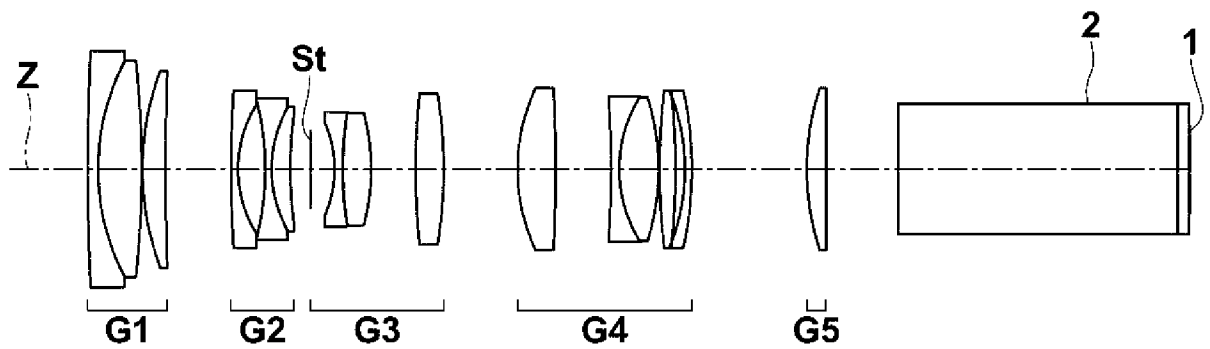
広角端



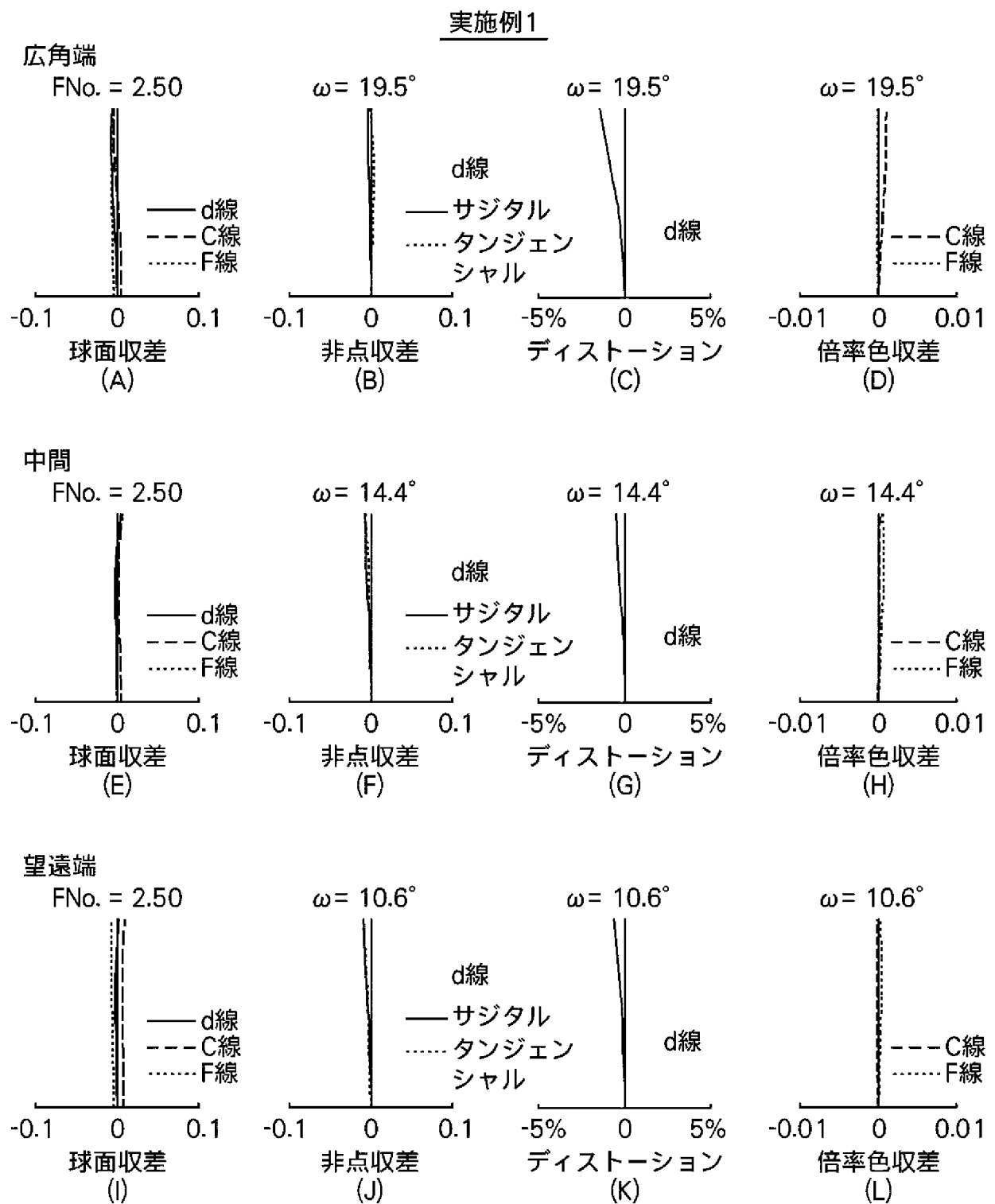
中間



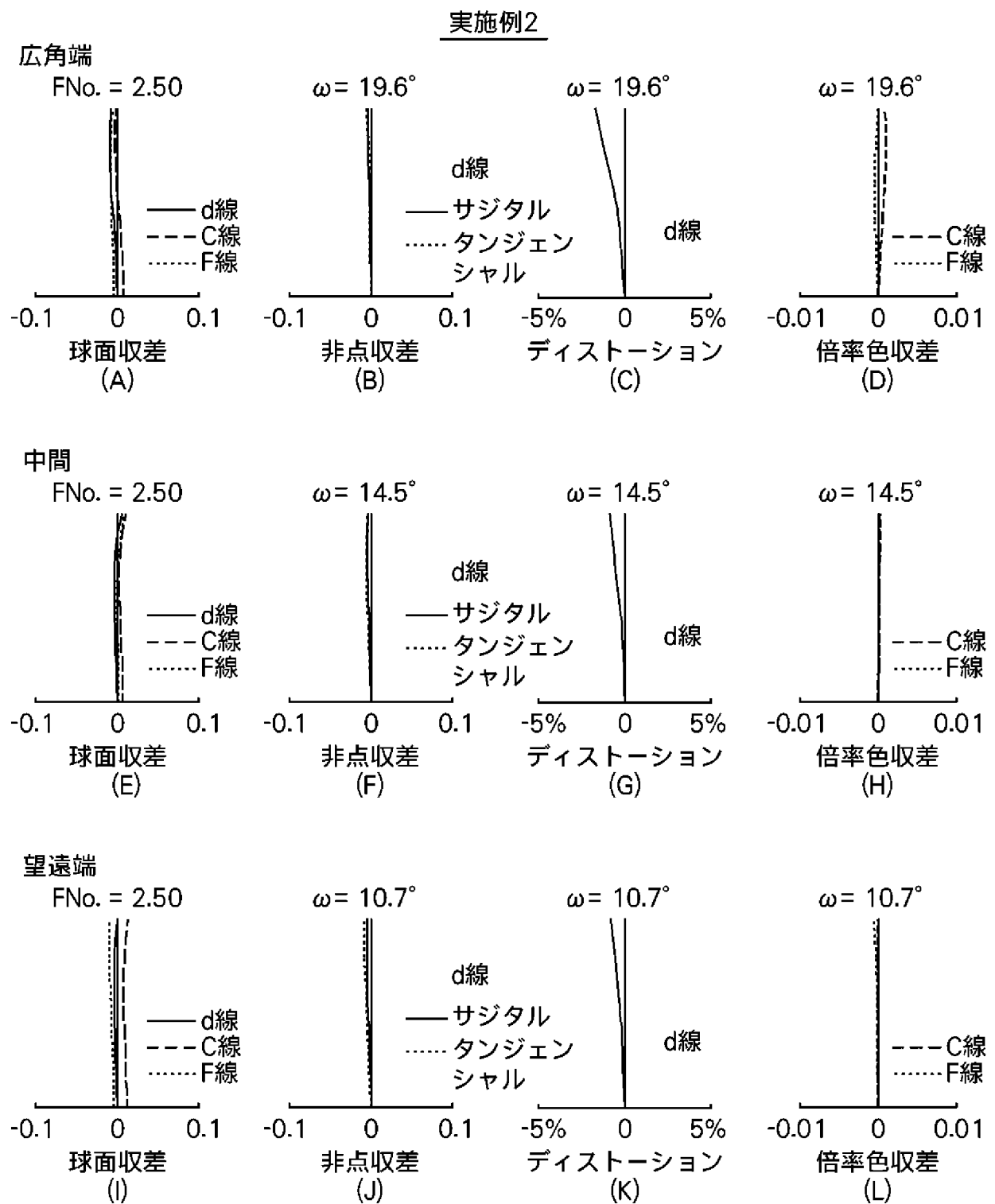
望遠端



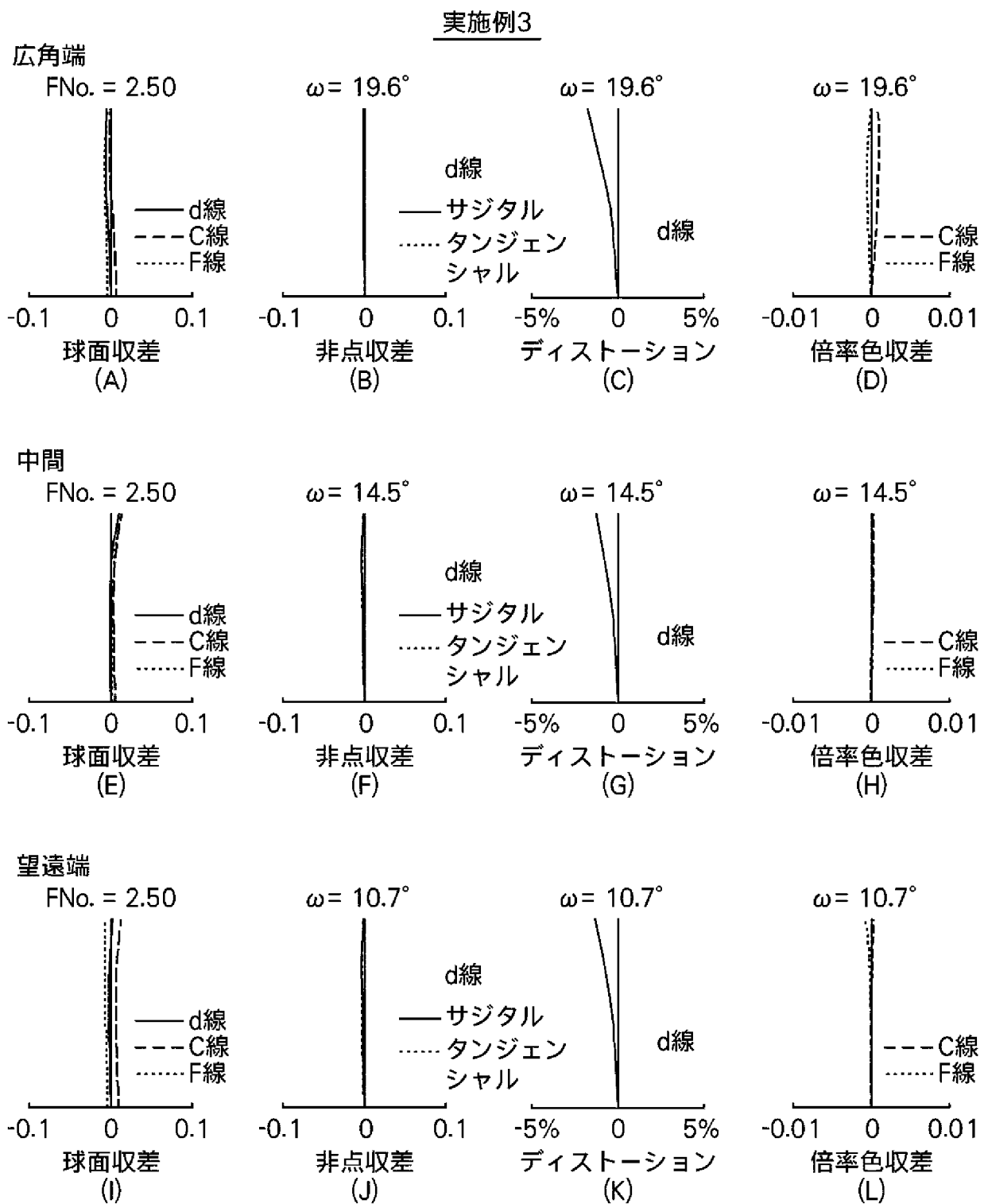
[図5]



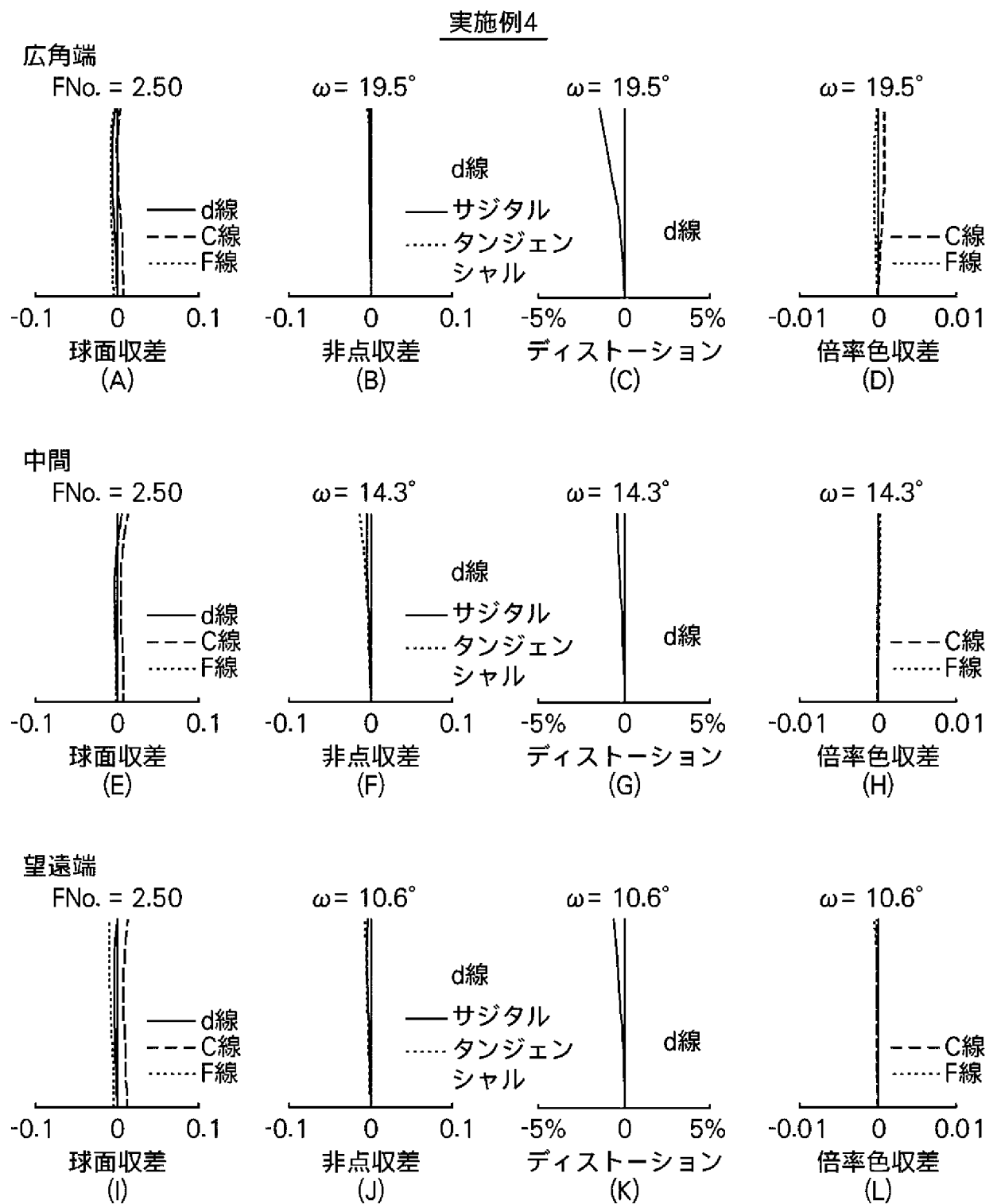
[図6]



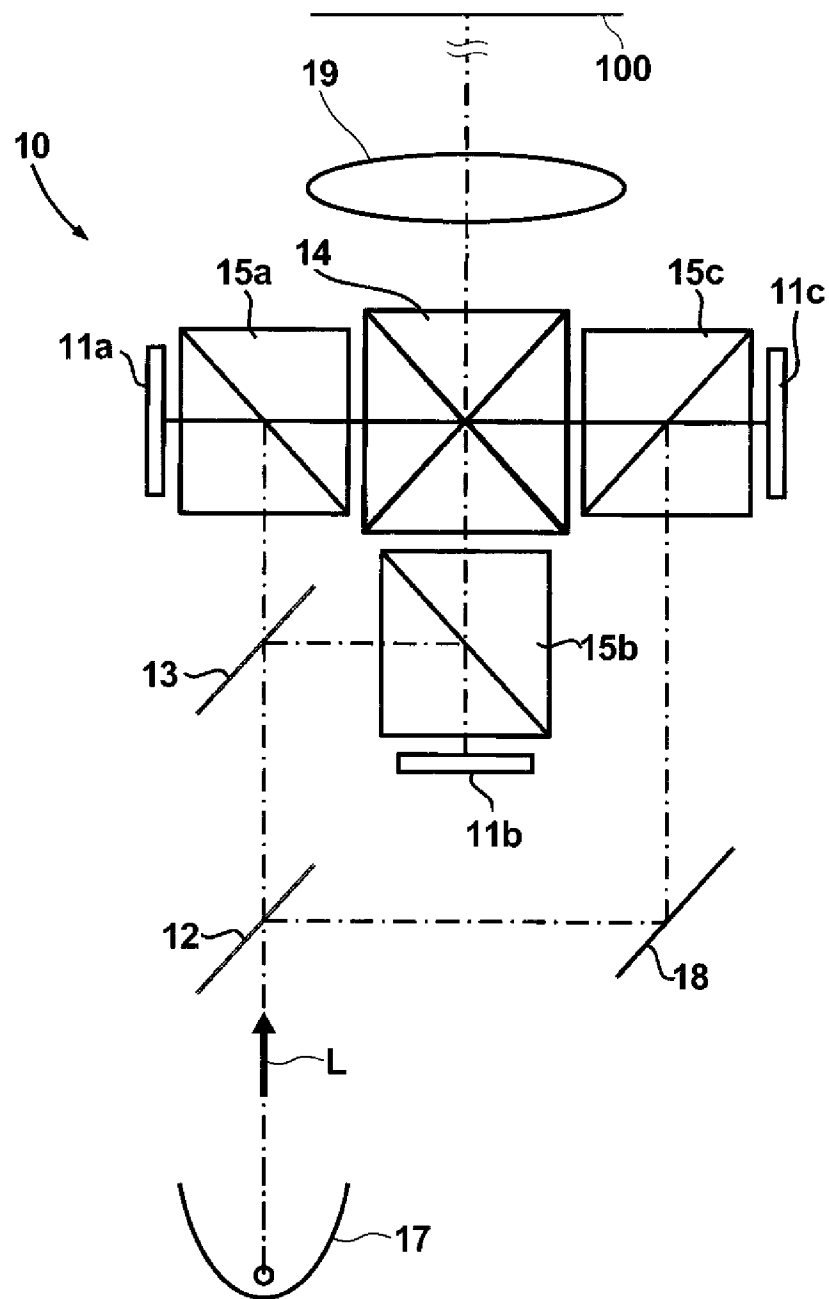
[図7]



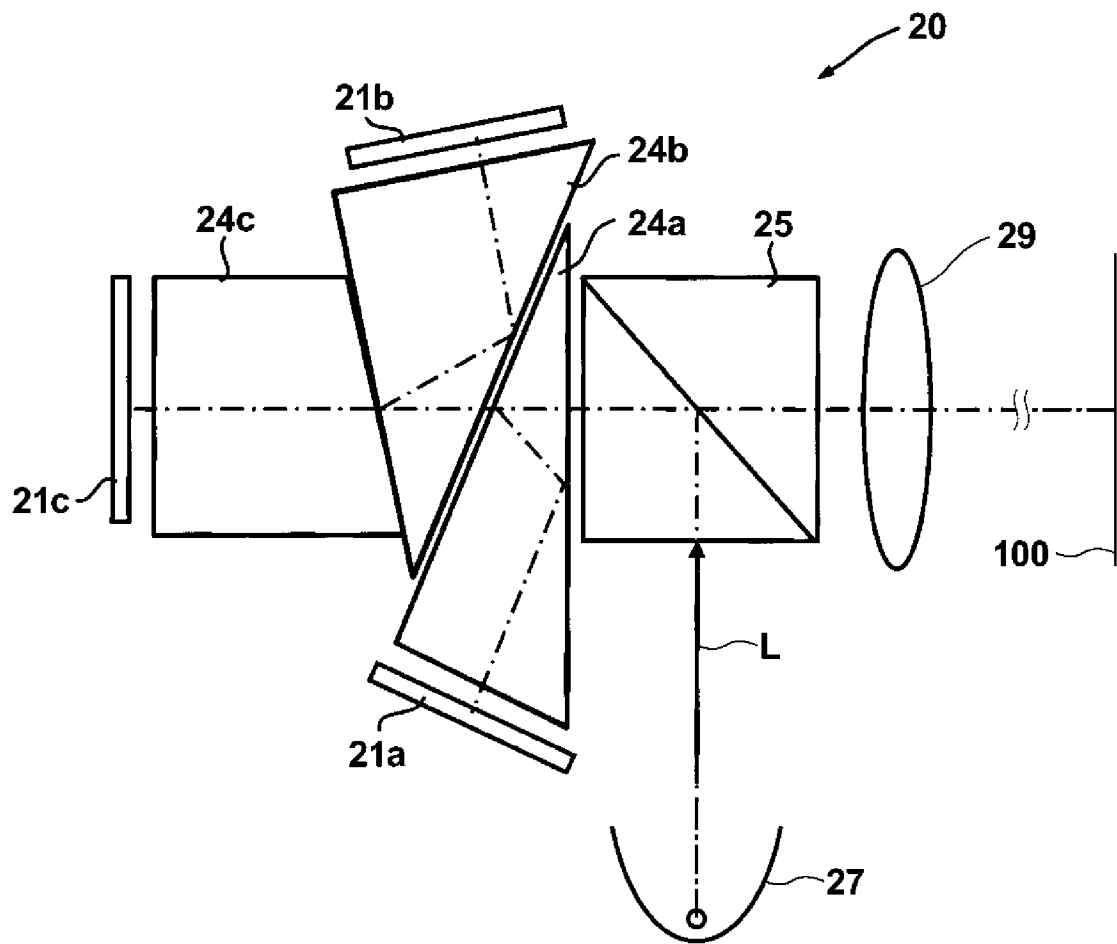
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/006718

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 2012-8344 A (Canon Inc.), 12 January 2012 (12.01.2012), example 2	1-3, 6, 7, 12-17
Y		8
A	& US 2011/0317279 A1 & CN 102298202 A	4, 5, 9-11
X	JP 2011-107693 A (Canon Inc.), 02 June 2011 (02.06.2011), example 5	1-7, 14, 17 8
Y		9-13, 15, 16
A	& US 2011/0090373 A1 & EP 2312365 A1	
Y	JP 2009-128683 A (Fujinon Corp.), 11 June 2009 (11.06.2009), paragraph [0049] & US 2009/0135496 A1	8



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

"I"

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

07 March, 2014 (07.03.14)

Date of mailing of the international search report

18 March, 2014 (18.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/006718

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-53295 A (Canon Inc.), 17 March 2011 (17.03.2011), paragraph [0030] & US 2011/0051257 A1 & CN 102004303 A	8
A	JP 2003-241096 A (Sigma Corp.), 27 August 2003 (27.08.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2003-241095 A (Sigma Corp.), 27 August 2003 (27.08.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2003-202497 A (Canon Inc.), 18 July 2003 (18.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 8-234105 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 13 September 1996 (13.09.1996), entire text; all drawings & US 5917658 A	1-17
P,A	JP 2013-160997 A (Tamron Co., Ltd.), 19 August 2013 (19.08.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
P,A	JP 2014-38237 A (Canon Inc.), 27 February 2014 (27.02.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/006718

Claim 1 of the present application describes "... comprising: a first lens group ...; at least two moving lens groups ...; and an aperture stop ..." and can include various lens constitutions. However, a lens constitution specifically disclosed as one that solves the problem of the invention of the present application is only a lens constitution comprising, from the enlargement side, a first lens group which has positive refractive power and is fixed when magnification is varied, a second lens group which has negative refractive power and moves when magnification is varied, a third lens group which has negative refractive power and moves when magnification is varied, a fourth lens group which has positive refractive power and moves when magnification is varied, and a fifth lens group which has positive refractive power and is fixed when magnification is varied.

Consequently, the inventions in claims of the present application, in which the above-said constitutions are not specified, cannot be considered to be set forth in the description, and therefore, the inventions of claims 1-13 and 15-17 lack the support within the meaning of PCT Article 6.

Consequently, this search has been carried out within the range that is supported by and disclosed in the description, that is, with respect to only the inventions which have the constitutions indicated above.

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
X Y A	JP 2012-8344 A（キヤノン株式会社）2012.01.12, 実施例 2 & US 2011/0317279 A1 & CN 102298202 A	1-3, 6, 7, 12-17 8 4, 5, 9-11
X Y A	JP 2011-107693 A（キヤノン株式会社）2011.06.02, 実施例 5 & US 2011/0090373 A1 & EP 2312365 A1	1-7, 14, 17 8 9-13, 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

0 7 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 3 . 2 0 1 4

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）

堀井 康司

2 V

3 7 1 3

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

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
Y	JP 2009-128683 A (フジノン株式会社) 2009.06.11, 【0049】 & US 2009/0135496 A1	8
Y	JP 2011-53295 A (キヤノン株式会社) 2011.03.17, 【0030】 & US 2011/0051257 A1 & CN 102004303 A	8
A	JP 2003-241096 A (株式会社シグマ) 2003.08.27, 全文全図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 2003-241095 A (株式会社シグマ) 2003.08.27, 全文全図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 2003-202497 A (キヤノン株式会社) 2003.07.18, 全文全図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 8-234105 A (オリンパス光学工業株式会社) 1996.09.13, 全文全図 & US 5917658 A	1-17
P, A	JP 2013-160997 A (株式会社タムロン) 2013.08.19, 全文全図 (ファミリーなし)	1-17
P, A	JP 2014-38237 A (キヤノン株式会社) 2014.02.27, 全文全図 (ファミリーなし)	1-17

本願の請求項1には、「・・・第1レンズ群と・・・少なくとも2つの移動レンズ群と・・・開口絞りとを有する・・・」と記載され、多様なレンズ構成をも含み得るものであるが、本願発明の課題を解決するものとして具体的に開示されているレンズ構成は、拡大側から、正の屈折力を有する変倍時に固定の第1レンズ群、負の屈折力を有する変倍時に移動する第2レンズ群、負の屈折力を有する変倍時に移動する第3レンズ群、正の屈折力を有する変倍時に移動する第4レンズ群、正の屈折力を有する変倍時に固定の第5レンズ群から成るレンズ構成のみである。そうすると、前記構成が特定されていない本願請求項に係る発明は、明細書に記載されたものとは認められず、請求項1乃至13、15乃至17に係る発明はPCT第6条の意味での裏付けを欠いている。

よって、調査は、明細書に裏付けられ、開示されている範囲、すなわち、上記指摘の構成を備えるもののみを対象として行った。