

(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 2014/076925 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 15/20 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/006615
- (22) 国際出願日: 2013年11月11日(11.11.2013)
- (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 2012-253317 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26番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 川名 正直(KAWANA, Masanao); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 天野 賢(AMANO, Masaru); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 永利 由紀子(NAGATOSHI, Yukiko); 〒3319624 埼玉県さいたま

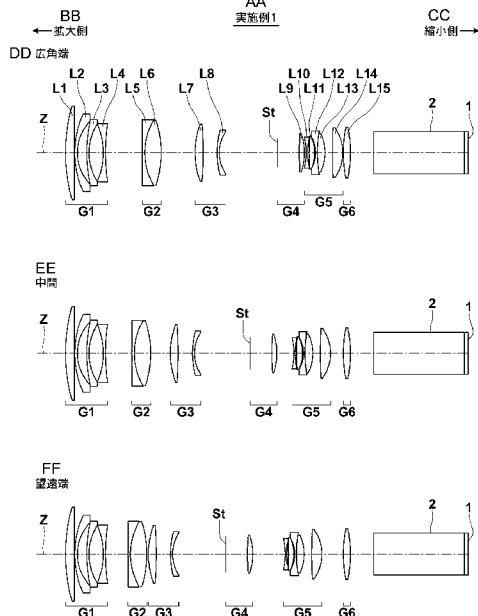
市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).

- (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3-18-3 新横浜KS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

[続葉有]

(54) Title: PROJECTION ZOOM LENS AND PROJECTION 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 EMBODIMENT 1  
BB ENLARGEMENT SIDE  
CC REDUCTION SIDE  
DD WIDE-ANGLE END  
EE INTERMEDIATE  
FF TELEPHOTO END

(57) Abstract: [Problem] To provide a projection zoom lens with a high magnification ratio and make the numerical aperture thereof constant across the entire magnification range. [Solution] This projection zoom lens comprises the following, in order from the enlargement side: a negative first lens group (G1); positive second through fourth lens groups (G2, G3, G4) that move while zooming; a fifth lens group (G5) that moves while zooming; and a positive sixth lens group (G6). Said projection zoom lens is designed such that the reduction side is telecentric and the numerical aperture of the zoom lens is constant across the entire magnification range. The fourth lens group (G4) moves more than any of the other lens groups when zooming from the wide-angle end to the telephoto end, and the absolute value (mk) of the amount that the kth lens group moves when zooming from the wide-angle end to the telephoto end for each k from 2 to 5 and the focal length (fw) of the entire system at the wide-angle end satisfy relations (1) and (2). (1)  $1.9 < m4/fw$  (2)  $0.7 < (m3+m4)/(m2+m3+m4+m5)$

(57) 要約: 【課題】投写用ズームレンズにおいて、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。【解決手段】拡大側から順に負の第1レンズ群(G1)、変倍時移動する正の第2~4レンズ群(G2、G3、G4)、変倍時移動する第5レンズ群(G5)、および正の第6レンズ群(G6)が配されてなる投写用ズームレンズにおいて、縮小側がテレセントリックとなるように構成し、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構成し、第4レンズ群(G4)の広角端から望遠端までの変倍時移動量を全レンズ群中最大とし、条件式(1)、(2)を満足させる。ただしmk(k=2~5)は第kレンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値、fwは広角端における全系の焦点距離。1.  $9 < m4/fw \dots (1)$  0.  $7 < (m3+m4)/(m2+m3+m4+m5) \dots (2)$

WO 2014/076925 A1



(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, KM, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

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1～5には、投写型表示装置への適用を前提としたズームレンズが記載されている。より具体的に特許文献1には、負の屈折力を有して最も拡大側に配置された第1レンズ群と、正の屈折力を有して最も縮小側に配置された最終レンズ群とを変倍の際に固定しておき、そして第4レンズ群に開口絞りを配置した6群構成の投写用ズームレンズが示されている。
- [0009] 一方特許文献2には、開口絞りより縮小側のレンズ群を変倍の際に移動させないようにして、開口数を一定に保つ投写用ズームレンズが示されている。また特許文献3には、負の屈折力を有して最も拡大側に配置された第1レンズ群と、正の屈折力を有して最も縮小側に配置された最終レンズ群とを変倍の際に固定しておき、そして、変倍に伴ってその開口径が変化する可変絞りをを用いることにより、全変倍領域において開口数が一定となるようにした投写用ズームレンズが記載されている。
- [0010] また特許文献4、5には、正の屈折力を有して最も拡大側に配置された第1レンズ群と、正の屈折力を有して最も縮小側に配置された最終レンズ群とを変倍の際に固定しておき、それらのレンズ群の間に配置した移動レンズ群を変倍の際に移動させるようにして、全変倍領域において開口数を一定に保つ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

- [0011] 特許文献1：特開2006-184723号公報  
特許文献2：特開2005-106948号公報  
特許文献3：特開2008-046259号公報  
特許文献4：特開2009-128683号公報  
特許文献5：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

- [0012] しかし、特許文献 1 に示された投写用ズームレンズは、変倍時に開口数を一定に保つ機能は備えていない。またこの投写用ズームレンズは、バックフォーカスも短いものである。
- [0013] 一方、開口絞りより縮小側のレンズ群を変倍の際に移動させないで開口数を一定に保つようにした特許文献 2 に記載の投写用ズームレンズは、投写用ズームレンズとして十分な高変倍比が確保されているものではない。また、このような構成の投写用ズームレンズは、拡大側のレンズ外径と全長が大きくなりがちであるので、設置条件が厳しくなり、またコストも高くなりやすい。
- [0014] また、可変絞りにより開口数を一定に保つようにした特許文献 3 に記載の投写用ズームレンズは、高変倍比が確保されている反面、十分に長いバックフォーカスを備えていないので、前述したプリズムを併用した光学系を配置する上で不利なものとなっている。
- [0015] また、特許文献 4 や 5 に示された投写用ズームレンズは、開口数を一定に保つ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、全長や、最も拡大側のレンズ群のレンズ径が大きくなりがちになっている。
- [0016] 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、そして高変倍比と十分に長いバックフォーカスを確保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

- [0017] 本発明による第 1 の投写用ズームレンズは、  
実質的に、拡大側から順に配された、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する正の屈折力を有する第 2 レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する正の屈折力を有する第 3 レンズ群、変倍の際に光

軸に沿って移動する正の屈折力を有する第4レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する第5レンズ群、および正の屈折力を有する第6レンズ群からなる投写用ズームレンズにおいて、

縮小側がテレセントリックとなるように構成され、

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構成され、

前記第4レンズ群の広角端から望遠端までの変倍時移動量が全レンズ群中最大であり、

そして第2、3、4および5レンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値をそれぞれ $m_2$ 、 $m_3$ 、 $m_4$ 、および $m_5$ とし、広角端における全系の焦点距離を $f_w$ として下記の条件式(1)および(2)

$$1. \quad 9 < m_4 / f_w \cdots (1)$$

$$0. \quad 7 < (m_3 + m_4) / (m_2 + m_3 + m_4 + m_5) \cdots (2)$$

を満たしていることを特徴とするものである。

[0018] ここで、上記の「実質的に、・・・第6レンズ群からなる」とは、そこに挙げられたレンズ群以外に、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。これは、以下に説明する本発明の第2の投写用ズームレンズについても同様である。

[0019] 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。これは、以下に説明する本発明の第2の投写用ズームレンズについても同様である。

[0020] また、本発明による第2の投写用ズームレンズは、

実質的に、拡大側から順に配された、負の屈折力を有する第1レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する正の屈折力を有する第2レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する正の屈折力を有する第3レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する正の屈折力を有する第4レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する第5レンズ群、および正の屈折力を有する第6レンズ群からなる投写用ズームレンズにおいて、

前記第5レンズ群が負の屈折力を有するものとされ、

縮小側がテレセントリックとなるように構成され、

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構成され、

前記第4レンズ群の広角端から望遠端までの変倍時移動量が全レンズ群中最大であり、

そして、第4レンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値を $m_4$ 、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)

$$1. \quad 9 < m_4 / f_w \cdots (1)$$

を満たしていることを特徴とするものである。

[0021] なお、この第2の投写用ズームレンズにおいては、第2、3、4および5レンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値をそれぞれ $m_2$ 、 $m_3$ 、 $m_4$ 、および $m_5$ として、下記条件式(2)

$$0.7 < (m_3 + m_4) / (m_2 + m_3 + m_4 + m_5) \cdots (2)$$

が満たされていることが望ましい。

[0022] また、本発明による第1あるいは第2の投写用ズームレンズにおいては、

開口絞りが第3レンズ群の縮小側かつ第5レンズ群の拡大側に配置され、

そして、第4レンズ群の焦点距離を $f_4$ 、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(3)

$$3. \quad 0 < f_4 / f_w < 5.5 \cdots (3)$$

が満たされていることが望ましい。

[0023] ここで、上記の条件式（３）が規定している条件については、下式（３'）

$$3. \quad 5 < f_4 / f_w < 5.0 \cdots (3')$$

が満たされていることがより望ましい。

[0024] また、上述のように第３レンズ群の縮小側かつ第５レンズ群の拡大側に配置された開口絞りは、変倍時に開口径が変化する可変絞りであることが望ましい。

[0025] また、上述のように第３レンズ群の縮小側かつ第５レンズ群の拡大側に配置された開口絞りは、変倍時に他のレンズから独立して光軸方向に移動するものであることが望ましい。

[0026] また、本発明による第１あるいは第２の投写用ズームレンズにおいて、特に、上述のように開口絞りが第３レンズ群の縮小側かつ第５レンズ群の拡大側に配置された上で条件式（３）が満たされている場合は、第３レンズ群から第５レンズ群までのレンズ群が、広角端から望遠端への変倍時に拡大側へ単調に移動するものであることが望ましい。

[0027] また、本発明による第１あるいは第２の投写用ズームレンズにおいて、特に、上述のように開口絞りが第３レンズ群の縮小側かつ第５レンズ群の拡大側に配置された上で条件式（３）が満たされている場合は、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、下記条件式（４）および（５）

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

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

が満たされていることが望ましい。

[0028] ここで、上記の条件式（５）が規定している条件については、下式（５'）

$$8 < L / Im\phi < 11 \cdots (5')$$

が満たされていることがより望ましい。

[0029] また、本発明による第1あるいは第2の投写用ズームレンズにおいて、特に、上述のように開口絞りが第3レンズ群の縮小側かつ第5レンズ群の拡大側に配置された上で条件式(3)が満たされている場合は、第2レンズ群が、負の屈折力を有するレンズを含んでいることが望ましい。

[0030] また、本発明による第1あるいは第2の投写用ズームレンズにおいて、特に、上述のように開口絞りが第3レンズ群の縮小側かつ第5レンズ群の拡大側に配置された上で条件式(3)が満たされている場合は、第3レンズ群が、負の屈折力を有するレンズを含んでいることが望ましい。

[0031] また、本発明による第1あるいは第2の投写用ズームレンズにおいて、特に、上述のように開口絞りが第3レンズ群の縮小側かつ第5レンズ群の拡大側に配置された上で条件式(3)が満たされている場合は、

第4レンズ群が正の屈折力を有するレンズを含み、

そして、この正の屈折力を有するレンズの媒質のアッペ数を $\nu_p$ として、下記条件式(6)

$$60 < \nu_p \cdots (6)$$

が満たされていることが望ましい。

[0032] ここで、上記の条件式(6)が規定している条件については、下式(6')

$$70 < \nu_p \cdots (6')$$

が満たされていることがより望ましく、さらには下式(6'')、

$$80 < \nu_p \cdots (6'')$$

が満たされていることがより一層望ましい。

また、本発明による第1あるいは第2の投写用ズームレンズにおいて、特に、上述のように開口絞りが第3レンズ群の縮小側かつ第5レンズ群の拡大側に配置された上で条件式(3)が満たされている場合は、第5レンズ群が拡大側から順に、負の屈折力を有するレンズ、正の屈折力を有するレンズ、負の屈折力を有するレンズの並びを含むことが望ましい。

[0033] 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。

[0034] 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。

[0035] 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第 1 あるいは第 2 の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

[0036] 本発明による第 1 の投写用ズームレンズにおいては、第 4 レンズ群の広角端から望遠端までの変倍時移動量を全レンズ群中で最大とし、そして該第 4 レンズ群およびそれと隣り合う第 3 レンズ群の変倍時移動量を条件式 (1) および (2)

$$1. \quad 9 < m_4 / f_w \cdots (1)$$

$$0. \quad 7 < (m_3 + m_4) / (m_2 + m_3 + m_4 + m_5) \cdots (2)$$

が満たされる程に大きく取っているので、高変倍比を確保できるものとなる。

[0037] 一方、本発明による第 2 の投写用ズームレンズにおいては、第 4 レンズ群の広角端から望遠端までの変倍時移動量を全レンズ群中で最大とし、そして該第 4 レンズ群の変倍時移動量を条件式 (1)

$$1. \quad 9 < m_4 / f_w \cdots (1)$$

が満たされる程に大きく取っているので、高変倍比を確保できるものとなる。

[0038] また、この本発明による第 2 の投写用ズームレンズにおいて特に、第 4 レンズ群およびそれと隣り合う第 3 レンズ群の変倍時移動量を条件式 (2)

$$0. \quad 7 < (m_3 + m_4) / (m_2 + m_3 + m_4 + m_5) \cdots (2)$$

が満たされる程に大きく取っている場合は、より高変倍比を確保できるものとなる。

その上で本発明による第1、第2の投写用ズームレンズでは、第3レンズ群と第4レンズ群、とりわけ第4レンズ群に変倍機能の多くを振り分けるように構成したので、第2レンズ群および第5レンズ群に収差補正機能を多く分担させることができる。そこで、長バックフォーカスとしても収差補正を良好に行うことができるので、長いバックフォーカスと高変倍比を両立させることが可能になる。

[0039] また、本発明による第1あるいは第2の投写用ズームレンズにおいて特に、条件式(3)

$$3.0 < f_4 / f_w < 5.5 \dots (3)$$

が満たされている場合は、球面収差を小さく抑え、また小型化することが可能になる。すなわち  $f_4 / f_w$  の値が3.0以下になると球面収差が増大し、その値が5.5以上になると、レンズ径が大きくなってズームレンズが大型化しやすいが、条件式(3)が満たされていれば、そのような問題を回避して、球面収差を小さく抑え、また小型化することが可能になる。

[0040] 以上の効果は、条件式(3)が規定する範囲内でさらに下式

$$3.5 < f_4 / f_w < 5.0 \dots (3')$$

が満たされている場合は、より顕著なものとなる。

[0041] また、本発明による第1あるいは第2の投写用ズームレンズにおいて、特に、開口絞りが第3レンズ群の縮小側かつ第5レンズ群の拡大側に配置された上で条件式(3)が満たされている場合に、前記条件式(4)および(5)

$$2.5 < Bf / \text{Im}\phi \dots (4)$$

$$L / \text{Im}\phi < 1.2 \dots (5)$$

が満たされていれば、前述したプリズム等を挿入するためのレンズバックのスペースを容易に確保でき、そしてズームレンズの小型化を実現できる。

[0042] すなわち、 $Bf / \text{Im}\phi$  の値が2.5以下になっているとバックフォーカ

スが短くて、レンズバックのスペースが小さくなるが、 $Bf / Im\phi$ の値が2.5を上回っている場合は、そのような問題を回避して、レンズバックのスペースを容易に確保可能となる。

[0043] また、 $L / Im\phi$ の値が12以上になっていると、レンズ全長が伸びてズームレンズが大型化するが、 $L / Im\phi$ の値が12を下回っていれば、そのような問題を回避して、ズームレンズを小型化することが可能になる。

[0044] 以上の効果は、条件式(5)が規定する範囲内でさらに下式

$$8 < L / Im\phi < 11 \dots (5')$$

が満たされている場合は、より顕著なものとなる。そしてこの場合は、色収差も小さく抑えることが可能になる。すなわち、 $L / Im\phi$ の値が8以下である場合は、色収差が増大しやすいが、 $L / Im\phi$ の値が8を上回っていれば、そのような問題を回避して、色収差を小さく抑えることが可能になる。

[0045] また、本発明による第1あるいは第2の投写用ズームレンズにおいて、特に、開口絞りが第3レンズ群の縮小側かつ第5レンズ群の拡大側に配置された上で条件式(3)が満たされている場合に、前記条件式(6)

$$60 < \nu_p \dots (6)$$

が満たされていれば、軸上色収差を小さく抑えることが可能になる。

[0046] 以上の効果は、条件式(6)が規定する範囲内でさらに下式

$$70 < \nu_p \dots (6')$$

が満たされている場合は、より顕著なものとなり、さらに下式(6'')、

$$80 < \nu_p \dots (6'')$$

が満たされている場合は、より一層顕著なものとなる。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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る。

### 図面の簡単な説明

[0050] [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]本発明の実施例5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6]本発明の実施例6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7]本発明の実施例7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8]本発明の実施例8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9]本発明の実施例9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10]本発明の実施例10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11] (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12] (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13] (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14] (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15] (A) ~ (L) は上記実施例5に係る投写用ズームレンズの各収差図

[図16] (A) ~ (L) は上記実施例6に係る投写用ズームレンズの各収差図

[図17] (A) ~ (L) は上記実施例7に係る投写用ズームレンズの各収差図

[図18] (A) ~ (L) は上記実施例8に係る投写用ズームレンズの各収差図

[図19] (A) ~ (L) は上記実施例9に係る投写用ズームレンズの各収差図

[図20] (A) ~ (L) は上記実施例10に係る投写用ズームレンズの各収差

図

[図21]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22]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

[0051] 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1～10において共通である。

[0052] また、図2～図10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2～10に係る投写用ズームレンズに対応している。

[0053] 以下では、まず、主に図1に示す構成を例に取って説明する。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2～18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。

[0054] 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。

[0055] 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。

[0056] 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負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正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正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、この第４レンズ群Ｇ４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５レンズ群Ｇ５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。以上述べたレンズ群の構成は、図１～６および９の投写用ズームレンズにおいて共通である。

[0057] 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。

[0058] 図１に示す例では、第１レンズ群Ｇ１は４枚のレンズ（第１レンズＬ１～第４レンズＬ４）からなり、第２レンズ群Ｇ２は２枚のレンズ（第５レンズＬ５および第６レンズＬ６）からなり、第３レンズ群Ｇ３は２枚のレンズ（第７レンズＬ７および第８レンズＬ８）からなり、第４レンズ群Ｇ４は１枚のレンズ（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５レンズ群Ｇ５は５枚のレンズ（第１０レンズＬ１０～第１４レンズＬ１４）からなり、第６レンズ群Ｇ６は１枚のレンズ（第１５レンズＬ１５）からなる。

[0059] 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。例えば後述する実施例３の投写用ズームレンズで

は第2レンズ群G 3が1枚のレンズから構成され、第4レンズ群G 3が2枚のレンズから構成されている。また後述する実施例4の投写用ズームレンズでは、第6レンズ群G 6が2枚のレンズから構成されている。

[0060] 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に配置された開口絞りS tが、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開口径を変化させる可変絞りとされている。この点は、開口絞りS tの配置位置が異なる場合も含めて、実施例2～9において全て同じである。ただし本発明の投写用ズームレンズにおいては、実施例10におけるように、開口径が変化しない開口絞りが用いられてもよい。

[0061] そして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の広角端から望遠端までの変倍時移動量が全レンズ群中で最大となっており、そして第2レンズ群G 2、第3レンズ群G 3、第4レンズ群G 4および第5レンズ群G 5の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値をそれぞれ $m_2$ 、 $m_3$ 、 $m_4$ 、および $m_5$ とし、広角端における全系の焦点距離を $f_w$ として下記の条件式(1)および(2)

$$1. \quad 9 < m_4 / f_w \cdots (1)$$

$$0.7 < (m_3 + m_4) / (m_2 + m_3 + m_4 + m_5) \cdots (2)$$

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、高変倍比を確保できるものとなっている。

[0062] なお上記条件式(1)、(2)や、その他の条件式(3)～(6)が規定している条件(つまり文字式の部分)を、表22において実施例毎にまとめて示してある。また表23には、条件式(1)～(6)に関連する条件と、それ以外の主要な条件の値を実施例毎にまとめて示してある。

[0063] また、本実施形態の投写用ズームレンズにおいては、開口絞りS tが第3レンズ群G 3の縮小側かつ第5レンズ群G 5の拡大側に配置され、そして、第4レンズ群G 4の焦点距離を $f_4$ 、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(3)

$$3. \quad 0 < f_4 / f_w < 5.5 \cdots (3)$$

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、球面収差を小さく抑え、また小型化す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。

[0064] 本実施形態では、条件式（３）が規定する範囲内でさらに前記条件式（３'）も満たされているので、以上の効果がより顕著なものとなる。

[0065] 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  $Bf$ 、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（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（４）および（５）

$$2.5 < Bf / Im\phi \cdots (4)$$

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

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では、前述したプリズム等を挿入するためのレンズバックのスペースを容易に確保でき、そして小型化を実現できる。その理由は、先に詳しく説明した通りである。

[0066] 本実施形態の投写用ズームレンズでは、条件式（５）が規定する範囲内でさらに前記条件式（５'）も満たされているので、以上の効果がより顕著なものとなる。そしてこの場合は、色収差も小さく抑えることが可能になる。その理由も、先に詳しく説明した通りである。

[0067] 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  $G4$  が正の屈折力を有するレンズ（第９レンズ  $L9$ ）を含み、そして、この第９レンズ  $L9$  の媒質のアッベ数を  $\nu_p$  として、下記条件式（６）

$$60 < \nu_p \cdots (6)$$

が満たされている。なお各レンズのアッベ数については、後述する表１に示してある。

[0068] それにより本実施形態の投写用ズームレンズは、軸上色収差を小さく抑え

ることが可能になる。そして本実施形態では、条件式（６）が規定する範囲内で前記条件式（６'）式も、さらには前記条件式（６''）も満たされているので、上記の効果がより一層顕著なものとなる。

[0069] 次に、以上述べたレンズ群の構成とは違う構成を有する実施形態について説明する。図 7 に断面図を示す実施形態の投写用ズームレンズは、後述する実施例 7 の投写用ズームレンズに対応している。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負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、この第 1 レンズ群 G 1 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 2 レンズ群 G 2 と、この第 2 レンズ群 G 2 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 3 レンズ群 G 3 と、この第 3 レンズ群 G 3 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 G 4 と、この第 4 レンズ群 G 4 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 5 レンズ群 G 5 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 6 レンズ群 G 6 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 7、8 および 10 において共通である。

[0070] 以上の構成は、前述した図 1 の投写用ズームレンズと比べると、第 5 レンズ群 G 5 が正の屈折力を有するものである点において基本的に相違している。

[0071] 図 7 に示す例では、第 1 レンズ群 G 1 は 3 枚のレンズ（第 1 レンズ L 1 ～第 3 レンズ L 3）からなり、第 2 レンズ群 G 2 は 2 枚のレンズ（第 4 レンズ L 4 および第 5 レンズ L 5）からなり、第 3 レンズ群 G 3 は 2 枚のレンズ（第 6 レンズ L 6 および第 7 レンズ L 7）からなり、第 4 レンズ群 G 4 は 1 枚のレンズ（第 8 レンズ L 8）からなり、第 5 レンズ群 G 5 は 5 枚のレンズ（第 9 レンズ L 9 ～第 13 レンズ L 13）およびその拡大側に配置された開口絞り S t からなり、第 6 レンズ群 G 6 は 1 枚のレンズ（第 14 レンズ L 14）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 7

に示す例に限定されるものではない。

[0072] 図 7 に示した実施形態の投写用ズームレンズにおいても、前記条件式 (1) ~ (6) 並びに (3')、(5')、(6') および (6'') が全て満足されている。それによって得られる効果は、先に説明したものと同一である。

[0073] 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 21 および 22 を用いて説明する。図 21 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 21 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。

[0074] 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。

[0075] 次に図 22 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 22 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。

[0076] 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。

[0077] 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 21 および 22 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。

[0078] 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、以下に説明する実施例 1～10 は全て、本発明の第 1 の投写用ズームレンズの実施例である。そして、それらの中で特に実施例 1～6 は、本発明の第 2 の投写用ズームレンズの実施例でもある。

[0079] <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。

[0080] この実施例 1 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負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正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正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

G 4 と、この第4レンズ群G 4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5レンズ群G 5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6レンズ群G 6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。前述した通り、以上述べたレンズ群の構成は、実施例1～6、および9において共通である。

[0081] 第1レンズ群G 1は、拡大側から順に配置された、正の屈折率を有する（以下、レンズに関しては単に「正の」あるいは「負の」という）第1レンズL 1と、負の第2レンズL 2と、負の第3レンズL 3と、負の第4レンズL 4の4枚のレンズから構成されている。また第2レンズ群G 2は、拡大側から順に配置された、負の第5レンズL 5と、正の第6レンズL 6の2枚のレンズから構成されている。

[0082] 第3レンズ群G 3は、拡大側から順に配置された、正の第7レンズL 7と、負の第8レンズL 8の2枚のレンズから構成されている。第4レンズ群G 4は、可変絞りである開口絞りS tと、正の第9レンズL 9とから構成されている。

[0083] 第5レンズ群G 5は、拡大側から順に配置された、負の第10レンズL 10と、正の第11レンズL 11と、負の第12レンズL 12と、正の第13レンズL 13と、正の第14レンズL 14の5枚のレンズから構成されている。第6レンズ群G 6は、1枚の正の第15レンズL 15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は接合されている。

[0084] 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、…）の面番号を示す。R iの欄にはi番目の面の曲率半径を示し、D iの欄にはi番目の面とi + 1番目の面との光軸Z上の面間隔を示している。また、N d jの欄には最も拡大側の構成要素を1番目として縮小側に

向かうに従い順次増加する  $j$  番目 ( $j = 1, 2, 3, \dots$ ) の構成要素の  $d$  線 (波長  $587.6 \text{ nm}$ ) に対する屈折率を示し、 $\nu d j$  の欄には  $j$  番目の構成要素の  $d$  線に対するアッペ数を示している。

[0085] 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、所定の桁で丸められ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。

[0086] 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、「 $DD$ 」に当該間隔の前側の面番号を付して  $DD8$ 、 $DD11$ 、 $DD15$ 、 $DD18$ 、 $DD27$  と記載している。

[0087] 以上は、後述する表 3、5、8、10、12、14、16、18、および 20 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。また、非球面には \* 印を付して示してある。

[0088] 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  $DD8$ 、 $DD11$ 、 $DD15$ 、 $DD18$  および  $DD27$  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  $2\omega$  (単位は度) を併せて示してある。

[0089] 以上述べた表2の記載の仕方は、表4、6、9、11、13、15、17、19、および21においても同様である。

[0090] 表2に示される通り、本実施例においては1.43と高い変倍比が確保されている。また実施例1～10全体では、1.43～1.67と高い変倍比が得られている。そして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、実施例2～10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<br>(面番号) | Ri<br>(曲率半径) | Di<br>(面間隔) | Ndj<br>(屈折率) | $\nu_{dj}$<br>(アッペ数) |
|-------------|--------------|-------------|--------------|----------------------|
| 1           | 71.9343      | 3.715       | 1.62299      | 58.16                |
| 2           | $\infty$     | 0.107       |              |                      |
| 3           | 39.2386      | 1.148       | 1.61800      | 63.33                |
| 4           | 19.4267      | 3.886       |              |                      |
| 5           | 61.3212      | 0.966       | 1.71299      | 53.87                |
| 6           | 23.6763      | 5.903       |              |                      |
| 7           | -30.5448     | 0.858       | 1.61800      | 63.33                |
| 8           | 81.9992      | DD[8]       |              |                      |
| 9           | $\infty$     | 0.971       | 1.84661      | 23.78                |
| 10          | 27.2828      | 6.802       | 1.72047      | 34.71                |
| 11          | -44.9101     | DD[11]      |              |                      |
| 12          | 35.6924      | 3.256       | 1.67270      | 32.10                |
| 13          | -164.3529    | 5.921       |              |                      |
| 14          | 39.5138      | 0.805       | 1.49700      | 81.54                |
| 15          | 16.1272      | DD[15]      |              |                      |
| 16(開口絞り)    | $\infty$     | 8.985       |              |                      |
| 17          | 132.4478     | 2.145       | 1.49700      | 81.54                |
| 18          | -25.7826     | DD[18]      |              |                      |
| 19          | -27.4801     | 0.536       | 1.61772      | 49.81                |
| 20          | 27.4801      | 0.579       |              |                      |
| 21          | 103.8717     | 2.379       | 1.48749      | 70.23                |
| 22          | -16.3936     | 0.473       |              |                      |
| 23          | -12.5784     | 0.649       | 1.77250      | 49.60                |
| 24          | 52.1011      | 3.203       | 1.49700      | 81.54                |
| 25          | -18.1370     | 3.093       |              |                      |
| 26          | 252.4568     | 4.204       | 1.49700      | 81.54                |
| 27          | -18.6515     | DD[27]      |              |                      |
| 28          | 52.7115      | 2.898       | 1.49700      | 81.54                |
| 29          | -52.7115     | 9.661       |              |                      |
| 30          | $\infty$     | 37.550      | 1.51633      | 64.14                |
| 31          | $\infty$     | 1.609       | 1.50847      | 61.19                |
| 32          | $\infty$     |             |              |                      |

[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   | 1.20   | 1.43   |
| $f'$              | 10.00  | 11.96  | 14.30  |
| $Bf'$             | 35.49  | 35.49  | 35.49  |
| $FNo.$            | 2.50   | 2.50   | 2.50   |
| $2\omega[^\circ]$ | 62.8   | 54.2   | 46.2   |
| DD[8]             | 15.342 | 10.968 | 9.388  |
| DD[11]            | 14.078 | 8.183  | 0.654  |
| DD[15]            | 24.171 | 23.075 | 22.125 |
| DD[18]            | 0.776  | 7.024  | 13.512 |
| DD[27]            | 0.269  | 5.386  | 8.956  |
| 絞り径               | 10.858 | 12.28  | 13.678 |

ここで表22に、前記条件式(1)～(6)が規定する条件(つまり文字式の部分)の値を、実施例1～10の各々について示す。ここに示される通り、実施例1～10の全てにおいて条件式(1)～(6)が満たされている。さらに、実施例1～10の全てにおいて前記条件式(3')、(5')、(6')および(6'')も満たされている。

[0091] また表23には、上記条件式(1)～(6)に含まれる条件と、それ以外の主要な条件の値を実施例1～10毎に示してある。なお表23中の $f_t$ は望遠端における全系の焦点距離であり、また $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_5$ および $f_e$ はそれぞれ、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、第5レンズ群G5および最終レンズ群(第6レンズ群G6)の焦点距離である。

[0092] ここで図11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 2～10 においてもほぼ同様である。

[0093] 図 11 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 656.3 nm）、F 線（波長 486.1 nm）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 No. 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。なおこれらの値は、投写距離が無有限遠の場合の値である。

[0094] 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 2～10 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 2～10 において同様である。

[0095] <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。この実施例 2 において第 1 レンズ群 G1 は、拡大側から順に配置された、正の第 1 レンズ L1 と、負の第 2 レンズ L2 と、負の第 3 レンズ L3 と、負の第 4 レンズ L4 の 4 枚のレンズから構成されている。また第 2 レンズ群 G2 は、拡大側から順に配置された、負の第 5 レンズ L5 と、正の第 6 レンズ L6 の 2 枚のレンズから構成されている。

[0096] 第 3 レンズ群 G3 は、拡大側から順に配置された、正の第 7 レンズ L7 および負の第 8 レンズ L8 の 2 枚のレンズと、可変絞りである開口絞り S<sub>t</sub> とから構成されている。第 4 レンズ群 G4 は、拡大側から順に配置された、正の第 9 レンズ L9 と、負の第 10 レンズ L10 の 2 枚のレンズから構成されている。

- [0097] 第5レンズ群G5は、拡大側から順に配置された、負の第11レンズL11と、負の第12レンズL12と、正の第13レンズL13と、正の第14レンズL14の4枚のレンズから構成されている。第6レンズ群G6は、1枚の正の第15レンズL15から構成されている。
- [0098] なお第5レンズL5と第6レンズL6は接合され、第12レンズL12と第13レンズL13も接合されている。
- [0099] 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。それらにおける表示項目、並びに表示の仕方は、先に述べた通りである。

[表3]

実施例2・基本レンズデータ

| Si<br>(面番号) | Ri<br>(曲率半径) | Di<br>(面間隔) | Ndj<br>(屈折率) | $\nu_{dj}$<br>(アッベ数) |
|-------------|--------------|-------------|--------------|----------------------|
| 1           | 45.7579      | 4.344       | 1.62299      | 58.16                |
| 2           | 467.3392     | 0.053       |              |                      |
| 3           | 33.1150      | 1.076       | 1.61800      | 63.33                |
| 4           | 16.2843      | 6.223       |              |                      |
| 5           | -96.8726     | 0.861       | 1.80000      | 29.84                |
| 6           | 29.3536      | 12.664      |              |                      |
| 7           | -94.9873     | 2.153       | 1.61800      | 63.33                |
| 8           | 44.2696      | DD[8]       |              |                      |
| 9           | -80.5721     | 1.728       | 1.61800      | 63.33                |
| 10          | 42.6826      | 4.694       | 1.53172      | 48.84                |
| 11          | -25.0831     | DD[11]      |              |                      |
| 12          | 27.2603      | 2.418       | 1.62004      | 36.26                |
| 13          | 383.5231     | 0.000       |              |                      |
| 14          | 25.6143      | 0.807       | 1.49700      | 81.54                |
| 15          | 17.5732      | 29.989      |              |                      |
| 16(開口絞り)    | $\infty$     | DD[16]      |              |                      |
| 17          | 161.0274     | 3.875       | 1.49700      | 81.54                |
| 18          | -14.7190     | 0.054       |              |                      |
| 19          | -14.7218     | 0.538       | 1.77250      | 49.60                |
| 20          | -21.1206     | DD[20]      |              |                      |
| 21          | 26.7946      | 0.538       | 1.62004      | 36.26                |
| 22          | 17.1750      | 3.280       |              |                      |
| 23          | -12.6915     | 0.935       | 1.77250      | 49.60                |
| 24          | 28.6702      | 4.026       | 1.49700      | 81.54                |
| 25          | -20.9505     | 0.000       |              |                      |
| 26          | 78.4969      | 5.248       | 1.49700      | 81.54                |
| 27          | -17.1140     | DD[27]      |              |                      |
| 28          | 36.5091      | 3.039       | 1.49700      | 81.54                |
| 29          | -110.3778    | 9.687       |              |                      |
| 30          | $\infty$     | 37.668      | 1.51633      | 64.14                |
| 31          | $\infty$     | 1.614       | 1.50847      | 61.19                |
| 32          | $\infty$     |             |              |                      |

[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   | 1.23   | 1.50   |
| $f'$              | 10.00  | 12.25  | 15.00  |
| $Bf'$             | 35.60  | 35.60  | 35.60  |
| FNo.              | 2.50   | 2.50   | 2.50   |
| $2\omega[^\circ]$ | 62.8   | 53.4   | 44.6   |
| DD[8]             | 6.331  | 4.902  | 3.814  |
| DD[11]            | 18.299 | 8.323  | 0.455  |
| DD[16]            | 7.399  | 7.655  | 6.453  |
| DD[20]            | 0.269  | 6.162  | 14.487 |
| DD[27]            | 0.270  | 5.526  | 7.359  |
| 絞り径               | 12.43  | 14.152 | 16.252 |

一方図12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。

[0100] <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。この実施例3において第1レンズ群G1は、拡大側から順に配置された、正の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、負の第3レンズL3と、負の第4レンズL4の4枚のレンズから構成されている。また第2レンズ群G2は1枚の正の第5レンズL5から構成されている。

[0101] 第3レンズ群G3は、拡大側から順に配置された、正の第6レンズL6および負の第7レンズL7の2枚のレンズと、可変絞りである開口絞りStとから構成されている。第4レンズ群G4は、拡大側から順に配置された、正の第8レンズL8と、負の第9レンズL9の2枚のレンズから構成されている。

[0102] 第5レンズ群G5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、負の第12レンズL12と、正の第13レンズL13と、正の第14レンズL14の5枚のレンズから構成されている。第6レンズ群G6は、1枚の正の第15レンズL15から構成されている。

[0103] なお第12レンズL12と第13レンズL13は接合されている。また第10レンズL10は、第11レンズL11の拡大側レンズ面に接着された薄い樹脂層から形成されて、複合非球面を構成している。

[0104] 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。それらにおける表示項目、並びに表示の仕方は、先に述べた通りである。

[0105] またこの実施例3では、第10レンズL10の拡大側レンズ面（面番号20の面）が非球面とされているので、表7にその非球面に関するデータを示

している。表 7 の非球面データには、非球面の面番号と、各非球面に関する非球面係数を示す。表 7 の非球面データの数値の「E - n」（n : 整数）は、「 $\times 10^{-n}$ 」を意味する。なお、非球面係数は、下記非球面式における各係数  $K_A$ 、 $A_m$  ( $m = 4, 6, 8, 10$ ) の値である。

$$[0106] \quad Z_d = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K_A \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A_m \cdot h^m$$

ただし、

$Z_d$  : 非球面深さ (高さ  $h$  の非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ)

$h$  : 高さ (光軸からのレンズ面までの距離)

$C$  : 近軸曲率半径の逆数

$K_A$ 、 $A_m$  : 非球面係数 ( $m = 3, 4, 5, \dots, 16$ )

[表5]

実施例3・基本レンズデータ

| Si<br>(面番号) | Ri<br>(曲率半径) | Di<br>(面間隔) | Ndj<br>(屈折率) | $\nu$ dj<br>(アッベ数) |
|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------------|
| 1           | 44.4548      | 5.139       | 1.62299      | 58.16              |
| 2           | 449.9823     | 0.053       |              |                    |
| 3           | 33.6464      | 1.073       | 1.61800      | 63.33              |
| 4           | 16.9420      | 6.722       |              |                    |
| 5           | -96.1192     | 0.858       | 1.80000      | 29.84              |
| 6           | 28.6256      | 21.069      |              |                    |
| 7           | -61.4227     | 2.148       | 1.61800      | 63.33              |
| 8           | 40.3354      | DD[8]       |              |                    |
| 9           | -90.4267     | 2.148       | 1.61340      | 44.27              |
| 10          | -26.1910     | DD[10]      |              |                    |
| 11          | 23.6952      | 2.490       | 1.62004      | 36.26              |
| 12          | 145.1646     | 0.000       |              |                    |
| 13          | 22.5174      | 0.805       | 1.49700      | 81.54              |
| 14          | 16.1394      | 24.258      |              |                    |
| 15(開口絞り)    | $\infty$     | DD[15]      |              |                    |
| 16          | 115.8703     | 3.752       | 1.49700      | 81.54              |
| 17          | -14.8330     | 0.054       |              |                    |
| 18          | -14.8044     | 1.611       | 1.84501      | 43.50              |
| 19          | -20.7760     | DD[19]      |              |                    |
| *20         | 24.8007      | 0.268       | 1.52771      | 41.85              |
| 21          | 35.1740      | 0.536       | 1.84499      | 39.40              |
| 22          | 18.1974      | 2.746       |              |                    |
| 23          | -11.8592     | 1.617       | 1.82521      | 45.48              |
| 24          | 40.1636      | 3.549       | 1.49700      | 81.54              |
| 25          | -18.0499     | 0.591       |              |                    |
| 26          | 131.9405     | 4.852       | 1.49700      | 81.54              |
| 27          | -16.1881     | DD[27]      |              |                    |
| 28          | 35.7619      | 2.975       | 1.49700      | 81.54              |
| 29          | -97.0667     | 9.663       |              |                    |
| 30          | $\infty$     | 37.576      | 1.51633      | 64.14              |
| 31          | $\infty$     | 1.610       | 1.50847      | 61.19              |
| 32          | $\infty$     |             |              |                    |

\*: 非球面

[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   | 1.23   | 1.50   |
| $f'$              | 10.00  | 12.25  | 15.00  |
| $Bf'$             | 35.51  | 35.51  | 35.51  |
| FNo.              | 2.50   | 2.50   | 2.50   |
| $2\omega[^\circ]$ | 62.8   | 53.2   | 44.4   |
| DD[8]             | 8.470  | 6.755  | 4.831  |
| DD[10]            | 16.083 | 6.546  | 0.514  |
| DD[15]            | 7.381  | 8.111  | 6.124  |
| DD[19]            | 0.268  | 5.916  | 14.223 |
| DD[27]            | 0.269  | 5.144  | 6.778  |
| 絞り径               | 12.232 | 13.932 | 16.194 |

[表7]

実施例3・非球面データ

| 面番号 | 20             |
|-----|----------------|
| KA  | -3.0102846E+00 |
| A4  | 2.4570443E-05  |
| A6  | -1.4061270E-07 |
| A8  | 1.1295324E-09  |
| A10 | -2.1103229E-11 |

一方図13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。

#### [0107] <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。この実施例4において第1レンズ群G1は、拡大側から順に配置された、正の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、負の第3レンズL3と、負の第4レンズL4の4枚のレンズから構成されている。また第2レンズ群G2は、拡大側から順に配置された、負の第5レンズL5と、正の第6レンズL6とから構成されている。

[0108] 第3レンズ群G3は、拡大側から順に配置された、正の第7レンズL7と、負の第8レンズL8の2枚のレンズから構成されている。第4レンズ群G4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、正の第9レンズL9とから構成されている。

[0109] 第5レンズ群G5は、拡大側から順に配置された、負の第10レンズL1

0と、正の第11レンズL11と、負の第12レンズL12と、正の第13レンズL13と、正の第14レンズL14の5枚のレンズから構成されている。第6レンズ群G6は、拡大側から順に配置された、負の第15レンズL15と、正の第16レンズL16の2枚のレンズから構成されている。

[0110] なお、第5レンズL5と第6レンズL6は接合され、第12レンズL12と第13レンズL13は接合され、そして第15レンズL15と第16レンズL16も接合されている。

[0111] 表8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9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。それらにおける表示項目、並びに表示の仕方は、先に述べた通りである。

[表8]

実施例4・基本レンズデータ

| Si<br>(面番号) | Ri<br>(曲率半径) | Di<br>(面間隔) | Ndj<br>(屈折率) | $\nu_{dj}$<br>(アッベ数) |
|-------------|--------------|-------------|--------------|----------------------|
| 1           | 47.6244      | 4.170       | 1.62299      | 58.16                |
| 2           | 342.8017     | 0.107       |              |                      |
| 3           | 38.4051      | 1.147       | 1.61800      | 63.33                |
| 4           | 17.8824      | 4.848       |              |                      |
| 5           | 82.6651      | 0.965       | 1.71299      | 53.87                |
| 6           | 22.3424      | 6.268       |              |                      |
| 7           | -25.5241     | 0.857       | 1.61800      | 63.33                |
| 8           | 195.3033     | DD[8]       |              |                      |
| 9           | -57.4995     | 0.970       | 1.84661      | 23.78                |
| 10          | 36.2694      | 6.107       | 1.74950      | 35.33                |
| 11          | -28.6044     | DD[11]      |              |                      |
| 12          | 36.6738      | 2.742       | 1.71736      | 29.52                |
| 13          | -286.0788    | 1.765       |              |                      |
| 14          | 34.3412      | 0.804       | 1.49700      | 81.54                |
| 15          | 18.7183      | DD[15]      |              |                      |
| 16(開口絞り)    | $\infty$     | 8.975       |              |                      |
| 17          | 139.0259     | 2.143       | 1.49700      | 81.54                |
| 18          | -29.3123     | DD[18]      |              |                      |
| 19          | -27.4161     | 0.536       | 1.78800      | 47.37                |
| 20          | 27.6022      | 0.493       |              |                      |
| 21          | 61.9035      | 2.880       | 1.51742      | 52.43                |
| 22          | -16.0045     | 0.454       |              |                      |
| 23          | -12.9940     | 0.648       | 1.78800      | 47.37                |
| 24          | 27.7002      | 3.574       | 1.61800      | 63.33                |
| 25          | -25.4591     | 0.000       |              |                      |
| 26          | 65.3022      | 3.855       | 1.61800      | 63.33                |
| 27          | -21.3736     | DD[27]      |              |                      |
| 28          | 46.6856      | 0.755       | 1.71299      | 53.87                |
| 29          | 21.6274      | 4.635       | 1.49700      | 81.54                |
| 30          | -37.7068     | 9.646       |              |                      |
| 31          | $\infty$     | 37.509      | 1.51633      | 64.14                |
| 32          | $\infty$     | 1.608       | 1.50847      | 61.19                |
| 33          | $\infty$     |             |              |                      |

[表9]

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   | 1.20   | 1.43   |
| $f'$              | 10.00  | 11.96  | 14.30  |
| $Bf'$             | 35.45  | 35.45  | 35.45  |
| $FNo.$            | 2.50   | 2.50   | 2.50   |
| $2\omega[^\circ]$ | 62.8   | 54.2   | 46.2   |
| DD[8]             | 6.954  | 4.636  | 5.053  |
| DD[11]            | 15.673 | 9.320  | 0.531  |
| DD[15]            | 34.389 | 32.115 | 30.937 |
| DD[18]            | 0.931  | 7.963  | 15.246 |
| DD[27]            | 0.269  | 4.183  | 6.449  |
| 絞り径               | 11.298 | 12.734 | 14.12  |

一方図14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。

[0112] <実施例5>

図5に、実施例5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。この実施例5において第1レンズ群G1は、拡大側から順に配置された、正の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、負の第3レンズL3と、負の第4レンズL4の4枚のレンズから構成されている。また第2レンズ群G2は、拡大側から順に配置された、負の第5レンズL5と、正の第6レンズL6とから構成されている。

[0113] 第3レンズ群G3は、拡大側から順に配置された、正の第7レンズL7と、負の第8レンズL8の2枚のレンズから構成されている。第4レンズ群G4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、正の第9レンズL9とから構成されている。

[0114] 第5レンズ群G5は、拡大側から順に配置された、負の第10レンズL10と、正の第11レンズL11と、負の第12レンズL12と、正の第13レンズL13と、正の第14レンズL14の5枚のレンズから構成されている。第6レンズ群G6は、1枚の正の第15レンズL15から構成されている。

[0115] なお、第5レンズL5と第6レンズL6は接合され、第12レンズL12と

第13レンズL13も接合されている。

[0116] 表10に、実施例5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5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。それらにおける表示項目、並びに表示の仕方は、先に述べた通りである。

[表10]

実施例5・基本レンズデータ

| Si<br>(面番号) | Ri<br>(曲率半径) | Di<br>(面間隔) | Ndj<br>(屈折率) | $\nu$ dj<br>(アッペ数) |
|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------------|
| 1           | 47.0437      | 3.350       | 1.67003      | 47.23              |
| 2           | 330.2142     | 0.097       |              |                    |
| 3           | 34.7902      | 1.015       | 1.62299      | 58.16              |
| 4           | 16.7348      | 3.911       |              |                    |
| 5           | 117.0256     | 0.890       | 1.62041      | 60.29              |
| 6           | 22.4972      | 4.230       |              |                    |
| 7           | -32.0741     | 0.774       | 1.62299      | 58.16              |
| 8           | 60.4108      | DD[8]       |              |                    |
| 9           | -119.2924    | 0.779       | 1.84661      | 23.78              |
| 10          | 24.8416      | 5.371       | 1.73800      | 32.26              |
| 11          | -37.2610     | DD[11]      |              |                    |
| 12          | 34.9176      | 2.678       | 1.74950      | 35.28              |
| 13          | -188.1975    | 6.730       |              |                    |
| 14          | 25.4222      | 0.725       | 1.48749      | 70.23              |
| 15          | 14.8481      | DD[15]      |              |                    |
| 16(開口絞り)    | $\infty$     | 7.735       |              |                    |
| 17          | 113.1459     | 2.379       | 1.49700      | 81.54              |
| 18          | -24.3331     | DD[18]      |              |                    |
| 19          | -21.3273     | 0.532       | 1.74320      | 49.34              |
| 20          | 26.4153      | 0.450       |              |                    |
| 21          | 65.3902      | 3.128       | 1.51633      | 64.14              |
| 22          | -13.4188     | 0.280       |              |                    |
| 23          | -11.7678     | 0.633       | 1.77250      | 49.60              |
| 24          | 71.5360      | 3.486       | 1.49700      | 81.54              |
| 25          | -18.6012     | 0.793       |              |                    |
| 26          | 124.6524     | 4.046       | 1.49700      | 81.54              |
| 27          | -17.0531     | DD[27]      |              |                    |
| 28          | 39.7147      | 2.683       | 1.49700      | 81.54              |
| 29          | -63.1218     | 8.717       |              |                    |
| 30          | $\infty$     | 33.841      | 1.51633      | 64.14              |
| 31          | $\infty$     | 1.450       | 1.50847      | 61.19              |
| 32          | $\infty$     |             |              |                    |

[表11]

実施例5・ズームに関するデータ

|                   | 広角     | 中間      | 望遠      |
|-------------------|--------|---------|---------|
| ズーム倍率             | 1.00   | 1.32    | 1.58    |
| $f'$              | 10.00  | 13.20   | 15.80   |
| $Bf'$             | 0.01   | 0.01    | 0.01    |
| FNo.              | 2.50   | 2.50    | 2.50    |
| $2\omega[^\circ]$ | 57.8   | 45.2    | 38.4    |
| DD[8]             | 11.670 | 8.093   | 7.465   |
| DD[11]            | 15.386 | 6.207   | 0.578   |
| DD[15]            | 21.430 | 19.285  | 17.350  |
| DD[18]            | 0.941  | 9.383   | 16.288  |
| DD[27]            | 0.244  | 6.704   | 7.991   |
| 絞り径               | 10.142 | 12.2748 | 13.7542 |

一方図15の(A)～(L)にそれぞれ、実施例5の投写用ズームレンズの各収差図を示す。

[0117] <実施例6>

図6に、実施例6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。この実施例6において第1レンズ群G1は、拡大側から順に配置された、正の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、負の第3レンズL3と、負の第4レンズL4の4枚のレンズから構成されている。また第2レンズ群G2は、拡大側から順に配置された、負の第5レンズL5と、正の第6レンズL6と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、正の第7レンズL7と、負の第8レンズL8の2枚のレンズから構成されている。第4レンズ群G4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、正の第9レンズL9とから構成されている。

[0119] 第5レンズ群G5は、拡大側から順に配置された、負の第10レンズL10と、正の第11レンズL11と、負の第12レンズL12と、正の第13レンズL13と、正の第14レンズL14の5枚のレンズから構成されている。第6レンズ群G6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5レンズL5と第6レンズL6は接合され、第12レンズL12と

第13レンズL13も接合されている。

[0121] 表12に、実施例6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13に、実施例6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。それらにおける表示項目、並びに表示の仕方は、先に述べた通りである。

[表12]

実施例6・基本レンズデータ

| Si<br>(面番号) | Ri<br>(曲率半径) | Di<br>(面間隔) | Ndj<br>(屈折率) | $\nu$ dj<br>(アッベ数) |
|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------------|
| 1           | 50.0884      | 3.237       | 1.70154      | 41.24              |
| 2           | 384.8019     | 0.097       |              |                    |
| 3           | 35.9455      | 1.015       | 1.63854      | 55.38              |
| 4           | 17.3466      | 3.760       |              |                    |
| 5           | 108.3901     | 0.894       | 1.62041      | 60.29              |
| 6           | 21.7691      | 4.354       |              |                    |
| 7           | -31.7646     | 0.774       | 1.58913      | 61.14              |
| 8           | 60.9474      | DD[8]       |              |                    |
| 9           | -96.9782     | 0.827       | 1.84661      | 23.78              |
| 10          | 24.7320      | 5.402       | 1.73800      | 32.26              |
| 11          | -36.3082     | DD[11]      |              |                    |
| 12          | 34.6544      | 2.666       | 1.74950      | 35.28              |
| 13          | -217.1542    | 7.002       |              |                    |
| 14          | 25.6579      | 0.725       | 1.48749      | 70.23              |
| 15          | 15.0992      | DD[15]      |              |                    |
| 16(開口絞り)    | $\infty$     | 7.614       |              |                    |
| 17          | 111.3602     | 3.449       | 1.49700      | 81.54              |
| 18          | -24.7471     | DD[18]      |              |                    |
| 19          | -21.5612     | 0.532       | 1.72916      | 54.68              |
| 20          | 27.6715      | 0.429       |              |                    |
| 21          | 63.9589      | 3.097       | 1.48749      | 70.23              |
| 22          | -13.5757     | 0.290       |              |                    |
| 23          | -11.9088     | 0.633       | 1.78800      | 47.37              |
| 24          | 50.0219      | 3.319       | 1.53715      | 74.81              |
| 25          | -19.6002     | 0.484       |              |                    |
| 26          | 121.8129     | 4.030       | 1.53715      | 74.81              |
| 27          | -17.3652     | DD[27]      |              |                    |
| 28          | 39.9649      | 2.651       | 1.49700      | 81.54              |
| 29          | -64.6217     | 8.716       |              |                    |
| 30          | $\infty$     | 33.841      | 1.51633      | 64.14              |
| 31          | $\infty$     | 1.450       | 1.50847      | 61.19              |
| 32          | $\infty$     |             |              |                    |

[表13]

実施例6・ズームに関するデータ

|                   | 広角     | 中間      | 望遠      |
|-------------------|--------|---------|---------|
| ズーム倍率             | 1.00   | 1.32    | 1.58    |
| $f'$              | 10.00  | 13.20   | 15.80   |
| $Bf'$             | 0.01   | 0.01    | 0.01    |
| FNo.              | 2.50   | 2.50    | 2.50    |
| $2\omega[^\circ]$ | 57.8   | 45.2    | 38.2    |
| DD[8]             | 10.981 | 7.638   | 7.110   |
| DD[11]            | 15.359 | 6.112   | 0.579   |
| DD[15]            | 21.494 | 19.273  | 17.158  |
| DD[18]            | 0.972  | 9.667   | 16.934  |
| DD[27]            | 0.250  | 6.366   | 7.275   |
| 絞り径               | 10.217 | 12.3132 | 13.7752 |

一方図16の(A)～(L)にそれぞれ、実施例6の投写用ズームレンズの各収差図を示す。

[0122] <実施例7>

図7に、実施例7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。

[0123] この実施例7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負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正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正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、この第4レンズ群G4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5レンズ群G5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。以上述べたレンズ群の構成は、実施例7、8および10において共通である。

[0124] この実施例7において第1レンズ群G1は、拡大側から順に配置された、正の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、負の第3レンズL3の3枚のレンズから構成されている。また第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L 4と、正の第5レンズL 5とから構成されている。

[0125] 第3レンズ群G 3は、拡大側から順に配置された、正の第6レンズL 6と、負の第7レンズL 7とから構成されている。第4レンズ群G 4は、1枚の正の第8レンズL 8から構成されている。

[0126] 第5レンズ群G 5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9レンズL 9と、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の5枚のレンズから構成されている。第6レンズ群G 6は、1枚の正の第14レンズL 14から構成されている。

[0127] なお、第4レンズL 4と第5レンズ5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。

[0128] 表14に、実施例7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15に、実施例7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14]

実施例7・基本レンズデータ

| Si<br>(面番号) | Ri<br>(曲率半径) | Di<br>(面間隔) | Ndj<br>(屈折率) | $\nu$ dj<br>(アッベ数) |
|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------------|
| 1           | 57.1672      | 2.570       | 1.63854      | 55.38              |
| 2           | -119.3632    | 1.522       |              |                    |
| 3           | 28.2685      | 1.054       | 1.77250      | 49.60              |
| 4           | 13.3522      | 3.773       |              |                    |
| 5           | -22.6907     | 0.851       | 1.80518      | 25.42              |
| 6           | 30.2483      | DD[6]       |              |                    |
| 7           | -16.7245     | 0.871       | 1.63854      | 55.38              |
| 8           | -72.0209     | 2.441       | 1.73800      | 32.26              |
| 9           | -16.5806     | DD[9]       |              |                    |
| 10          | 40.8653      | 2.529       | 1.72047      | 34.71              |
| 11          | -40.8653     | 0.130       |              |                    |
| 12          | -35.7758     | 0.758       | 1.62004      | 36.26              |
| 13          | -100.5522    | DD[13]      |              |                    |
| 14          | 33.8872      | 2.758       | 1.49700      | 81.54              |
| 15          | -50.9500     | DD[15]      |              |                    |
| 16(開口絞り)    | $\infty$     | 1.986       |              |                    |
| 17          | -20.9424     | 1.162       | 1.51742      | 52.43              |
| 18          | 16.4127      | 0.583       |              |                    |
| 19          | 56.7932      | 3.028       | 1.48749      | 70.23              |
| 20          | -8.2620      | 0.021       |              |                    |
| 21          | -8.1912      | 1.196       | 1.78800      | 47.37              |
| 22          | 43.9783      | 3.875       | 1.49700      | 81.54              |
| 23          | -17.3897     | 0.081       |              |                    |
| 24          | 77.6965      | 4.212       | 1.49700      | 81.54              |
| 25          | -15.0184     | DD[25]      |              |                    |
| 26          | 43.2833      | 1.986       | 1.49700      | 81.54              |
| 27          | -57.6954     | 7.164       |              |                    |
| 28          | $\infty$     | 27.804      | 1.51633      | 64.14              |
| 29          | $\infty$     | 1.192       | 1.50847      | 61.19              |
| 30          | $\infty$     |             |              |                    |

[表15]

実施例7・ズームに関するデータ

|                   | 広角     | 中間     | 望遠     |
|-------------------|--------|--------|--------|
| ズーム倍率             | 1.00   | 1.30   | 1.67   |
| $f'$              | 10.00  | 13.00  | 16.70  |
| $Bf'$             | 26.29  | 26.29  | 26.29  |
| FNo.              | 2.50   | 2.50   | 2.50   |
| $2\omega[^\circ]$ | 48.6   | 38.2   | 30.0   |
| DD[6]             | 5.724  | 5.401  | 4.531  |
| DD[9]             | 12.639 | 4.689  | 1.585  |
| DD[13]            | 30.119 | 26.939 | 19.126 |
| DD[15]            | 0.794  | 8.305  | 15.670 |
| DD[25]            | 0.475  | 4.417  | 8.839  |
| 絞り径               | 8.768  | 9.180  | 9.644  |

一方図17の(A)～(L)にそれぞれ、実施例7の投写用ズームレンズの各収差図を示す。

[0129] <実施例8>

図8に、実施例8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。この実施例8において第1レンズ群G1は、拡大側から順に配置された、正の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、負の第3レンズL3の3枚のレンズから構成されている。また第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、正の第5レンズL5とから構成されている。

[0130] 第3レンズ群G3は、拡大側から順に配置された、正の第6レンズL6と、負の第7レンズL7とから構成されている。第4レンズ群G4は、1枚の正の第8レンズL8から構成されている。

[0131] 第5レンズ群G5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<sub>t</sub>と、負の第9レンズL9と、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の5枚のレンズから構成されている。第6レンズ群G6は、1枚の正の第14レンズL14から構成されている。

[0132] なお、第4レンズL4と第5レンズ5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。

[0133] 表16に、実施例8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17に、実施例8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16]

実施例8・基本レンズデータ

| Si<br>(面番号) | Ri<br>(曲率半径) | Di<br>(面間隔) | Ndj<br>(屈折率) | $\nu$ dj<br>(アッベ数) |
|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------------|
| 1           | 49.0359      | 2.779       | 1.63854      | 55.38              |
| 2           | -115.0091    | 0.582       |              |                    |
| 3           | 29.1697      | 0.884       | 1.71299      | 53.87              |
| 4           | 13.8954      | 3.946       |              |                    |
| 5           | -25.7555     | 0.851       | 1.80518      | 25.42              |
| 6           | 26.7993      | DD[6]       |              |                    |
| 7           | -17.9988     | 0.897       | 1.62299      | 58.16              |
| 8           | -98.3079     | 2.461       | 1.73800      | 32.26              |
| 9           | -18.2535     | DD[9]       |              |                    |
| 10          | 44.0536      | 2.374       | 1.72047      | 34.71              |
| 11          | -44.0536     | 0.643       |              |                    |
| 12          | -37.9866     | 0.788       | 1.60342      | 38.03              |
| 13          | -101.6000    | DD[13]      |              |                    |
| 14          | 40.6142      | 1.795       | 1.49700      | 81.54              |
| 15          | -44.7319     | DD[15]      |              |                    |
| 16(開口絞り)    | $\infty$     | 1.986       |              |                    |
| 17          | -19.8048     | 1.144       | 1.51742      | 52.43              |
| 18          | 16.9153      | 0.589       |              |                    |
| 19          | 90.5883      | 3.688       | 1.53715      | 74.81              |
| 20          | -8.1797      | 0.020       |              |                    |
| 21          | -8.1196      | 1.195       | 1.78800      | 47.37              |
| 22          | 40.3923      | 3.698       | 1.53715      | 74.81              |
| 23          | -20.8848     | 0.207       |              |                    |
| 24          | 96.4056      | 4.111       | 1.53715      | 74.81              |
| 25          | -15.2648     | DD[25]      |              |                    |
| 26          | 37.1467      | 1.986       | 1.49700      | 81.54              |
| 27          | -71.0526     | 7.159       |              |                    |
| 28          | $\infty$     | 27.802      | 1.51633      | 64.14              |
| 29          | $\infty$     | 1.192       | 1.50847      | 61.19              |
| 30          | $\infty$     |             |              |                    |

[表17]

実施例8・ズームに関するデータ

|                   | 広角     | 中間     | 望遠     |
|-------------------|--------|--------|--------|
| ズーム倍率             | 1.00   | 1.30   | 1.67   |
| $f'$              | 10.00  | 13.00  | 16.70  |
| $Bf'$             | 26.28  | 26.28  | 26.28  |
| FNo.              | 2.50   | 2.50   | 2.50   |
| $2\omega[^\circ]$ | 48.6   | 38.2   | 30.0   |
| DD[6]             | 6.950  | 6.347  | 4.749  |
| DD[9]             | 11.715 | 3.713  | 1.588  |
| DD[13]            | 31.178 | 28.028 | 19.856 |
| DD[15]            | 0.794  | 8.957  | 17.554 |
| DD[25]            | 0.475  | 4.067  | 7.365  |
| 絞り径               | 8.614  | 8.976  | 9.308  |

一方図18の(A)～(L)にそれぞれ、実施例8の投写用ズームレンズの各収差図を示す。

[0134] <実施例9>

図9に、実施例9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。

[0135] この実施例9において第1レンズ群G1は、拡大側から順に配置された、正の第1レンズL1と、負の第2レンズL2と、負の第3レンズL3と、負の第4レンズL4の4枚のレンズから構成されている。また第2レンズ群G2は、1枚の正の第5レンズL5から構成されている。

[0136] 第3レンズ群G3は、拡大側から順に配置された、正の第6レンズL6と、可変絞りである開口絞りStとから構成されている。第4レンズ群G4は、拡大側から順に配置された、正の第7レンズL7と、負の第8レンズL8とから構成されている。

[0137] 第5レンズ群G5は、拡大側から順に配置された、正の第9レンズL9と、負の第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の5枚のレンズから構成されている。第6レンズ群G6は、1枚の正の第14レンズL14から構成されている。

[0138] なお、第7レンズL7と第8レンズL8は接合され、第9レンズL9と第10レンズL10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。

[0139] 表18に、実施例9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19に、実施例9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18]

実施例9・基本レンズデータ

| Si<br>(面番号) | Ri<br>(曲率半径) | Di<br>(面間隔) | Ndj<br>(屈折率) | $\nu$ dj<br>(アッベ数) |
|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------------|
| 1           | 36.6537      | 2.354       | 1.51742      | 52.43              |
| 2           | 409.7181     | 0.073       |              |                    |
| 3           | 24.3742      | 0.837       | 1.61800      | 63.33              |
| 4           | 11.4347      | 2.343       |              |                    |
| 5           | 51.1421      | 0.691       | 1.72342      | 37.95              |
| 6           | 21.8063      | 2.201       |              |                    |
| 7           | -27.5096     | 1.105       | 1.80518      | 25.42              |
| 8           | 44.0155      | DD[8]       |              |                    |
| 9           | -52.9373     | 1.623       | 1.80518      | 25.42              |
| 10          | -21.6979     | DD[10]      |              |                    |
| 11          | 36.1926      | 1.473       | 1.60562      | 43.70              |
| 12          | -91.0090     | 12.119      |              |                    |
| 13(開口絞り)    | $\infty$     | DD[13]      |              |                    |
| 14          | 214.2251     | 2.501       | 1.58913      | 61.14              |
| 15          | -13.9810     | 1.105       | 1.83400      | 37.16              |
| 16          | -22.2201     | DD[16]      |              |                    |
| 17          | 21.9256      | 0.978       | 1.48749      | 70.23              |
| 18          | 34.1474      | 0.471       | 1.58144      | 40.75              |
| 19          | 12.0969      | 1.901       |              |                    |
| 20          | -9.3490      | 0.839       | 1.80400      | 46.58              |
| 21          | 20.7715      | 3.334       | 1.49700      | 81.54              |
| 22          | -14.3296     | 0.000       |              |                    |
| 23          | 56.3479      | 4.692       | 1.49700      | 81.54              |
| 24          | -13.0569     | DD[24]      |              |                    |
| 25          | 22.7265      | 2.145       | 1.49700      | 81.54              |
| 26          | -106.1534    | 6.623       |              |                    |
| 27          | $\infty$     | 25.779      | 1.51633      | 64.14              |
| 28          | $\infty$     | 1.105       | 1.50847      | 61.19              |
| 29          | $\infty$     |             |              |                    |

[表19]

実施例9・ズームに関するデータ

|                   | 広角     | 中間     | 望遠     |
|-------------------|--------|--------|--------|
| ズーム倍率             | 1.00   | 1.30   | 1.66   |
| $f'$              | 10.00  | 13.00  | 16.60  |
| $Bf'$             | 24.36  | 24.36  | 24.36  |
| $FNo.$            | 2.30   | 2.30   | 2.30   |
| $2\omega[^\circ]$ | 46.4   | 36.6   | 29.0   |
| DD[8]             | 7.873  | 6.648  | 5.152  |
| DD[10]            | 19.566 | 10.652 | 5.744  |
| DD[13]            | 11.799 | 11.526 | 8.440  |
| DD[16]            | 0.732  | 6.283  | 14.926 |
| DD[24]            | 0.438  | 5.298  | 6.147  |
| 絞り径               | 9.834  | 11.338 | 13.274 |

一方図19の(A)～(L)にそれぞれ、実施例9の投写用ズームレンズ

の各収差図を示す。

[0140] <実施例 10>

図 10 に、実施例 10 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。

[0141] この実施例 10 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、正の第 1 レンズ L 1 と、負の第 2 レンズ L 2 と、負の第 3 レンズ L 3 の 3 枚のレンズから構成されている。また第 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、正の第 5 レンズ L 5 の 2 枚のレンズから構成されている。

[0142] 第 3 レンズ群 G 3 は、拡大側から順に配置された、正の第 6 レンズ L 6 と、負の第 7 レンズ L 7 の 2 枚のレンズから構成されている。第 4 レンズ群 G 4 は、1 枚の正の第 8 レンズ L 8 から構成されている。

[0143] 第 4 レンズ群 G 4 の縮小側には、後述する第 5 レンズ群 G 5 との間において、それらのレンズ群 G 4 および G 5 とは独立して光軸 Z に沿って移動する開口絞り S t が配置されている。この開口絞り S t は、上記のように移動して、ズームレンズの開口数を全変倍領域で一定とする可動絞りとされている。

[0144] なおこの開口絞り S t は開口径が一定のものであるが、ズームレンズの開口数を上記のように一定に保つために、開口径を変える可変絞りとされてもよい。ただし本発明において、開口絞りが可動絞りと可変絞りの双方の機能を備えるものであることは必ずしも必要ではなく、一方の機能だけが付与されてもよいし、さらには、いずれの機能も備えない開口絞りが適用されてもよい。

[0145] 第 5 レンズ群 G 5 は、拡大側から順に配置された、負の第 9 レンズ L 9 と、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 の 5 枚のレンズから構成されている。第 6 レンズ群 G 6 は、1 枚の正の第 14 レンズ L 14 から構成されている。

[0146] なお、第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズ 5 は接合され、第 11 レンズ L 11 と

第12レンズL12も接合されている。

[0147] 表20に、実施例10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21に、実施例10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20]

実施例10・基本レンズデータ

| Si<br>(面番号) | Ri<br>(曲率半径) | Di<br>(面間隔) | Ndj<br>(屈折率) | $\nu_{dj}$<br>(アッペ数) |
|-------------|--------------|-------------|--------------|----------------------|
| 1           | 52.0248      | 2.292       | 1.77250      | 49.60                |
| 2           | -224.4960    | 0.810       |              |                      |
| 3           | 27.1867      | 0.884       | 1.72916      | 54.68                |
| 4           | 12.9092      | 3.868       |              |                      |
| 5           | -24.9555     | 0.851       | 1.84666      | 23.78                |
| 6           | 33.2739      | DD[6]       |              |                      |
| 7           | -18.0197     | 0.871       | 1.61800      | 63.33                |
| 8           | 198.0251     | 3.273       | 1.62004      | 36.26                |
| 9           | -16.3825     | DD[9]       |              |                      |
| 10          | 54.5372      | 2.145       | 1.83400      | 37.16                |
| 11          | -54.5372     | 0.858       |              |                      |
| 12          | -35.5941     | 1.986       | 1.51633      | 64.14                |
| 13          | -98.9794     | DD[13]      |              |                      |
| 14          | 30.3174      | 2.340       | 1.49700      | 81.54                |
| 15          | -55.7848     | DD[15]      |              |                      |
| 16(開口絞り)    | $\infty$     | DD[16]      |              |                      |
| 17          | -34.6819     | 0.595       | 1.51742      | 52.43                |
| 18          | 14.9128      | 0.616       |              |                      |
| 19          | 90.3520      | 2.725       | 1.48749      | 70.23                |
| 20          | -8.1243      | 0.277       |              |                      |
| 21          | -7.6801      | 1.196       | 1.80400      | 46.57                |
| 22          | 28.1539      | 3.835       | 1.49700      | 81.54                |
| 23          | -19.0052     | 0.200       |              |                      |
| 24          | 125.3300     | 4.457       | 1.49700      | 81.54                |
| 25          | -12.7151     | DD[25]      |              |                      |
| 26          | 31.7787      | 2.138       | 1.49700      | 81.54                |
| 27          | -70.6195     | 7.153       |              |                      |
| 28          | $\infty$     | 27.804      | 1.51633      | 64.14                |
| 29          | $\infty$     | 1.192       | 1.50847      | 61.19                |
| 30          | $\infty$     |             |              |                      |

[表21]

実施例10・ズームに関するデータ

|                   | 広角     | 中間     | 望遠     |
|-------------------|--------|--------|--------|
| ズーム倍率             | 1.00   | 1.30   | 1.67   |
| $f'$              | 10.00  | 13.00  | 16.70  |
| $Bf'$             | 26.28  | 26.28  | 26.28  |
| $FNo.$            | 2.50   | 2.50   | 2.50   |
| $2\omega[^\circ]$ | 48.6   | 38.2   | 30.0   |
| DD[6]             | 6.805  | 6.204  | 4.861  |
| DD[9]             | 11.435 | 3.896  | 1.589  |
| DD[13]            | 26.664 | 23.393 | 15.479 |
| DD[15]            | 0.194  | 8.423  | 16.730 |
| DD[16]            | 4.642  | 2.717  | 0.780  |
| DD[25]            | 0.472  | 5.579  | 10.774 |
| 絞り径               | 9.334  | 9.334  | 9.334  |

一方図20の(A)～(L)にそれぞれ、実施例10の投写用ズームレンズの各収差図を示す。

[表22]

| 条件式 |                         | 実施例1  | 実施例2  | 実施例3  | 実施例4  | 実施例5  |
|-----|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (1) | $m4/fw$                 | 2.14  | 2.13  | 2.05  | 2.05  | 2.31  |
| (2) | $(m3+m4)/(m2+m3+m4+m5)$ | 0.74  | 0.81  | 0.8   | 0.82  | 0.78  |
| (3) | $f4/fw$                 | 4.36  | 4.76  | 4.56  | 4.89  | 4.05  |
| (4) | $BF/Im\phi$             | 2.94  | 2.94  | 2.94  | 2.94  | 2.94  |
| (5) | $L/Im\phi$              | 9.79  | 10    | 10.08 | 9.78  | 9.78  |
| (6) | $\nu p$                 | 81.54 | 81.54 | 81.54 | 81.54 | 81.54 |

| 条件式 |                         | 実施例6  | 実施例7  | 実施例8  | 実施例9  | 実施例10 |
|-----|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (1) | $m4/fw$                 | 2.3   | 2.32  | 2.37  | 1.99  | 2.68  |
| (2) | $(m3+m4)/(m2+m3+m4+m5)$ | 0.79  | 0.79  | 0.8   | 0.81  | 0.76  |
| (3) | $f4/fw$                 | 4.11  | 4.14  | 4.31  | 4.35  | 3.99  |
| (4) | $BF/Im\phi$             | 2.94  | 2.94  | 2.94  | 2.88  | 2.94  |
| (5) | $L/Im\phi$              | 9.78  | 9.75  | 9.82  | 9.82  | 9.67  |
| (6) | $\nu p$                 | 81.54 | 81.54 | 81.54 | 61.14 | 81.54 |

[表23]

| 条件        | 実施例1      | 実施例2      | 実施例3      | 実施例4       | 実施例5      |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Bf        | 35.4911   | 35.5987   | 35.5108   | 35.4484    | 31.9965   |
| L         | 118.1180  | 121.1110  | 121.7850  | 117.9140   | 106.364   |
| fw        | 10.0005   | 10.0005   | 10.0008   | 9.9998     | 10        |
| ft        | 14.3007   | 15.0008   | 15.0013   | 14.2998    | 15.8      |
| f1        | -17.7683  | -13.9168  | -11.7139  | -16.6366   | -16.6177  |
| f2        | 85.3750   | 81.3358   | 59.3529   | 94.5380    | 110.0414  |
| f3        | 121.4899  | 75.6714   | 69.3844   | 88.7924    | 66.289    |
| f4        | 43.6198   | 47.5872   | 45.6396   | 48.9154    | 40.5271   |
| f5        | -972.2548 | -246.3828 | -145.6741 | -4709.5096 | -447.5924 |
| fe        | 53.5181   | 55.5823   | 52.9766   | 54.8670    | 49.4772   |
| m2        | 5.9540    | 2.5172    | 3.6386    | 1.9005     | 4.2048    |
| m3        | 19.3775   | 20.3608   | 19.2072   | 17.0428    | 19.01298  |
| m4        | 21.4232   | 21.3068   | 20.4641   | 20.4949    | 23.09332  |
| m5        | 8.6870    | 7.0889    | 6.5088    | 6.1801     | 7.7458    |
| Im $\phi$ | 12.0697   | 12.1076   | 12.0779   | 12.0564    | 10.8776   |

| 条件        | 実施例6      | 実施例7     | 実施例8     | 実施例9      | 実施例10    |
|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|
| Bf        | 31.9961   | 26.2907  | 26.2845  | 24.356    | 26.2796  |
| L         | 106.3362  | 87.138   | 87.736   | 83.193    | 86.429   |
| fw        | 10        | 10.0001  | 9.9997   | 10.0001   | 9.9997   |
| ft        | 15.8      | 16.7001  | 16.6995  | 16.6001   | 16.6995  |
| f1        | -16.9575  | -13.8    | -15.0471 | -11.87    | -14.755  |
| f2        | 123.4821  | 120.4954 | 134.2508 | 44.6308   | 145.2871 |
| f3        | 66.3592   | 41.7941  | 43.9077  | 42.945    | 46.9109  |
| f4        | 41.0852   | 41.3952  | 43.1319  | 43.4507   | 39.8817  |
| f5        | -584.0763 | 173.66   | 144.471  | -134.3045 | 611.5705 |
| fe        | 50.1066   | 50.0865  | 49.3826  | 37.8731   | 44.4051  |
| m2        | 3.8704    | 1.1931   | 2.2009   | 2.7208    | 1.9438   |
| m3        | 18.6502   | 12.2474  | 12.3278  | 16.5432   | 11.7901  |
| m4        | 22.9862   | 23.2403  | 23.6497  | 19.9025   | 26.8375  |
| m5        | 7.0241    | 8.3644   | 6.8895   | 5.7087    | 10.3016  |
| Im $\phi$ | 10.8774   | 8.93708  | 8.93638  | 8.47022   | 8.93704  |

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。

[0148] 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、拡大側から順に配された、負の屈折力を有する第1レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する正の屈折力を有する第2レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する正の屈折力を有する第3レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する正の屈折力を有する第4レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する第5レンズ群、および正の屈折力を有する第6レンズ群からなる投写用ズームレンズにおいて、

縮小側がテレセントリックとなるように構成され、

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構成され、

前記第4レンズ群の広角端から望遠端までの変倍時移動量が全レンズ群中最大であり、

以下の条件式(1)および(2)を満たすことを特徴とする投写用ズームレンズ。

$$1. \quad 9 < m_4 / f_w \cdots (1)$$

$$0. \quad 7 < (m_3 + m_4) / (m_2 + m_3 + m_4 + m_5) \cdots (2)$$

ただし、

$m_2$  : 第2レンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値

$m_3$  : 第3レンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値

$m_4$  : 第4レンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値

$m_5$  : 第5レンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値

$f_w$  : 広角端における全系の焦点距離

### [請求項2]

実質的に、拡大側から順に配された、負の屈折力を有する第1レン

ズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する正の屈折力を有する第2レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する正の屈折力を有する第3レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する正の屈折力を有する第4レンズ群、変倍の際に光軸に沿って移動する第5レンズ群、および正の屈折力を有する第6レンズ群からなる投写用ズームレンズにおいて、

前記第5レンズ群が負の屈折力を有するものとされ、

縮小側がテレセントリックとなるように構成され、

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構成され、

前記第4レンズ群の広角端から望遠端までの変倍時移動量が全レンズ群中最大であり、

以下の条件式(1)を満たすことを特徴とする投写用ズームレンズ。

$$1. \quad 9 < m_4 / f_w \cdots (1)$$

ただし、

$m_4$  : 第4レンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値

$f_w$  : 広角端における全系の焦点距離

[請求項3]

以下の条件式(2)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。

$$0.7 < (m_3 + m_4) / (m_2 + m_3 + m_4 + m_5) \cdots (2)$$

ただし、

$m_2$  : 第2レンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値

$m_3$  : 第3レンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値

$m_4$  : 第4レンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値

値

$m_5$  : 第5レンズ群の、広角端から望遠端までの変倍時移動量の絶対値

[請求項4] 開口絞りが第3レンズ群の縮小側かつ第5レンズ群の拡大側に配置され、

以下の条件式(3)を満たすことを特徴とする請求項1から3いずれか1項記載の投写用ズームレンズ。

$$3. \quad 0 < f_4 / f_w < 5.5 \dots \quad (3)$$

ただし、

$f_4$  : 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5] 以下の条件式(3')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。

$$3. \quad 5 < f_4 / f_w < 5.0 \dots \quad (3')$$

[請求項6] 前記開口絞りが、変倍時に開口径が変化する可変絞りであることを特徴とする請求項4記載の投写用ズームレンズ。

[請求項7] 前記開口絞りが、変倍時に他のレンズから独立して光軸方向に移動するものであることを特徴とする請求項4記載の投写用ズームレンズ。

[請求項8] 前記第3レンズ群から第5レンズ群までのレンズ群が、広角端から望遠端への変倍時に拡大側へ単調に移動するものであることを特徴とする請求項4記載の投写用ズームレンズ。

[請求項9] 以下の条件式(4)および(5)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。

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

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

ただし、

$Bf$  : 広角端における全系の縮小側のバックフォーカス(空気換算距

離)

$l_{m\phi}$  : 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] 以下の条件式 (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。

$$8 < L / l_{m\phi} < 11 \dots \quad (5')$$

[請求項11] 前記第2レンズ群が、負の屈折力を有するレンズを含むことを特徴とする請求項4記載の投写用ズームレンズ。

[請求項12] 前記第3レンズ群が、負の屈折力を有するレンズを含むことを特徴とする請求項4記載の投写用ズームレンズ。

[請求項13] 前記第4レンズ群が、正の屈折力を有するレンズを含み、  
以下の条件式 (6) 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。

$$60 < \nu_p \dots \quad (6)$$

ただし、

$\nu_p$  : 第4レンズ群中の前記正の屈折力を有するレンズの媒質の阿ベ数

[請求項14] 以下の条件式 (6') を満たすことを特徴とする請求項13記載の投写用ズームレンズ。

$$70 < \nu_p \dots \quad (6')$$

[請求項15] 以下の条件式 (6'') を満たすことを特徴とする請求項13記載の投写用ズームレンズ。

$$80 < \nu_p \dots \quad (6'')$$

[請求項16] 前記第5レンズ群が拡大側から順に、負の屈折力を有するレンズ、正の屈折力を有するレンズ、負の屈折力を有するレンズの並びを含むことを特徴とする請求項4記載の投写用ズームレンズ。

[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 から 3 いずれか 1 項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。

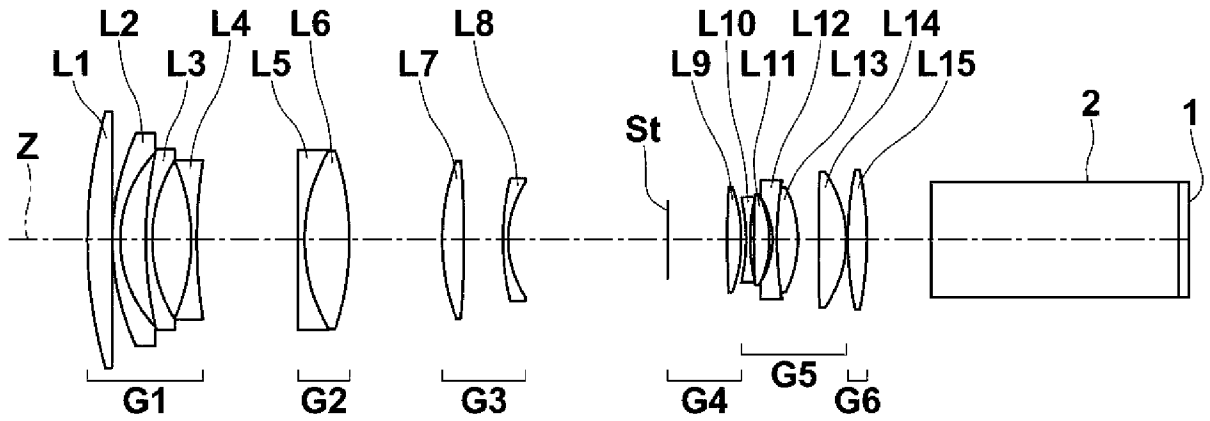
[図1]

## 実施例1

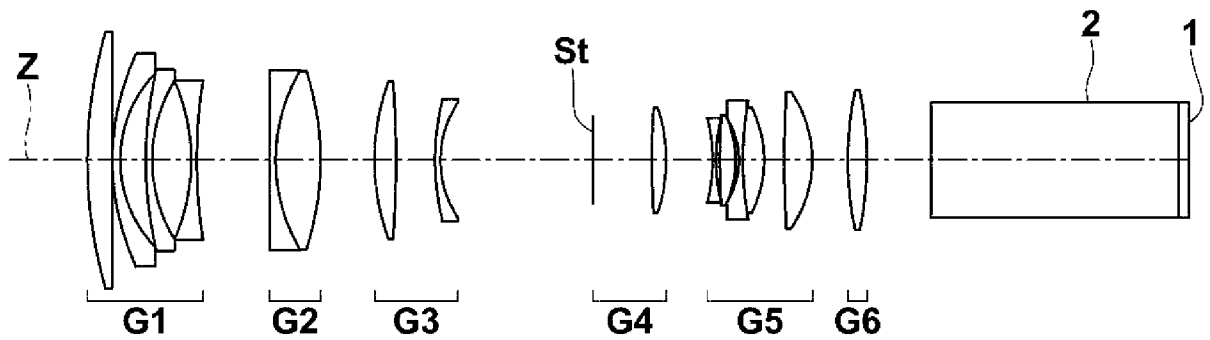
← 拡大側

縮小側 →

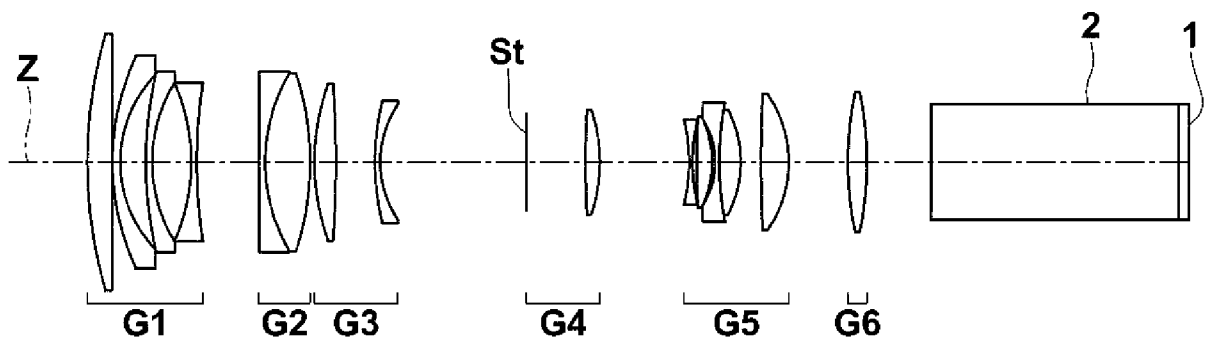
広角端



中間



望遠端



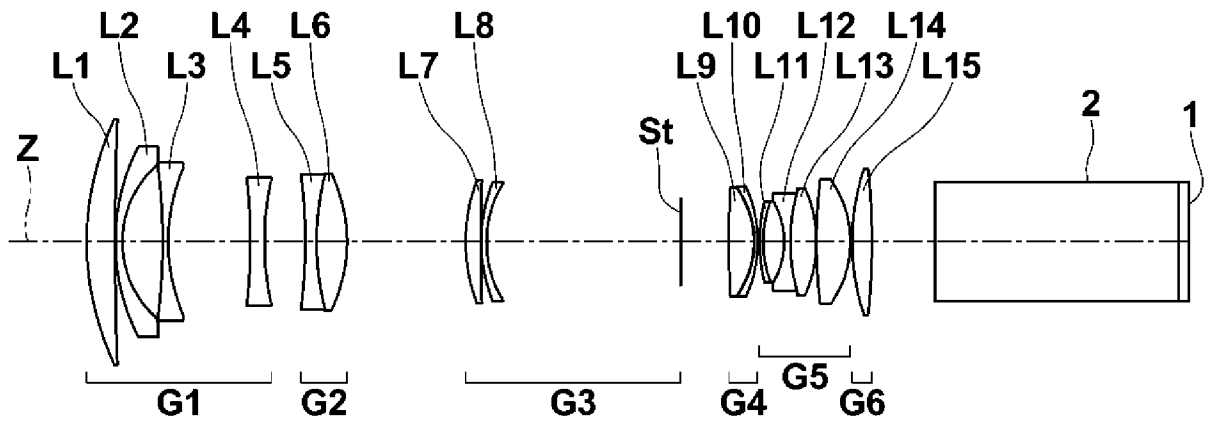
[図2]

## 実施例2

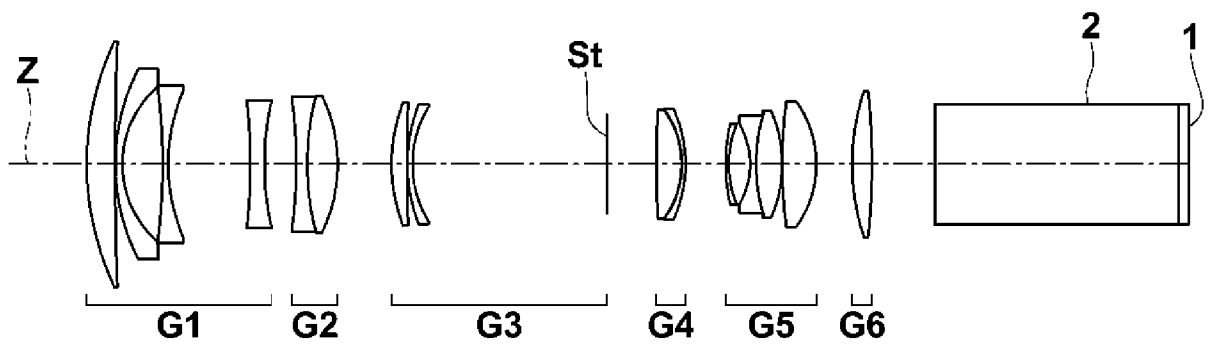
← 拡大側

縮小側 →

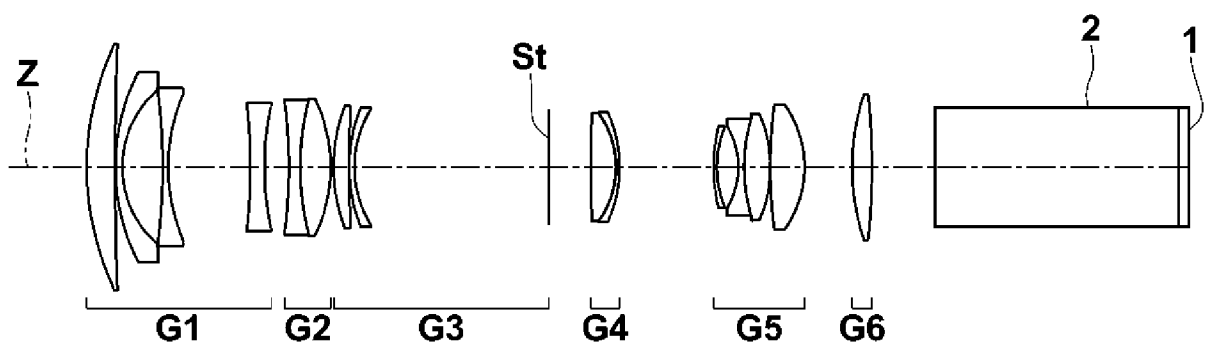
広角端



中間



望遠端



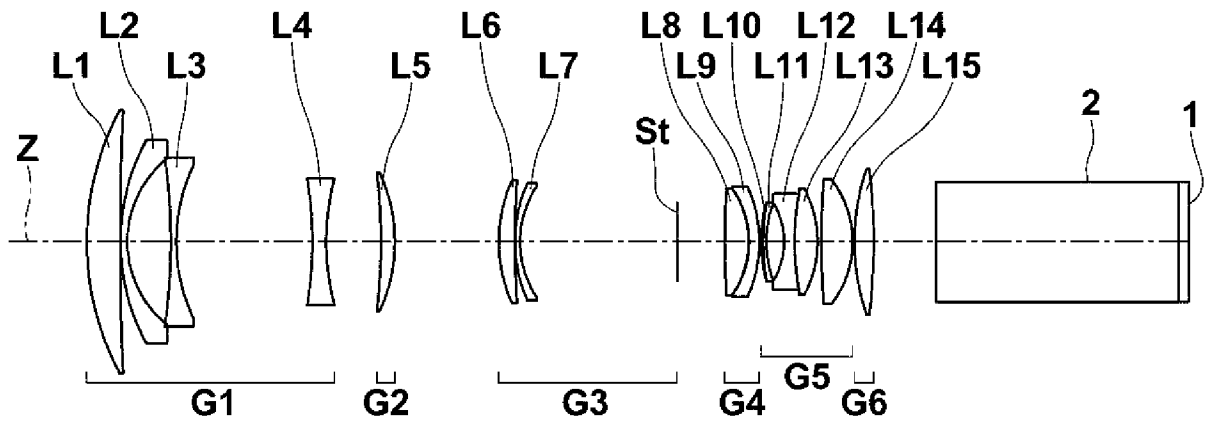
[図3]

## 実施例3

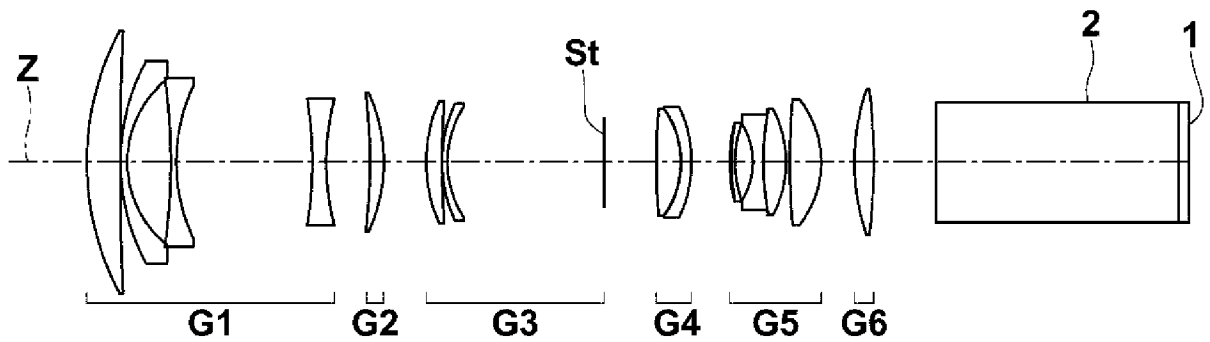
← 拡大側

縮小側 →

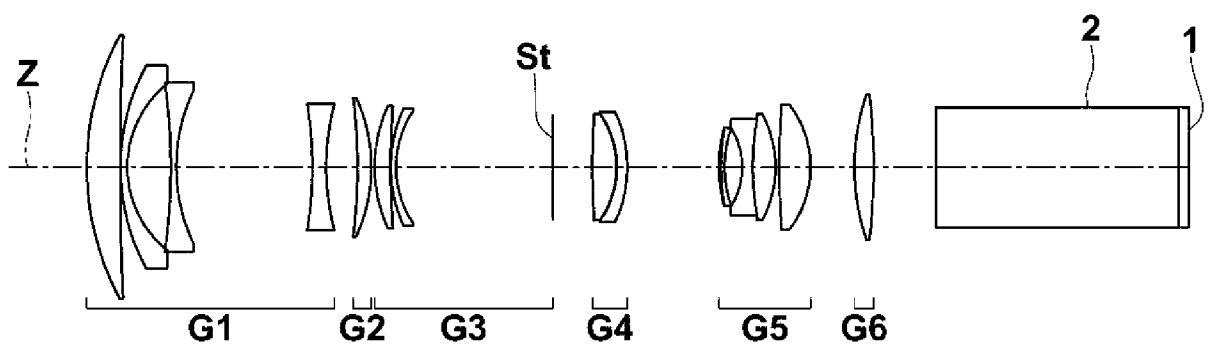
広角端



中間



望遠端



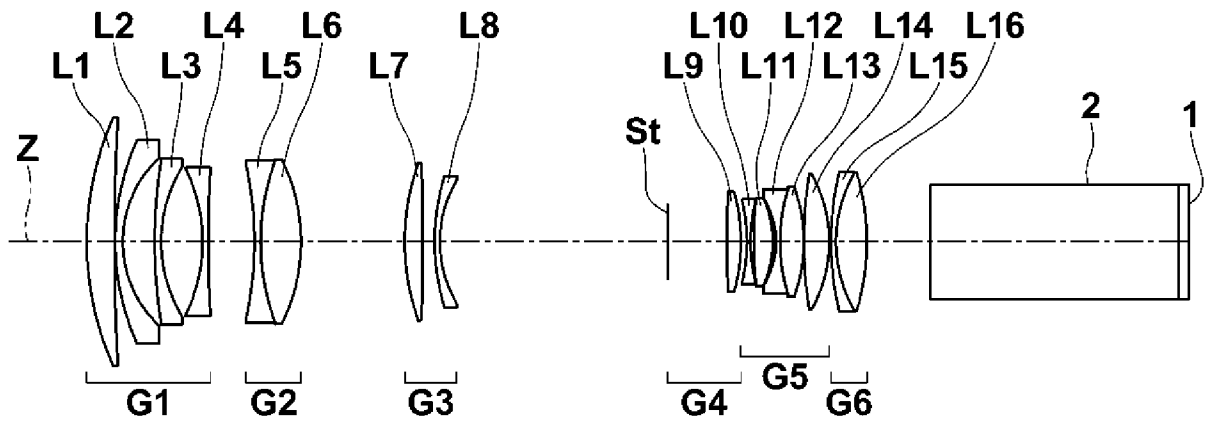
[図4]

実施例4

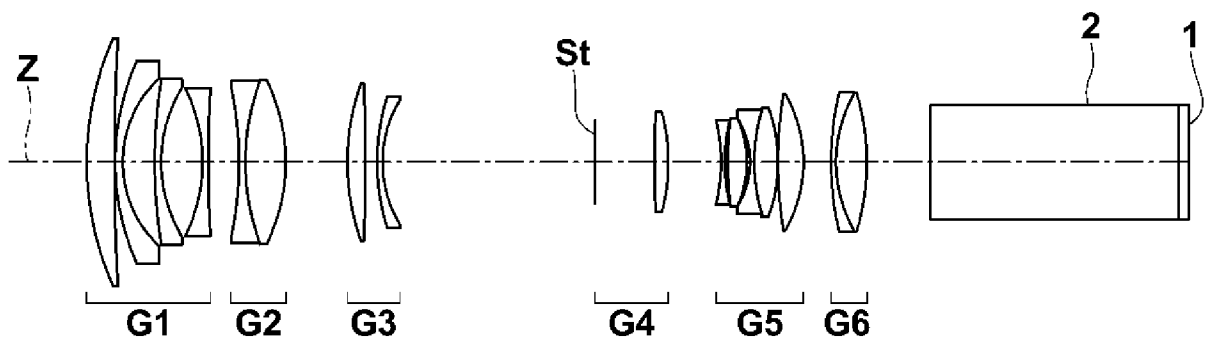
← 拡大側

縮小側 →

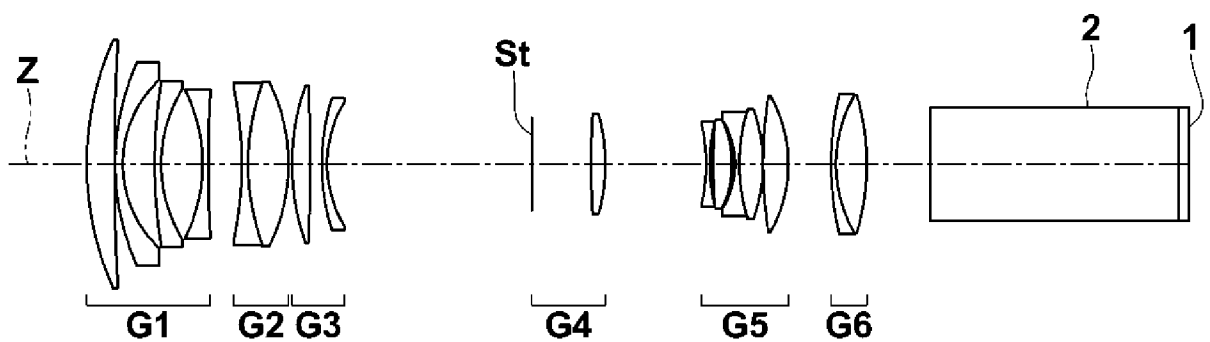
広角端



中間



望遠端



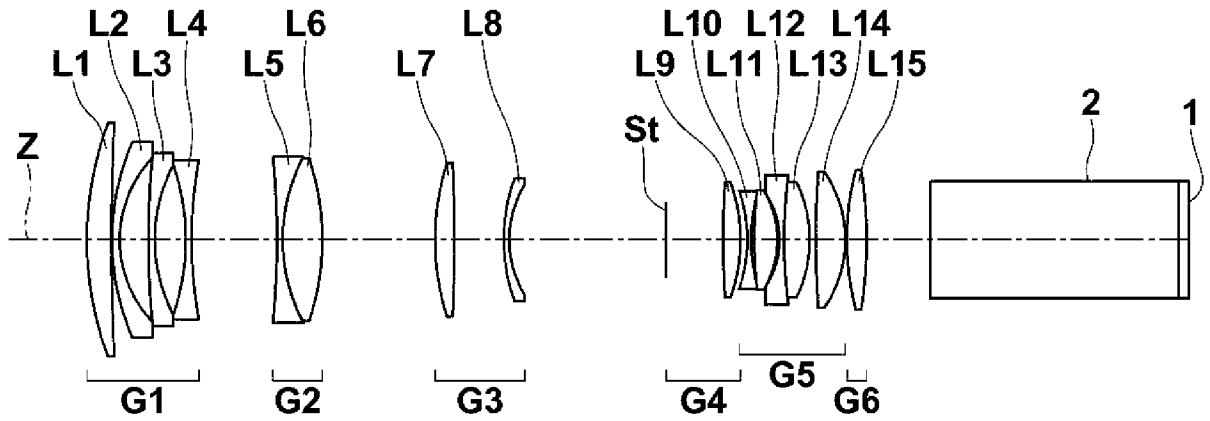
[図5]

## 実施例5

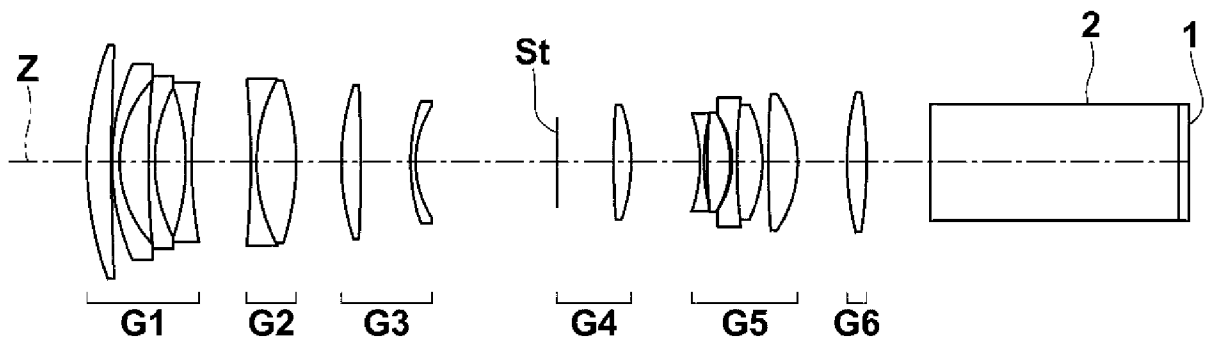
← 拡大側

縮小側 →

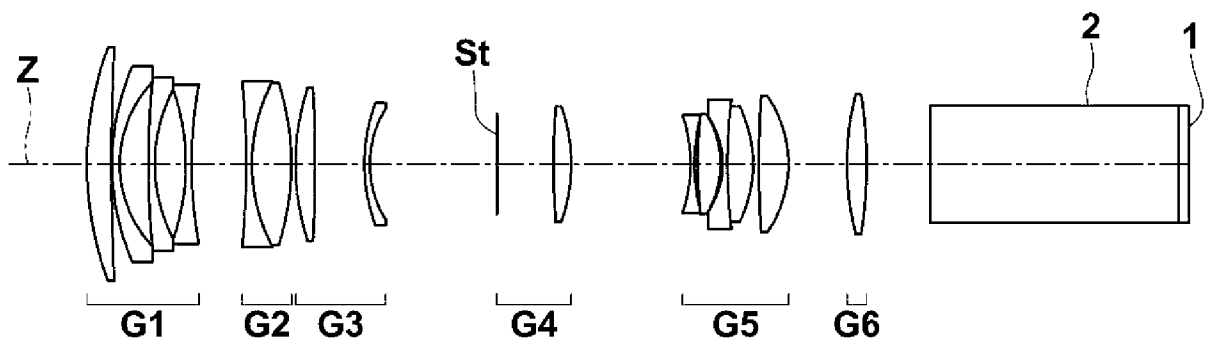
広角端



中間



望遠端



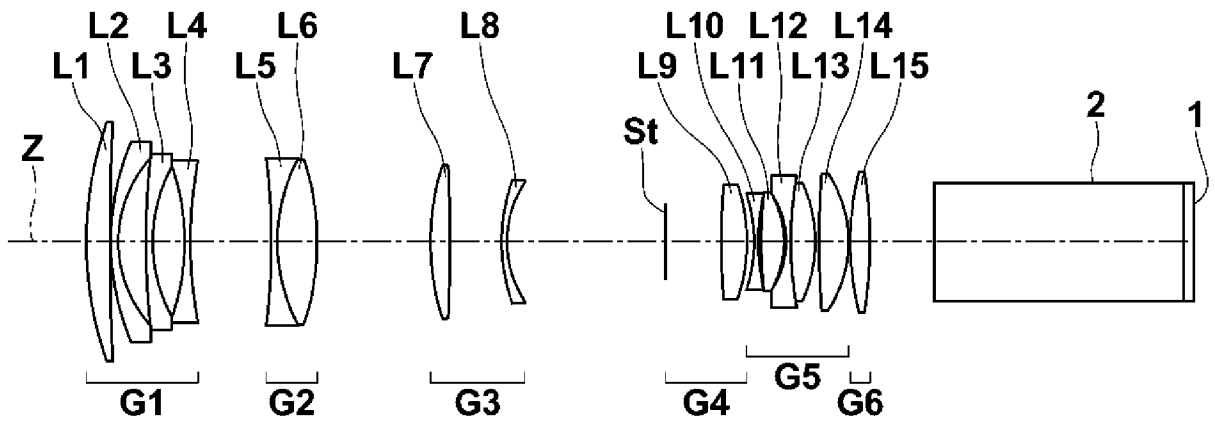
[図6]

## 実施例6

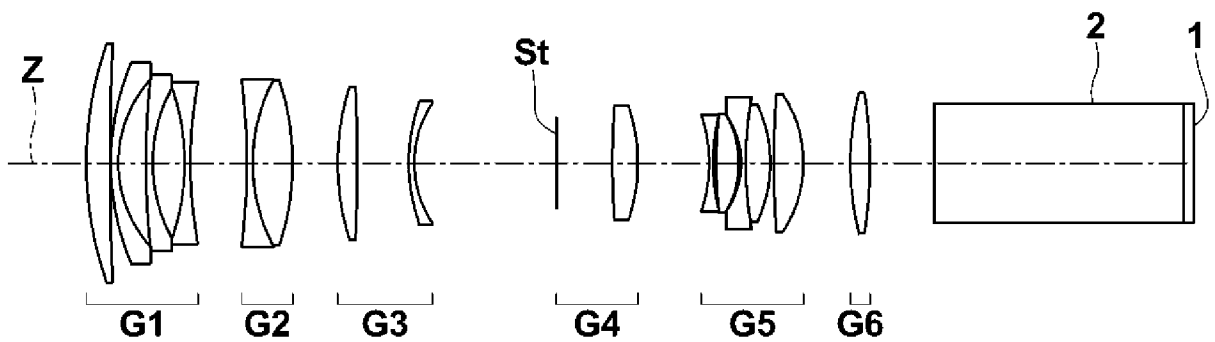
← 拡大側

縮小側 →

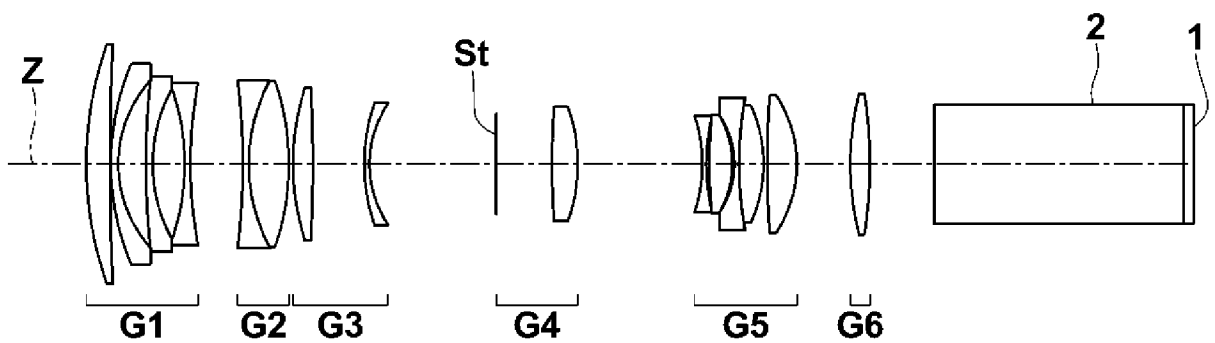
広角端



中間



望遠端



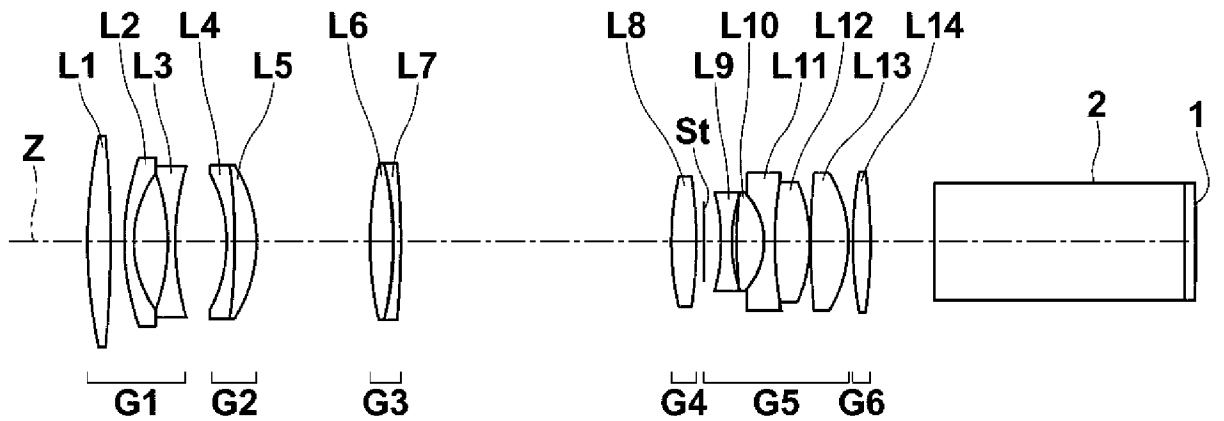
[図7]

実施例7

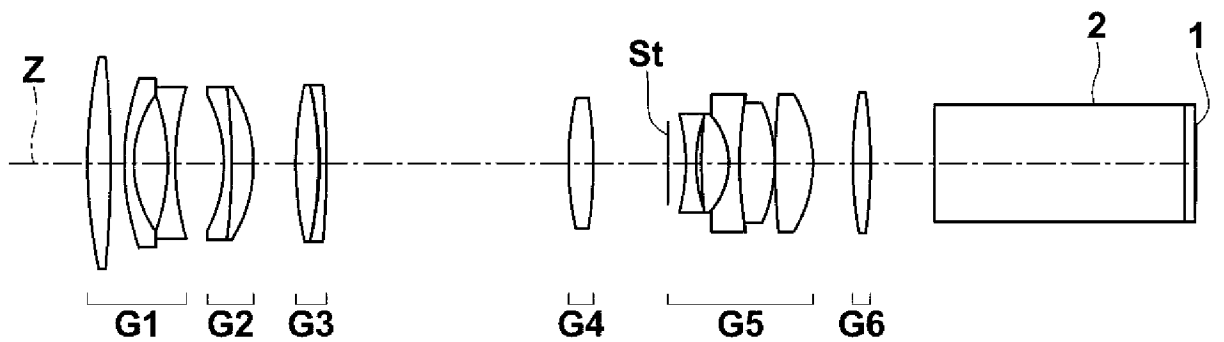
← 拡大側

縮小側 →

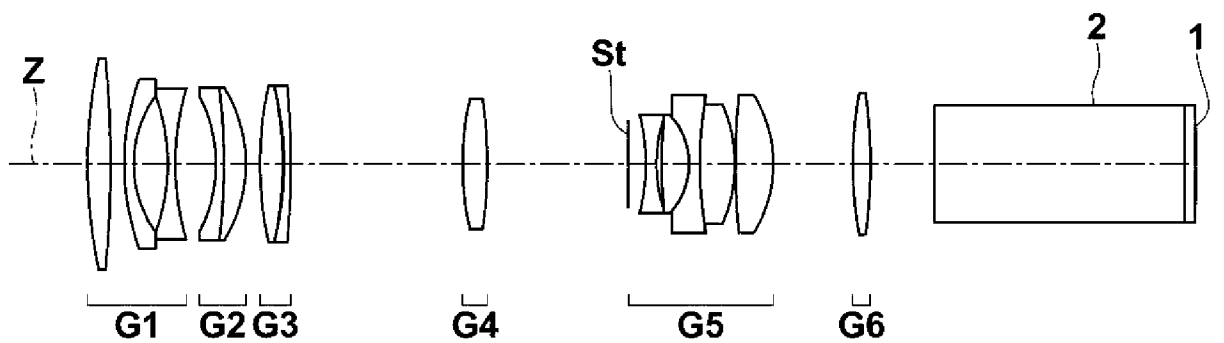
広角端



中間



望遠端



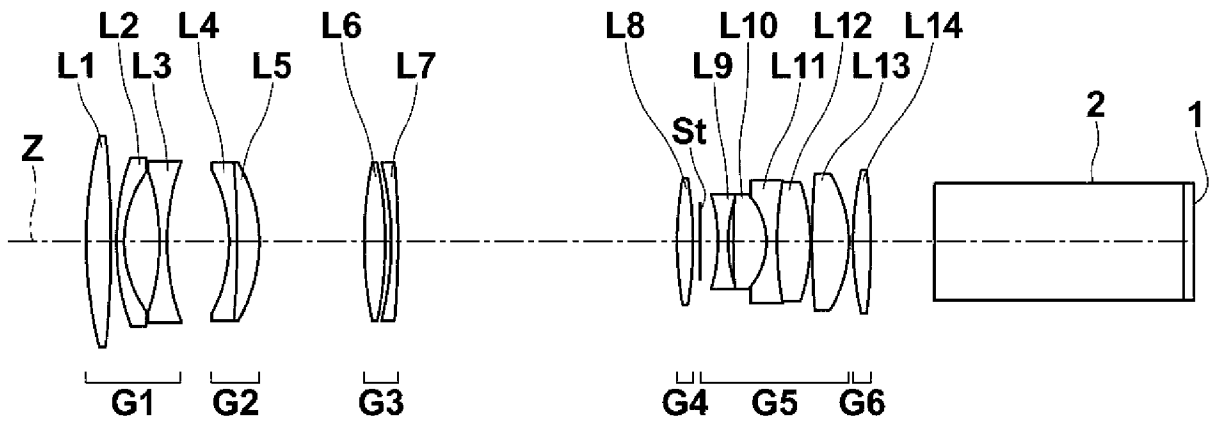
[図8]

実施例8

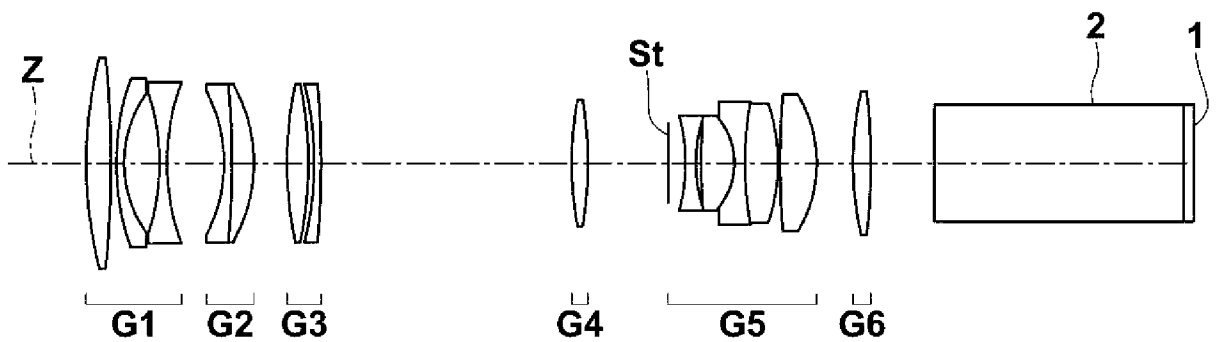
← 拡大側

縮小側 →

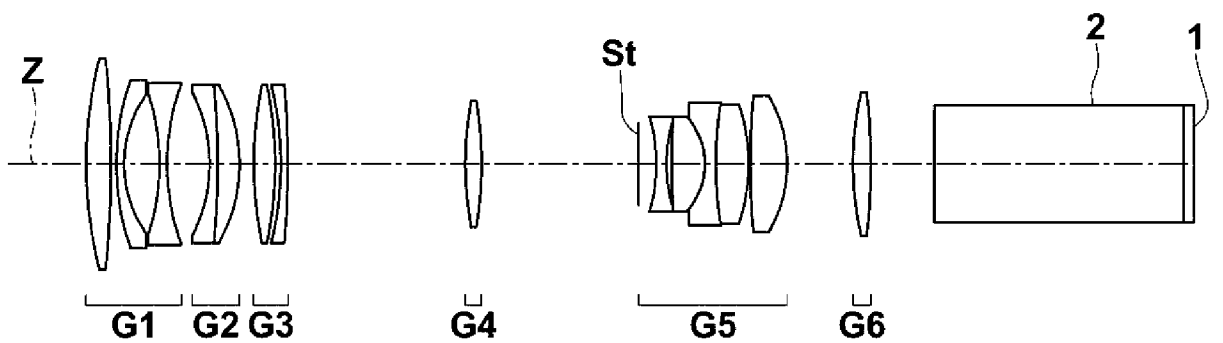
広角端



中間



望遠端



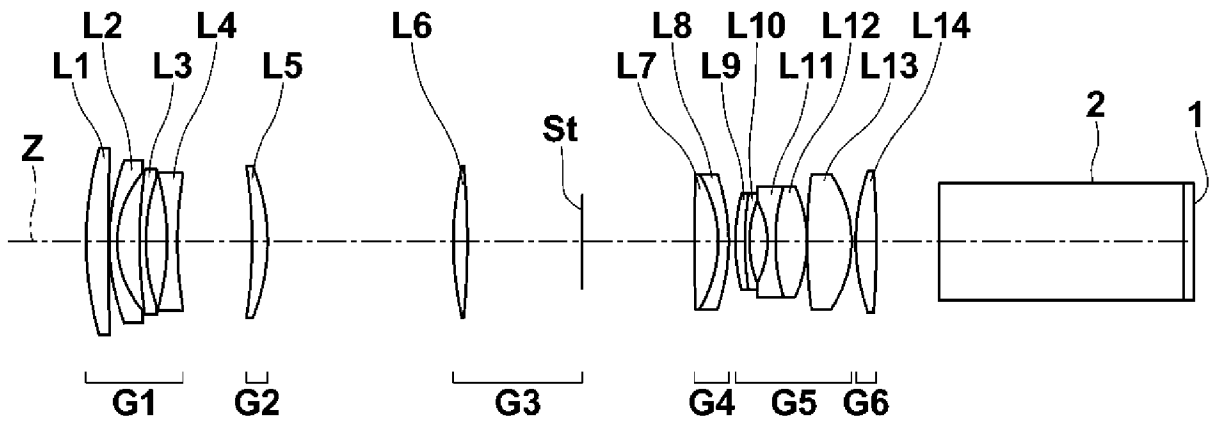
[図9]

## 実施例9

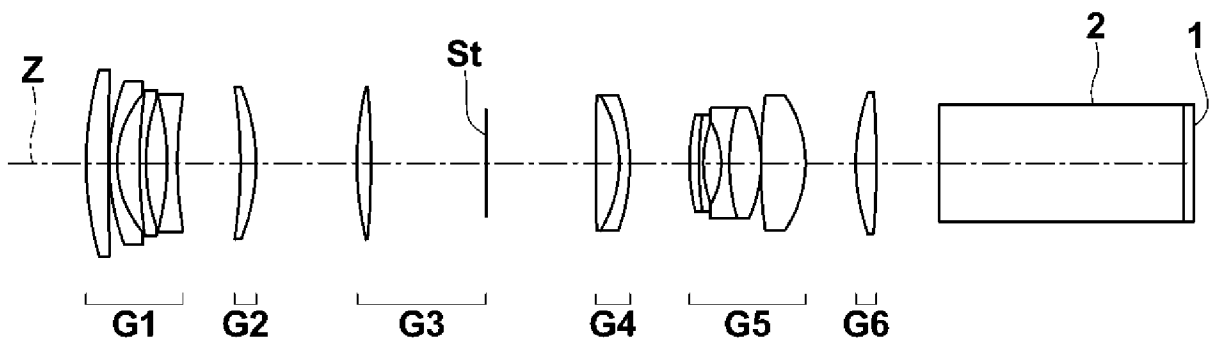
← 拡大側

縮小側 →

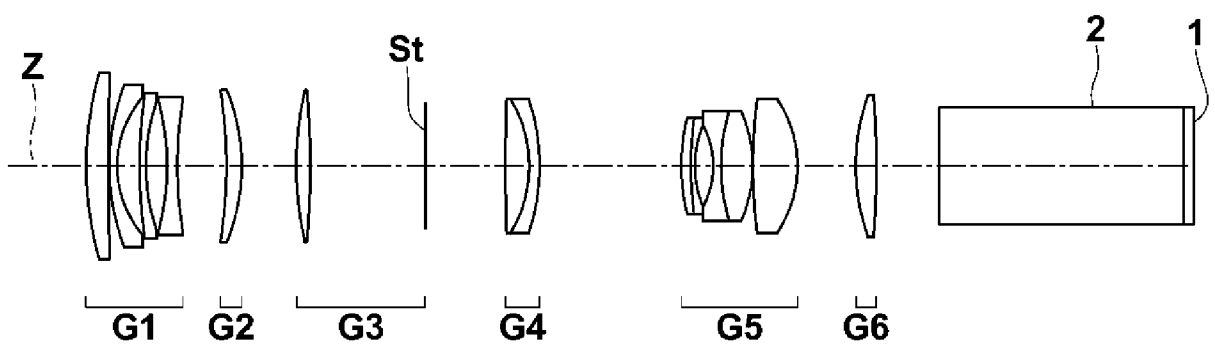
広角端



中間



望遠端



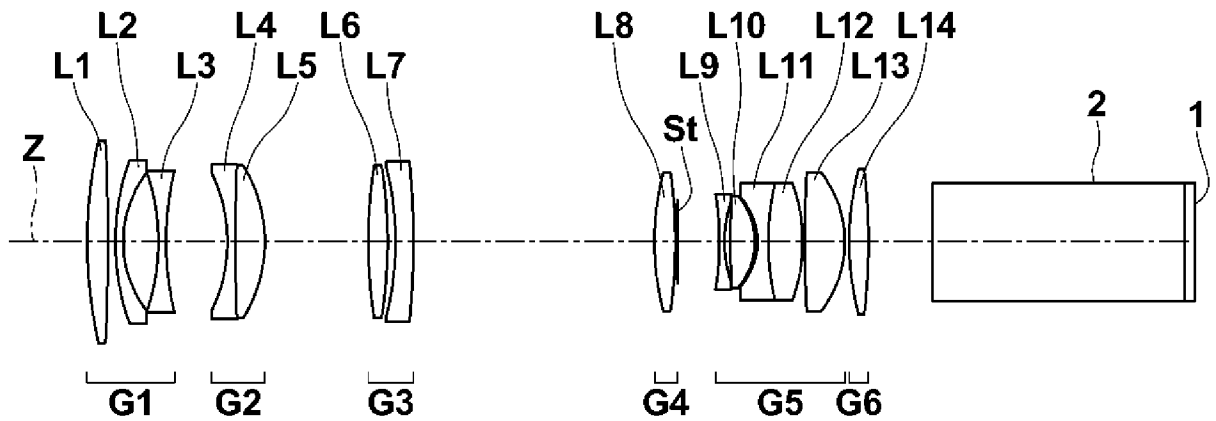
[図10]

実施例10

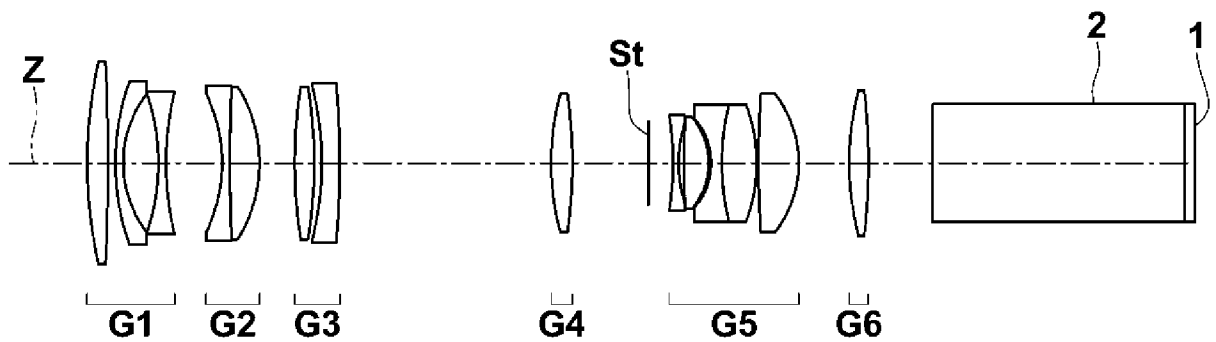
← 拡大側

縮小側 →

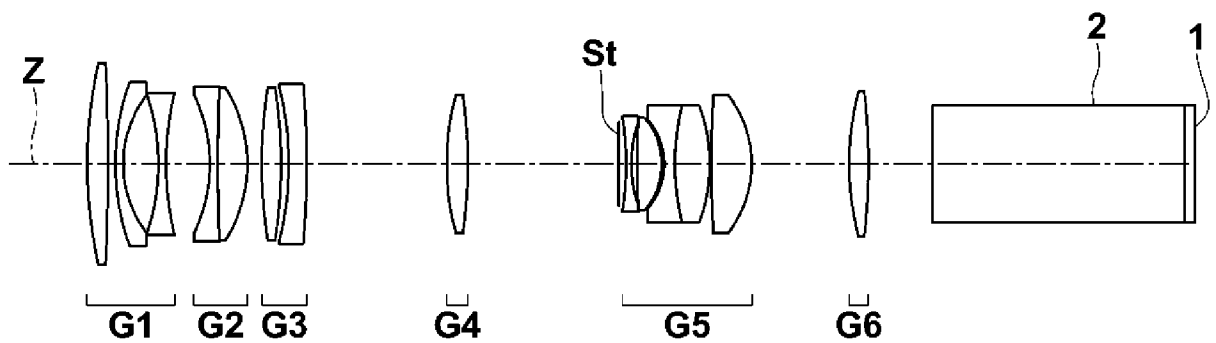
広角端



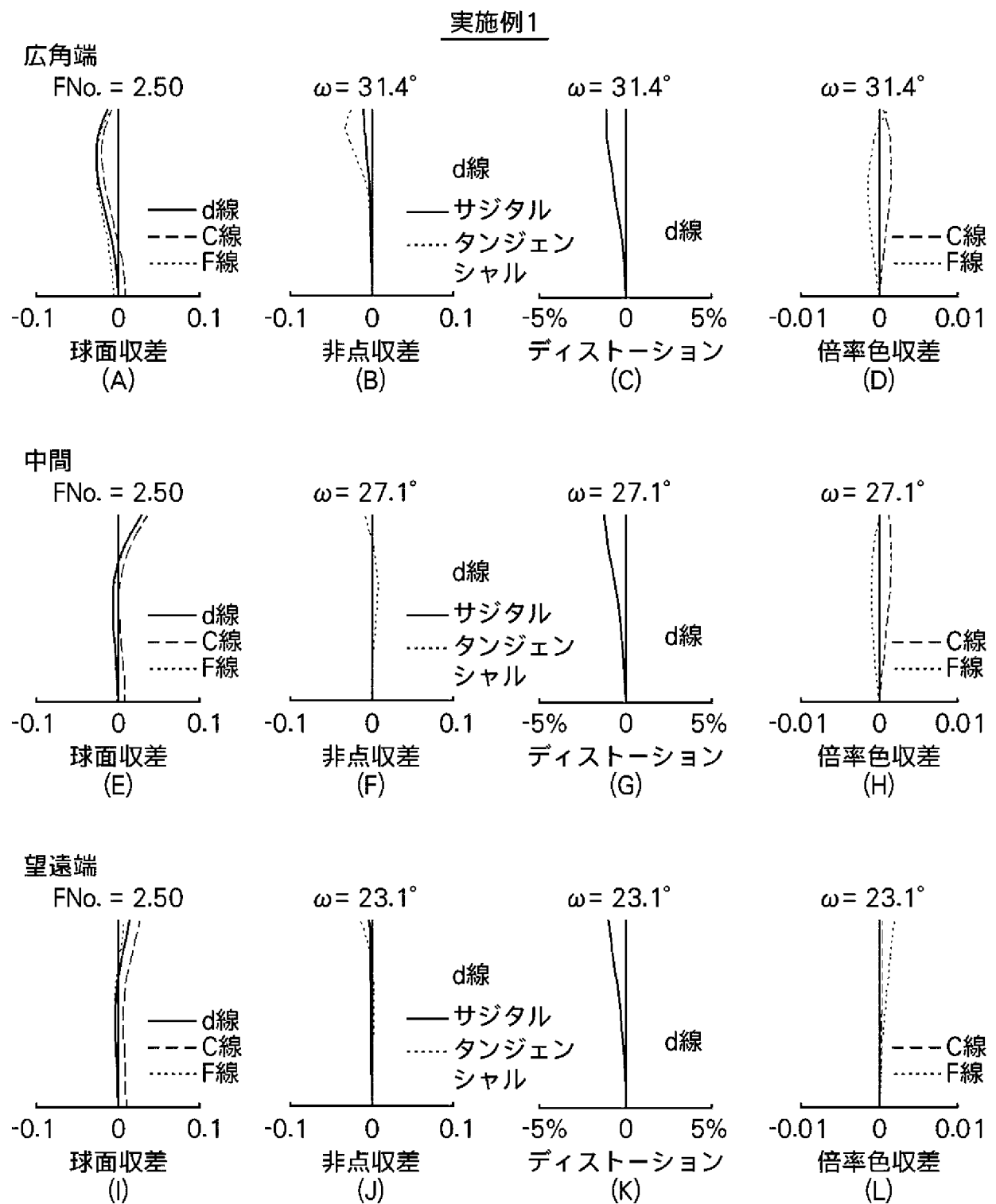
中間



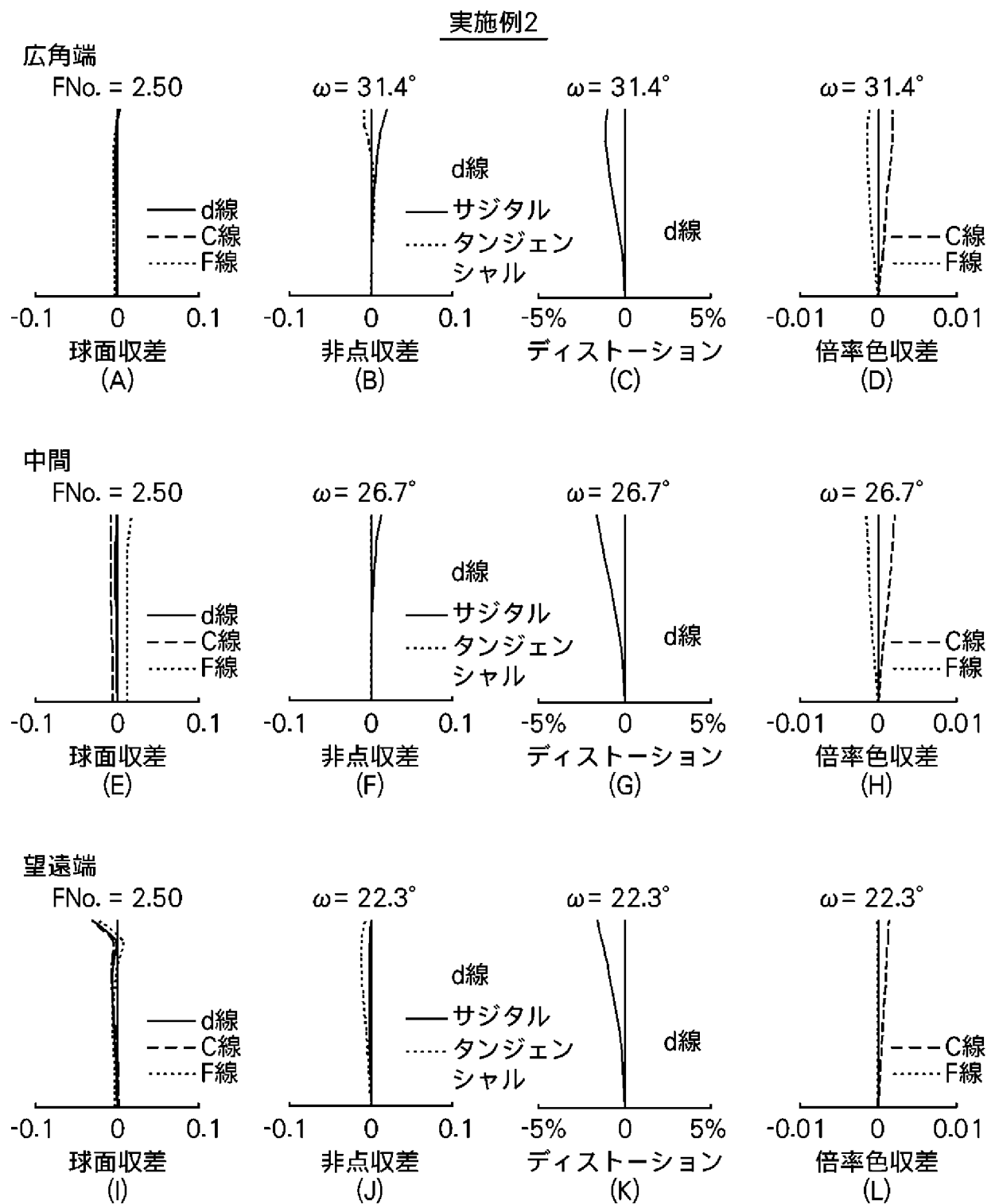
望遠端



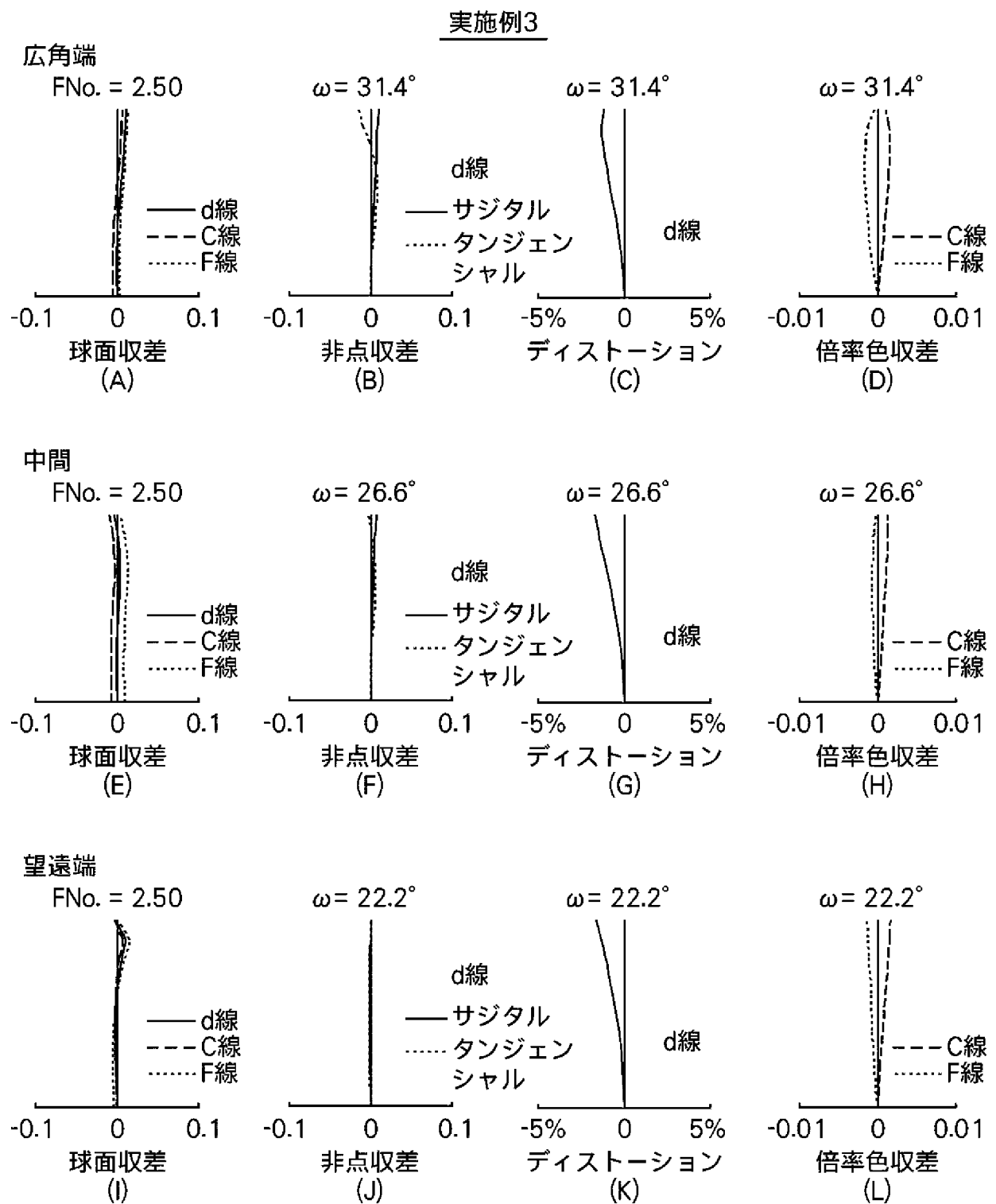
[図11]



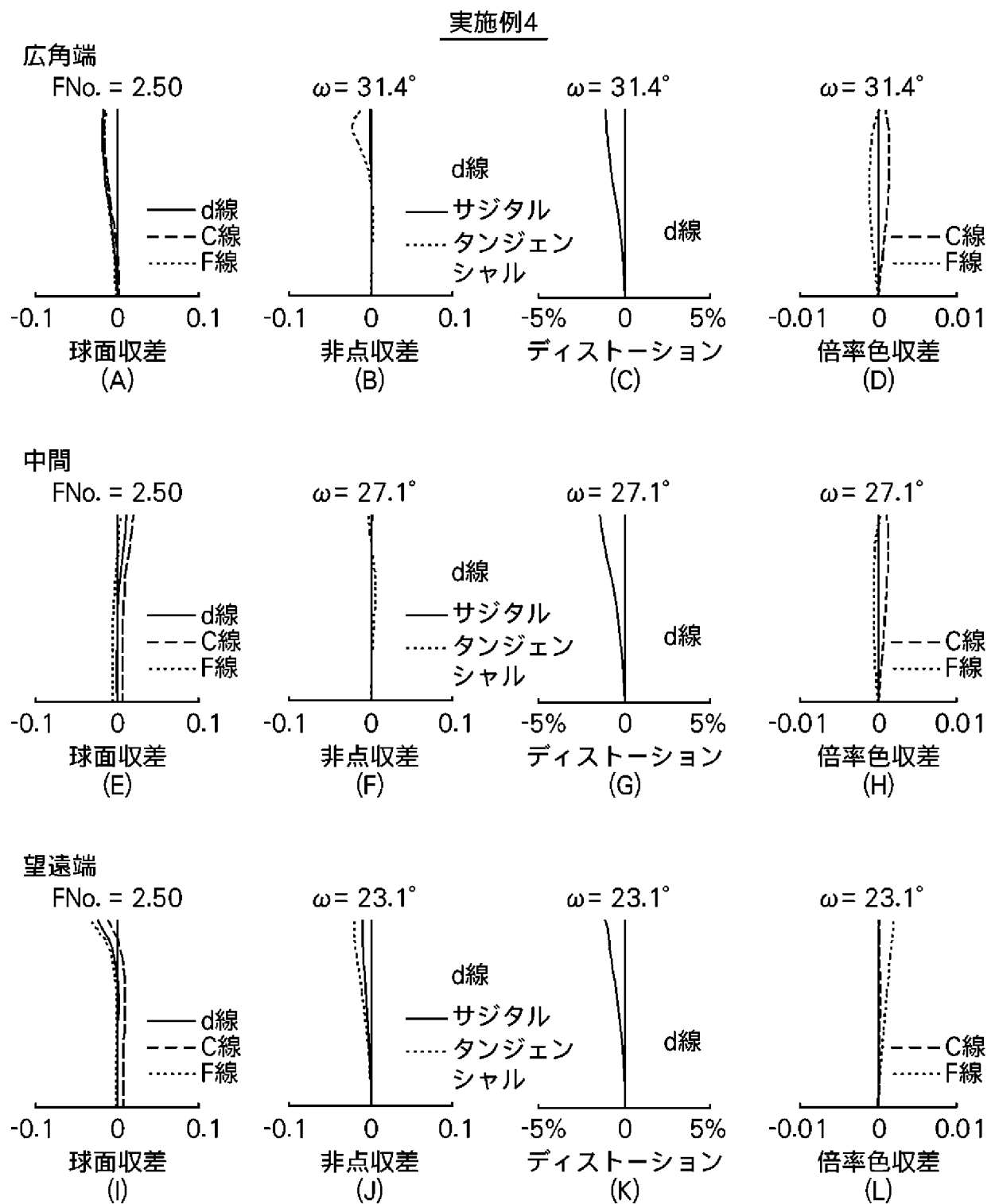
[図12]



[図13]

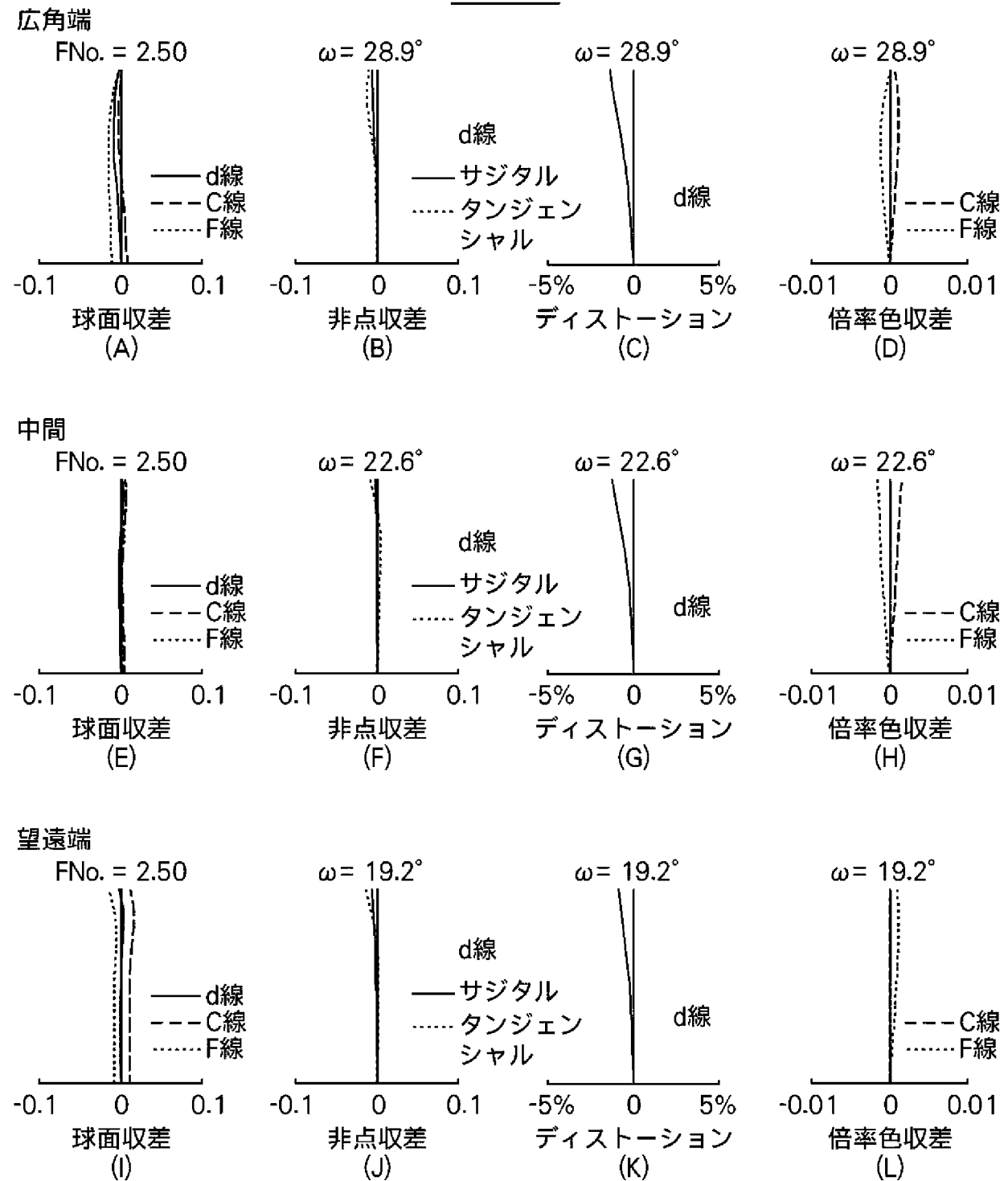


[図14]

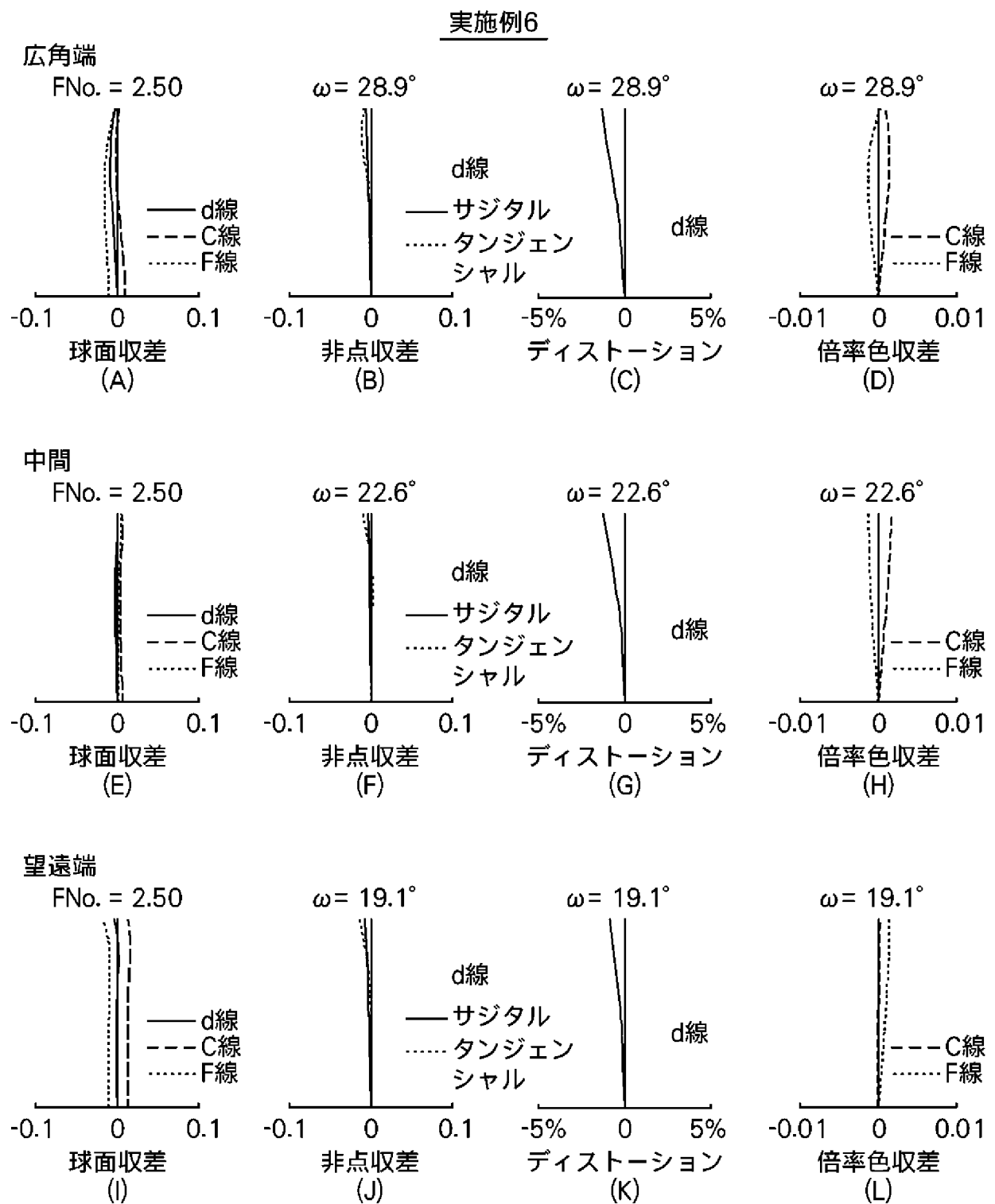


[図15]

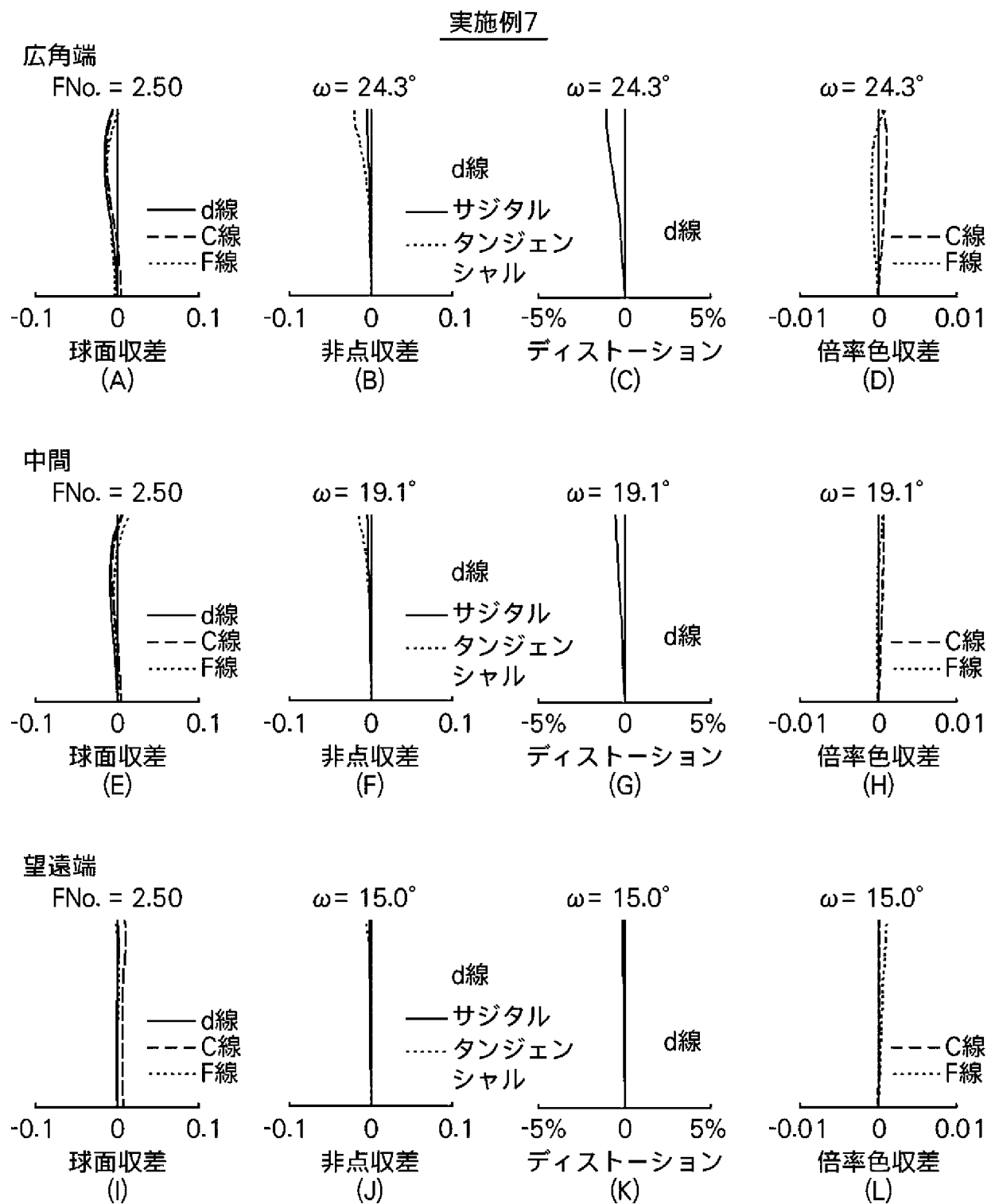
## 実施例5



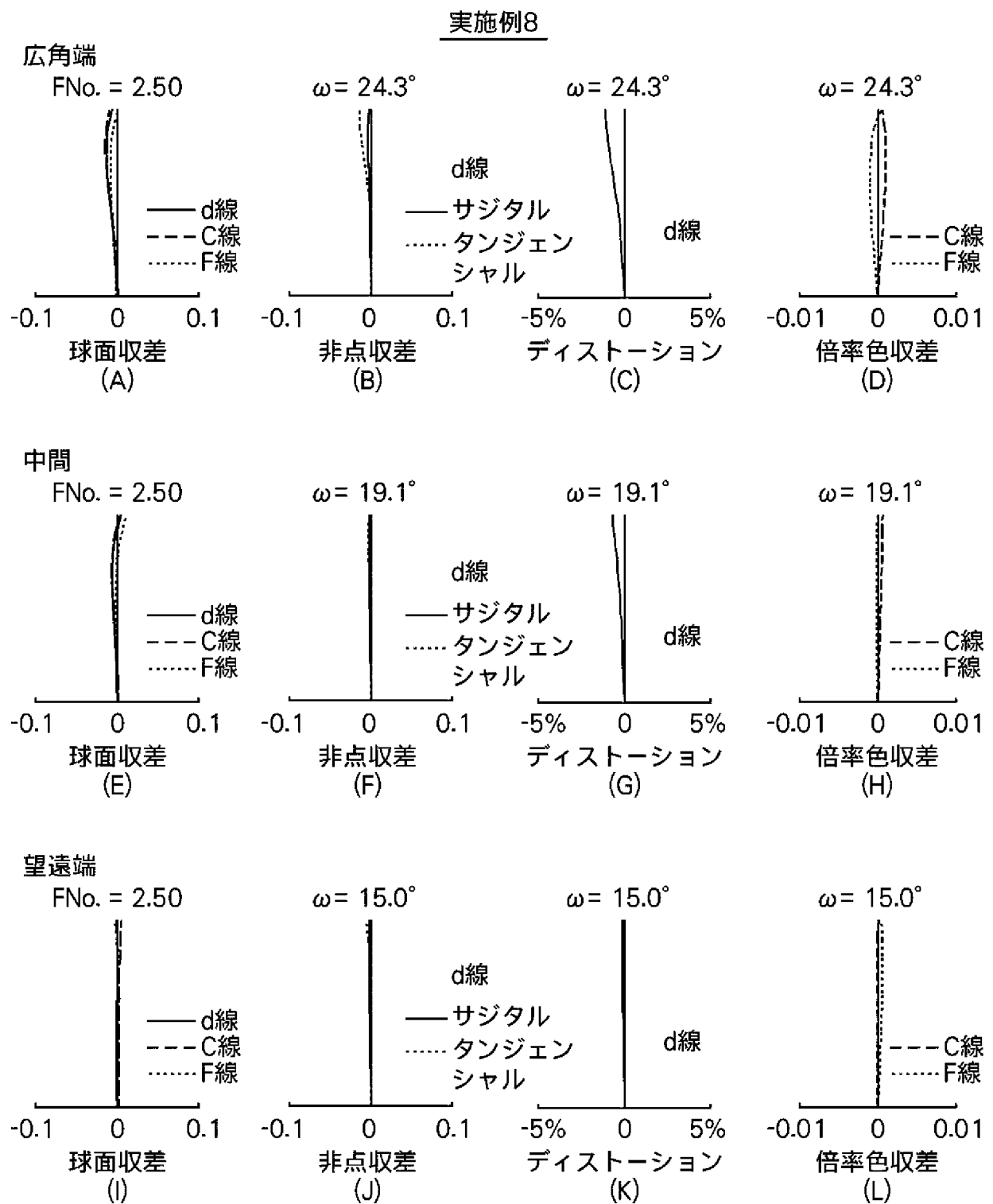
[図16]



[図17]

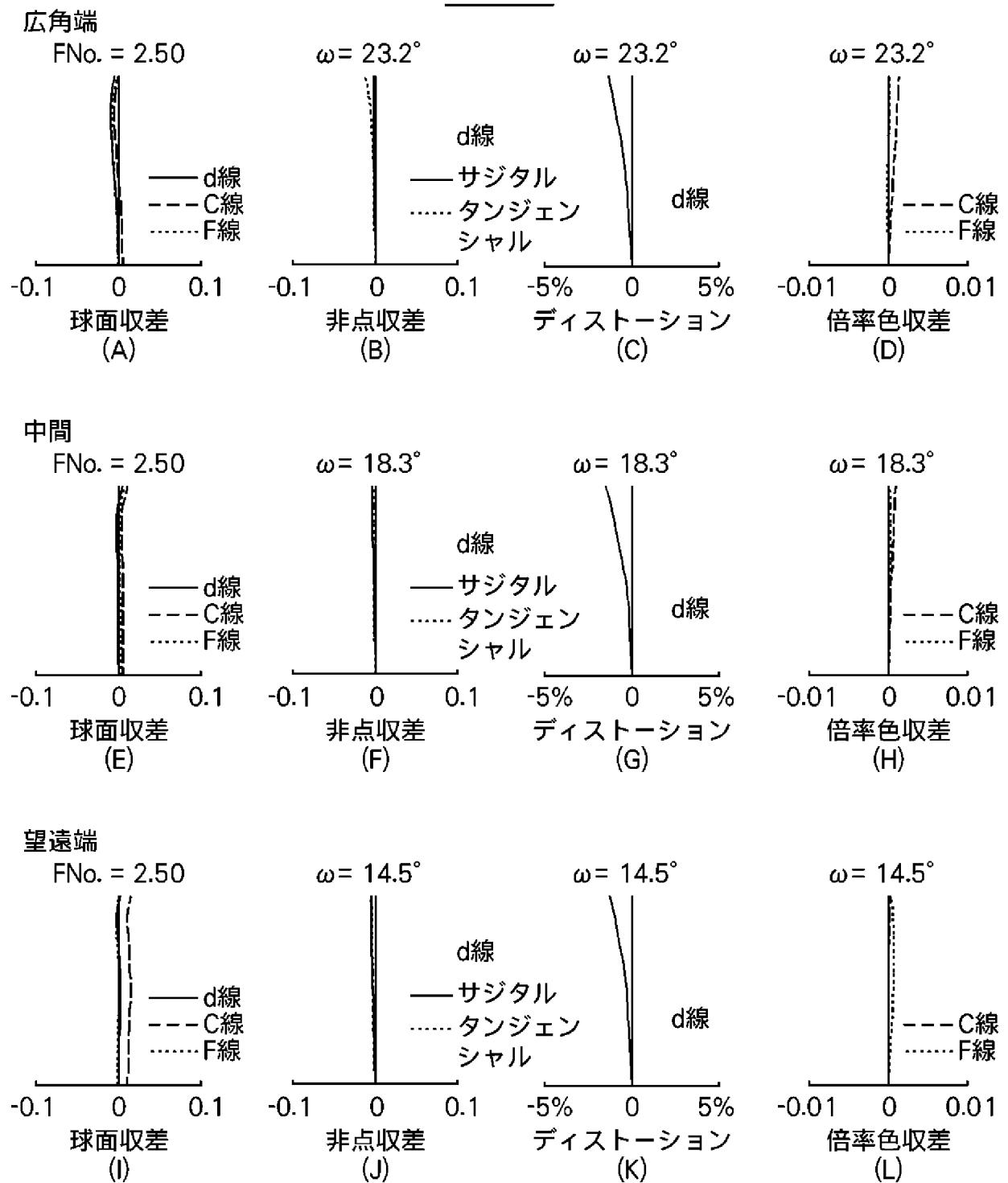


[図18]



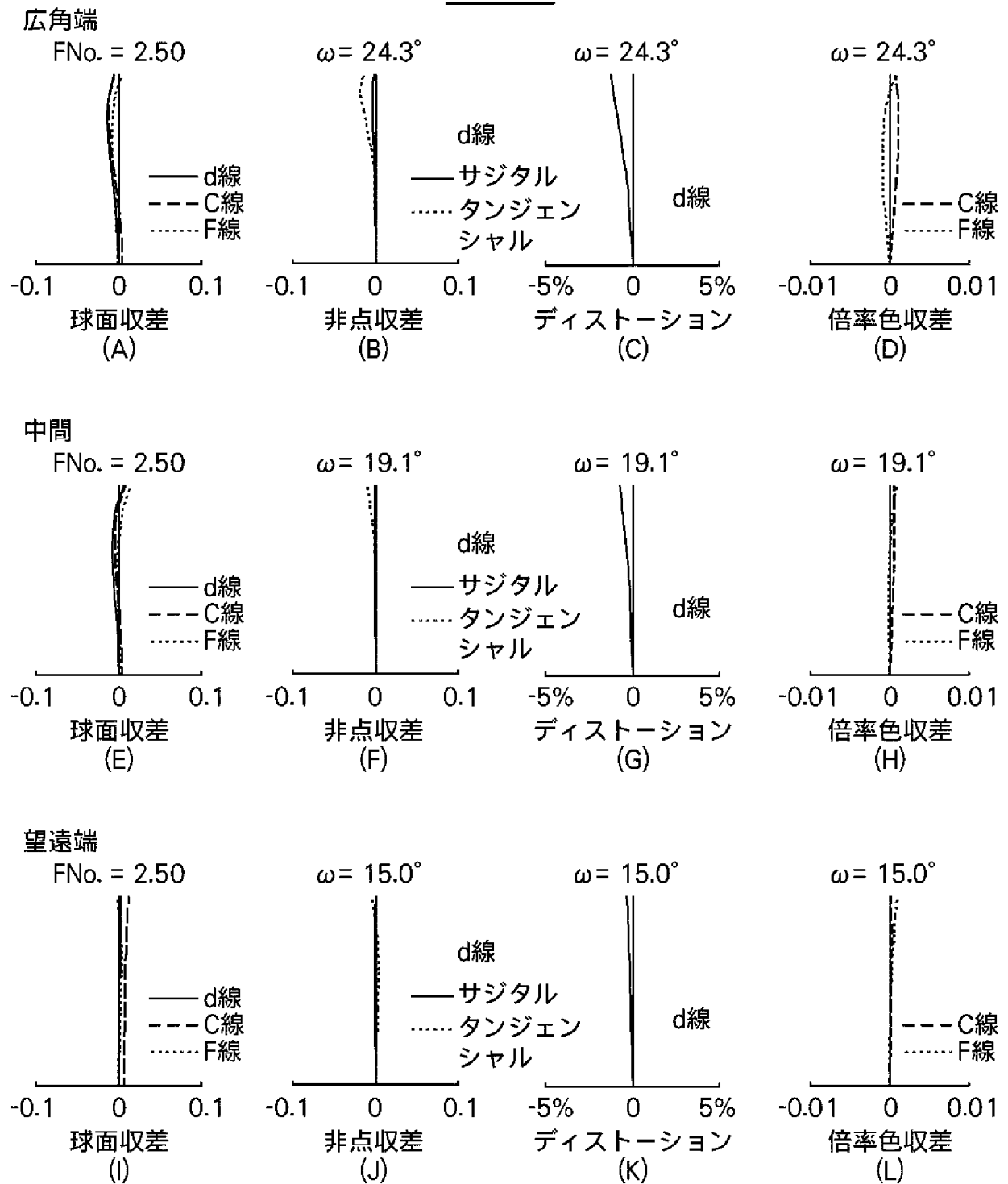
[図19]

## 実施例9

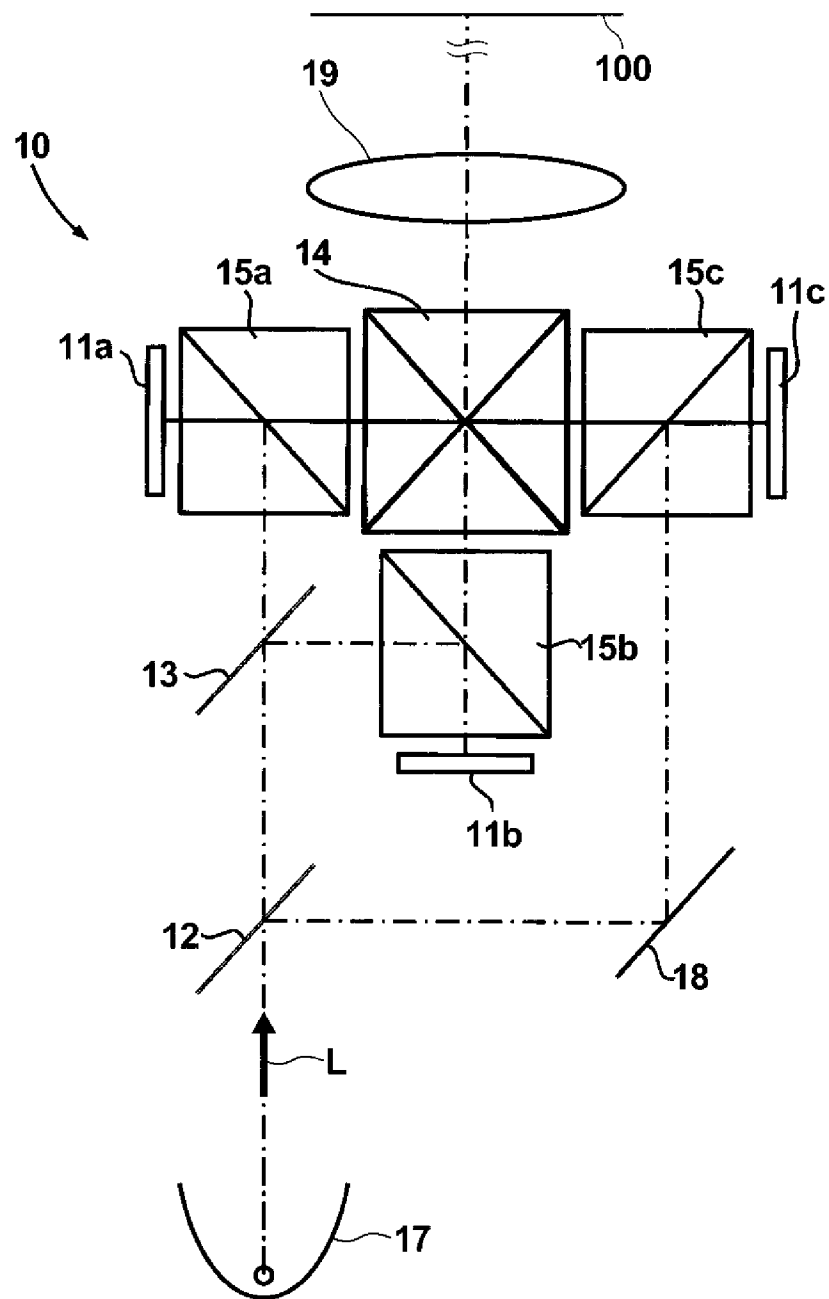


[図20]

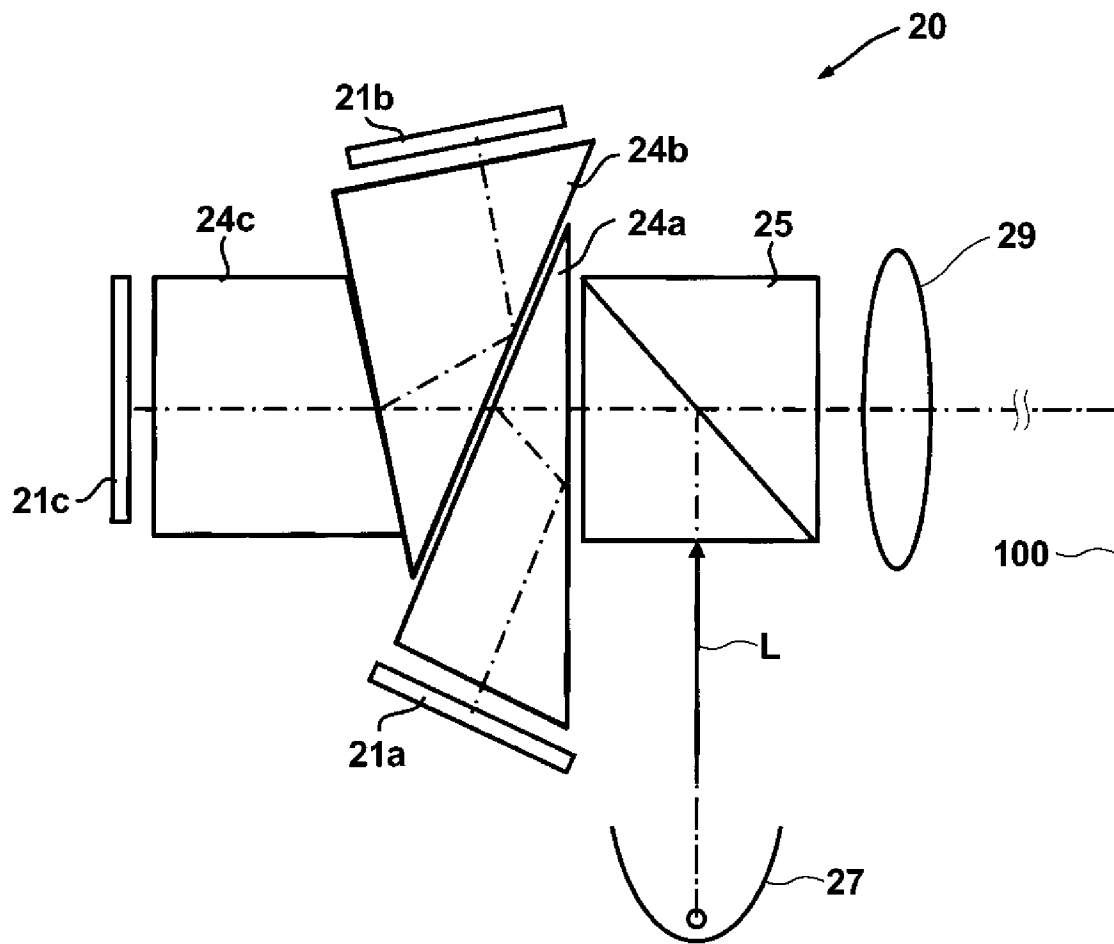
## 実施例10



[図21]



[図22]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/006615

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/20(2006.01)i, G02B13/18(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

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. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2007-256424 A (Fujinon Corp.),<br>04 October 2007 (04.10.2007),<br>example 2<br>& US 2007/0223103 A1 | 1-4, 6-15, 17         |
| Y         | JP 2007-206420 A (Canon Inc.),<br>16 August 2007 (16.08.2007),<br>example 4<br>& US 2007/0177277 A1     | 1, 4-10, 13-17        |
| Y         | JP 2005-292260 A (Fujinon Corp.),<br>20 October 2005 (20.10.2005),<br>examples 3, 5<br>(Family: none)   | 2, 4, 6-10, 12,<br>17 |

☒ 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  
03 February, 2014 (03.02.14)

Date of mailing of the international search report  
04 March, 2014 (04.03.14)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/006615

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 2008-242402 A (Canon Inc.),<br>09 October 2008 (09.10.2008),<br>example 3<br>& US 2008/0239507 A1 & CN 101276048 A           | 1, 4-10, 13,<br>16-17 |
| Y         | JP 2008-046259 A (Fujinon Corp.),<br>28 February 2008 (28.02.2008),<br>examples 1 to 2<br>& US 2008/0231962 A1 & CN 101122673 A | 1-17                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                     |                                                                     |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））<br>Int.Cl. G02B15/20(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                     |                                                                     |             |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））<br>Int.Cl. G02B15/20, G02B13/18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |                                                                     |             |
| 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<br>日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年<br>日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 4 年<br>日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年<br>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<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                                                      |             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | JP 2007-256424 A（フジノン株式会社）2007.10.04, 実施例 2<br>& US 2007/0223103 A1 | 1-4, 6-15, 17                                                       |             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | JP 2007-206420 A（キヤノン株式会社）2007.08.16, 実施例 4<br>& US 2007/0177277 A1 | 1, 4-10, 13-17                                                      |             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | JP 2005-292260 A（フジノン株式会社）2005.10.20, 実施例 3, 5<br>（ファミリーなし）         | 2, 4, 6-10, 12,<br>17                                               |             |
| <input checked="" type="checkbox"/> C 欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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<br>「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<br>「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<br>「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）<br>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献<br>「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<br>「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<br>「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<br>「&」同一パテントファミリー文献 |                                                                     |                                                                     |             |
| 国際調査を完了した日<br>0 3 . 0 2 . 2 0 1 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                     | 国際調査報告の発送日<br>0 4 . 0 3 . 2 0 1 4                                   |             |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（I S A / J P）<br>郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5<br>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）<br>殿岡 雅仁<br>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         |
| Y                     | JP 2008-242402 A (キヤノン株式会社) 2008.10.09, 実施例 3<br>& US 2008/0239507 A1 & CN 101276048 A     | 1, 4-10, 13, 16<br>-17 |
| Y                     | JP 2008-046259 A (フジノン株式会社) 2008.02.28, 実施例 1 - 2<br>& US 2008/0231962 A1 & CN 101122673 A | 1-17                   |