

(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
2022年6月30日(30.06.2022)



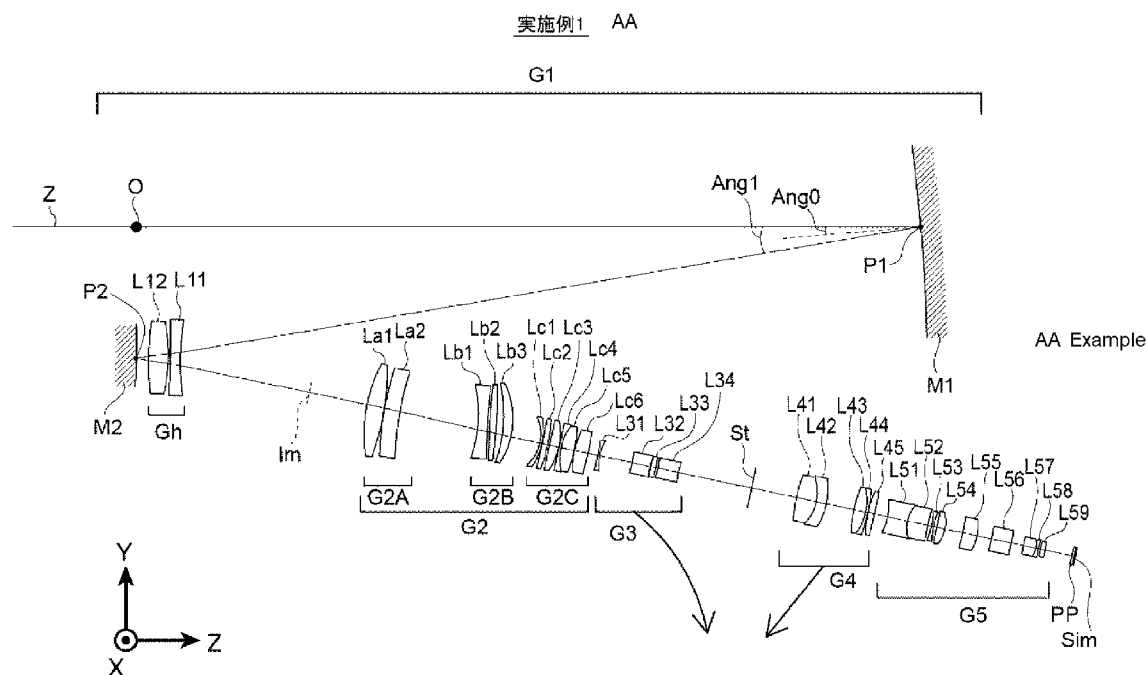
(10) 国際公開番号

WO 2022/138054 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 17/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/044335
- (22) 国際出願日: 2021年12月2日(02.12.2021)
- (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 2020-211714 2020年12月21日(21.12.2020) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 富岡 右恭 (TOMIOKA, Ukyo); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹
- (74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(54) Title: VARIABLE-MAGNIFICATION OPTICAL SYSTEM AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 変倍光学系および撮像装置



(57) Abstract: This variable-magnification optical system includes a first group for forming an intermediate image, and a plurality of variable-magnification groups which are disposed on an optical path further toward the image side than the intermediate image and that move during magnification variation. The first group includes a first mirror, the reflecting surface of which faces toward the object side, and a second mirror, the reflecting surface of which faces toward the image side. During magnification variation, the first mirror and the second mirror are immobile. When a light beam passing through the apexes of optical surfaces of the variable-magnification groups is defined as a reference light beam, the absolute



WO 2022/138054 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

value of the angle formed by the reference light beam and a line normal to the reflecting surface of the first mirror at the intersection point of the reference light ray and the reflecting surface of the first mirror is equal to or greater than 2 degrees.

(57) 要約 : 変倍光学系は、中間像を形成する第 1 群と、中間像より像側の光路上に配置され変倍の際に移動する複数の変倍群とを含む。第 1 群は、反射面を物体側に向けた第 1 ミラーと、反射面を像側に向けた第 2 ミラーとを含む。変倍の際、第 1 ミラーおよび第 2 ミラーは不動である。変倍群の光学面の頂点を通る光線を基準光線とした場合、第 1 ミラーの反射面と基準光線との交点における第 1 ミラーの反射面の法線と、基準光線との成す角度の絶対値が 2 度以上である。

明 細 書

発明の名称：変倍光学系および撮像装置

技術分野

[0001] 本開示の技術は、変倍光学系、および撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 反射屈折型の変倍光学系として、特開2019-148790号公報に記載のものが知られている。

発明の概要

[0003] 光量損失が少なく、より広画角であり、良好な光学性能を有する、小型の反射屈折型の変倍光学系が求められている。

[0004] 上記事情に鑑み、本開示の技術は、光量損失を抑制しながら、広画角化が可能であり、小型化が図られ、良好な光学性能を有する反射屈折型の変倍光学系、およびこの変倍光学系を備えた撮像装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の技術の一態様に係る変倍光学系は、中間像を形成する第1群と、中間像より像側の光路上に配置され変倍の際に隣り合う群との間隔を変化させて移動する複数の変倍群とを含み、第1群は、凹面形状の反射面を物体側に向けた第1ミラーと、第1ミラーから物体側へ向かう光を像側へ反射する、凸面形状の反射面を像側に向けた第2ミラーとを含み、変倍の際、第1ミラーおよび第2ミラーは像面に対して固定され、変倍群の光学面の頂点を通る光線を基準光線とした場合、第1ミラーの反射面と基準光線との交点における第1ミラーの反射面の法線と、基準光線との成す角度の絶対値が2度以上であり、物体からの光のうち第1ミラーで反射された後に第2ミラーで反射された光は全て第1ミラーの外縁より径方向外側を通る。

[0006] 第1群内には、第1ミラーから第2ミラーへの光路上、および第2ミラーから中間像への光路上に位置し、1つ以上の屈折レンズのみで構成された補

正レンズ群が配置されることが好ましい。その場合、第1ミラーおよび第2ミラーの少なくとも一方の反射面は球面形状であるように構成してもよい。

[0007] 第1ミラーへ入射する基準光線と、第1ミラーから射出された基準光線との成す角度を $Ang1$ とした場合、上記態様の変倍光学系は、下記条件式(1)を満足することが好ましく、下記条件式(1-1)を満足することがより好ましい。

$$4 < |Ang1| < 30 \quad (1)$$

$$6 < |Ang1| < 20 \quad (1-1)$$

[0008] 第2ミラーへ入射する基準光線と、第2ミラーから射出された基準光線との成す角度を $Ang2$ とした場合、上記態様の変倍光学系は、下記条件式(2)を満足することが好ましく、下記条件式(2-1)を満足することがより好ましい。

$$5 < |Ang2| < 50 \quad (2)$$

$$10 < |Ang2| < 40 \quad (2-1)$$

[0009] 第1ミラーへ入射する基準光線と、第2ミラーから射出された基準光線との成す角度を $Ang3$ とした場合、上記態様の変倍光学系は、下記条件式(3)を満足することが好ましく、下記条件式(3-1)を満足することがより好ましい。

$$4 < |Ang3| < 30 \quad (3)$$

$$6 < |Ang3| < 25 \quad (3-1)$$

[0010] 第1ミラーの反射面は球面形状であり、第1ミラーの焦点距離を $f1$ 、第1ミラーの反射面と基準光線との交点から、第2ミラーの反射面と基準光線との交点までの距離を $DL12$ とした場合、上記態様の変倍光学系は、下記条件式(4)を満足することが好ましく、下記条件式(4-1)を満足することがより好ましい。

$$0.4 < DL12 / |f1| < 0.99 \quad (4)$$

$$0.6 < DL12 / |f1| < 0.95 \quad (4-1)$$

[0011] 上記態様の変倍光学系は、光路に沿って物体側から像側へ順に連続して、

第1群と、中間像より像側に配置された第2群とを含み、第2群は、光路に沿って最も物体側から像側へ順に連続して、正のパワーを有する第2A部分群と、負のパワーを有する第2B部分群とを含み、第2A部分群と第2B部分群とは互いに非共軸に配置されているように構成してもよい。

[0012] 上記態様の変倍光学系が上記第2群を含む場合、変倍の際、第2群は像面に対して固定され、第2群は、光路に沿って物体側から像側へ順に、第2A部分群と、第2B部分群と、第2C部分群とからなり、第2B部分群と第2C部分群とは互いに非共軸に配置されるように構成してもよい。そして、第2A部分群の焦点距離を f_{G2A} 、第2B部分群の焦点距離を f_{G2B} とした場合、上記態様の変倍光学系は、下記条件式(5)を満足することが好ましく、下記条件式(5-1)を満足することがより好ましい。

$$-1 < f_{G2A} / f_{G2B} < -0.01 \quad (5)$$

$$-0.75 < f_{G2A} / f_{G2B} < -0.02 \quad (5-1)$$

[0013] 上記態様の変倍光学系が上記第2群を含む場合、変倍の際、第2群は像面に対して固定され、第2群は、光路に沿って物体側から像側へ順に、第2A部分群と、第2B部分群と、第2C部分群とからなり、第2B部分群と第2C部分群とは互いに非共軸に配置され、第2C部分群は正のパワーを有する屈折光学系であるように構成してもよい。

[0014] 上記態様の変倍光学系は、光路に沿って物体側から像側へ順に、パワーを有する群として、第1群と、中間像より像側に配置された第2群と、負のパワーを有する屈折光学系である第3群と、正のパワーを有する屈折光学系である第4群と、後続群とのみを備え、第2群は、隣り合う部分群が互いに非共軸に配置された複数の部分群からなり、光路上における第2群の最も像側の部分群は正のパワーを有し、変倍の際、第2群は像面に対して固定され、第3群と第4群とは互いに逆方向に移動するように構成してもよい。

[0015] 上記態様の変倍光学系が上記第3群および第4群を備える構成において、第3群の焦点距離を f_{G3} 、第4群の焦点距離を f_{G4} とした場合、上記態様の変倍光学系は、下記条件式(6)を満足することが好ましい。

$$-1.0 < f_{G4} / f_{G3} < -1 \quad (6)$$

[0016] 上記態様の変倍光学系は、変倍の際に像面に対して固定されている絞りを含むことが好ましい。その場合、絞りは、光路上における最も物体側の変倍群の最も像側の面より像側に配置されていてもよい。あるいは、絞りは、光路上における、最も物体側の変倍群の最も物体側の面から、最も像側の変倍群の最も像側の面までの間に配置されていてもよい。

[0017] 本開示の技術の別の態様に係る撮像装置は、上記態様の変倍光学系を備えている。

[0018] なお、本明細書の「～からなり」、「～からなる」は、挙げられた構成要素以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、並びに、絞り、フィルタ、およびカバーガラス等のレンズ以外の光学要素、並びに、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、および手振れ補正機構等の機構部分、等が含まれていてもよいことを意図する。

[0019] なお、本明細書において、群についての「正のパワーを有する」は、群全体として正のパワーを有することを意味する。同様に、群についての「負のパワーを有する」は、群全体として負のパワーを有することを意味する。「パワーを有する」とは、焦点距離の逆数が0でないことを意味する。レンズに関して用いている「パワー」は屈折力と同義である。

[0020] 複合非球面レンズ（球面レンズと、その球面レンズ上に形成された非球面形状の膜とが一体的に構成されて、全体として1つの非球面レンズとして機能するレンズ）は、接合レンズとは見なさず、1枚のレンズとして扱う。非球面を含む光学素子に関するパワーの符号、および面形状は、近軸領域で考えることにする。

[0021] 条件式で用いている「焦点距離」は、近軸焦点距離である。条件式の値は、無限遠物体に合焦した状態においてd線を基準とした場合の値である。本明細書に記載の「d線」、「C線」、「F線」、および「s線」は輝線である。本明細書においては、d線の波長は587.56nm（ナノメートル）、C線の波長は656.27nm（ナノメートル）、F線の波長は486.

13 nm (ナノメートル)、s線の波長は852.11 nm (ナノメートル)として扱う。

発明の効果

[0022] 本開示の技術によれば、光量損失を抑制しながら、広画角化が可能であり、小型化が図られ、良好な光学性能を有する反射屈折型の変倍光学系、およびこの変倍光学系を備えた撮像装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]実施例1の変倍光学系に対応し、一実施形態に係る変倍光学系の広角端における構成と基準光線を示す断面図である。

[図2]図1の変倍光学系の各変倍状態における構成と光束を示す断面図である。

[図3]An_g2およびAn_g3を例示するための部分拡大図である。

[図4A]第2C部分群と第3群との間に開口絞りを配置した比較例の構成と光束を示す部分断面図である。

[図4B]第3群と第4群との間に開口絞りを配置した例の構成と光束を示す部分断面図である。

[図5]実施例1の変倍光学系の広角端における横収差図である。

[図6]実施例1の変倍光学系の望遠端における横収差図である。

[図7]実施例2の変倍光学系の広角端における構成と光束を示す断面図である。

[図8]実施例2の変倍光学系の広角端における横収差図である。

[図9]実施例2の変倍光学系の望遠端における横収差図である。

[図10]実施例3の変倍光学系の広角端における構成と光束を示す断面図である。

[図11]実施例3の変倍光学系の広角端における横収差図である。

[図12]実施例3の変倍光学系の望遠端における横収差図である。

[図13]実施例4の変倍光学系の広角端における構成と光束を示す断面図である。

[図14]実施例4の変倍光学系の広角端における横収差図である。

[図15]実施例4の変倍光学系の望遠端における横収差図である。

[図16]実施例5の変倍光学系の広角端における構成と光束を示す断面図である。

[図17]実施例5の変倍光学系の広角端における横収差図である。

[図18]実施例5の変倍光学系の望遠端における横収差図である。

[図19]実施例6の変倍光学系の広角端における構成と光束を示す断面図である。

[図20]実施例6の変倍光学系の広角端における横収差図である。

[図21]実施例6の変倍光学系の望遠端における横収差図である。

[図22]一実施形態に係る撮像装置の概略的な構成図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本開示の技術に係る実施形態の一例について図面を参照して説明する。図1に、本開示の一実施形態に係る変倍光学系の広角端における構成の断面図を示す。図2に、この変倍光学系の各変倍状態における構成および光束の断面図を示す。図2では、「Wide」と付した上段に広角端状態を示し、「Middle」と付した中段に中間焦点距離状態を示し、「Tele」と付した下段に望遠端状態を示す。図の煩雑化を避けるため、符号は上段の図のみに付している。図1および図2では、無限遠物体に合焦している状態を示す。図1および図2に示す例は後述の実施例1の変倍光学系に対応している。この変倍光学系は例えば監視カメラ等に適用可能である。図1の変倍光学系は屈曲光路を形成しており、図1の左側上部が物体側、図1の右側下部が像側である。

[0025] この変倍光学系は、2つのミラーを有する第1群G1と、第1群G1より像側の光路に配置された複数の変倍群とを含む。変倍群は、変倍の際に隣り合う群との間隔を変化させて移動する群である。これらの変倍群が移動することによって変倍が行われる。

[0026] 一例として、図1の例の変倍光学系は、光路に沿って物体側から像側へ順

に連続して、パワーを有する群として、第1群G1と、第2群G2と、第3群G3と、第4群G4と、第5群G5とを含むズーム光学系である。この例では、第3群G3と第4群G4とが変倍群であり、広角端から望遠端への変倍の際、第3群G3は像側へ移動し、第4群G4は物体側へ移動する。図1では、第3群G3および第4群G4の下にそれぞれ、広角端から望遠端へ変倍する際の各群の移動軌跡を模式的に矢印で示している。

[0027] 一例として、図1の例の各群は以下のように構成されている。第1群G1は、第1ミラーM1と、レンズL11と、レンズL12と、第2ミラーM2とからなる。第2群G2は、物体側から像側へ順に、第2A部分群G2Aと、第2B部分群G2Bと、第2C部分群G2Cとからなる。第2A部分群G2Aは、物体側から像側へ順に、レンズLa1～La2の2枚のレンズからなる。第2B部分群G2Bは、物体側から像側へ順に、Lb1～Lb3の3枚のレンズからなる。第2C部分群G2Cは、物体側から像側へ順に、Lc1～Lc6の6枚のレンズからなる。第3群G3は、物体側から像側へ順に、レンズL31～L34の4枚のレンズからなる。第4群G4は、物体側から像側へ順に、レンズL41～L45の5枚のレンズからなる。第5群G5は、物体側から像側へ順に、レンズL51～L59の9枚のレンズからなる。

[0028] 図1の例では、第3群G3と第4群G4との間に開口絞りStが配置されている。なお、図1の開口絞りStは形状および大きさを示しているのではなく、光の進行方向における位置を示している。開口絞りStに関するこの図示方法は他の図においても同様である。

[0029] 図1では、変倍光学系が撮像装置に適用されることを想定して、変倍光学系と像面Simとの間に平行平板状の光学部材PPが配置された例を示している。光学部材PPは、各種フィルタおよびカバーガラス等を想定した部材である。各種フィルタは、例えば、ローパスフィルタ、赤外線カットフィルタ、および特定の波長域をカットするフィルタである。光学部材PPはパワーを有しない部材である。光学部材PPを省略して撮像装置を構成すること

も可能である。

[0030] 図1の例では、物体から変倍光学系に入射した光は、まず、第1ミラーM1で物体側へ反射され、レンズL11とレンズL12をこの順に経由した後、第2ミラーM2で像側へ反射され、レンズL12とレンズL11をこの順に経由した後、第2群G2、第3群G3、第4群G4、第5群G5、および光学部材PPを経由して像面Simに到達する。

[0031] 以下では、変倍群の光学面の頂点を通る光線を基準光線2と称して説明する。但し、変倍群を構成する光学面が平面を含む場合は、その平面は基準光線2を定義する面には含めないことにする。レンズの光学面はレンズ面である。図1の例では、基準光線2は変倍群の全てのレンズ面の面頂点を通っている。なお、変倍群の光学面が凹面の場合は、その光学面内の最も底の点、すなわち、光学素子側から空気側を見た場合に頂点となる点を、便宜的に光学面の頂点として基準光線2を定めることにする。

[0032] また、以下では、互いに直交するX軸、Y軸、およびZ軸を用いて説明する。物体側から第1群G1に入射する基準光線2の方向をZ軸方向とする。物体側から第1群G1に入射する基準光線2と、第1群G1の上記2つのミラー間を通る基準光線2との両方を含む面をYZ面とする。すなわち、図1の紙面がYZ面である。図1においては、左右方向がZ軸方向、上下方向がY軸方向、紙面に垂直な方向がX軸方向となる。また、Z軸方向の正方向は左から右へ向かう方向、Y軸方向の正方向は下から上へ向かう方向、X軸方向の正方向は紙面の裏側から表側へ向かう方向とする。

[0033] 第1群G1は、凹面形状の反射面を物体側に向けた第1ミラーM1を含む。入射光束を屈折光学系ではなく、第1ミラーM1の凹面形状の反射面で集光させることによって、高価な大口径の接合レンズを用いることなく軸上色収差の発生を抑えることができる。

[0034] 第1群G1は、上記構成の第1ミラーM1に加え、第1ミラーM1から物体側へ向かう光を像側へ反射する第2ミラーM2を含む。第2ミラーM2は、凸面形状の反射面を像側に向けている。上記構成の2つのミラーによれば

、第1ミラーM1での反射により物体側に偏向された光束を、凸面形状を持つ第2ミラーM2で反射して再度像側に偏向させて、光路を折り返すことができる。従って、第1ミラーM1と第2ミラーM2との組合せでテレフォトタイプの構成をとりながら、光路を折り返すことによって、望遠化に伴う光学系のZ方向の全長の増大を抑えることができる。また、ミラーは色収差に関与しないため、上記2枚のミラーを用いることによって長焦点距離の光学系で課題となりやすい色収差に関して有利となる。

[0035] 第1ミラーM1の反射面と基準光線2とが交わる点を交点P1とする。図1では、交点P1における第1ミラーM1の反射面の法線を破線で示す。この法線と基準光線2との成す角度を $\text{Ang}0$ とする。本実施形態の変倍光学系は、 $\text{Ang}0$ の絶対値が2度以上となるように構成される。本実施形態の変倍光学系は、第1ミラーM1と第2ミラーM2とは互いに非共軸に配置されている。これらの点が、特開2019-148790号公報に記載の光学系とは大きく異なる。

[0036] ここで、比較例として、特開2019-148790号公報に記載の光学系について説明する。この比較例の光学系は、互いの反射面が対向配置された第1ミラーM1と第2ミラーM2とを備える。比較例の第1ミラーM1と第2ミラーM2とは共通の光軸を有し、第1ミラーM1の光路中に第2ミラーM2が配置されている。そのため、第1ミラーM1は開口を有するリング形状に構成され、変倍光学系への入射光束の中央部分が第2ミラーM2によって遮光される構成となり、光量損失が生じてしまう。また、比較例は広画角化についても以下に述べる不具合がある。一般に、広画角になるほど入射光束径、すなわち入射瞳径が小さくなる。従って、入射光束の中央部分が第2ミラーM2によって遮光される比較例では、広画角化を進めようとする、入射光束径に対する、第2ミラーM2によって遮光される光束の比が大きくなってしまふ。このような事情から、比較例では所望の照度を確保しながら広画角化を行うことが難しい。

[0037] これに対して図1に示す本実施形態の変倍光学系では、 $\text{Ang}0$ の絶対値

が2度以上となるように構成されているため、物体側から第1ミラーM1に入射した光線は、第1ミラーM1で反射された後、その入射光路から逸れた方向へ射出することができる。これによって、図2に示すように、第1ミラーM1より物体側に位置する第2ミラーM2を、比較例とは異なり、変倍光学系への入射光束を遮光しない位置に配置することが可能となる。

[0038] 上記配置によれば、広角側において、第2ミラーM2が入射光束を遮光しない構成が可能のため広画角化に有利となる。また、入射光束径が大きくなる望遠側においても、入射光束の中央部分が遮光されることが無いため、比較例で生じていたような光量損失は生じない。よって、同じ入射光束径で比べた場合、比較例よりも本実施形態の構成の方が多くの光を取り込むことができる。

[0039] また、本実施形態の変倍光学系では、図2に示すように、物体からの光のうち第1ミラーM1で反射された後に第2ミラーM2で反射された光は全て、第1ミラーM1の外縁より径方向外側を通る。なお、ここでいう径方向は、交点P1を中心にした第1ミラーM1の反射面の径方向を意味する。比較例では、第2ミラーM2で反射された光は第1ミラーM1内部を通るため、第1ミラーM1は中央部に光束を通すための開口が設けられている。これに対して、本実施形態の第1ミラーM1は、比較例と異なり、光束を通すための開口を設けなくてよいため、同じ入射光束径で比べた場合、比較例より多くの光量を得ることができる。

[0040] 第1ミラーM1へ入射する基準光線2と、第1ミラーM1から射出された基準光線2との成す角度を $\text{Ang}1$ とした場合、下記条件式(1)を満足することが好ましい。条件式(1)の下限以下とならないようにすることによって、第1ミラーM1へ入射する光束が第2ミラーM2によって遮光されるのを抑制することができる。条件式(1)の上限以上とならないようにすることによって、交点P1における第1ミラーM1の反射面の法線が基準光線2に対して傾いていることに起因するコマ収差の発生を抑制することができる。より良好な特性を得るためには、変倍光学系は下記条件式(1-1)を

満足することがより好ましく、下記条件式（1-2）を満足することがさらにより好ましい。

$$4 < | \text{Ang 1} | < 30 \quad (1)$$

$$6 < | \text{Ang 1} | < 20 \quad (1-1)$$

$$8 < | \text{Ang 1} | < 15 \quad (1-2)$$

[0041] 第2ミラーM2へ入射する基準光線2と、第2ミラーM2から射出された基準光線2との成す角度をAng2とした場合、下記条件式（2）を満足することが好ましい。第2ミラーM2の反射面と基準光線2とが交わる点を交点P2とする。一例として、図3に、交点P2周辺およびAng2の部分拡大図を示す。条件式（2）の下限以下とならないようにすることによって、第1ミラーM1から第2ミラーM2へ射出される光線が第1群G1より像側の構成要素によって遮光されるのを抑制することができる。条件式（2）の上限以上とならないようにすることによって、交点P2における第2ミラーM2の反射面の法線が、基準光線2に対して傾いていることに起因するコマ収差の発生を抑制することができる。より良好な特性を得るためには、変倍光学系は下記条件式（2-1）を満足することがより好ましく、下記条件式（2-2）を満足することがさらにより好ましい。

$$5 < | \text{Ang 2} | < 50 \quad (2)$$

$$10 < | \text{Ang 2} | < 40 \quad (2-1)$$

$$15 < | \text{Ang 2} | < 35 \quad (2-2)$$

[0042] 第1ミラーM1へ入射する基準光線2と、第2ミラーM2から射出された基準光線2との成す角度をAng3とした場合、下記条件式（3）を満足することが好ましい。一例として、図3にAng3を示す。図3では、第2ミラーM2から射出された基準光線2の第2ミラー側の延長線を二点鎖線で示す。また、図3では、第1ミラーM1へ入射する基準光線2を第2ミラーM2より上方の実線で示す。図3は角度を示すための模式図であり、図3における第2ミラーM2と第1ミラーM1へ入射する基準光線2との距離は正確なものではない。条件式（3）の下限以下とならないようにすることによ

て、第1ミラーM1から第2ミラーM2へ射出される光線が第1群G1より像側の光路に配置された構成要素によって遮光されるのを抑制することができる。条件式(3)の上限以上としないようにすることによって、Y軸方向の光学系のサイズの増加を抑制することができる。より良好な特性を得るためには、変倍光学系は下記条件式(3-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(3-2)を満足することがさらに好ましい。

$$4 < |A_{ng3}| < 30 \quad (3)$$

$$6 < |A_{ng3}| < 25 \quad (3-1)$$

$$9 < |A_{ng3}| < 20 \quad (3-2)$$

[0043] 第1ミラーM1は、変倍光学系に含まれるパワーを有する光学素子のうち、光路上で最も物体側に位置する光学素子であってもよい。このようにした場合は、以下に述べる懸念事項を回避できる。仮に、第1ミラーM1よりも物体側の光路に屈折光学系を配置した場合は、その屈折光学系は大きな口径を有することになる。その場合、変倍光学系の重心が先端部の方に偏って位置し重量バランスが悪くなる虞があり、また、高コストになる虞がある。

[0044] 変倍の際、第1ミラーM1および第2ミラーM2は像面Simに対して固定されているように構成される。第1ミラーM1は望遠側の入射瞳径をカバーするサイズとなるため大型部品となる。第1ミラーM1が変倍の際に固定されている構成とすることによって、第1ミラーM1を移動させるための機構が不要となり、装置の大型化を回避することができる。第2ミラーM2が変倍の際に固定されている構成とすることによって、第2ミラーM2周辺のメカ構造を簡素化することができる。これによって、第2ミラーM2周辺の機械部品が結像用の光束を遮光するのを回避することが容易となるため、光量損失の抑制に有利となる。

[0045] 変倍の際、第1群G1は像面Simに対して固定されていることが好ましい。すなわち、ミラー以外の素子も含め、第1群G1を構成する全ての光学素子は変倍の際に像面Simに対して固定されていることが好ましい。このようにした場合は、装置の構成の簡素化に有利となる。

- [0046] 図2に示すように、第1群G1は、変倍光学系の内部に中間像Imを形成するように構成される。中間像Imは、光路上で中間像Imより像側の群を介して像面Sim上に再結像される。変倍光学系を再結像光学系とすることによって、各群の径を小さくすることに有利となる。本実施形態の変倍光学系では、第1群G1と第2群G2との間の光路に中間像Imが形成される。図1および図2では、中間像Imの一部のみを簡略的に点線で表している。
- [0047] 中間像Imより像側の光路上には2つ以上の変倍群が配置される。変倍群が中間像Imより像側に位置することによって、第1ミラーM1および第2ミラーM2で折り返された光束を遮光することなく、変倍群を移動させるためのメカ構造を配置することが容易となる。
- [0048] 第1群G1は、補正レンズ群Ghを含むように構成してもよい。補正レンズ群Ghは、第1ミラーM1から第2ミラーM2への光路上、および第2ミラーM2から中間像Imへの光路上に位置するように第1群G1内に配置されることが好ましい。このようにした場合は、光線が補正レンズ群Ghを2回通ることになる。上記位置に補正レンズ群Ghを配置することによって、Ang0の絶対値が2度以上となることによって発生するコマ収差を補正することが容易となる。
- [0049] 補正レンズ群Ghは、1つ以上の屈折レンズのみで構成されることが好ましい。仮に、補正レンズ群Ghの代わりにミラーを用いて同様の補正を行おうとすると、さらに折り返し光路が形成されるため、光束と部材との干渉に起因する遮光が生じる虞がある。あるいは、この遮光が生じないように部材を配置するために光学系が大型化してしまう虞がある。なお、本明細書においては、「屈折レンズ」を単に「レンズ」ともいう。
- [0050] 一例として、図1の補正レンズ群Ghは、負レンズであるレンズL11と、正レンズであるレンズL12とからなる。図1の例のレンズL11およびレンズL12は球面レンズである。上記のように光線が2回通る位置に補正レンズ群Ghを配置することによって、補正レンズ群Ghが非球面レンズを含まない場合でも、諸収差を良好に補正することが容易となる。

[0051] 第1群G1が補正レンズ群Ghを含む場合、第1ミラーM1および第2ミラーM2の少なくとも一方の反射面は球面形状であることが好ましい。上記位置に配置された補正レンズ群Ghと球面形状のミラーとを組合せた構成によれば、 $\Delta n g 0$ の絶対値が2度以上となることによって発生するコマ収差、および球面形状のミラーによって発生する球面収差を補正することが容易となる。また、上記組合せの構成によれば、高価な非球面形状のミラーを使用することなく、本願発明の目的を達成可能な変倍光学系を構成することが容易となる。

[0052] 第1ミラーM1の反射面が球面形状である構成において、第1ミラーM1の焦点距離を f_1 、交点P1から交点P2までの距離を DL_{12} とした場合、下記条件式(4)を満足することが好ましい。交点P1および交点P2はそれぞれ上記で定義した交点である。条件式(4)の下限以下とならないようにすることによって、第2ミラーM2から中間像 Im までの距離の増大を抑えることができるため、主にZ軸方向のサイズの増加を抑制することができる。条件式(4)の上限以上とならないようにすることによって、中間像 Im が第2ミラーM2に近づき過ぎないため、望遠側において第1ミラーM1から第2ミラーM2へ向かう光束と、中間像 Im に連続して配置された群の端部(図1の例では第2A部分群G2Aの上端)との干渉を回避することができる。より良好な特性を得るためには、変倍光学系は下記条件式(4-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(4-2)を満足することがさらにより好ましい。

$$0.4 < DL_{12} / |f_1| < 0.99 \quad (4)$$

$$0.6 < DL_{12} / |f_1| < 0.95 \quad (4-1)$$

$$0.75 < DL_{12} / |f_1| < 0.92 \quad (4-2)$$

[0053] 図1の変倍光学系は、光路に沿って物体側から像側へ順に連続して、第1群G1と、中間像 Im より像側に配置された第2群G2とを含む。第2群G2は、隣り合う部分群が互いに非共軸に配置された複数の部分群からなるように構成してもよい。第1ミラーM1と第2ミラーM2とは互いに非共軸に

配置されているため、偏心に伴うコマ収差が発生する。第2群G2内の複数の部分群を互いに非共軸に配置することによって、この偏心に伴うコマ収差を補正することに有利となる。

[0054] 例えば、第2群G2は、光路に沿って最も物体側から像側へ順に連続して、正のパワーを有する第2A部分群G2Aと、負のパワーを有する第2B部分群G2Bとを含み、第2A部分群G2Aと第2B部分群G2Bとは互いに非共軸に配置されるように構成してもよい。この構成によれば、上記の偏心に伴うコマ収差を補正することに有利となる。また、中間像Imより像側で光束が発散する位置に正のパワーを有する第2A部分群G2Aを配置することによって、光束の発散を抑えることができる。これによって、第2A部分群G2Aより像側の群の小径化に有利となる。第2A部分群G2Aに連続して、第2A部分群G2Aとは逆符号のパワーを有する第2B部分群G2Bを配置することによって、収差補正に有利となる。

[0055] より具体的には、第2群G2は、光路に沿って物体側から像側へ順に、正のパワーを有する第2A部分群G2Aと、負のパワーを有する第2B部分群G2Bと、正のパワーを有する第2C部分群G2Cとからなるように構成してもよい。その場合、第2A部分群G2Aと第2B部分群G2Bとは互いに非共軸に配置され、第2B部分群G2Bと第2C部分群G2Cとは互いに非共軸に配置されるように構成してもよい。この構成によれば、上記の偏心に伴うコマ収差を補正することに有利となる。また、隣り合う部分群のパワーが互いに逆符号となるように配置されることによって、収差補正に有利となる。さらに、第2群G2の最も像側に正のパワーを有する第2C部分群G2Cを配置することによって、中間像Imから像側へ向かう発散光束に対して収束作用を与えることができるため、第2群G2より像側の群の小径化に有利となる。

[0056] 第2群G2が上記の3つの部分群からなる場合、第2A部分群G2Aと第2C部分群G2Cとは、互いに非共軸に配置されていてもよく、互いに共軸に配置されていてもよい。また、第2A部分群G2Aと変倍群とは互いに非

共軸に配置されていてもよく、互いに共軸に配置されていてもよい。第2 B部分群G 2 Bと変倍群とは互いに非共軸に配置されていてもよい。第2 C部分群G 2 Cと変倍群とは互いに共軸に配置されていてもよい。

[0057] 第2 A部分群G 2 Aは屈折光学系であるように構成してもよい。第2 B部分群G 2 Bは屈折光学系であるように構成してもよい。第2 C部分群G 2 Cは屈折光学系であるように構成してもよい。なお、本明細書における「屈折光学系」は、パワーを有する反射光学素子を含まず、パワーを有する光学素子として屈折レンズのみを含む光学系である。反射光学素子を用いた場合は、光路を折り返すことになるため、光束と部材との干渉に起因する遮光の問題が生じる虞がある。あるいは、この遮光が生じないように部材を配置するために光学系が大型化してしまう虞がある。屈折光学系を用いることによって、この問題を回避することが可能となる。

[0058] 第2群G 2が光路に沿って最も物体側から像側へ順に連続して、正のパワーを有する第2 A部分群G 2 Aと、負のパワーを有する第2 B部分群G 2 Bとを含む構成において、第2 A部分群G 2 Aの焦点距離を $f_{G 2 A}$ 、第2 B部分群G 2 Bの焦点距離を $f_{G 2 B}$ とした場合、下記条件式(5)を満足することが好ましい。条件式(5)の下限以下とならないようにすることによって、第2 A部分群G 2 Aの正のパワーが弱くなり過ぎないため、上記の偏心に伴うコマ収差を補正することに有利となる。また、第2 B部分群G 2 Bの負のパワーが強くなり過ぎないため、第2 B部分群G 2 Bの像側に第2 B部分群G 2 Bに連続して配置された群(図1の例では第2 C部分群G 2 C)の外径が大型化するのを抑制することができる。条件式(5)の上限以上とならないようにすることによって、第2 A部分群G 2 Aの正のパワーが強くなり過ぎないため、望遠側における球面収差の発生を抑制することができる。また、第2 B部分群G 2 Bの負のパワーが弱くなり過ぎないため、上記の偏心に伴うコマ収差を補正することに有利となる。より良好な特性を得るためには、変倍光学系は下記条件式(5-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(5-2)を満足することがさらにより好ましい。

$$-1 < f_{G2A} / f_{G2B} < -0.01 \quad (5)$$

$$-0.75 < f_{G2A} / f_{G2B} < -0.02 \quad (5-1)$$

$$-0.5 < f_{G2A} / f_{G2B} < -0.04 \quad (5-2)$$

[0059] 変倍の際、第2群G2は像面S_{im}に対して固定されていることが好ましい。このようにした場合は、第2群G2を移動させるための機構が不要となり、装置の大型化を抑制することができる。また、第1群G1に近い第2群G2を固定することによって、第2群G2周辺のメカ構造を簡素化することができる。これによって、第1ミラーM1から第2ミラーM2へ向かう光束が、第2群G2周辺の機械部品によって遮光されるのを回避することに有利となる。

[0060] 変倍光学系の好ましい一態様として、例えば、以下の構成を採ることができる。変倍光学系は、光路に沿って物体側から像側へ順に、パワーを有する群として、第1群G1と、中間像I_mより像側に配置された第2群G2と、第3群G3と、第4群G4と、後続群とのみを備える。第2群G2は、隣り合う部分群が互いに非共軸に配置された複数の部分群からなり、光路上における第2群G2の最も像側の部分群（図1の例では第2C部分群G2C）は正のパワーを有する。第3群G3は、負のパワーを有する屈折光学系であり、第4群G4は、正のパワーを有する屈折光学系である。変倍の際、第2群G2は像面S_{im}に対して固定され、第3群G3と第4群G4とは互いに逆方向に移動する。この構成では、第2群G2の最も像側の部分群、第3群G3、第4群G4が、それぞれ、正、負、正のパワーを有する。このように、隣り合う部分群のパワーが互いに逆符号となるように配置されることによって、各群に強いパワーを持たせることが可能となる。これによって、変倍の際の第3群G3および第4群G4の移動量を抑えることができるため、光学系の小型化に有利となる。また、負のパワーの第3群G3によって発散作用を受けた光束を、その像側の正のパワーの第4群G4で収束させることによって、後続群の外径の大型化を抑えることができる。

[0061] 変倍光学系が上記の第3群G3と第4群G4を備える構成において、第3

群G3の焦点距離を f_{G3} 、第4群G4の焦点距離を f_{G4} とした場合、下記条件式(6)を満足することが好ましい。条件式(6)の下限以下とならないようにすることによって、第4群G4のパワーが弱くなり過ぎないため、変倍の際の第4群G4の移動量を抑制することができる。これによって、主にZ軸方向の光学系の大型化を抑制することができる。また、第3群G3のパワーが強くなり過ぎないため、第3群G3で発生する球面収差を抑制することができる。条件式(6)の上限以上とならないようにすることによって、第3群G3のパワーが弱くなり過ぎないため、変倍の際の第4群G4の移動量を抑制することができる。これによって、主にZ軸方向の光学系の大型化を抑制することができる。また、第4群G4のパワーが強くなり過ぎないため、第4群G4で発生する球面収差を抑制することができる。より良好な特性を得るためには、変倍光学系は下記条件式(6-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(6-2)を満足することがさらに好ましい。

$$-1.0 < f_{G4} / f_{G3} < -1 \quad (6)$$

$$-7 < f_{G4} / f_{G3} < -1.5 \quad (6-1)$$

$$-5 < f_{G4} / f_{G3} < -2 \quad (6-2)$$

[0062] 後続群は、図1の例では、第5群G5からなる。しかし、後続群は1つの群からなる構成に限定されない。後続群は、変倍の際に相互間隔が変化する2つの群、又は3つ以上の群からなるように構成してもよい。後続群が複数の群からなる場合、後続群の最も像側の群は変倍の際に固定されているように構成してもよい。このようにした場合は、装置構成の簡素化に有利となる。

[0063] 開口絞り S_t は、変倍の際に像面 S_{im} に対して固定されていることが好ましい。種々の撮影条件に対応するためには開口絞り S_t の開口径は可変であることが好ましい。特に、昼夜を問わず撮影が行われる監視カメラ用途では開口径が可変であることが好ましい。変倍の際に開口絞り S_t が固定されている構成を採ることによって、開口径を変化させる絞り機構の配置が容易

となる。また、仮に、変倍の際に開口絞り S_t が移動するように構成した場合は、開口絞り S_t を駆動するための駆動部品への電力の供給を行う導線が必要となり、その導線が断線するリスクが生じる。これに対して、変倍の際に開口絞り S_t が固定されている構成ではそのようリスクは生じないため監視用途として重要な耐久性をより高く保持することができる。

[0064] 開口絞り S_t は、光路上における最も物体側の変倍群の最も像側の面より像側に配置されるように構成してもよい。このようにした場合は、絞り機構の配置が容易となり、また、絞り機構の小型化に有利となる。図1の例における最も物体側の変倍群の最も像側の面は、第3群 G_3 のレンズ L_{34} の物体側の面である。

[0065] あるいは、開口絞り S_t は、光路上における、最も物体側の変倍群の最も物体側の面から、最も像側の変倍群の最も像側の面までの間に配置されるように構成してもよい。図1の例における、最も物体側の変倍群の最も物体側の面は、第3群 G_3 のレンズ L_{31} の物体側の面であり、最も像側の変倍群の最も像側の面は、第4群 G_4 のレンズ L_{45} の物体側の面である。

[0066] 図1の例では、開口絞り S_t は第3群 G_3 と第4群 G_4 との間の空気間隔に配置されている。開口絞り S_t は、開口絞り S_t を絞った際に結像領域の一部が遮光されないような位置に配置することが好ましい。このため、開口絞り S_t の位置としては、軸上光束の上光線と軸外光束の上光線とが交わる点（以下、点 P_3 という）から、軸上光束の下光線と軸外光束の下光線とが交わる点（以下、点 P_4 という）までの範囲内であることが好ましい。なお、ここでは、主光線が基準光線2となる光束を軸上光束と称し、主光線が基準光線2ではない光束を軸外光束と称している。

[0067] 比較例として、図4Aに第2C部分群 G_{2C} と第3群 G_3 との間に開口絞り S_t が配置された場合の例を示す。図4Aには、軸上光束 $3a$ 、軸外光束 $3b$ 、上記の点 P_3 、および点 P_4 も示す。第2C部分群 G_{2C} と第3群 G_3 との間に開口絞り S_t を配置する場合は、図4Aに示すように点 P_3 から点 P_4 までの範囲は第3群 G_3 近傍となるため、第3群 G_3 と第4群 G_4 と

の間に開口絞り S_t を配置する場合に比べ、広角端で第2 C部分群 G_{2C} と開口絞り S_t との間隔が広がってしまう。従って、第2 C部分群 G_{2C} と第3群 G_3 との間隔も広がってしまい、光学全長の増大を招いてしまう。

[0068] 図4 Bに第3群 G_3 と第4群 G_4 との間に開口絞り S_t が配置された場合の例を示す。この場合、第2 C部分群 G_{2C} から射出して第3群 G_3 に入射した軸外光束 $3b$ は負のパワーの第3群 G_3 により発散作用を受ける。このため、第3群 G_3 から射出した軸外光束 $3b$ の光軸 Z に対する傾角は、第2 C部分群 G_{2C} から射出した軸外光束 $3b$ の光軸 Z に対する傾角よりも、小さくなる。そのため、第2 C部分群 G_{2C} と第3群 G_3 との間に開口絞り S_t を配置した場合に比べ、点 P_3 および点 P_4 がより像側に位置する。図4 Bに示すように第3群 G_3 と第4群 G_4 との間に開口絞り S_t を配置した場合は、図4 Aの例とは異なり第3群 G_3 の物体側に開口絞り S_t が無いため、広角端での第2 C部分群 G_{2C} と第3群 G_3 との間隔を短くすることができると同時に、変倍に必要な第3群 G_3 の移動量を確保することができる。

[0069] 開口絞り S_t が、最も像側の変倍群の最も像側の面より物体側に配置されることによって、径方向の大型化を抑制することに有利となる。仮に、開口絞り S_t が、最も像側の変倍群の最も像側の面より像側に配置された場合は、軸外光束の下側の光線をより多く通さなくてはならないため、第3群 G_3 の外径が大型化する虞がある。

[0070] なお、図1には好ましい一態様の例を示すが、本開示の変倍光学系は、本開示の技術の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形が可能である。例えば、各群に含まれる光学素子の数、および変倍群の数は任意に選択可能である。各群は、複数の光学素子からなる構成に限らず、1つの光学素子からなる構成としてもよい。また、図1の例はズーム光学系であるが、本開示の変倍光学系は、バリフォーカル光学系であってもよい。

[0071] 上述した好ましい構成および可能な構成は、任意の組合せが可能であり、要求される仕様に応じて適宜選択的に採用されることが好ましい。

[0072] 次に、本開示の変倍光学系の数値実施例について説明する。

[実施例 1]

実施例 1 の変倍光学系の断面図は図 1 および図 2 に示されており、その構成および図示方法は上述したとおりであるので、ここでは重複説明を一部省略する。実施例 1 の変倍光学系は、光路に沿って物体側から像側へ向かって順に、第 1 群 G 1 と、第 2 群 G 2 と、第 3 群 G 3 と、開口絞り S t と、第 4 群 G 4 と、第 5 群 G 5 とからなるズーム光学系である。第 1 群 G 1 と第 2 群 G 2 との間の光路に中間像 I m が形成されている。広角端から望遠端への変倍の際に、第 3 群 G 3 は像側へ移動し、第 4 群 G 4 は物体側へ移動し、その他の群および開口絞り S t は像面 S i m に対して固定されている。第 1 群 G 1 は、第 1 ミラー M 1 と、第 2 ミラー M 2 と、補正レンズ群 G h とからなる。補正レンズ群 G h は、レンズ L 1 1 と、レンズ L 1 2 とからなる。第 2 群 G 2 は、物体側から像側へ順に、第 2 A 部分群 G 2 A と、第 2 B 部分群 G 2 B と、第 2 C 部分群 G 2 C とからなる。第 2 A 部分群 G 2 A は、物体側から像側へ順に、レンズ L a 1 ~ L a 2 の 2 枚のレンズからなる。第 2 B 部分群 G 2 B は、物体側から像側へ順に、L b 1 ~ L b 3 の 3 枚のレンズからなる。第 2 C 部分群 G 2 C は、物体側から像側へ順に、L c 1 ~ L c 6 の 6 枚のレンズからなる。第 2 A 部分群 G 2 A と、第 2 B 部分群 G 2 B と、第 2 C 部分群 G 2 C とは互いに非共軸に配置されている。第 2 C 部分群 G 2 C と、第 3 群 G 3 と、開口絞り S t と、第 4 群 G 4 と、第 5 群 G 5 とは互いに共軸に配置されている。第 3 群 G 3 は、物体側から像側へ順に、レンズ L 3 1 ~ L 3 4 の 4 枚のレンズからなる。第 4 群 G 4 は、物体側から像側へ順に、レンズ L 4 1 ~ L 4 5 の 5 枚のレンズからなる。第 5 群 G 5 は、物体側から像側へ順に、レンズ L 5 1 ~ L 5 9 の 9 枚のレンズからなる。

[0073] 実施例 1 の変倍光学系について、基本レンズデータを表 1 A および表 1 B に、変倍群の座標データを表 2 に、諸元を表 3 に示す。ここでは、1 つの表の長大化を避けるため基本レンズデータを表 1 A および表 1 B の 2 つの表に分けて表示している。表 1 A には第 1 群 G 1、および第 2 群 G 2 を示し、表 1 B には第 3 群 G 3、開口絞り S t、第 4 群 G 4、第 5 群 G 5、および光学

部材 P P を示す。

- [0074] 各表では、図 1 に示す点 O を原点として、上述した X 軸、Y 軸、Z 軸を用いた XYZ 座標系における値を示す。表 1 A および表 1 B では光路に沿って構成要素を示している。以下、各欄について説明する。「面番号」の欄には、点 O を含み Z 軸に垂直な平面を第 1 面とし、光路に沿って像側に向かうに従い 1 つずつ番号を増加させた場合の面番号を示す。開口絞り S t に相当する面の「面番号」の欄には「(S t) 」という記号も記入している。
- [0075] 「曲率半径」の欄には各面の曲率半径を示す。曲率半径の符号は、物体側に凸面を向けた形状の面の符号を正、像側に凸面を向けた形状の面の符号を負とする。「座標」の「X」、「Y」、「Z」の欄にはそれぞれ、点 O を基準として、各面の曲率中心の XYZ 座標系における座標を示す。
- [0076] 「法線の角度成分」の「X 軸成分」および「Y 軸成分」の欄にはそれぞれ、各面の曲率中心における面の法線が X 軸方向と成す角度および Y 軸方向と成す角度を示す。角度の符号は、各軸の正方向に向かって、時計回り方向の角度を正、反時計回り方向の角度を負とする。「n d」の欄には各構成要素の d 線における屈折率を示す。「ν d」の欄には各構成要素の d 線基準の A ッペ数を示す。但し、反射面に相当する面の n d および ν d の欄には「反射面」と記入している。「群名」の欄には各群の名称を示す。
- [0077] 第 3 群 G 3 および第 4 群 G 4 の座標は変倍に伴い変化するため、表 2 にズームポジション毎の第 3 群 G 3 および第 4 群 G 4 の各面の座標を示す。表 2 および表 3 では、広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各ズームポジションにおける値をそれぞれ「W i d e」、「M i d d l e」、「T e l e」と表記した欄に示す。
- [0078] 表 3 では、「軸上光束径」の欄には、変倍光学系に入射する軸上光束の直径を示す。以下では、像面 S i m において、基準光線 2 より上側および下側に入射する最大画角の主光線をそれぞれ上側主光線および下側主光線と称することにする。表 3 において、 $\theta 1$ は上側主光線の入射角度、すなわち上側主光線と基準光線 2 との成す角度である。 $\theta 2$ は、下側主光線の入射角度、

すなわち下側主光線と基準光線 2 との成す角度である。画角を計算する際には、X方向の長さが7.76mm（ミリメートル）、Y方向の長さが4.36mm（ミリメートル）の長方形の撮像エリアを考え、この長方形の対角方向の像位置で計算する。この長方形のアスペクト比は16：9である。変倍比は、広角端における $\tan(|\theta 1|)+\tan(|\theta 2|)$ の値と、各ズームポジションにおける $\tan(|\theta 1|)+\tan(|\theta 2|)$ の値との比より求めている。

[0079] 各表のデータにおいて、角度の単位としては度を用い、座標の単位としてはmm（ミリメートル）を用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても使用可能なため他の適当な単位を用いることもできる。また、以下に示す各表では所定の桁でまるめた数値を記載している。

[0080]

[表1A]

実施例1

面番号	曲率半径	座標[mm]			法線の角度成分[°]		nd	νd	群名
		X	Y	Z	X軸成分	Y軸成分			
1	∞	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			第1群
2	-938.05260	0.000	-32.734	384.730	2.885	0.000	反射面		
3	140.85801	0.000	-64.641	21.461	-1.011	0.000	1.65160	58.55	
4	-603.40557	0.000	-64.555	16.561	-1.011	0.000			
5	-77.64026	0.000	-64.539	15.647	-1.011	0.000	1.49700	81.54	
6	167.13025	0.000	-64.370	6.061	-1.011	0.000			
7	-317.81883	0.000	-63.606	-0.007	-1.011	0.000	反射面		
8	167.13025	0.000	-64.370	6.061	-1.011	0.000	1.49700	81.54	
9	-77.64026	0.000	-64.539	15.647	-1.011	0.000			
10	-603.40557	0.000	-64.555	16.561	-1.011	0.000	1.65160	58.55	
11	140.85801	0.000	-64.641	21.461	-1.011	0.000			
12	75.16313	0.000	-89.831	112.082	-9.632	0.000	1.49700	81.54	第2群
13	-127.15034	0.000	-91.292	120.688	-9.632	0.000			
14	161.13465	0.000	-91.308	120.787	-9.632	0.000	1.49700	81.54	
15	160.99048	0.000	-92.580	128.281	-9.632	0.000			
16	-61.77522	0.000	-96.220	166.730	-3.550	0.000	1.75500	52.32	
17	359.94300	0.000	-96.506	171.343	-3.550	0.000			
18	332.22403	0.000	-96.572	172.398	-3.550	0.000	1.49700	81.54	
19	-265.69161	0.000	-96.772	175.619	-3.550	0.000			
20	-67.10219	0.000	-96.988	179.106	-3.550	0.000	1.78800	47.37	
21	-39.77131	0.000	-97.267	183.606	-3.550	0.000			
22	-20.43287	0.000	-106.751	196.816	-12.113	0.000	1.59522	67.73	
23	-33.10133	0.000	-106.961	197.793	-12.113	0.000			
24	4080.88718	0.000	-106.982	197.891	-12.113	0.000	1.49700	81.54	
25	-78.15463	0.000	-107.572	200.639	-12.113	0.000			
26	1886.87045	0.000	-107.749	201.462	-12.113	0.000	1.49700	81.54	
27	-33.01163	0.000	-108.730	206.034	-12.113	0.000			
28	2157.90103	0.000	-108.751	206.132	-12.113	0.000	1.80400	46.58	
29	27.75437	0.000	-108.961	207.109	-12.113	0.000	1.49700	81.54	
30	-68.58232	0.000	-110.340	213.539	-12.113	0.000			
31	41.20545	0.000	-110.361	213.637	-12.113	0.000	1.49700	81.54	
32	-199.27406	0.000	-111.778	220.236	-12.113	0.000			

[0081]

[表1B]

実施例1

面番号	曲率半径	座標[mm]			法線の角度成分[°]		nd	νd	群名
		X	Y	Z	X軸成分	Y軸成分			
33	-256.74993	表2参照			-12.113	0.000	1.69680	55.53	第3群
34	23.75488				-12.113	0.000			
35	-56.55794				-12.113	0.000	1.69680	55.53	
36	22.86338				-12.113	0.000			
37	18.13920				-12.113	0.000	2.00330	28.27	
38	247.28527				-12.113	0.000			
39	-34.87717				-12.113	0.000	1.69680	55.53	
40	26.31722				-12.113	0.000			
41(St)	0.00000	0.000	-128.919	300.107	-12.113	0.000			
42	70.95878	表2参照			-12.113	0.000	1.49700	81.54	第4群
43	-22.32427				-12.113	0.000	1.59522	67.73	
44	-36.59733				-12.113	0.000			
45	81.85312				-12.113	0.000	1.49700	81.54	
46	-26.55537				-12.113	0.000	1.62004	36.26	
47	-137.81177				-12.113	0.000			
48	48.30234				-12.113	0.000	1.49700	81.54	
49	-707.68584				-12.113	0.000			
50	-29.41047	0.000	-143.150	366.419	-12.113	0.000	1.62004	36.26	第5群
51	17.74239	0.000	-145.251	376.206	-12.113	0.000	1.80610	33.27	
52	125.95108	0.000	-147.349	385.983	-12.113	0.000			
53	-41.53679	0.000	-147.727	387.744	-12.113	0.000	1.78800	47.37	
54	42.44345	0.000	-147.937	388.722	-12.113	0.000			
55	-188.83736	0.000	-148.293	390.382	-12.113	0.000	1.49700	81.54	
56	-17.09813	0.000	-149.178	394.503	-12.113	0.000			
57	-119.00530	0.000	-151.018	403.076	-12.113	0.000	1.89286	20.36	
58	-32.17450	0.000	-152.486	409.920	-12.113	0.000			
59	-77.63677	0.000	-154.027	417.099	-12.113	0.000	1.63854	55.38	
60	1736.84827	0.000	-156.077	426.648	-12.113	0.000			
61	45.13894	0.000	-157.339	432.532	-12.113	0.000	1.49700	81.54	
62	-9.65317	0.000	-158.693	438.839	-12.113	0.000	1.91082	35.25	
63	22.17297	0.000	-158.903	439.817	-12.113	0.000			
64	21.69855	0.000	-159.112	440.794	-12.113	0.000	1.49700	81.54	
65	-31.02309	0.000	-159.660	443.344	-12.113	0.000			
66	∞	0.000	-162.445	456.321	-12.113	0.000	1.51680	64.20	
67	∞	0.000	-162.654	457.299	-12.113	0.000			
Sim									

[0082]

[表2]

実施例1

群名	面番号	座標[mm]					
		Wide			Middle		
		X	Y	Z	X	Y	Z
第3群	33	0.000	-112.797	224.985	0.000	-115.862	239.269
	34	0.000	-113.007	225.963	0.000	-116.072	240.247
	35	0.000	-116.403	241.788	0.000	-119.468	256.071
	36	0.000	-118.273	250.500	0.000	-121.338	264.784
	37	0.000	-118.317	250.708	0.000	-121.383	264.991
	38	0.000	-118.876	253.312	0.000	-121.942	267.596
	39	0.000	-119.121	254.452	0.000	-122.186	268.736
	40	0.000	-121.219	264.230	0.000	-124.285	278.513
第4群	42	0.000	-133.602	321.929	0.000	-131.948	314.218
	43	0.000	-135.703	331.716	0.000	-134.048	324.006
	44	0.000	-136.735	336.525	0.000	-135.080	328.814
	45	0.000	-139.634	350.036	0.000	-137.980	342.325
	46	0.000	-140.851	355.706	0.000	-139.197	347.995
	47	0.000	-141.061	356.684	0.000	-139.406	348.973
	48	0.000	-141.082	356.781	0.000	-139.427	349.071
	49	0.000	-141.762	359.949	0.000	-140.107	352.239

群名	面番号	座標[mm]		
		Tele		
		X	Y	Z
第3群	33	0.000	-117.445	246.645
	34	0.000	-117.655	247.623
	35	0.000	-121.051	263.448
	36	0.000	-122.921	272.160
	37	0.000	-122.966	272.367
	38	0.000	-123.525	274.972
	39	0.000	-123.769	276.112
	40	0.000	-125.868	285.890
第4群	42	0.000	-129.962	304.966
	43	0.000	-132.062	314.753
	44	0.000	-133.094	319.562
	45	0.000	-135.994	333.073
	46	0.000	-137.211	338.743
	47	0.000	-137.421	339.721
	48	0.000	-137.442	339.819
	49	0.000	-138.122	342.986

[0083]

[表3]

実施例1

ズームポジション		Wide	Middle	Tele
軸上光束径[mm]	X方向	18.620	44.150	80.210
	Y方向	18.560	44.020	80.030
全画角($\theta 1$ + $\theta 2$) [°]	対角方向	5.031	1.819	0.727
$\tan(\theta 1)+\tan(\theta 2)$	対角方向	0.08787	0.03175	0.01270
変倍比	対角方向	1.000	2.767	6.921

[0084] 図5に、実施例1の変倍光学系の広角端における横収差図を示す。図5では、左列にサジタル方向の収差を示し、右列にタンジェンシャル方向の収差を示す。d線、F線、C線、およびs線における収差をそれぞれ実線、長破線、一点鎖線、および点線で示す。縦軸の単位は μm （マイクロメートル）である。

[0085] なお、横収差図においては、上述したXYZ座標系とは異なるxyz座標系を用いて座標を表している。xyz座標系では、基準光線2と像面Simとの交点を原点とし、以下に述べる、互いに直交するx軸、y軸、およびz軸を用いている。変倍光学系から像面Simに入射する基準光線2の方向をz軸方向とし、図1の紙面をyz面とし、紙面に垂直な方向をx軸方向とする。また、z軸方向の正方向は変倍光学系から像面Simへ向かう方向、y軸方向の正方向は像面Simに入射する基準光線2に対して第1ミラーM1がある方向、x軸方向の正方向は紙面の裏側から表側へ向かう方向とする。図5では上記のxyz座標系の各座標における収差を示しており、この各座標の値を各収差図の(x、y) = の後に記入している。

[0086] 図6に、実施例1の変倍光学系の望遠端における横収差図を示す。図6においても、左列にサジタル方向の収差を示し、右列にタンジェンシャル方向の収差を示す。図6の図示方法は基本的に図5と同様である。図5および図6は、無限遠物体に合焦した状態における収差を示す。

[0087] 上記の実施例1に関する各データの記号、意味、記載方法、および図示方法は、特に断りが無い限り以下の実施例においても基本的に同様であるので、以下では重複説明を省略する。

[0088] [実施例2]

実施例2の変倍光学系の広角端における断面図と光束を図7に示す。実施例2の変倍光学系は、光路に沿って物体側から像側へ向かって順に、第1群G1と、第2群G2と、第3群G3と、開口絞りStと、第4群G4と、第5群G5とからなるズーム光学系である。第1群G1と第2群G2との間の光路に中間像Imが形成されている。広角端から望遠端への変倍の際に、第3群G3は像側へ移動し、第4群G4は物体側へ移動し、その他の群および開口絞りStは像面Simに対して固定されている。第1群G1は、第1ミラーM1と、第2ミラーM2と、補正レンズ群Ghとからなる。補正レンズ群Ghは2枚のレンズからなる。第2群G2は、物体側から像側へ順に、第2A部分群G2Aと、第2B部分群G2Bと、第2C部分群G2Cとからなる。第2A部分群G2Aは2枚のレンズからなる。第2B部分群G2Bは3枚のレンズからなる。第2C部分群G2Cは6枚のレンズからなる。第2A部分群G2Aと、第2B部分群G2Bと、第2C部分群G2Cとは互いに非共軸に配置されている。第2C部分群G2Cと、第3群G3と、開口絞りStと、第4群G4と、第5群G5とは互いに共軸に配置されている。第3群G3は4枚のレンズからなる。第4群G4は5枚のレンズからなる。第5群G5は9枚のレンズからなる。以上が実施例2の変倍光学系の概要である。

[0089] 実施例2の変倍光学系について、基本レンズデータを表4Aおよび表4Bに、変倍群の座標データを表5に、諸元を表6に、広角端における横収差図を図8に、望遠端における横収差図を図9に示す。

[0090]

[表4A]

実施例2

面番号	曲率半径	座標[mm]			法線の角度成分[°]		nd	νd	群名
		X	Y	Z	X軸成分	Y軸成分			
1	∞	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			第1群
2	-931.43728	0.000	-28.933	384.506	3.110	0.000	反射面		
3	155.41386	0.000	-64.389	21.237	-1.223	0.000	1.65160	58.55	
4	-221.14986	0.000	-64.288	16.532	-1.223	0.000			
5	-74.26910	0.000	-64.271	15.709	-1.223	0.000	1.49700	81.54	
6	135.03568	0.000	-64.065	6.097	-1.223	0.000			
7	-370.87416	0.000	-62.159	-0.006	-1.223	0.000	反射面		
8	135.03568	0.000	-64.065	6.097	-1.223	0.000	1.49700	81.54	
9	-74.26910	0.000	-64.271	15.709	-1.223	0.000			
10	-221.14986	0.000	-64.288	16.532	-1.223	0.000	1.65160	58.55	
11	155.41386	0.000	-64.389	21.237	-1.223	0.000			
12	73.36998	0.000	-91.709	111.230	-10.349	0.000	1.49700	81.54	第2群
13	-115.85500	0.000	-93.260	119.722	-10.349	0.000			
14	340.35421	0.000	-93.278	119.820	-10.349	0.000	1.49700	81.54	
15	182.60487	0.000	-94.267	125.234	-10.349	0.000			
16	-59.20437	0.000	-97.502	164.435	-4.919	0.000	1.75500	52.32	
17	1056.97246	0.000	-97.898	169.032	-4.919	0.000			
18	1489.25664	0.000	-97.972	169.892	-4.919	0.000	1.49700	81.54	
19	-213.41129	0.000	-98.252	173.147	-4.919	0.000			
20	-66.22025	0.000	-98.557	176.698	-4.919	0.000	1.78800	47.37	
21	-39.61939	0.000	-98.937	181.106	-4.919	0.000			
22	-21.50555	0.000	-108.603	191.524	-13.146	0.000	1.59522	67.73	
23	-30.16365	0.000	-108.834	192.512	-13.146	0.000			
24	-541.98275	0.000	-109.230	194.210	-13.146	0.000	1.49700	81.54	
25	-77.66123	0.000	-109.982	197.428	-13.146	0.000			
26	-581.77629	0.000	-110.537	199.806	-13.146	0.000	1.49700	81.54	
27	-36.07573	0.000	-111.955	205.875	-13.146	0.000			
28	-1392.45823	0.000	-111.978	205.972	-13.146	0.000	1.80400	46.58	
29	30.35572	0.000	-112.220	207.010	-13.146	0.000	1.49700	81.54	
30	-76.30556	0.000	-114.166	215.343	-13.146	0.000			
31	46.40186	0.000	-114.773	217.939	-13.146	0.000	1.49700	81.54	
32	-176.73131	0.000	-116.100	223.624	-13.146	0.000			

[0091]

[表4B]

実施例2

面番号	曲率半径	座標[mm]			法線の角度成分[°]		nd	νd	群名
		X	Y	Z	X軸成分	Y軸成分			
33	-193.76501	表5参照			-13.146	0.000	1.69680	55.53	第3群
34	34.74642				-13.146	0.000			
35	-43.33071				-13.146	0.000	1.69680	55.53	
36	24.91368				-13.146	0.000			
37	17.83393				-13.146	0.000	2.00330	28.27	
38	179.94985				-13.146	0.000			
39	-37.82070				-13.146	0.000	1.69680	55.53	
40	21.46673				-13.146	0.000			
41(St)	0.00000	0.000	-134.731	303.394	-13.146	0.000			
42	62.72759	表5参照			-13.146	0.000	1.49700	81.54	第4群
43	-25.14931				-13.146	0.000	1.59522	67.73	
44	-36.42296				-13.146	0.000			
45	68.07114				-13.146	0.000	1.49700	81.54	
46	-22.94977				-13.146	0.000	1.62004	36.26	
47	-129.53207				-13.146	0.000			
48	42.82514				-13.146	0.000	1.49700	81.54	
49	-269.12683				-13.146	0.000			
50	-29.21673	0.000	-148.084	360.563	-13.146	0.000	1.62004	36.26	第5群
51	17.40229	0.000	-149.835	368.063	-13.146	0.000	1.80610	33.27	
52	101.71179	0.000	-151.618	375.694	-13.146	0.000			
53	-33.69690	0.000	-151.995	377.310	-13.146	0.000	1.78800	47.37	
54	33.97767	0.000	-152.223	378.284	-13.146	0.000			
55	-88.40131	0.000	-153.628	384.303	-13.146	0.000	1.49700	81.54	
56	-15.80032	0.000	-154.487	387.977	-13.146	0.000			
57	-206.78237	0.000	-155.993	394.426	-13.146	0.000	1.89286	20.36	
58	-32.32342	0.000	-157.585	401.243	-13.146	0.000			
59	-138.13664	0.000	-159.142	407.910	-13.146	0.000	1.63854	55.38	
60	-219.03845	0.000	-160.038	411.744	-13.146	0.000			
61	-2007.54516	0.000	-160.994	415.837	-13.146	0.000	1.49700	81.54	
62	-8.32586	0.000	-162.457	422.103	-13.146	0.000	1.91082	35.25	
63	18.79506	0.000	-164.390	430.380	-13.146	0.000			
64	18.91413	0.000	-164.413	430.477	-13.146	0.000	1.49700	81.54	
65	-17.93368	0.000	-165.086	433.359	-13.146	0.000			
66	0.00000	0.000	-167.962	445.673	-13.146	0.000	1.51680	64.20	
67	0.00000	0.000	-168.189	446.647	-13.146	0.000			
像面									

[0092]

[表5]

実施例2

群名	面番号	座標[mm]					
		Wide			Middle		
		X	Y	Z	X	Y	Z
第3群	33	0.000	-117.207	228.362	0.000	-121.533	246.885
	34	0.000	-117.434	229.335	0.000	-121.761	247.859
	35	0.000	-120.798	243.740	0.000	-125.125	262.263
	36	0.000	-123.073	253.478	0.000	-127.399	272.001
	37	0.000	-123.096	253.575	0.000	-127.422	272.099
	38	0.000	-123.806	256.618	0.000	-128.133	275.142
	39	0.000	-124.113	257.932	0.000	-128.440	276.455
	40	0.000	-126.388	267.670	0.000	-130.714	286.193
第4群	42	0.000	-139.910	325.565	0.000	-137.937	317.118
	43	0.000	-141.504	332.391	0.000	-139.531	323.944
	44	0.000	-141.731	333.365	0.000	-139.758	324.918
	45	0.000	-144.236	344.090	0.000	-142.263	335.643
	46	0.000	-145.639	350.097	0.000	-143.667	341.651
	47	0.000	-145.867	351.071	0.000	-143.894	342.624
	48	0.000	-145.890	351.168	0.000	-143.917	342.722
	49	0.000	-146.681	354.555	0.000	-144.708	346.109

群名	面番号	座標[mm]		
		Tele		
		X	Y	Z
第3群	33	0.000	-123.351	254.670
	34	0.000	-123.579	255.643
	35	0.000	-126.943	270.048
	36	0.000	-129.217	279.786
	37	0.000	-129.240	279.883
	38	0.000	-129.951	282.926
	39	0.000	-130.258	284.240
	40	0.000	-132.532	293.978
第4群	42	0.000	-135.570	306.983
	43	0.000	-137.164	313.809
	44	0.000	-137.391	314.783
	45	0.000	-139.896	325.508
	46	0.000	-141.299	331.515
	47	0.000	-141.527	332.489
	48	0.000	-141.550	332.587
	49	0.000	-142.341	335.973

[0093]

[表6]

実施例2

ズームポジション		Wide	Middle	Tele
軸上光束径[mm]	X方向	18.790	55.620	80.680
	Y方向	18.710	55.380	80.000
全画角($ \theta 1 + \theta 2 $) [°]	対角方向	5.052	1.412	0.503
$\tan(\theta 1)+\tan(\theta 2)$	対角方向	0.08823	0.02465	0.00878
変倍比	対角方向	1.000	3.580	10.045

[0094] [実施例3]

実施例3の変倍光学系の広角端における断面図と光束を図10に示す。実施例3の変倍光学系は、実施例2の変倍光学系の概要と同様の構成を有する。実施例3の変倍光学系について、基本レンズデータを表7Aおよび表7Bに、変倍群の座標データを表8に、諸元を表9に、広角端における横収差図を図11に、望遠端における横収差図を図12に示す。

[0095]

[表7A]

実施例3

面番号	曲率半径	座標[mm]			法線の角度成分[°]		nd	νd	群名
		X	Y	Z	X軸成分	Y軸成分			
1	∞	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			第1群
2	-939.42077	0.000	-38.456	388.988	3.087	0.000	反射面		
3	149.09308	0.000	-73.823	25.719	-2.614	0.000	1.65160	58.55	
4	-219.62633	0.000	-73.521	19.098	-2.614	0.000			
5	-75.79311	0.000	-73.471	18.007	-2.614	0.000	1.49700	81.54	
6	143.08703	0.000	-73.015	8.018	-2.614	0.000			
7	-381.68374	0.000	-68.261	0.006	-2.614	0.000	反射面		
8	143.08703	0.000	-73.015	8.018	-2.614	0.000	1.49700	81.54	
9	-75.79311	0.000	-73.471	18.007	-2.614	0.000			
10	-219.62633	0.000	-73.521	19.098	-2.614	0.000	1.65160	58.55	
11	149.09308	0.000	-73.823	25.719	-2.614	0.000			
12	116.70932	0.000	-109.646	117.124	-8.443	0.000	1.49700	81.54	第2群
13	-94.84766	0.000	-111.090	126.852	-8.443	0.000			
14	136.02275	0.000	-114.210	147.868	-8.443	0.000	1.80518	25.42	
15	184.08967	0.000	-115.544	156.859	-8.443	0.000			
16	-60.30047	0.000	-120.437	169.004	-8.311	0.000	1.75500	52.32	
17	91.17449	0.000	-120.978	172.709	-8.311	0.000	1.49700	81.54	
18	-275.79126	0.000	-121.709	177.714	-8.311	0.000			
19	-67.94974	0.000	-122.390	182.376	-8.311	0.000	1.80440	39.59	
20	-39.29919	0.000	-123.058	186.946	-8.311	0.000			
21	-21.82692	0.000	-130.901	194.040	-17.055	0.000	1.62041	60.29	
22	-30.15507	0.000	-131.229	195.109	-17.055	0.000			
23	-567.29258	0.000	-131.594	196.300	-17.055	0.000	1.49700	81.54	
24	-78.03725	0.000	-132.646	199.728	-17.055	0.000			
25	-616.67587	0.000	-132.732	200.010	-17.055	0.000	1.49700	81.54	
26	-36.26267	0.000	-134.785	206.700	-17.055	0.000			
27	-1766.25445	0.000	-135.098	207.721	-17.055	0.000	1.80400	46.58	
28	29.89838	0.000	-137.803	216.539	-17.055	0.000	1.49700	81.54	
29	-78.48949	0.000	-139.846	223.198	-17.055	0.000			
30	46.50705	0.000	-139.876	223.294	-17.055	0.000	1.49700	81.54	
31	-182.94733	0.000	-141.545	228.734	-17.055	0.000			

[0096]

[表7B]

実施例3

面番号	曲率半径	座標[mm]			法線の角度成分[°]		nd	νd	群名
		X	Y	Z	X軸成分	Y軸成分			
32	-242.20190	表8参照			-17.055	0.000	1.71300	53.87	第3群
33	33.87355				-17.055	0.000			
34	-43.24717				-17.055	0.000	1.71300	53.87	
35	24.13031				-17.055	0.000			
36	18.00333				-17.055	0.000	2.00100	29.13	
37	167.73962				-17.055	0.000			
38	-37.02135				-17.055	0.000	1.69680	55.53	
39	22.09143				-17.055	0.000			
40(St)	0.00000	0.000	-167.408	313.039	-17.055	0.000			
41	65.36026	表8参照			-17.055	0.000	1.49700	81.54	第4群
42	-26.28626				-17.055	0.000	1.59522	67.73	
43	-36.10060				-17.055	0.000			
44	65.87874				-17.055	0.000	1.49700	81.54	
45	-23.32258				-17.055	0.000	1.62004	36.26	
46	-118.76982				-17.055	0.000			
47	42.01270				-17.055	0.000	1.49700	81.54	
48	-240.17778				-17.055	0.000			
49	-29.30976	0.000	-184.789	369.695	-17.055	0.000	1.62004	36.26	第5群
50	17.60363	0.000	-186.034	373.753	-17.055	0.000	1.80610	33.27	
51	101.57048	0.000	-187.997	380.152	-17.055	0.000			
52	-33.61190	0.000	-188.597	382.106	-17.055	0.000	1.78800	47.37	
53	34.46424	0.000	-189.237	384.192	-17.055	0.000			
54	-81.22944	0.000	-190.537	388.431	-17.055	0.000	1.49700	81.54	
55	-15.35677	0.000	-192.059	393.391	-17.055	0.000			
56	-215.82100	0.000	-192.115	393.574	-17.055	0.000	1.89286	20.36	
57	-33.97826	0.000	-192.902	396.140	-17.055	0.000			
58	-120.18781	0.000	-194.816	402.378	-17.055	0.000	1.49700	81.54	
59	-188.95528	0.000	-195.882	405.851	-17.055	0.000			
60	-192.27907	0.000	-197.019	409.560	-17.055	0.000	1.49700	81.54	
61	-9.03395	0.000	-198.817	415.418	-17.055	0.000	1.90525	35.04	
62	32.68804	0.000	-200.083	419.545	-17.055	0.000			
63	16.48108	0.000	-204.090	432.606	-17.055	0.000	1.51742	52.43	
64	-73.58546	0.000	-205.090	435.867	-17.055	0.000			
65	0.00000	0.000	-208.413	446.697	-17.055	0.000	1.51680	64.20	
66	0.00000	0.000	-208.706	447.653	-17.055	0.000			
像面									

[0097]

[表8]

実施例3

群名	面番号	座標[mm]					
		Wide			Middle		
		X	Y	Z	X	Y	Z
第3群	32	0.000	-142.905	233.169	0.000	-149.141	253.496
	33	0.000	-143.383	234.728	0.000	-149.619	255.055
	34	0.000	-149.211	253.725	0.000	-155.447	274.052
	35	0.000	-152.144	263.285	0.000	-158.380	283.612
	36	0.000	-152.219	263.529	0.000	-158.455	283.856
	37	0.000	-153.182	266.667	0.000	-159.418	286.994
	38	0.000	-153.649	268.190	0.000	-159.885	288.517
	39	0.000	-156.582	277.751	0.000	-162.818	298.078
第4群	41	0.000	-173.965	334.412	0.000	-171.505	326.392
	42	0.000	-176.863	343.857	0.000	-174.402	335.837
	43	0.000	-177.941	347.371	0.000	-175.480	339.351
	44	0.000	-178.700	349.845	0.000	-176.239	341.825
	45	0.000	-180.825	356.772	0.000	-178.364	348.752
	46	0.000	-181.711	359.660	0.000	-179.250	351.640
	47	0.000	-181.741	359.759	0.000	-179.281	351.739
	48	0.000	-182.860	363.405	0.000	-180.399	355.384

群名	面番号	座標[mm]		
		Tele		
		X	Y	Z
第3群	32	0.000	-151.444	261.002
	33	0.000	-151.922	262.560
	34	0.000	-157.750	281.558
	35	0.000	-160.683	291.118
	36	0.000	-160.758	291.362
	37	0.000	-161.720	294.499
	38	0.000	-162.188	296.023
	39	0.000	-165.121	305.583
第4群	41	0.000	-168.552	316.768
	42	0.000	-171.450	326.212
	43	0.000	-172.528	329.727
	44	0.000	-173.287	332.201
	45	0.000	-175.412	339.127
	46	0.000	-176.298	342.015
	47	0.000	-176.328	342.115
	48	0.000	-177.446	345.760

[0098]

[表9]

実施例3

ズームポジション		Wide	Middle	Tele
軸上光束径[mm]	X方向	19.390	67.310	108.480
	Y方向	19.480	67.620	100.500
全画角($ \theta 1 + \theta 2 $) $^{\circ}$	対角方向	5.352	1.267	0.425
$\tan(\theta 1)+\tan(\theta 2)$	対角方向	0.09348	0.02211	0.00741
変倍比	対角方向	1.000	4.228	12.610

[0099] [実施例4]

実施例4の変倍光学系の広角端における断面図と光束を図13に示す。実施例4の変倍光学系は、実施例2の変倍光学系の概要と同様の構成を有する。実施例4の変倍光学系について、基本レンズデータを表10Aおよび表10Bに、変倍群の座標データを表11に、諸元を表12に、広角端における横収差図を図14に、望遠端における横収差図を図15に示す。

[0100]

[表10A]

実施例4

面番号	曲率半径	座標[mm]			法線の角度成分[°]		nd	νd	群名
		X	Y	Z	X軸成分	Y軸成分			
1	∞	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			第1群
2	-939.40888	0.000	-37.437	388.831	3.161	0.000	反射面		
3	149.15307	0.000	-73.999	25.562	-2.629	0.000	1.65160	58.55	
4	-219.89587	0.000	-73.693	18.900	-2.629	0.000			
5	-75.76647	0.000	-73.642	17.798	-2.629	0.000	1.49700	81.54	
6	143.04957	0.000	-73.195	8.063	-2.629	0.000			
7	-382.09141	0.000	-69.100	-0.006	-2.629	0.000	反射面		
8	143.04957	0.000	-73.195	8.063	-2.629	0.000	1.49700	81.54	
9	-75.76647	0.000	-73.642	17.798	-2.629	0.000			
10	-219.89587	0.000	-73.693	18.900	-2.629	0.000	1.65160	58.55	
11	149.15307	0.000	-73.999	25.562	-2.629	0.000			
12	116.26879	0.000	-109.562	117.017	-8.248	0.000	1.49700	81.54	第2群
13	-95.27513	0.000	-110.961	126.668	-8.248	0.000			
14	136.11151	0.000	-114.038	147.892	-8.248	0.000	1.80518	25.42	
15	184.19311	0.000	-115.454	157.659	-8.248	0.000			
16	-60.27238	0.000	-120.323	169.768	-8.249	0.000	1.75500	52.32	
17	91.73055	0.000	-120.861	173.475	-8.249	0.000	1.49700	81.54	
18	-277.51686	0.000	-121.587	178.489	-8.249	0.000			
19	-67.92777	0.000	-122.264	183.158	-8.249	0.000	1.80440	39.59	
20	-39.30168	0.000	-122.927	187.728	-8.249	0.000			
21	-21.82821	0.000	-130.800	194.772	-16.992	0.000	1.62041	60.29	
22	-30.15677	0.000	-131.128	195.845	-16.992	0.000			
23	-566.93361	0.000	-131.499	197.058	-16.992	0.000	1.49700	81.54	
24	-78.04143	0.000	-132.554	200.513	-16.992	0.000			
25	-616.61195	0.000	-132.663	200.868	-16.992	0.000	1.49700	81.54	
26	-36.25971	0.000	-134.732	207.640	-16.992	0.000			
27	-1774.07554	0.000	-135.018	208.575	-16.992	0.000	1.80400	46.58	
28	29.89460	0.000	-137.603	217.035	-16.992	0.000	1.49700	81.54	
29	-78.46224	0.000	-139.707	223.920	-16.992	0.000			
30	46.50379	0.000	-139.989	224.842	-16.992	0.000	1.49700	81.54	
31	-182.91351	0.000	-141.648	230.272	-16.992	0.000			

[0101]

[表10B]

実施例4

面番号	曲率半径	座標[mm]			法線の角度成分[°]		nd	νd	群名
		X	Y	Z	X軸成分	Y軸成分			
32	-243.01657	表11参照			-16.992	0.000	1.71300	53.87	第3群
33	33.89190				-16.992	0.000			
34	-43.38303				-16.992	0.000	1.71300	53.87	
35	24.14057				-16.992	0.000			
36	18.00019				-16.992	0.000	2.00100	29.13	
37	169.77342				-16.992	0.000			
38	-37.06823				-16.992	0.000	1.69680	55.53	
39	22.08717				-16.992	0.000			
40(St)	0.00000	0.000	-167.281	314.155	-16.992	0.000			
41	65.34237	表11参照			-16.992	0.000	1.49700	81.54	第4群
42	-26.43292				-16.992	0.000	1.59522	67.73	
43	-36.06353				-16.992	0.000			
44	65.89230				-16.992	0.000	1.49700	81.54	
45	-23.43749				-16.992	0.000	1.62004	36.26	
46	-118.66777				-16.992	0.000			
47	42.00820				-16.992	0.000	1.49700	81.54	
48	-239.67980				-16.992	0.000			
49	-29.24034	0.000	-186.060	375.608	-16.992	0.000	1.62004	36.26	第5群
50	17.73622	0.000	-187.349	379.825	-16.992	0.000	1.80610	33.27	
51	100.38385	0.000	-189.304	386.222	-16.992	0.000			
52	-33.49558	0.000	-189.891	388.142	-16.992	0.000	1.78800	47.37	
53	34.45987	0.000	-191.314	392.799	-16.992	0.000			
54	-80.15282	0.000	-192.517	396.738	-16.992	0.000	1.49700	81.54	
55	-15.39763	0.000	-193.782	400.875	-16.992	0.000			
56	-202.47609	0.000	-193.831	401.037	-16.992	0.000	1.89286	20.36	
57	-34.39180	0.000	-195.553	406.672	-16.992	0.000			
58	-113.77644	0.000	-197.408	412.743	-16.992	0.000	1.49700	81.54	
59	19.87168	0.000	-198.380	415.922	-16.992	0.000			
60	854.77182	0.000	-203.841	433.795	-16.992	0.000	1.49700	81.54	
61	-8.63130	0.000	-205.080	437.848	-16.992	0.000	1.90525	35.04	
62	-91.76652	0.000	-205.372	438.805	-16.992	0.000			
63	15.59687	0.000	-205.777	440.129	-16.992	0.000	1.51742	52.43	
64	-56.35286	0.000	-206.796	443.465	-16.992	0.000			
65	0.00000	0.000	-210.396	455.245	-16.992	0.000	1.51680	64.20	
66	0.00000	0.000	-210.688	456.202	-16.992	0.000			
像面									

[0102]

[表11]

実施例4

群名	面番号	座標[mm]					
		Wide			Middle		
		X	Y	Z	X	Y	Z
第3群	32	0.000	-142.834	234.154	0.000	-149.113	254.701
	33	0.000	-143.305	235.695	0.000	-149.584	256.243
	34	0.000	-148.927	254.091	0.000	-155.206	274.638
	35	0.000	-151.849	263.654	0.000	-158.128	284.201
	36	0.000	-151.937	263.941	0.000	-158.216	284.488
	37	0.000	-152.924	267.173	0.000	-159.203	287.720
	38	0.000	-153.402	268.736	0.000	-159.681	289.283
	39	0.000	-156.325	278.300	0.000	-162.603	298.847
第4群	41	0.000	-173.876	335.736	0.000	-171.357	327.492
	42	0.000	-176.792	345.278	0.000	-174.273	337.034
	43	0.000	-177.898	348.898	0.000	-175.379	340.654
	44	0.000	-179.539	354.266	0.000	-177.019	346.022
	45	0.000	-181.656	361.195	0.000	-179.137	352.951
	46	0.000	-183.064	365.804	0.000	-180.545	357.561
	47	0.000	-183.094	365.900	0.000	-180.575	357.656
	48	0.000	-184.199	369.516	0.000	-181.680	361.272

群名	面番号	座標[mm]		
		Tele		
		X	Y	Z
第3群	32	0.000	-151.452	262.354
	33	0.000	-151.923	263.895
	34	0.000	-157.544	282.290
	35	0.000	-160.466	291.854
	36	0.000	-160.554	292.141
	37	0.000	-161.542	295.372
	38	0.000	-162.019	296.936
	39	0.000	-164.942	306.499
第4群	41	0.000	-168.334	317.600
	42	0.000	-171.250	327.142
	43	0.000	-172.356	330.762
	44	0.000	-173.996	336.130
	45	0.000	-176.114	343.059
	46	0.000	-177.522	347.668
	47	0.000	-177.552	347.764
	48	0.000	-178.657	351.380

[0103]

[表12]

実施例4

ズームポジション		Wide	Middle	Tele
軸上光束径[mm]	X方向	18.930	65.330	106.150
	Y方向	19.020	65.630	99.910
全画角($ \theta 1 + \theta 2 $) [°]	対角方向	5.327	1.286	0.435
$\tan(\theta 1)+\tan(\theta 2)$	対角方向	0.09304	0.02244	0.00760
変倍比	対角方向	1.000	4.146	12.246

[0104] [実施例5]

実施例5の変倍光学系の広角端における断面図と光束を図16に示す。実施例5の変倍光学系は、実施例2の変倍光学系の概要と同様の構成を有する。実施例5の変倍光学系について、基本レンズデータを表13Aおよび表13Bに、変倍群の座標データを表14に、諸元を表15に、広角端における横収差図を図17に、望遠端における横収差図を図18に示す。

[0105]

[表13A]

実施例5

面番号	曲率半径	座標[mm]			法線の角度成分[°]		nd	νd	群名
		X	Y	Z	X軸成分	Y軸成分			
1	∞	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			第1群
2	-936.14087	0.000	-28.015	399.175	3.419	0.000	反射面		
3	143.90893	0.000	-72.612	35.906	-1.912	0.000	1.65160	58.55	
4	-217.72273	0.000	-72.279	25.932	-1.912	0.000			
5	-75.73436	0.000	-72.203	23.671	-1.912	0.000	1.49700	81.54	
6	156.16135	0.000	-71.870	13.676	-1.912	0.000			
7	-361.34277	0.000	-77.683	-0.013	-1.912	0.000	反射面		
8	156.16135	0.000	-71.870	13.676	-1.912	0.000	1.49700	81.54	
9	-75.73436	0.000	-72.203	23.671	-1.912	0.000			
10	-217.72273	0.000	-72.279	25.932	-1.912	0.000	1.65160	58.55	
11	143.90893	0.000	-72.612	35.906	-1.912	0.000			
12	131.32754	0.000	-97.585	130.499	-2.067	0.000	1.51633	64.14	第2群
13	-174.43196	0.000	-97.945	140.473	-2.067	0.000			
14	-107.49356	0.000	-98.087	144.409	-2.067	0.000	1.49700	81.54	
15	-60.73267	0.000	-98.235	148.487	-2.067	0.000			
16	-56.38050	0.000	-102.999	182.882	-1.713	0.000	1.60300	65.44	
17	82.01381	0.000	-103.040	184.242	-1.713	0.000	1.49700	81.54	
18	-685.19589	0.000	-103.163	188.369	-1.713	0.000			
19	-63.79898	0.000	-103.262	191.672	-1.713	0.000	1.80440	39.58	
20	-39.66151	0.000	-103.377	195.508	-1.713	0.000			
21	-20.72771	0.000	-110.285	201.496	-11.480	0.000	1.62041	60.29	
22	-32.19442	0.000	-111.612	208.030	-11.480	0.000			
23	-669.07967	0.000	-111.726	208.592	-11.480	0.000	1.49700	81.54	
24	-82.45103	0.000	-112.316	211.498	-11.480	0.000			
25	-724.44604	0.000	-112.316	211.498	-11.480	0.000	1.49700	81.54	
26	-37.29458	0.000	-113.338	216.529	-11.480	0.000			
27	-2127.90452	0.000	-113.361	216.643	-11.480	0.000	1.80400	46.53	
28	29.95956	0.000	-113.566	217.651	-11.480	0.000	1.49700	81.54	
29	-81.78606	0.000	-114.943	224.435	-11.480	0.000			
30	44.63264	0.000	-114.963	224.533	-11.480	0.000	1.49700	81.54	
31	-196.68977	0.000	-115.844	228.867	-11.480	0.000			

[0106]

[表13B]

実施例5

面番号	曲率半径	座標[mm]			法線の角度成分[°]		nd	νd	群名
		X	Y	Z	X軸成分	Y軸成分			
32	-211.29571	表14参照			-11.480	0.000	1.71300	53.87	第3群
33	31.39126				-11.480	0.000			
34	-46.16587				-11.480	0.000	1.72916	54.68	
35	23.54374				-11.480	0.000			
36	19.92124				-11.480	0.000	1.95375	32.32	
37	197.06488				-11.480	0.000			
38	-41.14516				-11.480	0.000	1.69680	55.53	
39	22.52102				-11.480	0.000			
40(St)	0.00000	0.000	-134.764	322.030	-11.480	0.000			
41	72.57390	表14参照			-11.480	0.000	1.49700	81.54	第4群
42	-23.53405				-11.480	0.000	1.59522	67.73	
43	-35.76024				-11.480	0.000			
44	66.24830				-11.480	0.000	1.49700	81.54	
45	-25.14062				-11.480	0.000	1.62004	36.26	
46	-115.06853				-11.480	0.000			
47	40.29023				-11.480	0.000	1.49700	81.54	
48	-254.59561				-11.480	0.000			
49	-28.85442	0.000	-147.274	383.625	-11.480	0.000	1.62004	36.26	第5群
50	20.31910	0.000	-148.580	390.056	-11.480	0.000	1.80610	33.27	
51	102.32472	0.000	-149.793	396.030	-11.480	0.000			
52	-35.51177	0.000	-150.167	397.870	-11.480	0.000	1.78800	47.37	
53	36.73778	0.000	-150.646	400.231	-11.480	0.000			
54	-106.33253	0.000	-151.339	403.640	-11.480	0.000	1.49700	81.54	
55	-15.17256	0.000	-152.209	407.925	-11.480	0.000			
56	-184.37017	0.000	-152.645	410.073	-11.480	0.000	1.92286	18.90	
57	-33.83255	0.000	-154.038	416.933	-11.480	0.000			
58	-198.74223	0.000	-155.067	421.999	-11.480	0.000	1.53775	74.70	
59	21.47433	0.000	-155.345	423.367	-11.480	0.000			
60	67.45746	0.000	-158.259	437.718	-11.480	0.000	1.49700	81.54	
61	-9.00620	0.000	-159.390	443.287	-11.480	0.000	1.90043	37.37	
62	-238.62415	0.000	-161.381	453.087	-11.480	0.000			
63	17.61680	0.000	-163.945	465.714	-11.480	0.000	1.49700	81.54	
64	-133.45425	0.000	-164.919	470.510	-11.480	0.000			
65	0.00000	0.000	-167.614	483.780	-11.480	0.000	1.51680	64.20	
66	0.00000	0.000	-167.813	484.760	-11.480	0.000			
像面									

[0107]

[表14]

実施例5

群名	面番号	座標[mm]					
		Wide			Middle		
		X	Y	Z	X	Y	Z
第3群	32	0.000	-116.791	233.530	0.000	-120.358	251.096
	33	0.000	-116.997	234.546	0.000	-120.564	252.112
	34	0.000	-120.978	254.146	0.000	-124.545	271.712
	35	0.000	-122.968	263.946	0.000	-126.535	281.512
	36	0.000	-123.804	268.065	0.000	-127.372	285.631
	37	0.000	-124.401	271.005	0.000	-127.969	288.571
	38	0.000	-125.451	276.173	0.000	-129.018	293.738
	39	0.000	-127.441	285.973	0.000	-131.009	303.538
第4群	41	0.000	-139.257	344.152	0.000	-137.967	337.799
	42	0.000	-141.246	353.945	0.000	-139.956	347.592
	43	0.000	-141.703	356.196	0.000	-140.413	349.843
	44	0.000	-143.358	364.347	0.000	-142.068	357.993
	45	0.000	-144.672	370.814	0.000	-143.381	364.460
	46	0.000	-145.212	373.475	0.000	-143.922	367.122
	47	0.000	-145.232	373.574	0.000	-143.942	367.221
	48	0.000	-146.007	377.390	0.000	-144.717	371.037

群名	面番号	座標[mm]		
		Tele		
		X	Y	Z
第3群	32	0.000	-122.587	262.073
	33	0.000	-122.794	263.090
	34	0.000	-126.774	282.690
	35	0.000	-128.765	292.490
	36	0.000	-129.601	296.608
	37	0.000	-130.198	299.548
	38	0.000	-131.248	304.716
	39	0.000	-133.238	314.516
第4群	41	0.000	-136.418	330.174
	42	0.000	-138.407	339.967
	43	0.000	-138.864	342.218
	44	0.000	-140.520	350.369
	45	0.000	-141.833	356.836
	46	0.000	-142.374	359.498
	47	0.000	-142.394	359.597
	48	0.000	-143.169	363.413

[0108]

[表15]

実施例5

ズームポジション		Wide	Middle	Tele
軸上光束径[mm]	X方向	16.090	44.990	112.400
	Y方向	16.200	45.300	99.890
全画角($\theta 1$ + $\theta 2$) [°]	対角方向	5.282	1.614	0.424
$\tan(\theta 1)+\tan(\theta 2)$	対角方向	0.09225	0.02818	0.00740
変倍比	対角方向	1.000	3.274	12.474

[0109] [実施例6]

実施例6の変倍光学系の広角端における断面図と光束を図19に示す。実施例6の変倍光学系は、光路に沿って物体側から像側へ向かって順に、第1群G1と、第2群G2と、第3群G3と、開口絞りStと、第4群G4と、第5群G5と、第6群G6とからなるズーム光学系である。第1群G1と第2群G2との間の光路に中間像Imが形成されている。広角端から望遠端への変倍の際に、第3群G3は像側へ移動し、第4群G4は物体側へ移動し、第5群G5は像側へ移動し、その他の群および開口絞りStは像面Simに対して固定されている。第1群G1は、第1ミラーM1と、第2ミラーM2と、補正レンズ群Ghとからなる。補正レンズ群Ghは2枚のレンズからなる。第2群G2は、物体側から像側へ順に、第2A部分群G2Aと、第2B部分群G2Bと、第2C部分群G2Cとからなる。第2A部分群G2Aは2枚のレンズからなる。第2B部分群G2Bは3枚のレンズからなる。第2C部分群G2Cは6枚のレンズからなる。第2A部分群G2Aと、第2B部分群G2Bと、第2C部分群G2Cとは互いに非共軸に配置されている。第2C部分群G2Cと、第3群G3と、開口絞りStと、第4群G4と、第5群G5と、第6群G6とは互いに共軸に配置されている。第3群G3は4枚のレンズからなる。第4群G4は5枚のレンズからなる。第5群G5は6枚のレンズからなる。第6群G6は3枚のレンズからなる。

[0110] 実施例6の変倍光学系について、基本レンズデータを表16Aおよび表16Bに、変倍群の座標データを表17Aおよび表17Bに、諸元を表18に、広角端における横収差図を図20に、望遠端における横収差図を図21に示す。

[0111] [表16A]

実施例6

面番号	曲率半径	座標[mm]			法線の角度成分[°]		nd	νd	群名
		X	Y	Z	X軸成分	Y軸成分			
1	∞	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			第1群
2	-937.98946	0.000	-26.924	399.419	3.436	0.000	反射面		
3	145.49860	0.000	-71.812	36.150	-1.959	0.000	1.65160	58.55	
4	-200.72546	0.000	-71.470	26.156	-1.959	0.000			
5	-74.06442	0.000	-71.388	23.744	-1.959	0.000	1.49700	81.54	
6	157.05515	0.000	-71.046	13.754	-1.959	0.000			
7	-360.79790	0.000	-77.248	0.005	-1.959	0.000	反射面		
8	157.05515	0.000	-71.046	13.754	-1.959	0.000	1.49700	81.54	
9	-74.06442	0.000	-71.388	23.744	-1.959	0.000			
10	-200.72546	0.000	-71.470	26.156	-1.959	0.000	1.65160	58.55	
11	145.49860	0.000	-71.812	36.150	-1.959	0.000			
12	133.31371	0.000	-96.393	130.654	-1.989	0.000	1.51633	64.14	第2群
13	-159.31161	0.000	-96.724	140.201	-1.989	0.000			
14	-113.27350	0.000	-96.774	141.642	-1.989	0.000	1.49700	81.54	
15	-60.73869	0.000	-96.965	147.143	-1.989	0.000			
16	-56.32595	0.000	-101.972	181.623	-1.294	0.000	1.60300	65.44	
17	74.13987	0.000	-102.066	185.780	-1.294	0.000	1.49700	81.54	
18	-652.75051	0.000	-102.162	190.071	-1.294	0.000			
19	-63.84672	0.000	-102.236	193.323	-1.294	0.000	1.80440	39.58	
20	-39.52578	0.000	-102.322	197.138	-1.294	0.000			
21	-20.66249	0.000	-108.797	202.213	-11.008	0.000	1.62041	60.29	
22	-32.32621	0.000	-110.025	208.526	-11.008	0.000			
23	-633.79006	0.000	-110.279	209.828	-11.008	0.000	1.49700	81.54	
24	-83.37179	0.000	-110.946	213.257	-11.008	0.000			
25	-690.15870	0.000	-110.973	213.396	-11.008	0.000	1.49700	81.54	
26	-37.65801	0.000	-112.046	218.915	-11.008	0.000			
27	-2288.13726	0.000	-112.420	220.838	-11.008	0.000	1.80400	46.53	
28	30.02162	0.000	-112.611	221.819	-11.008	0.000	1.49700	81.54	
29	-81.90756	0.000	-113.945	228.676	-11.008	0.000			
30	44.48479	0.000	-113.964	228.774	-11.008	0.000	1.49700	81.54	
31	-195.16600	0.000	-114.819	233.170	-11.008	0.000			

[0112]

[表16B]

実施例6

面番号	曲率半径	座標[mm]			法線の角度成分[°]		nd	νd	群名
		X	Y	Z	X軸成分	Y軸成分			
32	-187.90307	表17A、表17B参照			-11.008	0.000	1.71300	53.87	第3群
33	30.77311				-11.008	0.000			
34	-44.92873				-11.008	0.000	1.72916	54.68	
35	23.20393				-11.008	0.000			
36	20.02639				-11.008	0.000	1.95375	32.32	
37	199.20712				-11.008	0.000			
38	-38.99477				-11.008	0.000	1.69680	55.53	
39	21.61314				-11.008	0.000			
40(St)	0.00000	0.000	-132.974	326.494	-11.008	0.000			
41	75.72168	表17A、表17B参照			-11.008	0.000	1.49700	81.54	第4群
42	-22.66214				-11.008	0.000	1.59522	67.73	
43	-36.22590				-11.008	0.000			
44	71.77031				-11.008	0.000	1.49700	81.54	
45	-26.50371				-11.008	0.000	1.62004	36.26	
46	-124.99571				-11.008	0.000			
47	42.58343				-11.008	0.000	1.49700	81.54	
48	-401.89406				-11.008	0.000			
49	-27.89869	表17A、表17B参照			-11.008	0.000	1.62004	36.26	第5群
50	20.37773				-11.008	0.000	1.80610	33.27	
51	105.35864				-11.008	0.000			
52	-34.65456				-11.008	0.000	1.78800	47.37	
53	37.08494				-11.008	0.000			
54	-98.92405				-11.008	0.000	1.49700	81.54	
55	-15.30263				-11.008	0.000			
56	-178.23242				-11.008	0.000	1.92286	18.90	
57	-34.41598				-11.008	0.000			
58	-143.80133				-11.008	0.000	1.53775	74.70	
59	22.14358				-11.008	0.000			
60	40.93365	0.000	-156.748	448.703	-11.008	0.000	1.49700	81.54	第6群
61	-9.86336	0.000	-157.521	452.679	-11.008	0.000	1.90043	37.37	
62	-193.96558	0.000	-157.712	453.660	-11.008	0.000			
63	17.61635	0.000	-160.751	469.281	-11.008	0.000	1.49700	81.54	
64	-220.67711	0.000	-162.652	479.051	-11.008	0.000			
65	0.00000	0.000	-165.524	493.816	-11.008	0.000	1.51680	64.20	
66	0.00000	0.000	-165.715	494.797	-11.008	0.000			
像面									

[0113]

[表17A]

実施例6

群名	面番号	座標[mm]					
		Wide			Middle		
		X	Y	Z	X	Y	Z
第3群	32	0.000	-115.729	237.845	0.000	-119.233	255.856
	33	0.000	-116.113	239.819	0.000	-119.617	257.830
	34	0.000	-119.283	256.115	0.000	-122.787	274.126
	35	0.000	-121.192	265.931	0.000	-124.696	283.942
	36	0.000	-122.114	270.670	0.000	-125.618	288.681
	37	0.000	-123.218	276.342	0.000	-126.722	294.354
	38	0.000	-124.040	280.567	0.000	-127.544	298.579
	39	0.000	-125.949	290.383	0.000	-129.453	308.395
第4群	41	0.000	-136.768	346.000	0.000	-135.878	341.421
	42	0.000	-138.048	352.577	0.000	-137.157	347.999
	43	0.000	-138.239	353.559	0.000	-137.348	348.981
	44	0.000	-139.538	360.237	0.000	-138.647	355.659
	45	0.000	-141.098	368.257	0.000	-140.208	363.679
	46	0.000	-142.665	376.311	0.000	-141.775	371.733
	47	0.000	-142.935	377.697	0.000	-142.044	373.119
	48	0.000	-143.648	381.365	0.000	-142.758	376.786
第5群	49	0.000	-145.542	391.100	0.000	-146.553	396.297
	50	0.000	-146.511	396.080	0.000	-147.522	401.276
	51	0.000	-147.441	400.861	0.000	-148.452	406.058
	52	0.000	-147.847	402.949	0.000	-148.858	408.146
	53	0.000	-149.757	412.765	0.000	-150.768	417.962
	54	0.000	-150.475	416.456	0.000	-151.485	421.652
	55	0.000	-151.233	420.357	0.000	-152.244	425.553
	56	0.000	-151.253	420.455	0.000	-152.263	425.651
	57	0.000	-152.522	426.979	0.000	-153.533	432.175
	58	0.000	-153.809	433.598	0.000	-154.820	438.795
	59	0.000	-154.114	435.166	0.000	-155.125	440.363

[0114]

[表17B]

実施例6

群名	面番号	座標[mm]		
		Tele		
		X	Y	Z
第3群	32	0.000	-121.529	267.661
	33	0.000	-121.913	269.635
	34	0.000	-125.083	285.931
	35	0.000	-126.993	295.747
	36	0.000	-127.915	300.486
	37	0.000	-129.018	306.158
	38	0.000	-129.840	310.383
	39	0.000	-131.749	320.199
第4群	41	0.000	-134.809	335.927
	42	0.000	-136.089	342.505
	43	0.000	-136.280	343.487
	44	0.000	-137.579	350.165
	45	0.000	-139.139	358.185
	46	0.000	-140.706	366.239
	47	0.000	-140.975	367.625
	48	0.000	-141.689	371.292
第5群	49	0.000	-147.766	402.533
	50	0.000	-148.735	407.512
	51	0.000	-149.665	412.294
	52	0.000	-150.071	414.382
	53	0.000	-151.981	424.198
	54	0.000	-152.699	427.888
	55	0.000	-153.457	431.789
	56	0.000	-153.477	431.888
	57	0.000	-154.746	438.411
	58	0.000	-156.033	445.031
	59	0.000	-156.338	446.599

[0115] [表18]

実施例6

ズームポジション		Wide	Middle	Tele
軸上光束径[mm]	X方向	15.870	45.020	116.230
	Y方向	15.990	45.360	99.870
全画角($\theta 1$ + $\theta 2$) [°]	対角方向	5.305	1.654	0.426
$\tan(\theta 1)+\tan(\theta 2)$	対角方向	0.09266	0.02887	0.00743
変倍比	対角方向	1.000	3.210	12.465

[0116] 表19に実施例1~6の変倍光学系について、|Ang0|および条件式(1)~(6)の対応値を示す。表19に示す値は、d線基準での値である。

。

[表19]

式番号		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
	Ang0	4.90	4.87	5.55	5.64	5.29	5.09
(1)	Ang1	9.78	9.79	10.88	10.90	10.28	10.17
(2)	Ang2	21.96	22.50	28.11	27.99	21.95	21.64
(3)	Ang3	12.22	12.90	17.32	17.29	11.66	10.78
(4)	DL12/ f1	0.83	0.83	0.84	0.84	0.86	0.86
(5)	fG2A/fG2B	-0.060	-0.059	-0.203	-0.060	-0.060	-0.165
(6)	fG4/fG3	-3.67	-2.99	-3.11	-3.23	-3.79	-4.27

[0117] 実施例1～6の変倍光学系は変倍比が6.5倍以上あり、特に、実施例2～6の変倍光学系は変倍比が10倍以上ある。実施例1～6の変倍光学系は、このような高変倍比を達成しながらも、光量損失を抑制しつつ、広画角化を達成し、小型に構成され、可視光域から近赤外光域までの広い範囲で諸収差が良好に補正されて高い光学性能を有している。また、実施例1～6の変倍光学系は、物体側の部分への荷重の低減化が図られ、安価な構成ながらも望遠系の反射屈折型の変倍光学系を実現している。

[0118] 次に、本開示の実施形態に係る撮像装置について説明する。図22に、本開示の実施形態の撮像装置の一例として、本開示の実施形態に係る変倍光学系1を用いた撮像装置10の概略構成図を示す。撮像装置10としては、例えば、監視カメラ、ビデオカメラ、および電子スチルカメラ等を挙げることができる。

[0119] 撮像装置10は、変倍光学系1と、変倍光学系1の像側に配置されたフィルタ4と、フィルタ4の像側に配置された撮像素子5と、撮像素子5からの出力信号を演算処理する信号処理部6と、変倍光学系1の変倍を制御する変倍制御部7とを備える。

[0120] 撮像素子5は、変倍光学系1により形成される光学像を電気信号に変換する。撮像素子5としては例えばCCD (Charge Coupled Device) 又はCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等を用いることができる。撮像素子5は、その撮像面が変倍光学系1の像面に一致するように配置される。な

お、図 22 では 1 つの撮像素子 5 のみ図示しているが、撮像装置 10 は複数の撮像素子を備えるように構成してもよい。

[0121] 以上、実施形態および実施例を挙げて本開示の技術を説明したが、本開示の技術は上記実施形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各光学素子の曲率半径、座標、屈折率、およびアッペ数等は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得る。

[0122] 本明細書に記載された全ての文献、特許出願、および技術規格は、個々の文献、特許出願、および技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 中間像を形成する第1群と、前記中間像より像側の光路上に配置され変倍の際に隣り合う群との間隔を変化させて移動する複数の変倍群とを含み、
- 前記第1群は、凹面形状の反射面を物体側に向けた第1ミラーと、前記第1ミラーから物体側へ向かう光を像側へ反射する、凸面形状の反射面を像側に向けた第2ミラーとを含み、
- 変倍の際、前記第1ミラーおよび前記第2ミラーは像面に対して固定され、
- 前記変倍群の光学面の頂点を通る光線を基準光線とした場合、
- 前記第1ミラーの前記反射面と前記基準光線との交点における前記第1ミラーの反射面の法線と、前記基準光線との成す角度の絶対値が2度以上であり、
- 物体からの光のうち前記第1ミラーで反射された後に前記第2ミラーで反射された光は全て前記第1ミラーの外縁より径方向外側を通る変倍光学系。
- [請求項2] 前記第1群内には、前記第1ミラーから前記第2ミラーへの光路上、および前記第2ミラーから前記中間像への光路上に位置し、1つ以上の屈折レンズのみで構成された補正レンズ群が配置される請求項1に記載の変倍光学系。
- [請求項3] 前記第1ミラーおよび前記第2ミラーの少なくとも一方の反射面は球面形状である請求項2に記載の変倍光学系。
- [請求項4] 前記第1ミラーへ入射する前記基準光線と、前記第1ミラーから射出された前記基準光線との成す角度を $\text{Ang}1$ とした場合、
- $$4 < |\text{Ang}1| < 30 \quad (1)$$
- で表される条件式(1)を満足する請求項1から3のいずれか1項に記載の変倍光学系。
- [請求項5] 前記第2ミラーへ入射する前記基準光線と、前記第2ミラーから射

出された前記基準光線との成す角度を $Ang\ 2$ とした場合、

$$5 < | Ang\ 2 | < 50 \quad (2)$$

で表される条件式 (2) を満足する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

[請求項6] 前記第 1 ミラーへ入射する前記基準光線と、前記第 2 ミラーから射出された前記基準光線との成す角度を $Ang\ 3$ とした場合、

$$4 < | Ang\ 3 | < 30 \quad (3)$$

で表される条件式 (3) を満足する請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

[請求項7] 前記第 1 ミラーの反射面は球面形状であり、

前記第 1 ミラーの焦点距離を $f\ 1$ 、

前記第 1 ミラーの前記反射面と前記基準光線との交点から、前記第 2 ミラーの前記反射面と前記基準光線との交点までの距離を $DL\ 1\ 2$ とした場合、

$$0.4 < DL\ 1\ 2 / | f\ 1 | < 0.99 \quad (4)$$

で表される条件式 (4) を満足する請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

[請求項8] 光路に沿って物体側から像側へ順に連続して、前記第 1 群と、前記中間像より像側に配置された第 2 群とを含み、

前記第 2 群は、光路に沿って最も物体側から像側へ順に連続して、正のパワーを有する第 2 A 部分群と、負のパワーを有する第 2 B 部分群とを含み、

前記第 2 A 部分群と前記第 2 B 部分群とは互いに非共軸に配置されている請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

[請求項9] 変倍の際、前記第 2 群は像面に対して固定され、

前記第 2 群は、光路に沿って物体側から像側へ順に、前記第 2 A 部分群と、前記第 2 B 部分群と、第 2 C 部分群とからなり、

前記第 2 B 部分群と前記第 2 C 部分群とは互いに非共軸に配置され

、
 前記第 2 A 部分群の焦点距離を f_{G2A} 、
 前記第 2 B 部分群の焦点距離を f_{G2B} とした場合、

$$-1 < f_{G2A} / f_{G2B} < -0.01 \quad (5)$$
 で表される条件式 (5) を満足する請求項 8 に記載の変倍光学系。

[請求項 10]

変倍の際、前記第 2 群は像面に対して固定され、
 前記第 2 群は、光路に沿って物体側から像側へ順に、前記第 2 A 部分群と、前記第 2 B 部分群と、第 2 C 部分群とからなり、
 前記第 2 B 部分群と前記第 2 C 部分群とは互いに非共軸に配置され、
 、
 前記第 2 C 部分群は正のパワーを有する屈折光学系である請求項 8 又は 9 に記載の変倍光学系。

[請求項 11]

光路に沿って物体側から像側へ順に、パワーを有する群として、前記第 1 群と、前記中間像より像側に配置された第 2 群と、負のパワーを有する屈折光学系である第 3 群と、正のパワーを有する屈折光学系である第 4 群と、後続群とのみを備え、
 前記第 2 群は、隣り合う部分群が互いに非共軸に配置された複数の部分群からなり、光路上における前記第 2 群の最も像側の部分群は正のパワーを有し、
 変倍の際、前記第 2 群は像面に対して固定され、前記第 3 群と前記第 4 群とは互いに逆方向に移動する請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

[請求項 12]

前記第 3 群の焦点距離を f_{G3} 、
 前記第 4 群の焦点距離を f_{G4} とした場合、

$$-10 < f_{G4} / f_{G3} < -1 \quad (6)$$
 で表される条件式 (6) を満足する請求項 11 に記載の変倍光学系。

[請求項 13]

変倍の際に像面に対して固定されている絞りを含み、
 光路上における最も物体側の前記変倍群の最も像側の面より像側に

前記絞りが配置されている請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

[請求項14] 変倍の際に像面に対して固定されている絞りを含み、
光路上における、最も物体側の前記変倍群の最も物体側の面から、最も像側の前記変倍群の最も像側の面までの間に前記絞りが配置されている請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

[請求項15] $6 < | \text{Ang } 1 | < 20 \quad (1-1)$
で表される条件式 (1-1) を満足する請求項 4 に記載の変倍光学系。

[請求項16] $10 < | \text{Ang } 2 | < 40 \quad (2-1)$
で表される条件式 (2-1) を満足する請求項 5 に記載の変倍光学系。

[請求項17] $6 < | \text{Ang } 3 | < 25 \quad (3-1)$
で表される条件式 (3-1) を満足する請求項 6 に記載の変倍光学系。

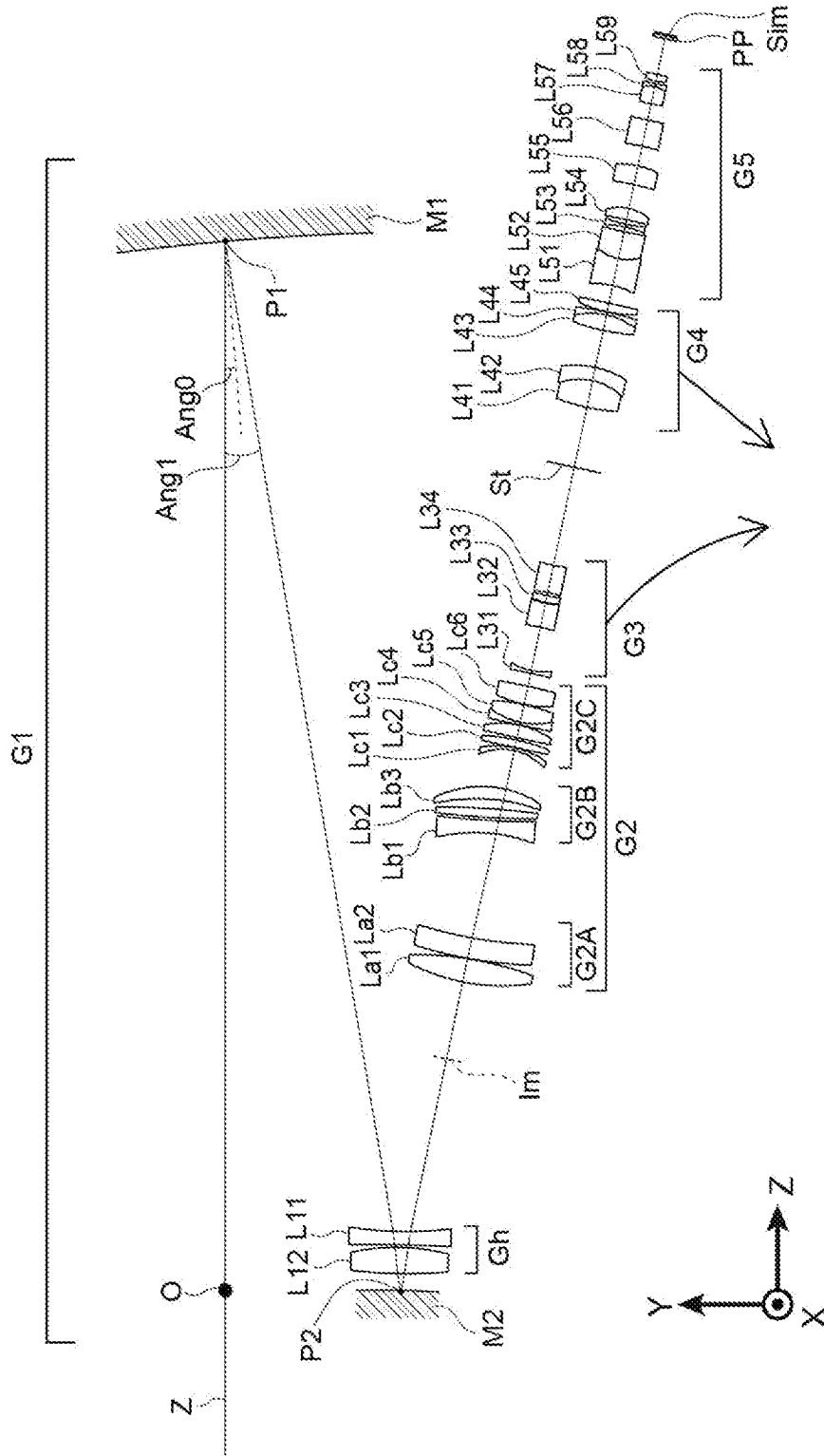
[請求項18] $0.6 < \text{DL } 12 / | f_1 | < 0.95 \quad (4-1)$
で表される条件式 (4-1) を満足する請求項 7 に記載の変倍光学系。

[請求項19] $-0.75 < f_{G2A} / f_{G2B} < -0.02 \quad (5-1)$
で表される条件式 (5-1) を満足する請求項 9 に記載の変倍光学系。

[請求項20] 請求項 1 から 19 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系を備えた撮像装置。

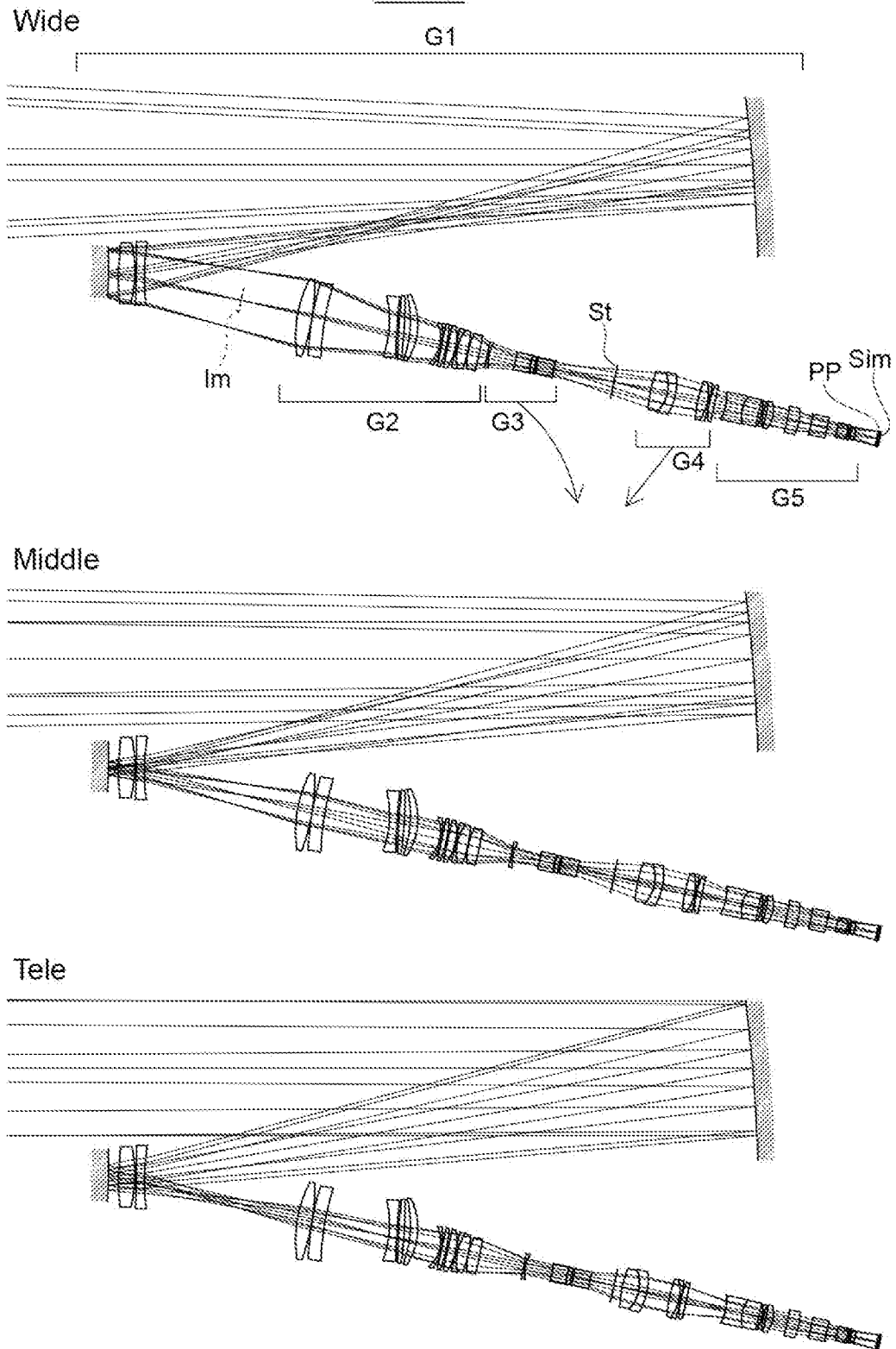
[図1]

実施例1

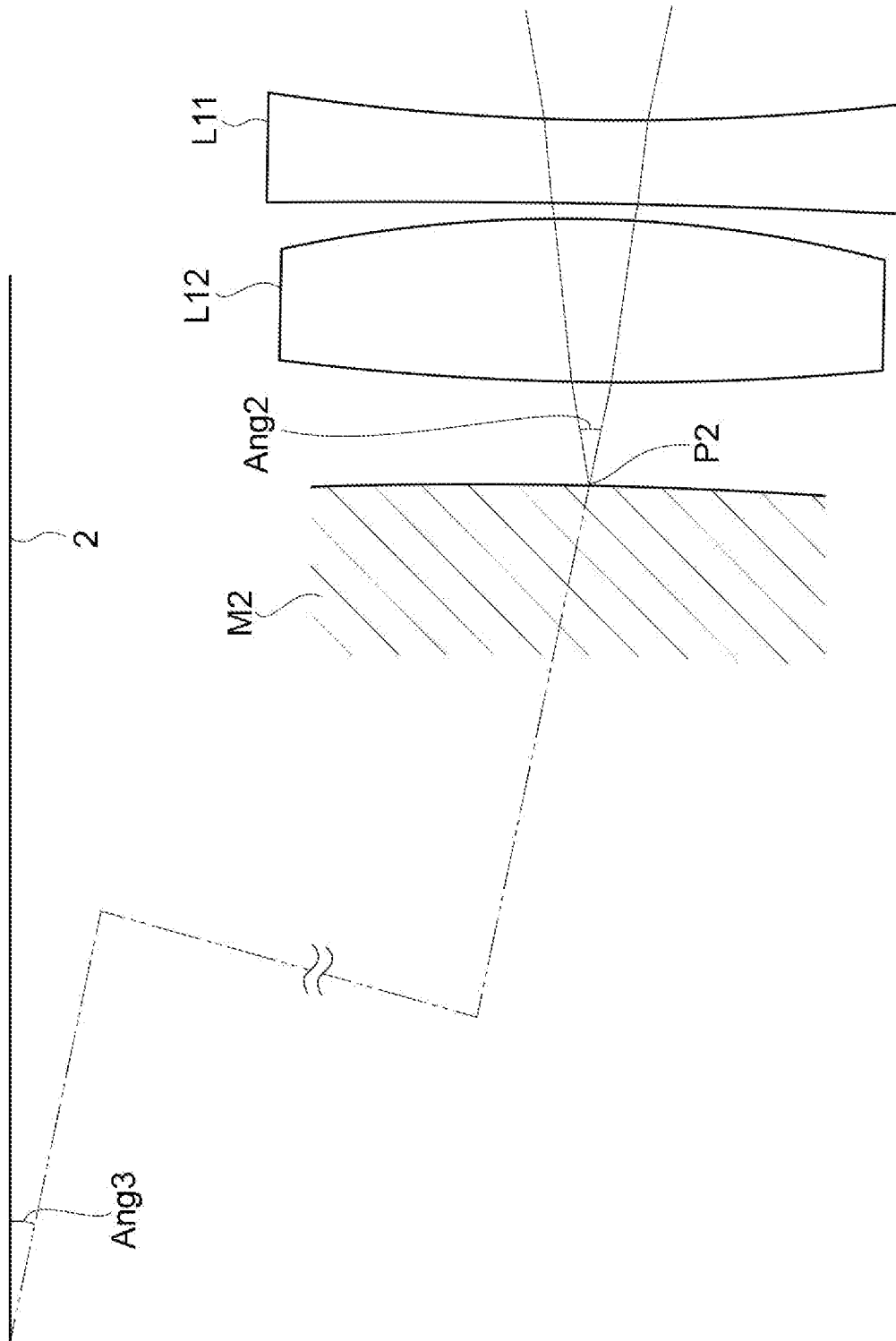


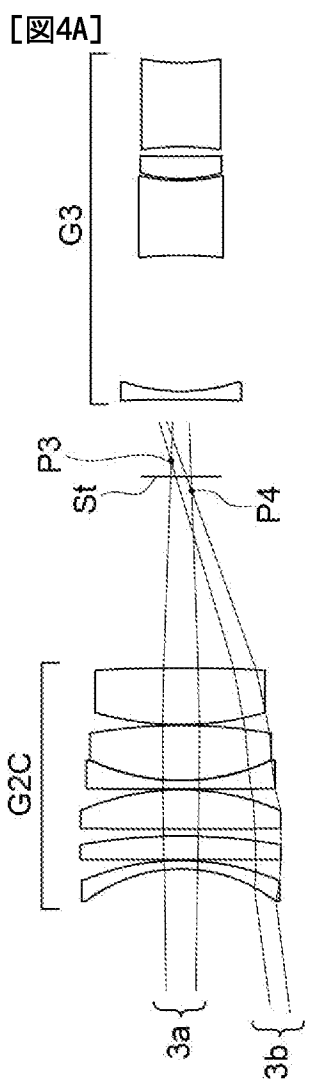
[図2]

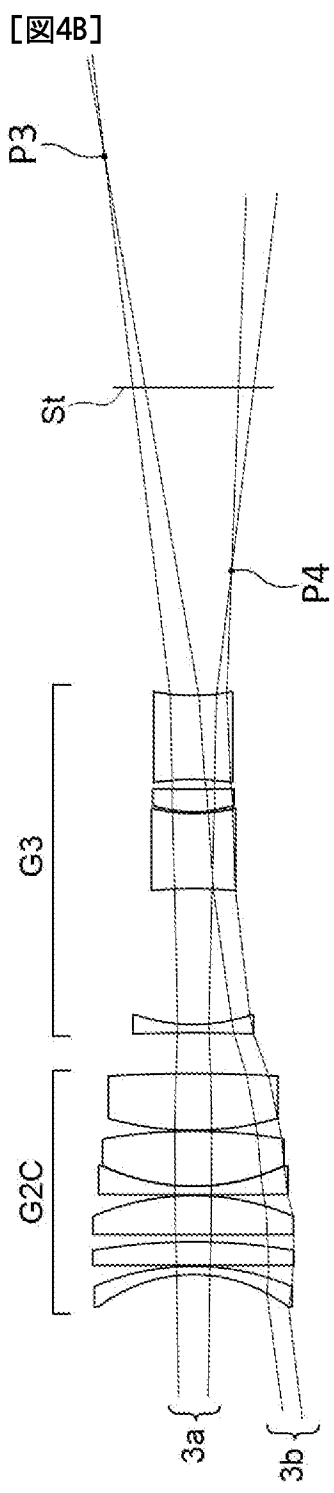
実施例1



[図3]

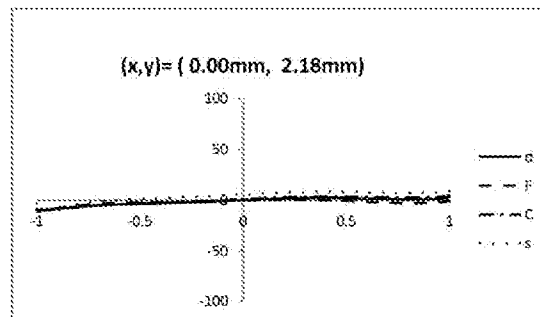
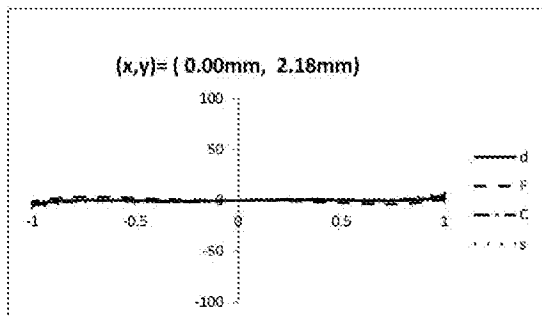
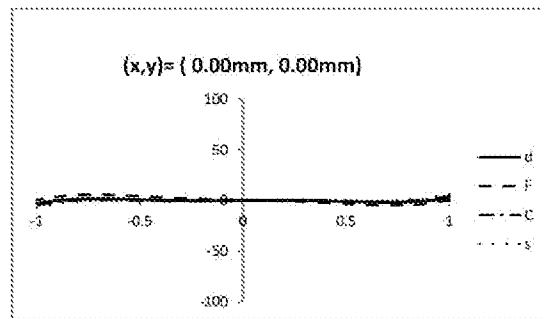
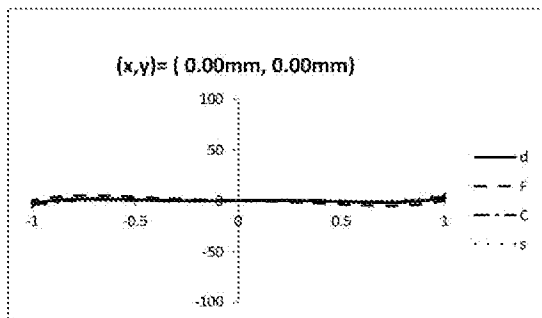
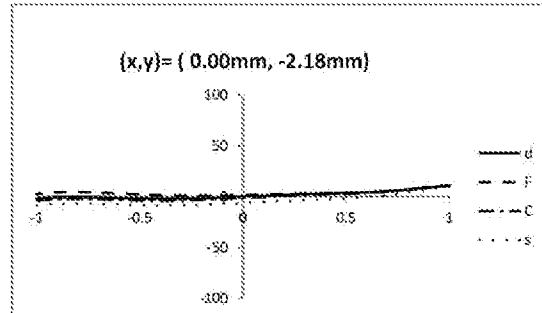
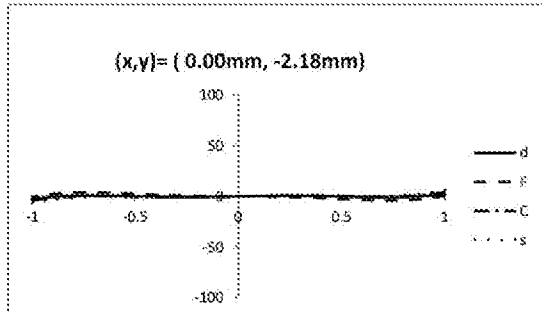






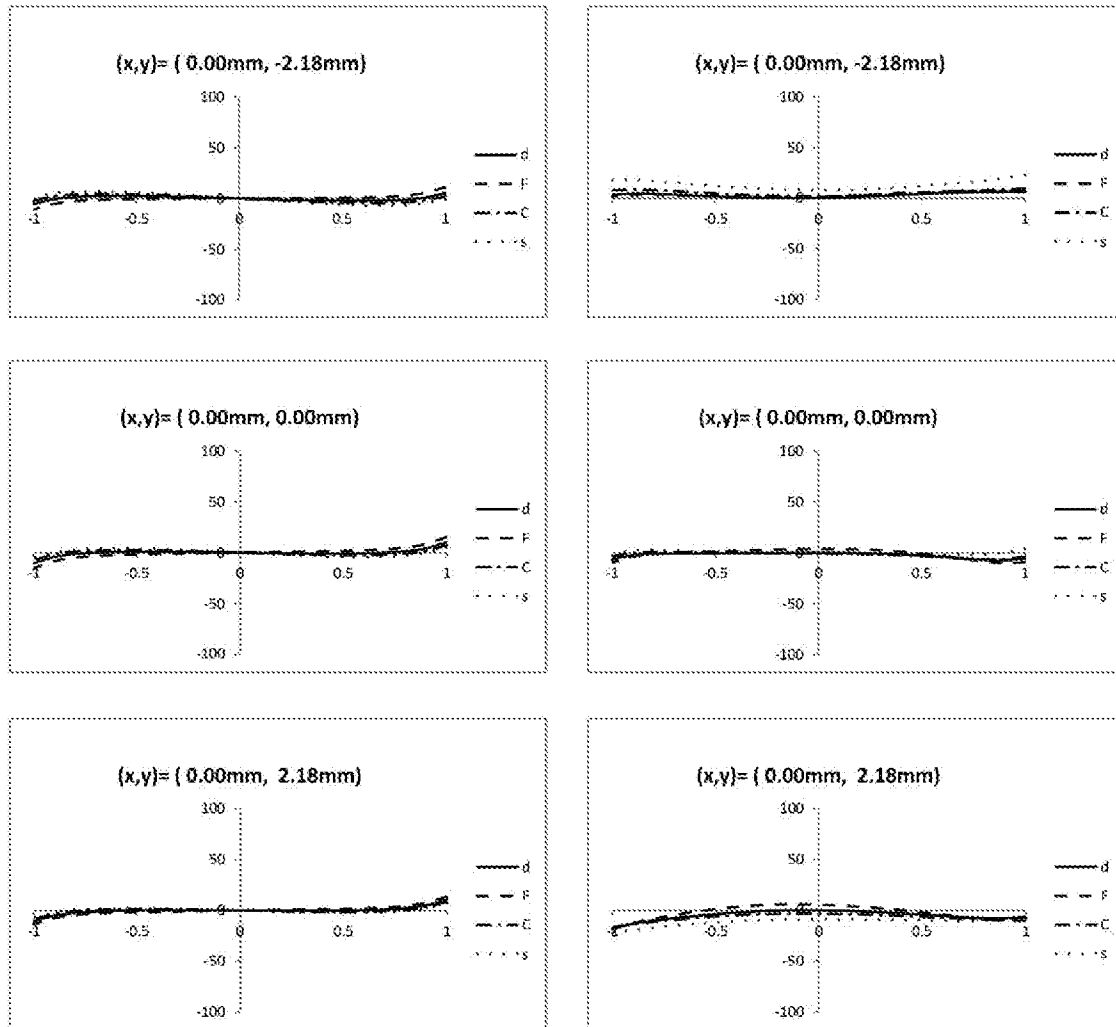
[図5]

実施例1



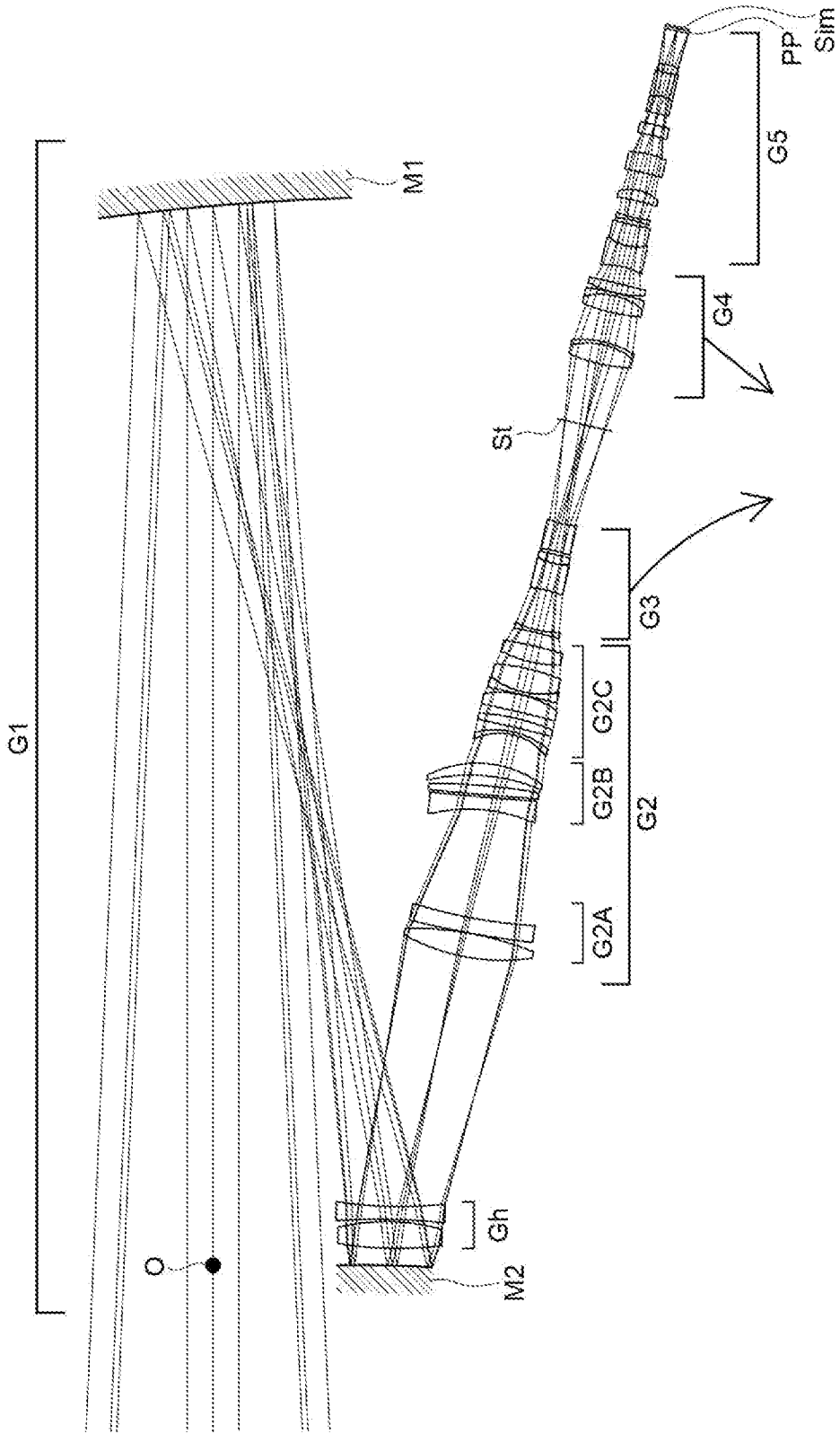
[図6]

実施例1



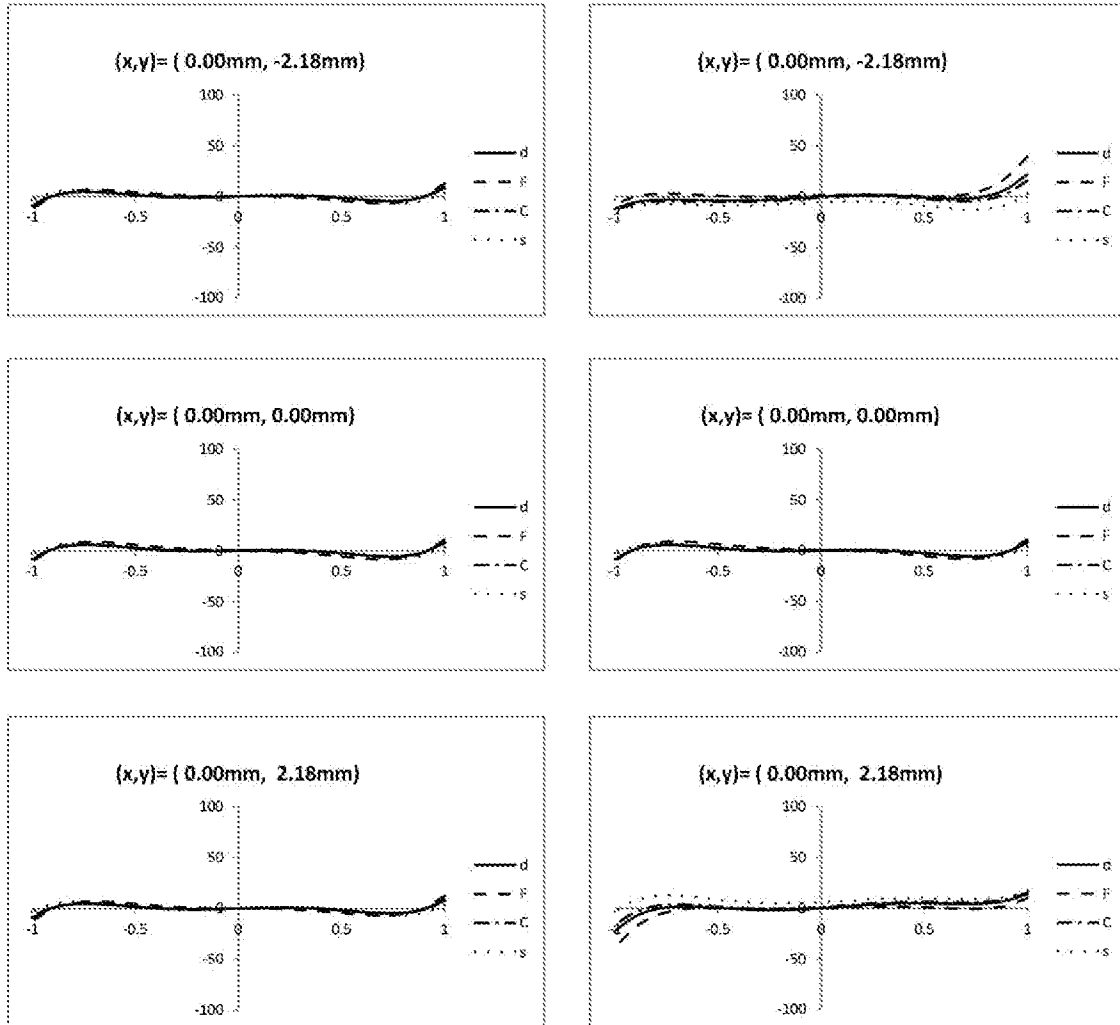
[図7]

実施例2



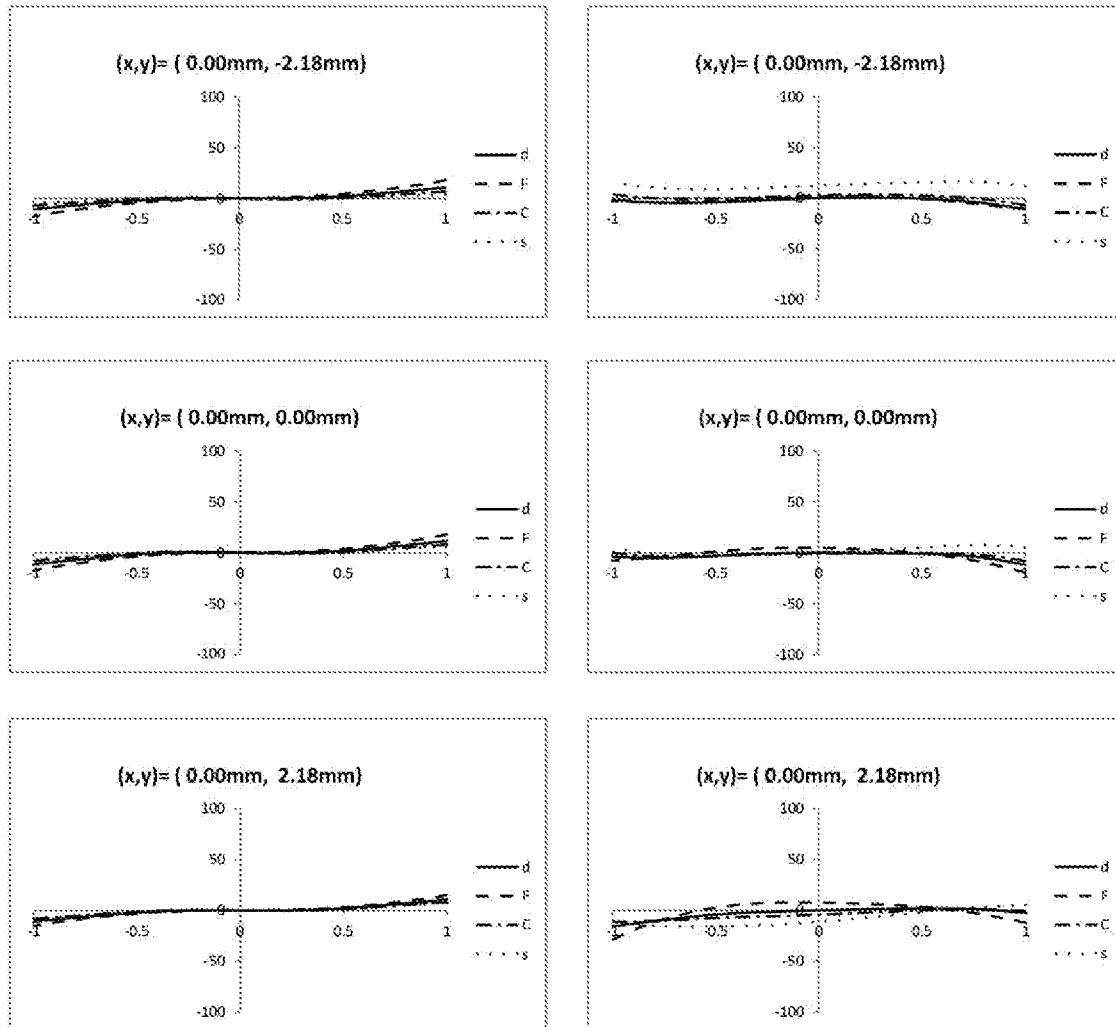
[図8]

実施例2



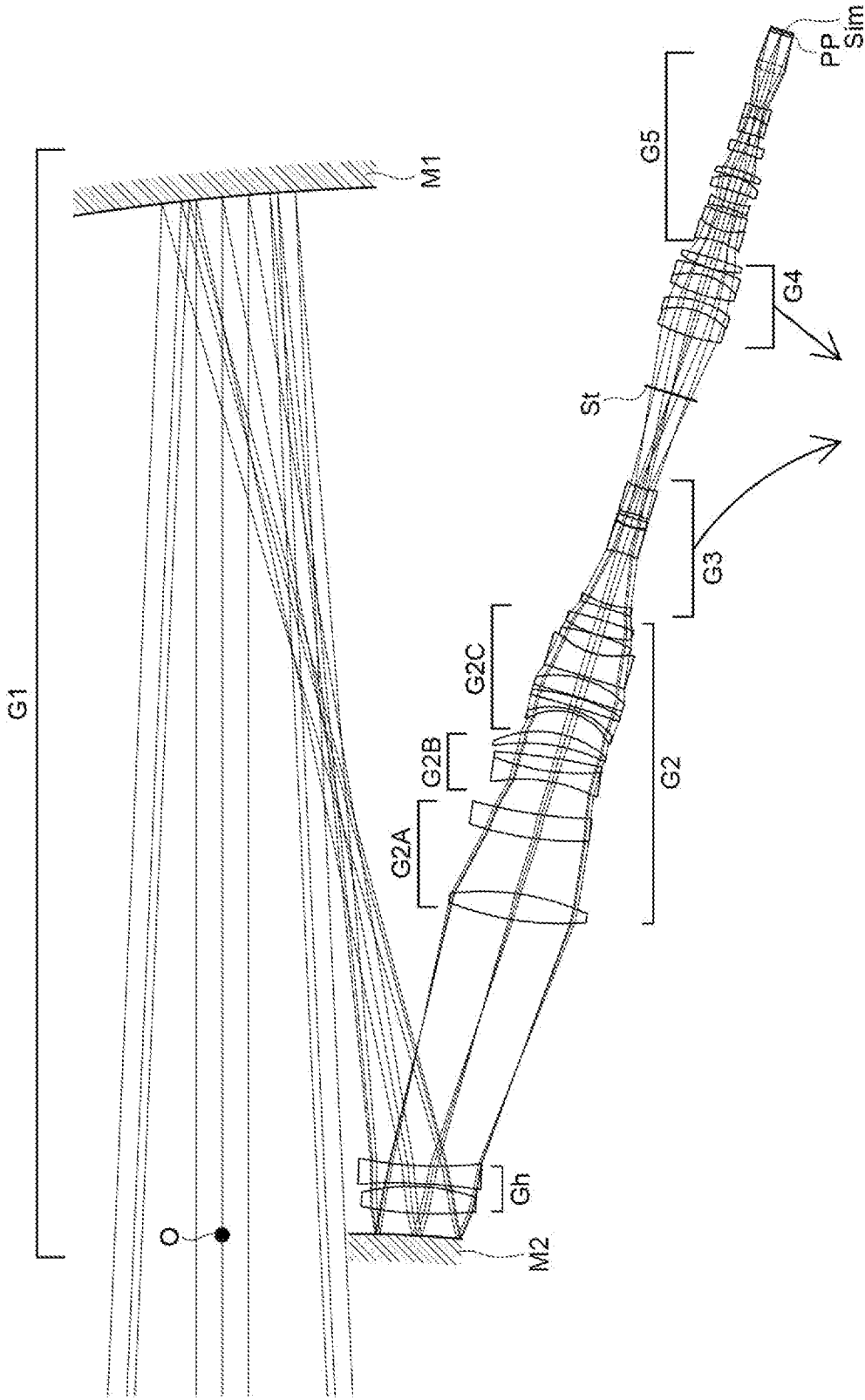
[図9]

実施例2



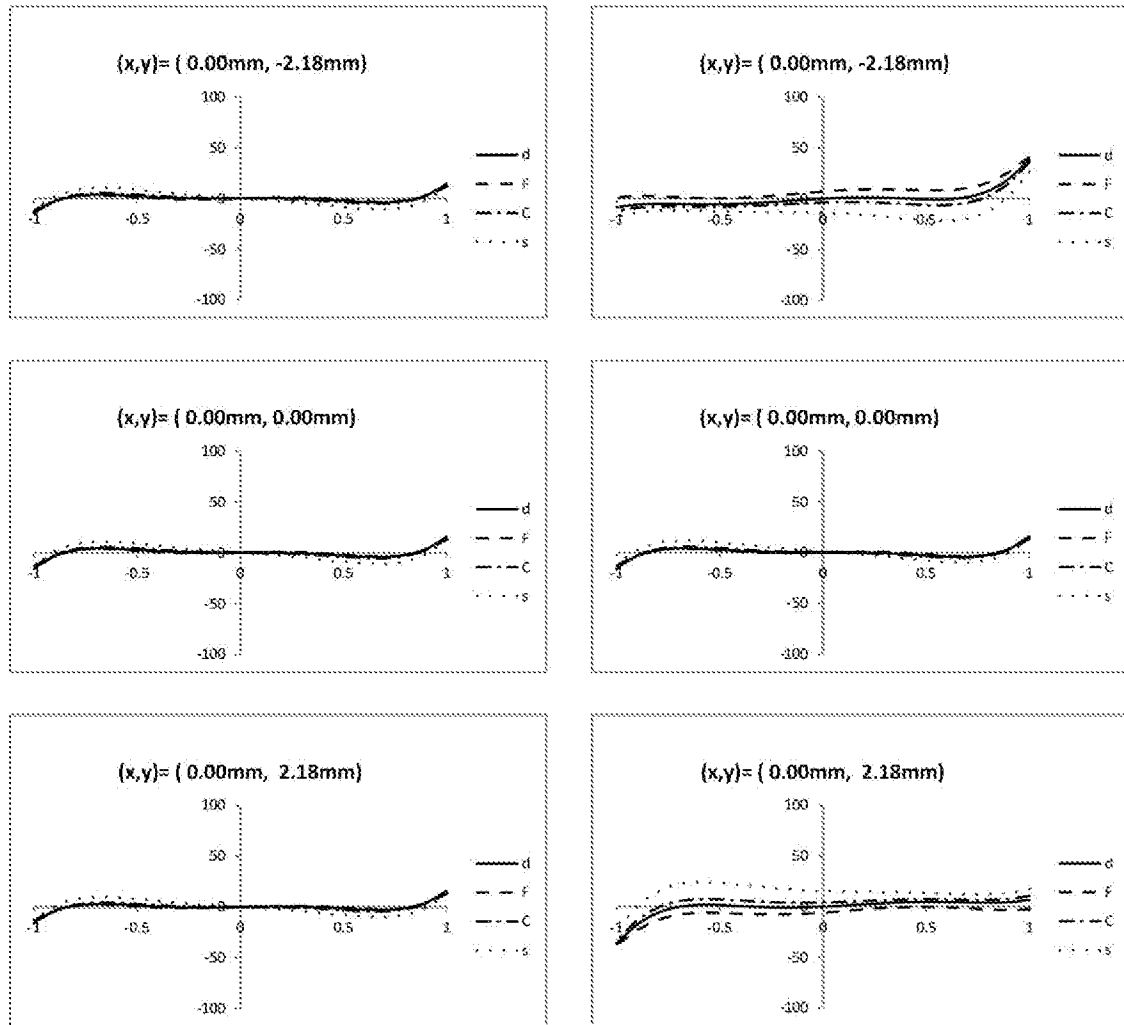
[図10]

実施例3



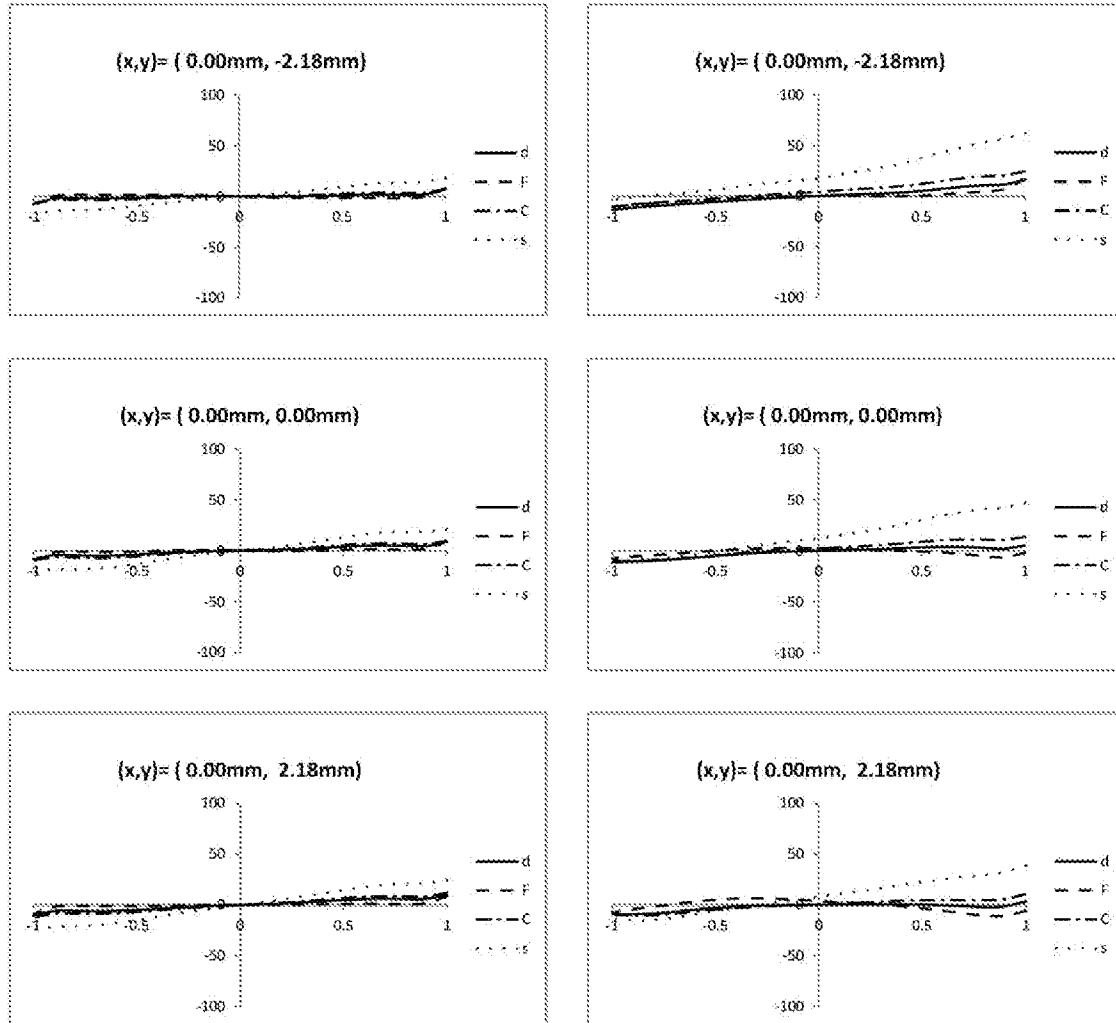
[図11]

実施例3

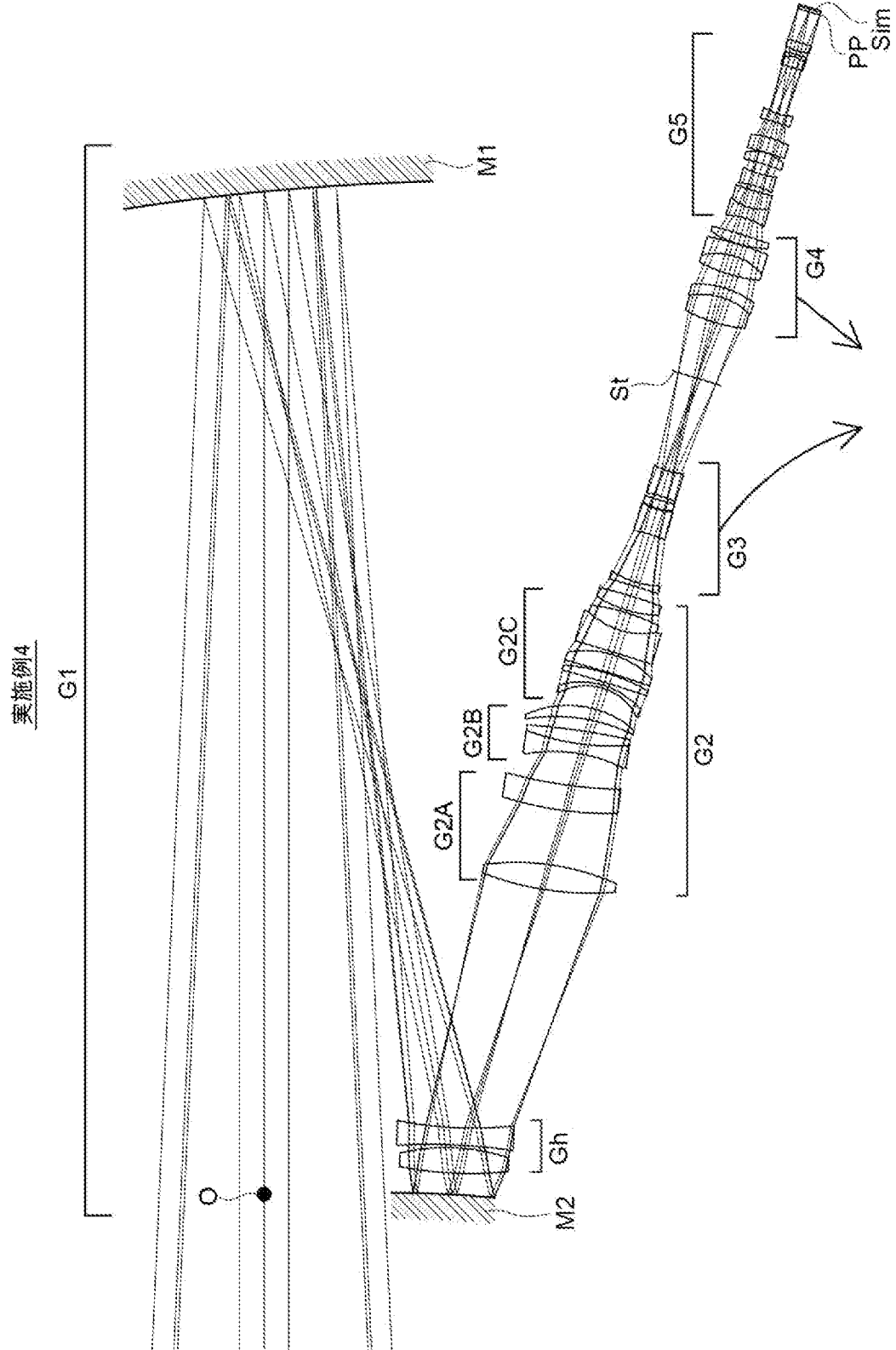


[図12]

実施例3

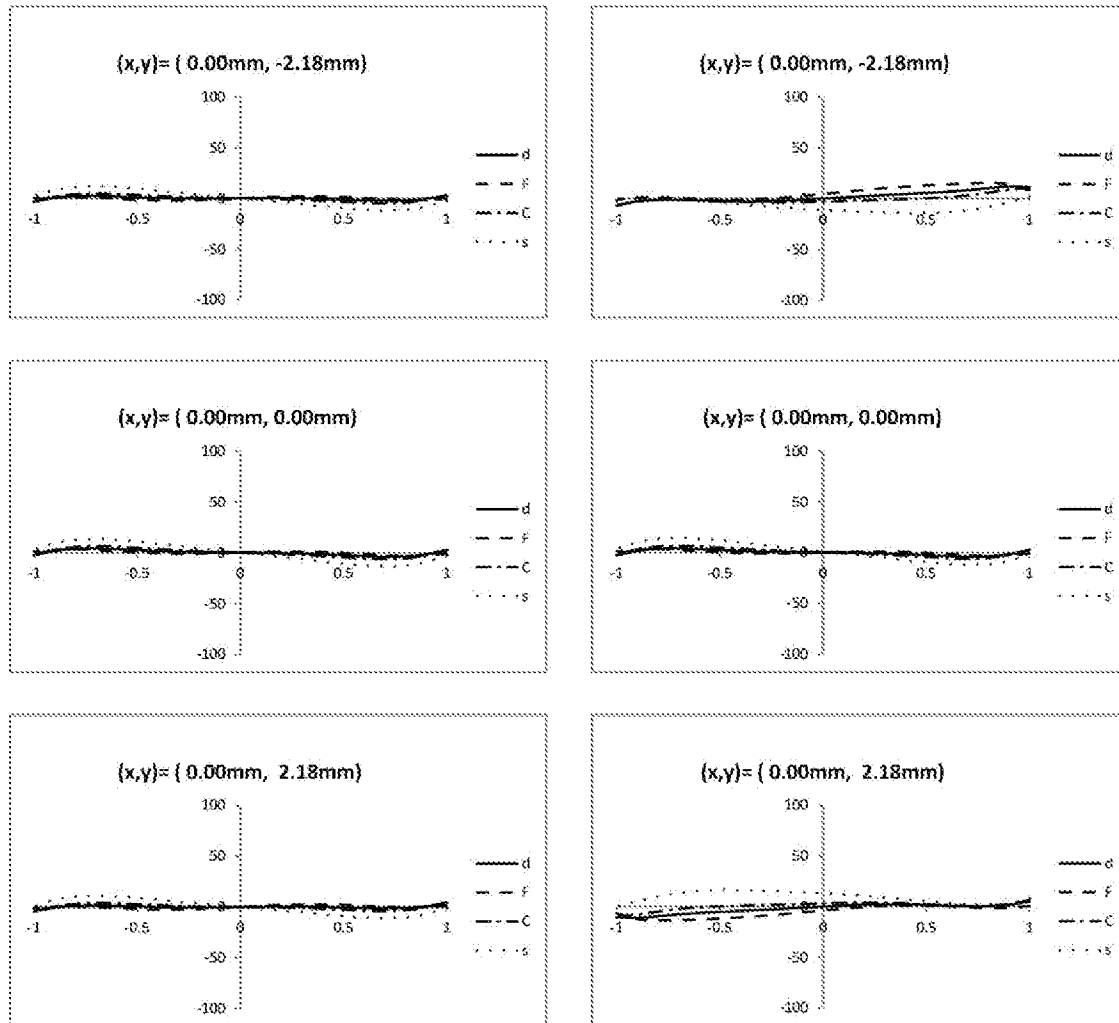


[図13]



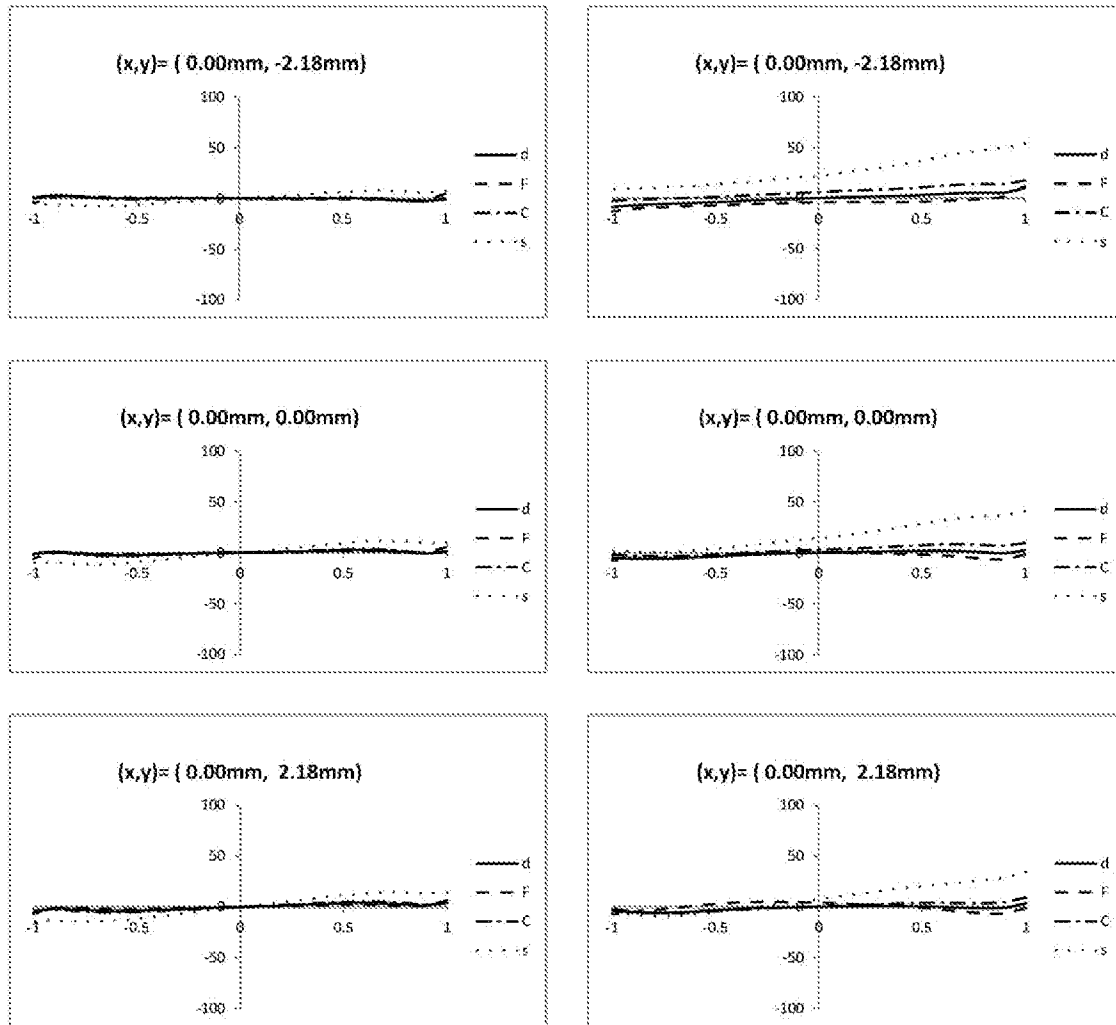
[図14]

実施例4



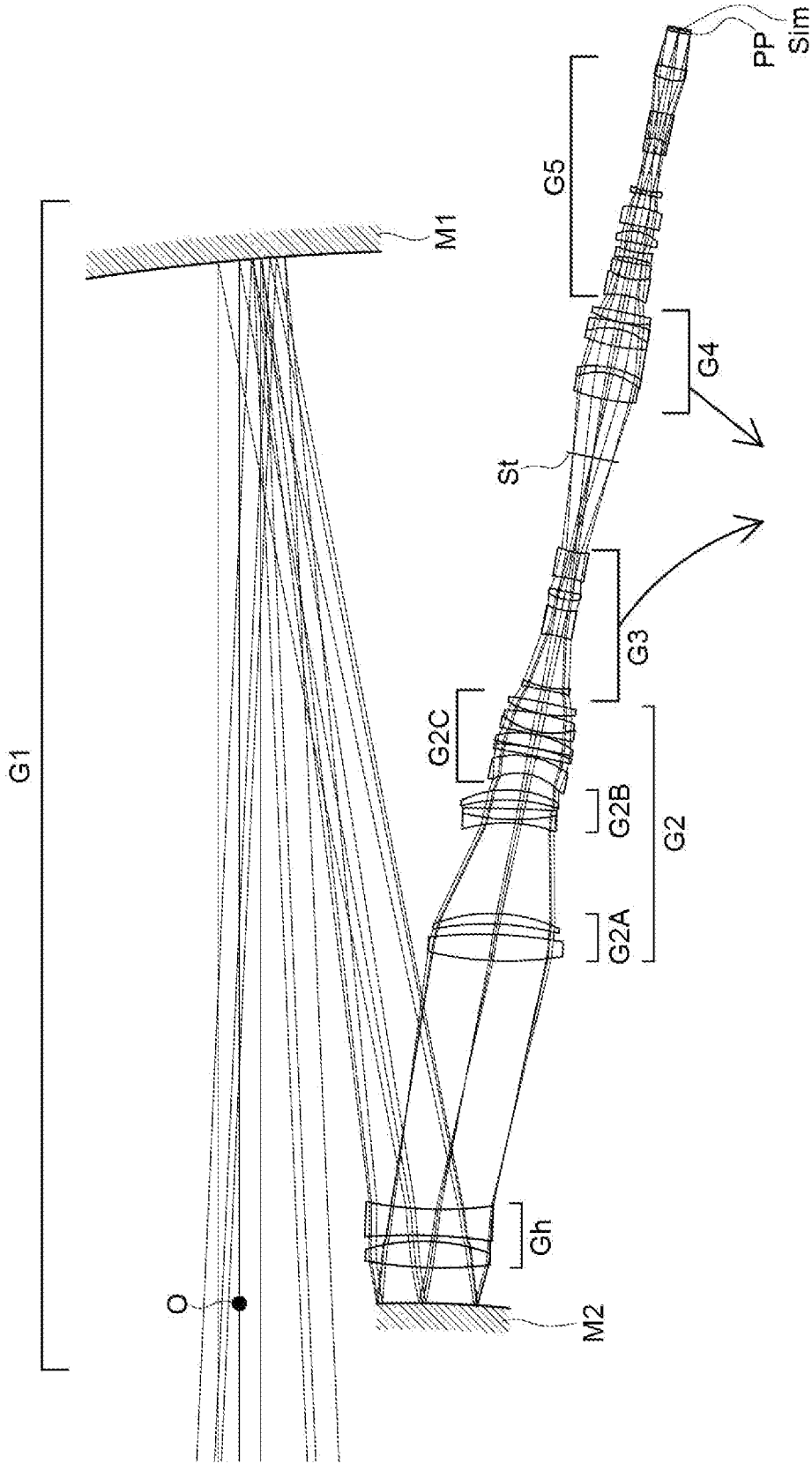
[図15]

実施例4



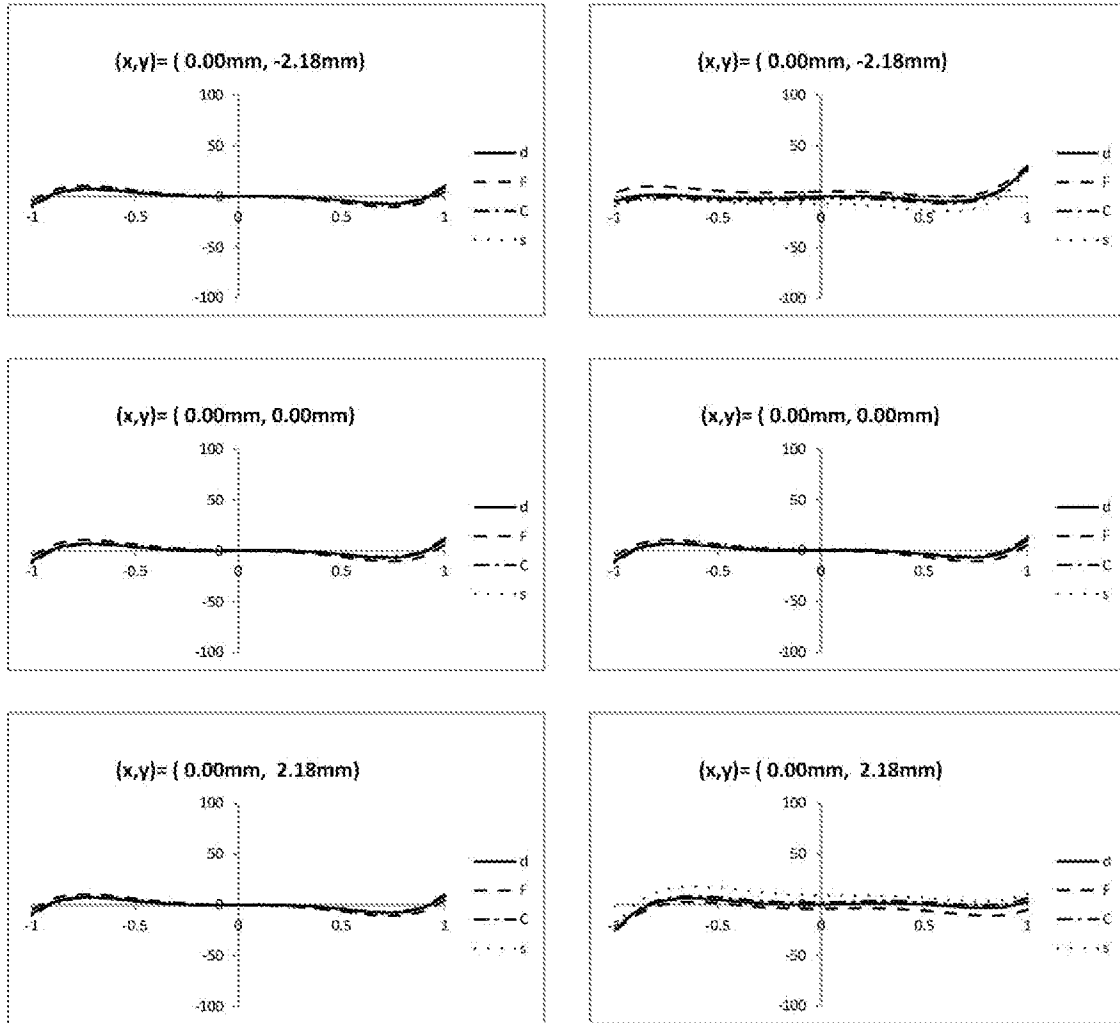
[図16]

実施例5



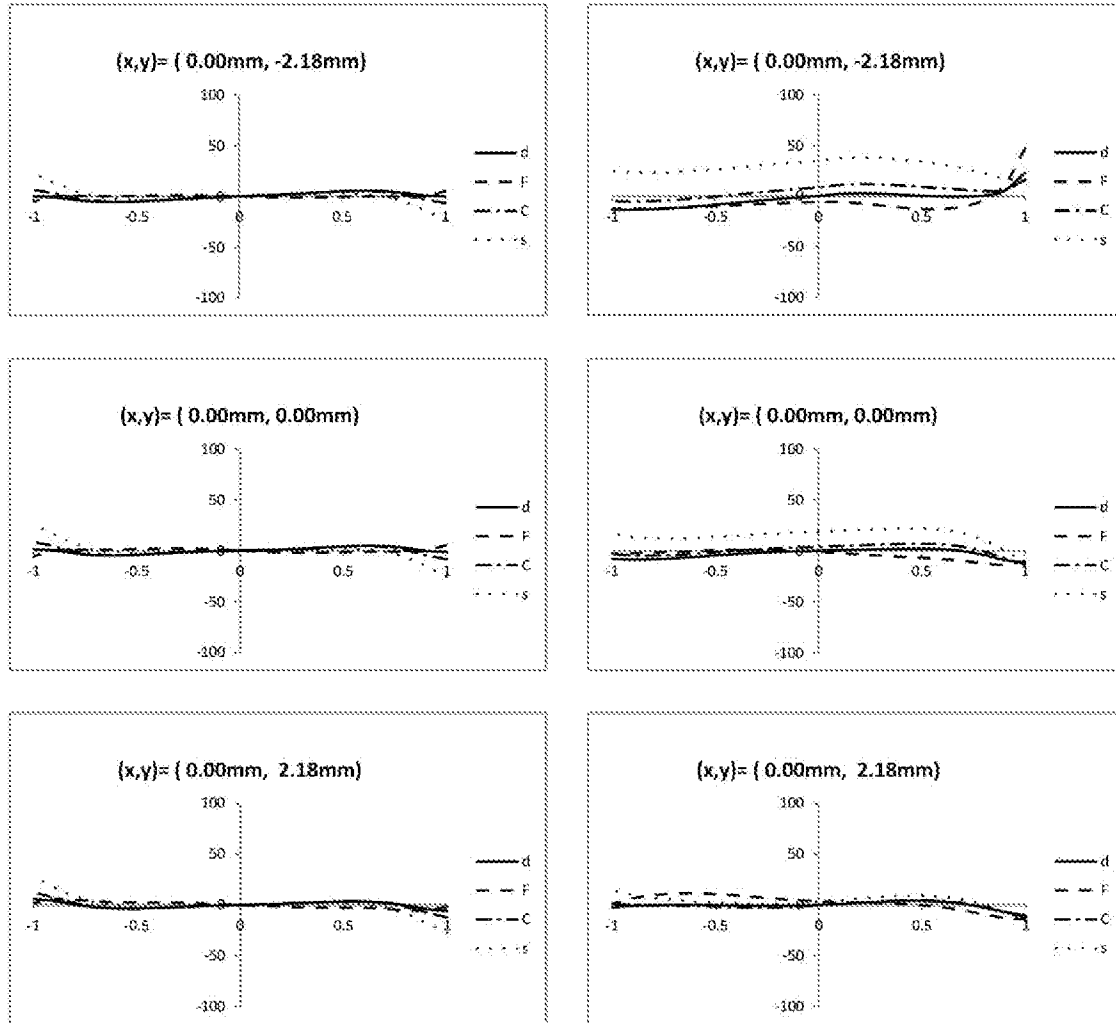
[図17]

実施例5



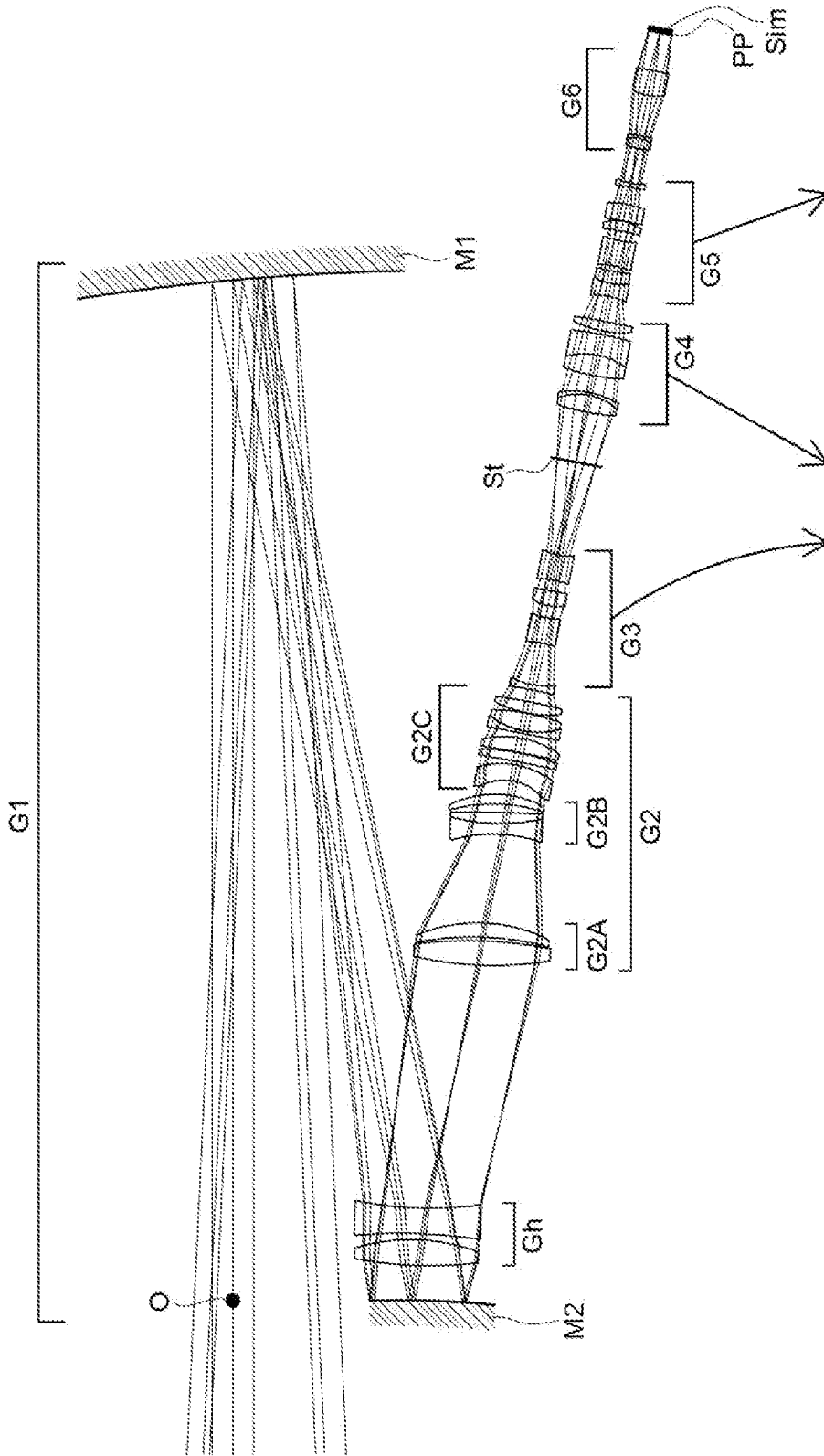
[図18]

実施例5



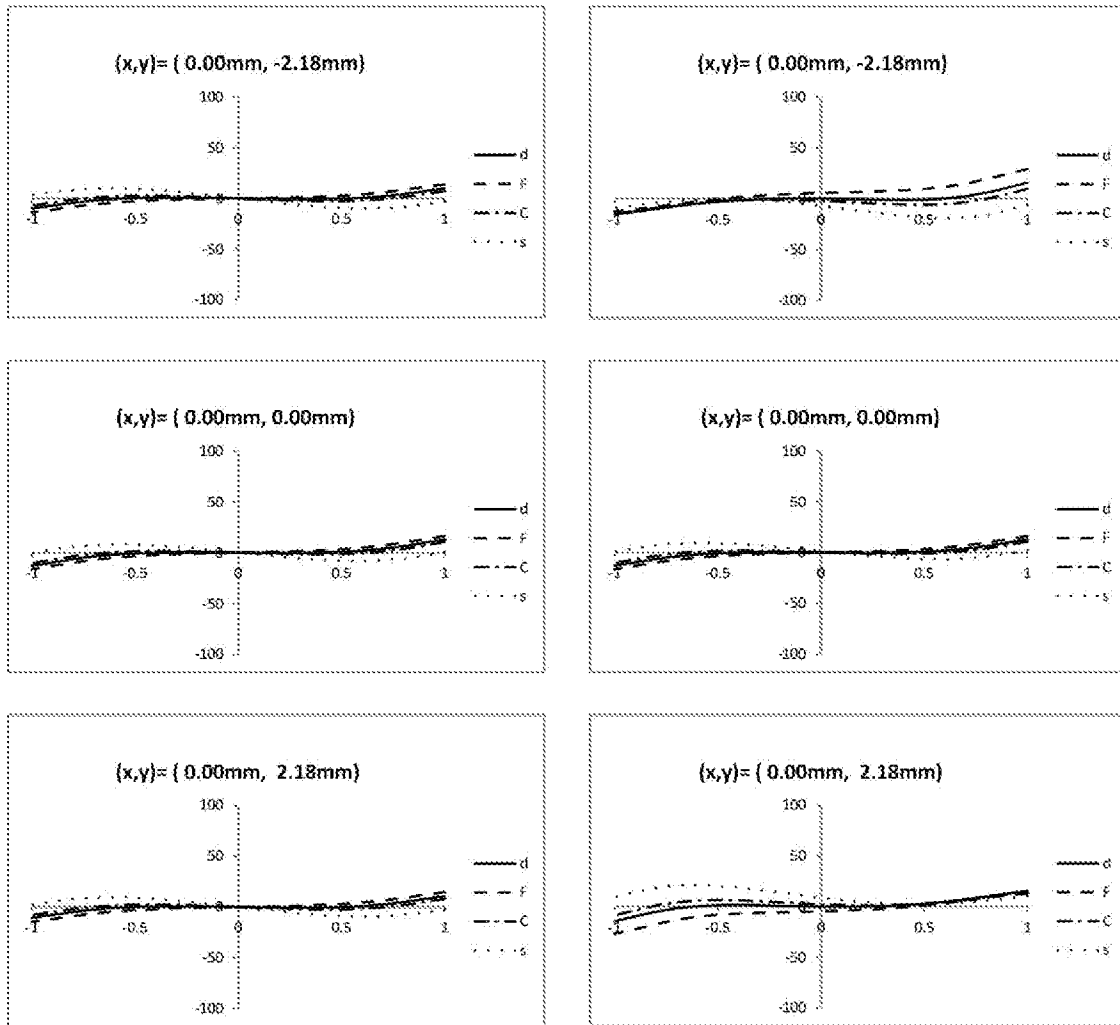
[図19]

実施例6



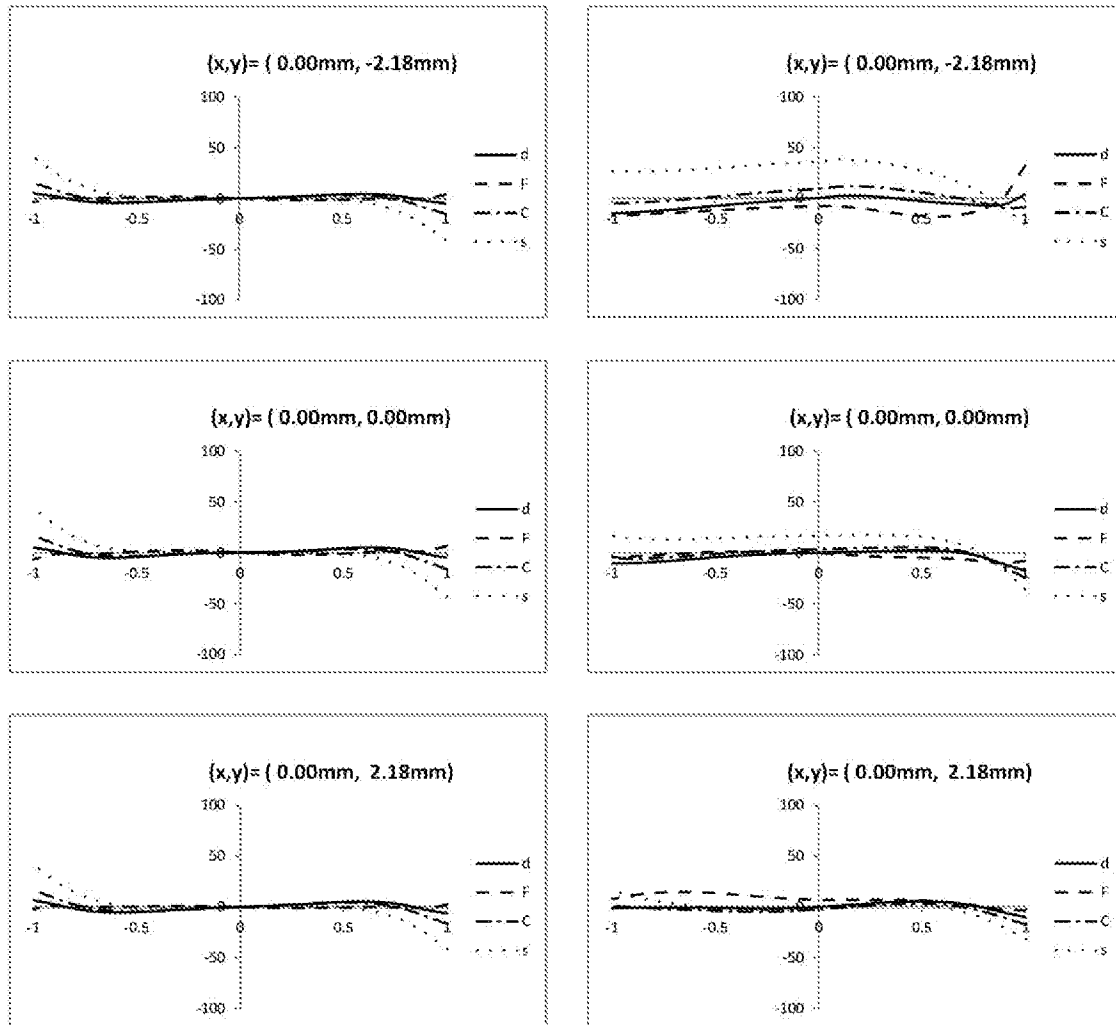
[図20]

実施例6

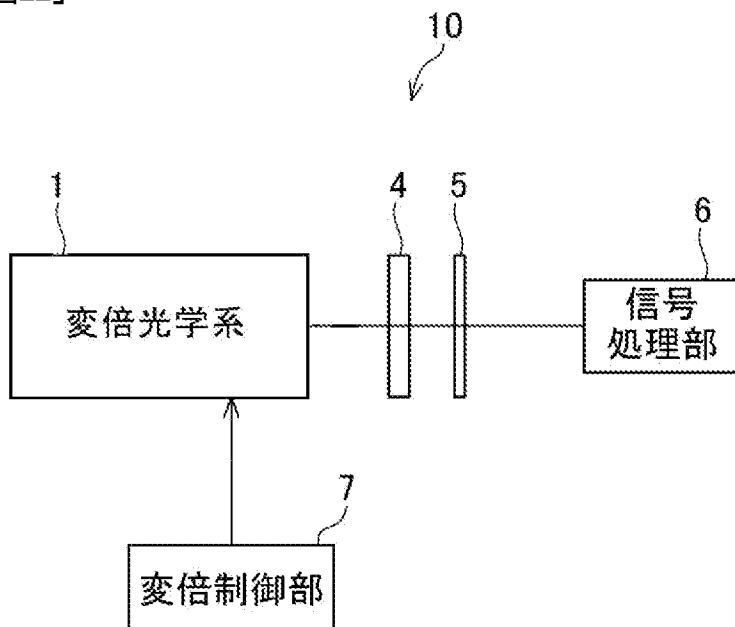


[図21]

実施例6



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/044335

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G02B 17/08</i> (2006.01) FI: G02B17/08 A		
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) G02B9/00-17/08; G02B21/02-21/04; G02B25/00-25/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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 A	JP 2019-148790 A (FUJIFILM CORP) 05 September 2019 (2019-09-05) paragraphs [0028]-[0115], fig. 1-21	1-6, 15-17, 20 7-14, 18-19
Y A	JP 11-202208 A (WESCAM INC) 30 July 1999 (1999-07-30) paragraphs [0007]-[0043], fig. 1-8	1-6, 15-17, 20 7-14, 18-19
Y A	CN 106772963 A (XI'AN APPLIED OPTICS INSTITUTE) 31 May 2017 (2017-05-31) paragraphs [0024]-[0035], fig. 1-5	1-6, 15-17, 20 7-14, 18-19
Y A	US 4971428 A (LENZAR OPTICS CORPORATION) 20 November 1990 (1990-11-20) column 1, line 57 to column 5, line 26, drawings	1-6, 15-17, 20 7-14, 18-19
Y	CN 110515189 A (OPPO GUANGDONG MOBILE TELECOMMUNICATIONS CO., LTD.) 29 November 2019 (2019-11-29) paragraphs [0025]-[0051], fig. 1-8	1-6, 13-17, 20
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 14 February 2022		Date of mailing of the international search report 01 March 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/044335

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, Y	WO 2021/085142 A1 (FUJIFILM CORP) 06 May 2021 (2021-05-06) paragraphs [0026]-[0105], fig. 1-17	1-6, 13-17, 20
P, A		7-12, 18-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/044335

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-148790	A	05 September 2019	US 2019/0265446 A1 paragraphs [0048]-[0119], fig. 1-21	
				US 11221470 B2	
				CN 110196488 A	
				JP 6815375 B2	
JP	11-202208	A	30 July 1999	GB 2330919 A column 1, line 33 to column 9, line 55	
				GB 2330919 B	
				DE 19850436 A	
CN	106772963	A	31 May 2017	CN 106772963 B	
US	4971428	A	20 November 1990	(Family: none)	
CN	110515189	A	29 November 2019	(Family: none)	
WO	2021/085142	A1	06 May 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 17/08(2006.01)i FI: G02B17/08 A		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G02B9/00-17/08; G02B21/02-21/04; G02B25/00-25/04 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2019-148790 A (富士フィルム株式会社) 05.09.2019 (2019-09-05) 段落[0028]-[0115], 図1-21	1-6, 15-17, 20 7-14, 18-19
Y A	JP 11-202208 A (ベスカム インコーポレイテッド) 30.07.1999 (1999-07-30) 段落[0007]-[0043], 図1-8	1-6, 15-17, 20 7-14, 18-19
Y A	CN 106772963 A (XI'AN APPLIED OPTICS INSTITUTE) 31.05.2017 (2017-05-31) 段落[0024]-[0035], 図1-5	1-6, 15-17, 20 7-14, 18-19
Y A	US 4971428 A (LENZAR OPTICS CORPORATION) 20.11.1990 (1990-11-20) 第1欄第57行-第5欄第26行, 図面	1-6, 15-17, 20 7-14, 18-19
Y	CN 110515189 A (OPPO GUANGDONG MOBILE TELECOMMUNICATIONS CO., LTD.) 29.11.2019 (2019-11-29) 段落[0025]-[0051], 図1-8	1-6, 13-17, 20
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" 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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 14.02.2022	国際調査報告の発送日 01.03.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 森内 正明 2V 9222 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, Y	WO 2021/085142 A1 (富士フイルム株式会社) 06.05.2021 (2021 - 05 - 06) 段落[0026]-[0105], 図1-17	1-6, 13-17, 20
P, A		7-12, 18-19

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/044335

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-148790 A	05.09.2019	US 2019/0265446 A1 段落[0048]-[0119], 図1-21 US 11221470 B2 CN 110196488 A JP 6815375 B2	
JP 11-202208 A	30.07.1999	GB 2330919 A 第1欄第33行-第9欄第55行 GB 2330919 B DE 19850436 A	
CN 106772963 A	31.05.2017	CN 106772963 B	
US 4971428 A	20.11.1990	(ファミリーなし)	
CN 110515189 A	29.11.2019	(ファミリーなし)	
WO 2021/085142 A1	06.05.2021	(ファミリーなし)	