(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 5 月 23 日(23.05.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/073155 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 13/02 (2006.01) *G02B 13/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/007239

(22) 国際出願日: 2012 年 11 月 12 日(12.11.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2011-248180 2011 年 11 月 14 日(14.11.2011) JP

(71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布２丁目２６番３０号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小里　哲也(ORI, Tetsuya); 〒3310813 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).

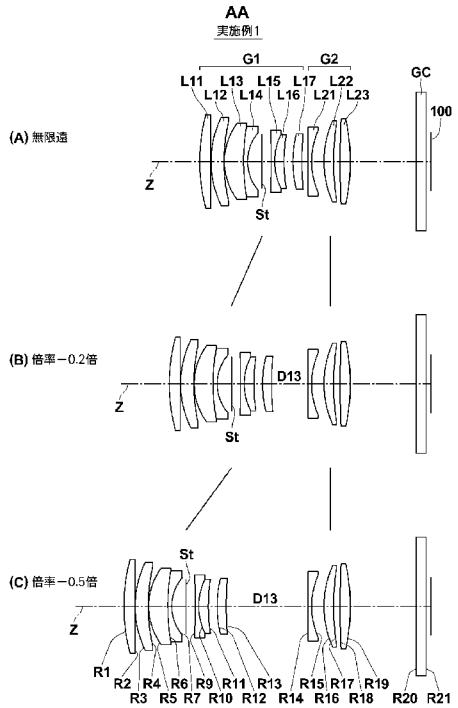
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) **Title**: MEDIUM TELEPHOTO LENS, AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称 : 中望遠レンズおよび撮像装置



(A) Infinite
(B) Magnification-0.2x
(C) Magnification-0.5x
AA Embodiment 1

(57) **Abstract**: In order to provide a medium telephoto lens and an imaging device which exhibit little chromatic aberration, have a reduced size, increased performance and involve reduced costs, a positive refractive power first lens group (G1) and second lens group (G2) are arranged in order from the object side, and only the first lens group (G1) moves in the optical axis direction during focusing. The first lens group (G1) is formed from a positive 1-1 lens (L11), a positive 1-2 lens (L12), a positive 1-3 lens (L13), a negative 1-4 lens (L14), an aperture, a negative 1-5 lens (L15), a positive 1-6 lens (L16), and a positive 1-7 lens (L17). The 1-3 lens and the 1-4 lens are joined together, and the 1-5 lens and the 1-6 lens are joined together. The second lens group (G2) includes a negative 2-1 lens (L21) and a positive 2-2 lens (L22).

(57) 要約: 色収差が少なく、小型化、低コスト化および高性能化が実現可能な中望遠レンズおよび撮像装置を提供する 物体側から順に正の屈折力の第１レンズ群（Ｇ１）と第２レンズ群（Ｇ２）とから構成され、フォーカシング時は第１レンズ群（Ｇ１）のみが光軸方向に移動する。第１レンズ群（Ｇ１）は、正の第１－１レンズ（Ｌ１１）、正の第１－２レンズ（Ｌ１２）、正の第１－３レンズ（Ｌ１３）、負の第１－４レンズ（Ｌ１４）、絞り、負の第１－５レンズ（Ｌ１５）、正の第１－６レンズ（Ｌ１６）、正の第１－７レンズ（Ｌ１７）から構成され、第１－３レンズと第１－４レンズとが接合され、第１－５レンズと第１－６レンズとが接合されている。第２レンズ群（Ｇ２）は、負の第２－１レンズ（Ｌ２１）、正の第２－２レンズ（Ｌ２２）を含む。

WO 2013/073155 A1

NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

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

明　細　書

発明の名称 ： 中望遠レンズおよび撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、一眼レフカメラ等の撮像装置に適する中望遠レンズに関し、とくに近距離撮影に適した中望遠レンズ、およびこの中望遠レンズを備えた撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来より、この種の中望遠レンズとして、特許文献１，２に示すように、物体側から順に第１レンズ群と第２レンズ群とからなり、フォーカス時に第１レンズ群および第２レンズ群の双方を移動させるものが知られている。しかしながら、特許文献１，２に記載された中望遠レンズは、第１レンズ群および第２レンズ群の双方を移動させるフローティング機構を採用しているため、レンズを移動させるための機構が複雑となり、レンズの大型化およびコストの増大を招くこととなる。

[0003] 一方、特許文献３に示すように、フォーカス時に第１レンズ群のみを移動させるようにした中望遠レンズも知られている。特許文献３に記載の中望遠レンズは、物体側から順に、全体として正の屈折率を有する第１レンズ群と、全体として正の屈折率を有する第２レンズ群とからなり、第１レンズ群は、物体側から順に、より強い正のパワーを物体側の面に有する正の第１－１レンズ、正のパワーを物体側の面に有する正メニスカスレンズからなる第１－２レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズからなる第１－３レンズ、絞り、物体側に凹面を向けた負の第１－４レンズと正の第１－５レンズとの接合レンズ、および正の第１－６レンズから構成され、第２レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第２－１レンズ、および正の第２－２レンズから構成され、フォーカシングに際し、第１レンズ群のみが光軸方向に移動するようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平２－８１０１５号公報

特許文献2：特開２００４－２１２６９２号公報

特許文献3：特開２００２－１３９６６８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献３に記載された中望遠レンズは、第１－３レンズが単レンズで構成されているため、軸上色収差の補正が困難である。また、第１レンズ群の合成焦点距離が長く、また第１－１レンズから第１－３レンズまでの合成焦点距離が長いため、光学全長が長くなり、小型化が困難である。さらに、第１－４レンズと第１－５レンズとの接合レンズにおいて、アッベ数差が小さいため、軸上色収差と倍率色収差の補正が困難である。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みなされたものであり、色収差が少なく、小型化、低コスト化および高性能化が実現可能な中望遠レンズ、および該中望遠レンズを備えた撮像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

[0007] 本発明による中望遠レンズは、物体側から順に正の屈折力の第１レンズ群と、第２レンズ群とからなり、前記第１レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正の第１－１レンズ、物体側に凸面を向けた正の第１－２レンズ、物体側に凸面を向けた正の第１－３レンズ、像側に凹面を向けた負の第１－４レンズ、絞り、像側に凹面を向けた負の第１－５レンズ、物体側に凸面を向けた正の第１－６レンズ、および物体側に凸面を向けた正の第１－７レンズから構成され、前記第１－３レンズと前記第１－４レンズとが接合され、前記第１－５レンズと前記第１－６レンズとが接合され、

前記第２レンズ群は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第２－１レンズ、および物体側に凸面を向けた正の第２－２レンズを含み、

フォーカシングに際し、前記第１レンズ群のみが光軸方向に移動すること

を特徴とするものである。

[0008] なお、本発明の中望遠レンズは、第１レンズ群と第２レンズ群とからなるものであるが、２つのレンズ群以外に，実質的にパワーを持たないレンズ、絞りやカバーガラス等の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、手ぶれ補正機構等の機構部分等を持つものも含むものであってもよい。

[0009] また、本発明においては、凸面、凹面、平面、両凹、メニスカス、両凸、平凸および平凹等といったレンズの面形状、正および負といったレンズの屈折力の符号は、非球面が含まれているものについてはとくに断りのない限り近軸領域で考えるものとする。また、本発明においては、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負とすることにする。

[0010] また、本発明の中望遠レンズにおいては、前記第２レンズ群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第２－１レンズと、物体側に凸面を向けた正の第２－２レンズと、像側に凸面を向けた正の第２－３レンズとから構成されることが好ましい。

[0011] また、本発明の中望遠レンズにおいては、前記第１－７レンズが、少なくとも１面が非球面で構成された非球面レンズであることが好ましい。

[0012] 上記本発明の中望遠レンズにおいては、下記条件式（１）～（５）を満足することが好ましい。なお、好ましい態様としては、下記条件式（１）～（５）のいずれか１つの構成を有するものでもよく、あるいは任意の２つ以上を組み合わせた構成を有するものでもよい。

[0013] １．０＜ｆｉ／ｆ１＜１．３ … （１）

０．８０＜ｆｉ／ｆ１ａ＜１．５ … （２）

－０．４＜ｆｉ／ｆ１ｂ＜０．４ … （３）

２０．０＜νｄ６－νｄ５＜７０．０ … （４）

１０＜νｄ３－νｄ４＜３０ … （５）

ただし、

ｆｉ：物体距離無限遠撮影時の全系の焦点距離

ｆ１：前記第１レンズ群の合成焦点距離

ｆ１ａ：前記第１－１レンズから前記第１－４レンズまでの合成焦点距離

ｆ１ｂ：前記第１－５レンズから前記第１－７レンズまでの合成焦点距離

νｄ５：前記第１－５レンズのｄ線におけるアッベ数

νｄ６：前記第１－６レンズのｄ線におけるアッベ数

νｄ３：前記第１－３レンズのｄ線におけるアッベ数

νｄ４：前記第１－４レンズのｄ線のおけるアッベ数

なお、下記条件式（１－１）、（１－２）、（１－３）、（２－１）、（３－１）、（４－１）、（５－１）を満足するものとしてもよい。

[0014] １．０５＜ｆｉ／ｆ１＜１．２５　…　（１－１）

１．０８＜ｆｉ／ｆ１＜１．２５　…　（１－２）

１．１１＜ｆｉ／ｆ１＜１．２５　…　（１－３）

１．０＜ｆｉ／ｆ１ａ＜１．３　…　（２－１）

－０．３＜ｆｉ／ｆ１ｂ＜０．３　…　（３－１）

２５．０＜νｄ６－νｄ５＜６０．０　…　（４－１）

１６＜νｄ３－νｄ４＜３０　…　（５－１）

本発明の撮像装置は、上記記載の本発明の中望遠レンズを備えたことを特徴とするものである。

発明の効果

[0015] 本発明の中望遠レンズによれば、第１レンズ群を構成する第１－３レンズと第１－４レンズとが接合され、フォーカスに際して第１レンズ群のみが光軸方向に移動するため、無限遠から近距離まで変化の少ない良好な解像性能を達成できるとともに、レンズの小型化およびフォーカス機構の簡略化を達成することができ、これにより、高性能な中望遠レンズを実現することができる。

[0016] 本発明の撮像装置によれば、本発明の中望遠レンズを備えているため、小型で安価に構成でき、撮像素子を用いて解像度の高い良好な像を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施形態に係る中望遠レンズの第１の構成例を示すものであり、数値実施例１に対応するレンズ断面図である。

[図2]中望遠レンズの第２の構成例を示すものであり、数値実施例２に対応するレンズ断面図である。

[図3]中望遠レンズの第３の構成例を示すものであり、数値実施例３に対応するレンズ断面図である。

[図4]中望遠レンズの第４の構成例を示すものであり、数値実施例４に対応するレンズ断面図である。

[図5]中望遠レンズの第５の構成例を示すものであり、数値実施例５に対応するレンズ断面図である。

[図6]中望遠レンズの第６の構成例を示すものであり、数値実施例６に対応するレンズ断面図である。

[図7]実施例１に係る中望遠レンズの無限遠合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図8]実施例１に係る中望遠レンズの撮影倍率－０．２倍の合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図9]実施例１に係る中望遠レンズの撮影倍率－０．５倍の合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図10]実施例２に係る中望遠レンズの無限遠合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図11]実施例２に係る中望遠レンズの撮影倍率－０．２倍の合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図12]実施例２に係る中望遠レンズの撮影倍率－０．５倍の合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図13]実施例３に係る中望遠レンズの無限遠合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図14]実施例３に係る中望遠レンズの撮影倍率－０．２倍の合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図15]実施例３に係る中望遠レンズの撮影倍率－０．５倍の合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図16]実施例４に係る中望遠レンズの無限遠合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図17]実施例４に係る中望遠レンズの撮影倍率－０．２倍の合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図18]実施例４に係る中望遠レンズの撮影倍率－０．５倍の合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図19]実施例５に係る中望遠レンズの無限遠合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図20]実施例５に係る中望遠レンズの撮影倍率－０．２倍の合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図21]実施例５に係る中望遠レンズの撮影倍率－０．５倍の合焦状態におけ

る諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図22]実施例６に係る中望遠レンズの無限遠合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図23]実施例６に係る中望遠レンズの撮影倍率－０．２倍の合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図24]実施例６に係る中望遠レンズの撮影倍率－０．５倍の合焦状態における諸収差図であり、（Ａ）は球面収差、（Ｂ）は非点収差、（Ｃ）はディストーション、（Ｄ）は倍率色収差を示す。

[図25A]本発明の一実施形態に係る撮像装置としてのミラーレス一眼カメラの一構成例を前側から見た外観図である。

[図25B]本発明の一実施形態に係る撮像装置としてのミラーレス一眼カメラの一構成例を背面側から見た外観図である。

発明を実施するための形態

[0018] ［レンズ構成］

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。図１（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）は、本発明の一実施形態に係る中望遠レンズの第１の構成例を示している。この構成例は、後述の第１の数値実施例のレンズ構成に対応している。なお、図１（Ａ）は無限遠合焦状態での光学系配置、図１（Ｂ）は撮影倍率－０．２倍の合焦状態での光学系配置、図１（Ｃ）は撮影倍率－０．５倍の合焦状態での光学系配置に対応している。同様にして、後述の第２～第６の数値実施例のレンズ構成に対応する第２～第６の構成例の断面構成を、図２（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）～図６（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）に示す。図１（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）～図６（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）において、符号Ｒｉは、最も物体側の構成要素の面を１番目として、像側（結像側）に向かうに従い順次増加するようにして符号を付したｉ番目の面の曲率半径

を示す。符号Ｄｉは、ｉ番目の面とｉ＋１番目の面との光軸Ｚ上の面間隔を示す。なお符号Ｄｉについては、撮影倍率の変化に伴って変化する部分の面間隔（Ｄ１３）のみ符号を付す。

[0019] この中望遠レンズは、光軸Ｚに沿って物体側から順に、第１レンズ群Ｇ１と、第２レンズ群Ｇ２とから構成されている。光学的な開口絞りＳｔは第１レンズ群Ｇ１に配設されている。

[0020] この中望遠レンズは、例えばミラーレス一眼カメラ等の撮影機器に装着可能である。この中望遠レンズを搭載したカメラの結像面（撮像面）には、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）やＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）等の撮像素子１００が配置される。撮像素子１００は、本実施形態の中望遠レンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するものである。少なくとも、この中望遠レンズと撮像素子１００とで、本実施形態における撮像装置が構成される。最終レンズ群である第２レンズ群Ｇ２と撮像素子１００との間には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、種々の光学部材ＧＣが配置されていてもよい。例えば撮像面保護用のカバーガラスや赤外線カットフィルタ等の平板状の光学部材が配置されていてもよい。なお、図１（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）～図６（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）には、撮像素子１００および光学部材ＧＣも併せて示している。

[0021] この中望遠レンズは、第１レンズ群Ｇ１を光軸Ｚに沿って移動させて、第１群レンズＧ１と第２群レンズＧ２との群間隔を変化させることにより合焦（または撮影倍率の変化）を行うように構成されている。また、フォーカス時には、第１レンズ群Ｇ１のみが光軸Ｚに沿って移動するように構成されている。第２レンズ群Ｇ２はフォーカスの際に常時固定されている。

[0022] より詳しくは、無限遠合焦状態から撮影倍率－０．２倍、撮影倍率－０．５倍と撮影倍率を変化させるに従い、第１レンズ群Ｌ１および開口絞りＳｔは、例えば図１（Ａ）の状態から図１（Ｂ）の状態へ、さらに図１（Ｃ）の状態へと、図に実線で示した軌跡を描くように移動する。

[0023] 第１レンズ群Ｇ１は、全体として正の屈折力を有している。第１レンズ群

Ｇ１は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正の第１－１レンズＬ１１、物体側に凸面を向けた正の第１－２レンズＬ１２、物体側に凸面を向けた正の第１－３レンズＬ１３、像側に凹面を向けた負の第１－４レンズＬ１４、絞りＳｔ、像側に凹面を向けた負の第１－５レンズＬ１５、物体側に凸面を向けた正の第１－６レンズＬ１６、および物体側に凸面を向けた正の第１－７レンズＬ１７から構成されている。また、第１－３レンズＬ１３と第１－４レンズＬ１４とが接合され、第１－５レンズＬ１５と第１－６レンズＬ１６が接合されている。なお、第１－７レンズは、少なくとも１面が非球面で構成された非球面レンズであることが好ましい。

[0024] 第２群レンズＧ２は、全体として正の屈折力を有している。第２レンズ群Ｇ２は、図１（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）～図３（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）に示す構成例のように、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第２－１レンズＬ２１、物体側に凸面を向けた正の第２－２レンズＬ２２、および像側に凸面を向けた正の第２－３レンズＬ２３の３枚のレンズから構成されている。なお、図４（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）～図６（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）に示す構成例のように、第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に像側に凹面を向けた負の第２－１レンズＬ２１、および物体側に凸面を向けた正の第２－２レンズＬ２２の２枚のレンズから構成することも可能である。

[0025] 次に、本発明の上記実施形態に係る中望遠レンズが有することが好ましい構成について説明する。なお、好ましい態様としては、以下のいずれか１つの構成を有するものでもよく、あるいは任意の２つ以上を組み合わせた構成を有するものでもよい。

[0026] 第１レンズ群Ｇ１の合成焦点距離に関し、下記条件式（１）を満足することが好ましい。

[0027] １．０＜ｆｉ／ｆ１＜１．３ … （１）

ただし、

ｆｉ：物体距離無限遠撮影時の全系の焦点距離

ｆ１：第１レンズ群Ｇ１の合成焦点距離

また、第１レンズ群Ｇ１を構成するレンズの合成焦点距離に関し、下記条件式（２）および（３）を満足することが好ましい。

[0028] ０．８０＜ｆｉ／ｆ１ａ＜１．５ … （２）

－０．４＜ｆｉ／ｆ１ｂ＜０．４ … （３）

ただし、

ｆ１ａ：第１－１レンズＬ１１から第１－４レンズＬ１４までの合成焦点距離

ｆ１ｂ：第１－５レンズＬ１５から第１－７レンズＬ１７までの合成焦点距離

また、第１－５レンズＬ１５と第１－６レンズＬ１６とのアッベ数差に関し、下記条件式（４）を満足することが好ましい。

[0029] ２０．０＜νｄ６－νｄ５＜７０．０ … （４）

ただし、

νｄ５：第１－５レンズＬ１５のｄ線におけるアッベ数

νｄ６：第１－６レンズＬ１６のｄ線におけるアッベ数

また、第１－３レンズＬ１３と第１－４レンズＬ１４とのアッベ数差に関し、下記条件式（５）を満足することが好ましい。

[0030] １０＜νｄ３－νｄ４＜３０ … （５）

ただし、

νｄ３：第１－３レンズのｄ線におけるアッベ数

νｄ４：第１－４レンズのｄ線のおけるアッベ数

［撮像装置への適用例］

図２５Ａ，図２５Ｂは、本実施形態に係る撮像装置の一例として、ミラーレス一眼カメラを示している。特に図２５Ａは、このカメラを前側から見た外観を示し、図２５Ｂは、このカメラを背面側から見た外観を示している。このカメラは、カメラ本体１０を備え、そのカメラ本体１０の上面側には、レリーズボタン３２と電源ボタン３３とが設けられている。カメラ本体１０の背面側には、表示部３６と操作部３４，３５とが設けられている。表示部

３６は、撮像された画像を表示するためのものである。

[0031] カメラ本体１０の前面側中央部には、撮影対象からの光が入射する撮影開口が設けられ、その撮影開口に対応する位置にマウント３７が設けられ、マウント３７により交換レンズ２０がカメラ本体１０に装着されるようになっている。交換レンズ２０は、鏡筒内にレンズ部材を収納したものである。カメラ本体１０内には、交換レンズ２０によって形成された被写体像に応じた撮像信号を出力するＣＣＤ等の撮像素子、その撮像素子から出力された撮像信号を処理して画像を生成する信号処理回路、およびその生成された画像を記録するための記録媒体等が設けられている。このカメラでは、レリーズボタン３２を押圧操作することにより、１フレーム分の静止画の撮影が行われ、この撮影で得られる画像データがカメラ本体１０内の記録媒体（図示せず）に記録される。

[0032] このようなミラーレス一眼カメラにおける交換レンズ２０として、本実施形態による中望遠レンズを用いることで、高解像の撮像信号が得られる。カメラ本体１０側では、その撮像信号に基づいて高解像の画像を生成することができる。

[0033] ［作用・効果］

次に、上記のように構成された中望遠レンズの作用および効果を説明する。

[0034] 本実施形態の中望遠レンズによれば、フォーカシングに際し、第１レンズ群Ｇ１のみを光軸Ｚの方向に移動させるようにしたため、特許文献１，２に記載された中望遠レンズのように、第１レンズ群および第２レンズ群の双方を移動させるフローティング機構を採用する必要がなくなるため、フォーカシング時にレンズを移動させるための機構を簡易なものとすることができ、その結果、レンズの小型化および低コスト化が可能となる。

[0035] また、第１レンズ群Ｇ１を構成する第１－３レンズＬ１３と第１－４レンズＬ１４とが接合されているため、軸上色収差を良好に補正することができ、これにより、無限遠から近距離まで変化の少ない良好な解像性能を達成で

きる。

[0036] また、第２レンズ群Ｇ２を、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第２－１レンズＬ２１、物体側に凸面を向けた正の第２－２レンズＬ２２、および像側に凸面を向けた正の第２－３レンズＬ２３から構成しているため、フォーカシング時の像面湾曲変化を低減することができ、これにより、無限遠から近距離まで変化の少ない良好な解像性能を達成することができる。

[0037] また、第１－７レンズＬ１７を、少なくとも１面に非球面で構成された非球面レンズとしているため、とくにサジタル方向の像面湾曲を低減することができる。

[0038] また、条件式（１）を満足することにより、小型化とフォーカシング時の性能変動を抑えることができる。条件式（１）の下限を下回ると、フォーカシング時の性能変動は抑えることができるが、フォーカシング時の第１レンズ群Ｇ１の繰り出し量が増大し、小型化が困難となる。条件式（１）の上限を上回ると、フォーカシング時の第１レンズ群Ｇ１の繰り出し量が減少するため小型化には有利だが、フォーカシング時の性能変動が大きくなり、無限遠から近距離まで変化の少ない良好な解像性能を達成することができない。

[0039] さらなるレンズの小型化およびフォーカシング時の性能変動の低減化を達成するためには、下記条件式（１－１）を満足することが好ましい。また、下記条件式（１－２）を満足することがより好ましく、下記条件式（１－３）を満足することがさらに好ましい。

[0040] １．０５＜ｆｉ／ｆ１＜１．２５　…　（１－１）

１．０８＜ｆｉ／ｆ１＜１．２５　…　（１－２）

１．１１＜ｆｉ／ｆ１＜１．２５　…　（１－３）

また、第１レンズ群Ｇ１を構成するレンズの合成焦点距離に関し、下記条件式（２）および（３）を満足することにより、レンズから像面への射出角度を小さくすることができ、シェーディングへの影響を低減すると同時に、小型化を達成することができる。

[0041] 条件式（２）の下限を下回ると、レンズから像面への射出角度を小さくす

ることができるが、レンズ全長が長くなり、小型化を達成することが困難となる。条件式（２）の上限を上回ると、レンズ全長が短くなり、小型化には有利だが、レンズから像面への射出角度が大きくなり、シェーディングへの影響が増大する。

[0042] 条件式（３）の下限を下回ると、レンズ全長が短くなり、小型化には有利だが、レンズから像面への射出角度が大きくなり、シェーディングへの影響が増大する。条件（３）の上限を上回ると、レンズから像面への射出角度を小さくすることができるが、レンズ全長が長くなり、小型化を達成することが困難となる。

[0043] さらなるレンズの小型化およびシェーディングへの影響の低減化を達成するためには、下記条件式（２－１）および（３－１）を満足することが好ましい。

[0044] １．０＜ｆｉ／ｆ１ａ＜１．３ … （２－１）

－０．３＜ｆｉ／ｆ１ｂ＜０．３ … （３－１）

第１－５レンズＬ１５と第１－６レンズＬ１６とのアッベ数差に関し、条件式（４）を満足することにより、軸上色収差および倍率色収差を同時に低減することができる。条件式（４）の下限を下回ると、近距離撮影時の倍率色収差を低減することができるが、軸上色収差および無限遠撮影時の倍率色収差が増大する。条件式（４）の上限を上回ると、軸上色収差および無限遠撮影時の倍率色収差を低減できるが、近距離撮影時の倍率色収差が増大する。

[0045] さらなる軸上色収差および倍率色収差の補正を可能とするためには、下記条件式（４－１）を満足することが好ましい。

[0046] ２５．０＜νｄ６－νｄ５＜６０．０ … （４－１）

また、第１－３レンズＬ１３と第１－４レンズＬ１４とのアッベ数差に関し、条件式（５）を満足することにより、軸上色収差および倍率色収差を同時に低減することができる。条件式（５）の上限を上回ると　軸上色収差および近距離撮影時の倍率色収差を低減できるが、無限遠撮影時の倍率色収差

が増大する。条件式（５）の下限を下回ると　無限遠撮影時の倍率色収差を低減できるが、軸上色収差および近距離撮影時の倍率色収差が増大する。

[0047] さらなる軸上色収差および倍率色収差の補正を可能とするためには、下記条件式（５－１）を満足することが好ましい。

[0048] １６＜νｄ３－νｄ４＜３０　…　（５－１）

実施例

[0049] 次に、本実施形態に係る中望遠レンズの具体的な数値実施例について説明する。以下では、複数の数値実施例を部分的にまとめて説明する。

[0050] ［数値実施例１］

表１～表３は、図１（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）に示した中望遠レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを示している。表１にはその基本的なレンズデータを示し、表２および表３にはその他のデータを示す。表１に示したレンズデータにおける面番号Ｓｉの欄には、実施例１に係る中望遠レンズについて、最も物体側の構成要素の面を１番目として、像側に向かうに従い順次増加するようにして符号を付したｉ番目（ｉ＝１～２１）の面の番号を示している。曲率半径Ｒｉの欄には、図１（Ｃ）において付した符号Ｒｉに対応させて、物体側からｉ番目の面の曲率半径の値（ｍｍ）を示す。面間隔Ｄｉの欄についても、同様に物体側からｉ番目の面Ｓｉとｉ＋１番目の面Ｓｉ＋１との光軸上の間隔（ｍｍ）を示す。Ｎｄｉの欄には、物体側からｉ番目の面Ｓｉとｉ＋１番目の面Ｓｉ＋１との間のｄ線（５８７．６ｎｍ）に対する屈折率の値を示す。νｄｊの欄には、物体側からｊ番目の光学要素のｄ線に対するアッベ数の値を示す。表１にはまた、諸データとして、無限遠合焦状態における全系の近軸焦点距離ｆ（ｍｍ）、Ｆナンバー（ＦＮＯ．）および画角（２ω）の値についても示す。

[0051] 実施例１に係る中望遠レンズは、撮影倍率の変化に伴って第１レンズ群Ｇ１および第２レンズ群Ｇ２の間隔が変化するため、第１レンズ群Ｇ１および第２レンズ群Ｇ２の面間隔Ｄ１３の値は可変となっている。表２には、面間隔Ｄ１３の撮影倍率の変化時のデータとして、無限遠合焦状態、撮影倍率－

０．２倍の合焦状態および撮影倍率－０．５倍の合焦状態における値を示す。

[0052] 表１のレンズデータにおいて、面番号の左側に付された記号「＊」は、そのレンズ面が非球面形状であることを示す。実施例１に係る中望遠レンズは、第１レンズ群Ｇ１を構成する第１－７レンズＬ１７の両面Ｒ１２，Ｒ１３が非球面形状となっている。表１の基本レンズデータには、これらの非球面の曲率半径として、光軸近傍の曲率半径の数値を示している。

[0053] 表３には実施例１に係る中望遠レンズにおける非球面データを示す。非球面データとして示した数値において、記号“Ｅ”は、その次に続く数値が１０を底とした“べき指数”であることを示し、その１０を底とした指数関数で表される数値が“Ｅ”の前の数値に乗算されることを示す。例えば、「１．０Ｅ－０２」であれば、「１．０×１０$^{-2}$」であることを示す。

[0054] 実施例１に係る中望遠レンズの非球面データとしては、以下の式（Ａ）によって表される非球面形状の式における各係数Ａｎ，Ｋの値を記す。Ｚは、より詳しくは、光軸から高さｈの位置にある非球面上の点から、非球面の頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ（ｍｍ）を示す。

[0055] $$Zd = C \cdot Y^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot Y^2)^{1/2}\} + \Sigma An \cdot Yn \quad \cdots \quad (A)$$

（ｎ＝３以上の整数）

ただし、

Ｚ：非球面の深さ（ｍｍ）

Ｙ：光軸からレンズ面までの距離（高さ）（ｍｍ）

Ｋ：離心率

Ｃ：近軸曲率＝１／Ｒ

（Ｒ：近軸曲率半径）

Ａｎ：第ｎ次の非球面係数

実施例１に係る中望遠レンズの非球面は、上記非球面式（Ａ）に基づき、非球面係数ＡｎについてはＡ３～Ａ１０までの次数を有効に用いて表してい

る。

[0056] ［数値実施例２～６］

以上の数値実施例１と同様にして、図２（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）、図３（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）および図４（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）に示した中望遠レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを数値実施例２，３，４として、表４～表６、表７～９および表１０～１２にそれぞれ示す。同様にして、図５（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）および図６（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）に示した中望遠レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを数値実施例５，６として、表１３～表１４および表１５～表１６にそれぞれ示す。

[0057] なお、数値実施例２～４の中望遠レンズは、実施例１に係る中望遠レンズと同様に、第１－７レンズＬ１７の両面Ｒ１２，Ｒ１３が非球面形状となっている。一方、数値実施例５，６の中望遠レンズでは、非球面レンズを使用していなため、数値実施例５，６の中望遠レンズにおいては、非球面データは省略している。

[0058] また、数値実施例４～６の中望遠レンズは、第２レンズ群Ｇ２が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズからなる第２－１レンズＬ２１、および物体側に凸面を向けた正レンズからなる第２－２レンズＬ２２から構成されているため、面番号Ｓｉは１９までとなっている。

[表1]

実施例1 f＝61.06 FNO.＝2.48 2ω＝25.4 度

Si	Ri	Di	Ndi	νdj
1	51.9744	3.17	1.48749	70.2
2	∞	0.10	1.00000	
3	28.9998	3.80	1.58913	61.1
4	52.7228	0.10	1.00000	
5	18.5122	5.50	1.72916	54.7
6	57.1350	1.16	1.66680	31.1
7	12.7943	4.20	1.00000	
8(絞り)	∞	2.60	1.00000	
9	−317.3207	1.01	1.51742	48.8
10	17.1800	2.80	1.49700	81.5
11	52.4398	2.54	1.00000	
*12	34.5881	2.60	1.80348	40.4
*13	106.5522	D13(可変)	1.00000	
14	∞	1.80	1.72916	54.7
15	22.4660	3.55	1.00000	
16	28.6691	2.82	1.51823	58.9
17	77.4943	1.81	1.00000	
18	236.5466	3.00	1.80400	46.6
19	−56.9828	18.46	1.00000	
20	∞	2.85	1.51680	64.2
21	∞		1.00000	

[表2]

面間隔	無限遠	倍率−0.2 倍	倍率−0.5 倍
D13	1.80	10.57	23.73

[表3]

面番号	K	A3	A4	A5	A6
12	−3.054014E+01	−1.886310E−04	2.861281E−04	−7.198710E−05	1.134194E−05
13	6.010862E+01	−1.680437E−04	1.554805E−04	−5.548409E−05	1.067906E−05
	A7	A8	A9	A10	
12	−2.726246E−07	−1.992572E−07	2.806654E−08	−1.181930E−09	
13	−1.051099E−06	4.143267E−08	3.478004E−10	−4.029777E−11	

[表4]

実施例 2 f＝60.99 FNO.＝2.48 2ω＝25.4 度

Si	Ri	Di	Ndi	νdj
1	60.0001	3.10	1.48749	70.2
2	-459.2095	0.10	1.00000	
3	29.0000	3.30	1.58913	61.1
4	53.5741	0.10	1.00000	
5	17.7781	5.41	1.72916	54.7
6	35.0000	1.21	1.68893	31.1
7	12.6728	4.20	1.00000	
8(絞り)	∞	2.60	1.00000	
9	-9533.8848	1.01	1.53172	48.8
10	19.4472	2.50	1.49700	81.5
11	53.8099	3.22	1.00000	
*12	36.6104	2.80	1.80348	40.4
*13	108.3847	D13(可変)	1.00000	
14	-1000.4517	1.00	1.72916	54.7
15	22.8617	3.00	1.00000	
16	27.7883	2.44	1.51823	58.9
17	50.0258	2.00	1.00000	
18	103.6883	3.26	1.80400	46.6
19	-61.3497	19.35	1.00000	
20	∞	2.85	1.51680	64.2
21	∞		1.00000	

[表5]

面間隔	無限遠	倍率-0.2 倍	倍率-0.5 倍
D13	1.80	10.67	23.98

[表6]

面番号	K	A3	A4	A5	A6
12	-3.404029E+01	-1.956021E-04	2.738637E-04	-7.035081E-05	1.122946E-05
13	9.873388E+01	-1.865668E-04	1.553984E-04	-5.738833E-05	1.086670E-05
	A7	A8	A9	A10	
12	-2.788162E-07	-1.995961E-07	2.844800E-08	-1.210933E-09	
13	-1.046668E-06	4.050123E-08	8.077073E-11	-1.960878E-11	

[表7]

実施例3 f=60.00 FNO.=2.48 2ω=25.8度

Si	Ri	Di	Ndi	νdj
1	57.4397	3.50	1.48749	70.2
2	-318.1500	0.10	1.00000	
3	29.0000	4.00	1.58913	61.1
4	53.9766	0.10	1.00000	
5	17.5000	4.97	1.72916	54.7
6	35.5069	1.01	1.66680	33.1
7	12.7710	4.20	1.00000	
8(絞り)	∞	2.60	1.00000	
9	-299.9981	1.01	1.59551	39.2
10	17.3358	3.00	1.49700	81.5
11	28.4491	1.68	1.00000	
*12	27.0007	2.80	1.80348	40.4
*13	250.3329	D13(可変)	1.00000	
14	-437.9348	1.00	1.80400	46.6
15	24.5065	3.00	1.00000	
16	30.1064	2.42	1.48749	70.2
17	58.0800	2.00	1.00000	
18	95.5653	3.41	1.80610	40.9
19	-57.2401	20.41	1.00000	
20	∞	2.85	1.51680	64.2
21	∞		1.00000	

[表8]

面間隔	無限遠	倍率-0.2倍	倍率-0.5倍
D13	1.50	9.86	22.41

[表9]

面番号	K	A3	A4	A5	A6
12	-2.271221E+01	-4.311992E-05	2.603302E-04	-4.515822E-05	6.428805E-06
13	-9.999996E+01	-7.853603E-06	6.591844E-05	-1.694469E-05	2.651641E-06
	A7	A8	A9	A10	
12	-1.972510E-07	-1.055141E-07	1.579749E-08	-6.668258E-10	
13	-2.262231E-07	4.873960E-08	-8.183120E-09	4.768882E-10	

[表10]

実施例4 f=58.21 FNO.=2.50 2ω=26.8度

Si	Ri	Di	Ndi	νdj
1	50.2298	3.50	1.72916	54.7
2	177.7672	0.10	1.00000	
3	29.0000	4.00	1.62041	60.3
4	54.0982	0.10	1.00000	
5	17.6912	4.13	1.80610	40.9
6	75.6007	1.01	1.72825	28.5
7	13.0001	4.20	1.00000	
8(絞り)	∞	2.60	1.00000	
9	∞	1.00	1.62588	35.7
10	18.0000	3.01	1.49700	81.5
11	28.1242	3.00	1.00000	
*12	23.4897	2.12	1.68893	31.1
*13	110.7714	D13(可変)	1.00000	
14	-90.6983	1.00	1.80400	46.6
15	26.3971	3.00	1.00000	
16	37.1302	4.80	1.71300	53.9
17	-42.1003	21.88	1.00000	
18	∞	2.85	1.51680	64.2
19	∞		1.00000	

[表11]

面間隔	無限遠	倍率-0.2倍	倍率-0.5倍
D13	1.20	10.36	24.10

[表12]

面番号	K	A3	A4	A5	A6
12	1.000000E+00	0.000000E+00	2.795101E-05	0.000000E+00	3.712799E-07
13	1.000000E+00	0.000000E+00	4.010963E-05	0.000000E+00	4.433925E-07
	A7	A8	A9	A10	
12	0.000000E+00	-2.941544E-09	0.000000E+00	1.312374E-10	
13	0.000000E+00	-5.119166E-09	0.000000E+00	1.762382E-10	

[表13]

実施例 5 f＝58.18 FNO.＝2.48 2ω＝26.8 度

Si	Ri	Di	Ndi	νdj
1	66.0370	3.50	1.72916	54.7
2	9292.0508	0.10	1.00000	
3	29.0000	4.00	1.72916	54.7
4	54.0875	0.10	1.00000	
5	17.9265	3.50	1.80400	46.6
6	35.0000	2.47	1.80000	29.8
7	13.1390	4.20	1.00000	
8(絞り)	∞	2.60	1.00000	
9	-264.2298	1.00	1.81518	25.4
10	18.0000	3.01	1.49700	81.5
11	28.1208	2.33	1.00000	
12	30.1281	2.20	1.78700	26.3
13	-91.9091	D13(可変)	1.00000	
14	-96.6142	1.00	1.80400	46.6
15	26.6669	3.00	1.00000	
16	37.3545	4.80	1.71300	53.9
17	-43.9769	21.73	1.00000	
18	∞	2.85	1.51680	64.2
19	∞		1.00000	

[表14]

面間隔	無限遠	倍率-0.2 倍	倍率-0.5 倍
D13	1.21	10.34	24.04

[表15]

実施例６ f＝58.19 FNO.＝2.48 2ω＝26.8度

Si	Ri	Di	Ndi	νdj
1	61.4373	3.50	1.75500	52.3
2	617.7504	0.10	1.00000	
3	29.0000	4.00	1.72916	54.7
4	54.0884	0.10	1.00000	
5	17.6348	3.55	1.80400	46.6
6	35.0000	1.96	1.80000	29.8
7	13.2126	4.20	1.00000	
8(絞り)	∞	2.60	1.00000	
9	-1779.0479	1.00	1.80518	25.4
10	18.0000	3.01	1.49700	81.5
11	28.1240	2.62	1.00000	
12	30.9963	2.17	1.80518	25.4
13	-140.2612	D13(可変)	1.00000	
14	-99.1042	1.00	1.80400	46.6
15	26.7466	3.00	1.00000	
16	36.8747	4.80	1.71300	53.9
17	-45.4460	22.10	1.00000	
18	∞	2.85	1.51680	64.2
19	∞		1.00000	

[表16]

面間隔	無限遠	倍率-0.2倍	倍率-0.5倍
D13	1.00	10.15	23.87

[0059] ［各実施例のその他の数値データ］

表１７には、上述の各条件式に関する値を、各実施例についてまとめたものを示す。表１７から分かるように、条件式（１）～（５）については、各実施例の値がその数値範囲内となっている。

[表17]

条件式	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	fi／f1	fi／f1a	fi／f1b	νd6-νd5	νd3－νd4
実施例１	1.179	1.087	0.248	29.1	23.6
実施例２	1.172	1.079	0.252	32.7	23.6
実施例３	1.198	1.180	0.163	42.3	21.6
実施例４	1.127	1.215	0.009	45.8	12.4
実施例５	1.129	1.276	0.036	56.1	16.8
実施例６	1.128	1.285	-0.001	56.1	16.8

[0060] ［収差性能］

図７（Ａ）～（Ｄ）はそれぞれ、数値実施例１に係る中望遠レンズにおける無限遠合焦状態での球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）および倍率色収差を示している。図８（Ａ）～（Ｄ）は撮影倍率－０．２倍の合焦状態における同様の各収差を示し、図９（Ａ）～（Ｄ）は、撮影倍率－０．５倍の合焦状態における同様の各収差を示している。各収差図には、ｄ線（５８７．６ｎｍ）を基準波長とした収差を示す。球面収差図および倍率色収差図には、波長４６０ｎｍ、波長６１５ｎｍについての収差も示す。非点収差図において、実線はサジタル方向、破線はタンジェンシャル方向の収差を示す。ＦＮＯ．はＦ値、ωは半画角を示す。

[0061] 同様に、数値実施例２に係る中望遠レンズについての諸収差を図１０（Ａ）～（Ｄ）（無限遠）、図１１（Ａ）～（Ｄ）（撮影倍率－０．２倍）および図１２（Ａ）～（Ｄ）（撮影倍率－０．５倍）に示す。同様にして、数値実施例３～６に係る中望遠レンズについての諸収差を図１３～図２４の（Ａ）～（Ｄ）に示す。

[0062] 以上の各数値データおよび各収差図から分かるように、各実施例について、各撮影倍率域で諸収差が良好に補正され、近距離撮影を可能にしながら、全体的に小型化の図られた中望遠レンズが実現できている。

[0063] なお、本発明は、上記実施形態および各実施例に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔および屈折率の

値等は、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。

請求の範囲

[請求項1] 物体側から順に正の屈折力の第１レンズ群と、第２レンズ群とからなり、前記第１レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正の第１－１レンズ、物体側に凸面を向けた正の第１－２レンズ、物体側に凸面を向けた正の第１－３レンズ、像側に凹面を向けた負の第１－４レンズ、絞り、像側に凹面を向けた負の第１－５レンズ、物体側に凸面を向けた正の第１－６レンズ、および物体側に凸面を向けた正の第１－７レンズから構成され、前記第１－３レンズと前記第１－４レンズとが接合され、前記第１－５レンズと前記第１－６レンズとが接合され、

前記第２レンズ群は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第２－１レンズ、および物体側に凸面を向けた正の第２－２レンズを含み、

フォーカシングに際し、前記第１レンズ群のみが光軸方向に移動することを特徴とする中望遠レンズ。

[請求項2] 下記条件式（１）を満足することを特徴とする請求項１記載の中望遠レンズ。

１．０＜ｆｉ／ｆ１＜１．３ … （１）

ただし、

ｆｉ：物体距離無限遠撮影時の全系の焦点距離

ｆ１：前記第１レンズ群の合成焦点距離

[請求項3] 下記条件式（１－１）を満足することを特徴とする請求項１記載の中望遠レンズ。

１．０５＜ｆｉ／ｆ１＜１．２５ … （１－１）

ただし、

ｆｉ：物体距離無限遠撮影時の全系の焦点距離

ｆ１：前記第１レンズ群の合成焦点距離

[請求項4] 下記条件式（１－２）を満足することを特徴とする請求項１記載の

中望遠レンズ。

１．０８＜ｆｉ／ｆ１＜１．２５　…　（１－２）

ただし、

ｆｉ：物体距離無限遠撮影時の全系の焦点距離

ｆ１：前記第１レンズ群の合成焦点距離

[請求項5]　下記条件式（１－３）を満足することを特徴とする請求項１記載の中望遠レンズ。

１．１１＜ｆｉ／ｆ１＜１．２５　…　（１－３）

ただし、

ｆｉ：物体距離無限遠撮影時の全系の焦点距離

ｆ１：前記第１レンズ群の合成焦点距離

[請求項6]　下記条件式（２）および（３）を満足することを特徴とする請求項１から５のいずれか１項記載の中望遠レンズ

０．８０＜ｆｉ／ｆ１ａ＜１．５　…　（２）

－０．４＜ｆｉ／ｆ１ｂ＜０．４　…　（３）

ただし、

ｆ１ａ：前記第１－１レンズから前記第１－４レンズまでの合成焦点距離

ｆ１ｂ：前記第１－５レンズから前記第１－７レンズまでの合成焦点距離

[請求項7]　下記条件式（２－１）および（３－１）を満足することを特徴とする請求項１から５のいずれか１項記載の中望遠レンズ

１．０＜ｆｉ／ｆ１ａ＜１．３　…　（２－１）

－０．３＜ｆｉ／ｆ１ｂ＜０．３　…　（３－１）

ただし、

ｆ１ａ：前記第１－１レンズから前記第１－４レンズまでの合成焦点距離

ｆ１ｂ：前記第１－５レンズから前記第１－７レンズまでの合成焦点

距離

[請求項8] 下記条件式（４）を満足することを特徴とする請求項１から７のいずれか１項記載の中望遠レンズ。

２０．０＜νｄ６－νｄ５＜７０．０ … （４）

ただし、

νｄ５：前記第１－５レンズのｄ線におけるアッベ数

νｄ６：前記第１－６レンズのｄ線におけるアッベ数

[請求項9] 下記条件式（４－１）を満足することを特徴とする請求項１から７のいずれか１項記載の中望遠レンズ。

２５．０＜νｄ６－νｄ５＜６０．０ … （４－１）

ただし、

νｄ５：前記第１－５レンズのｄ線におけるアッベ数

νｄ６：前記第１－６レンズのｄ線におけるアッベ数

[請求項10] 下記条件式（５）を満足することを特徴とする請求項１から９のいずれか１項記載の中望遠レンズ。

１０＜νｄ３－νｄ４＜３０ … （５）

ただし、

νｄ３：前記第１－３レンズのｄ線におけるアッベ数

νｄ４：前記第１－４レンズのｄ線のおけるアッベ数

[請求項11] 下記条件式（５－１）を満足することを特徴とする請求項１から９のいずれか１項記載の中望遠レンズ。

１６＜νｄ３－νｄ４＜３０ … （５－１）

ただし、

νｄ３：前記第１－３レンズのｄ線におけるアッベ数

νｄ４：前記第１－４レンズのｄ線のおけるアッベ数

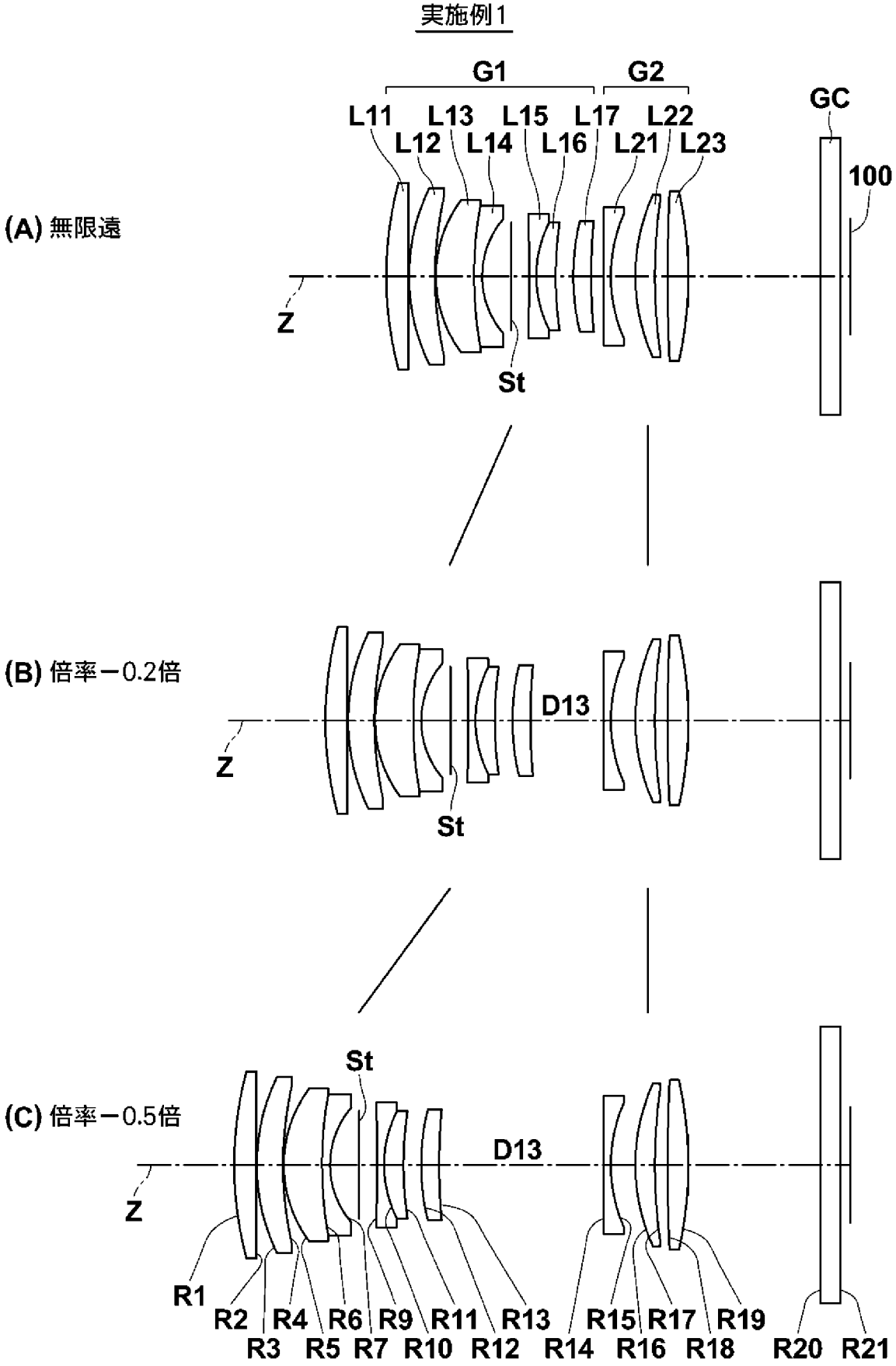
[請求項12] 前記第２レンズ群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第２－１レンズと、物体側に凸面を向けた正の第２－２レンズと、像側に凸面を向けた正の第２－３レンズとから構成されることを特徴とす

る請求項１から１１のいずれか１項記載の中望遠レンズ。

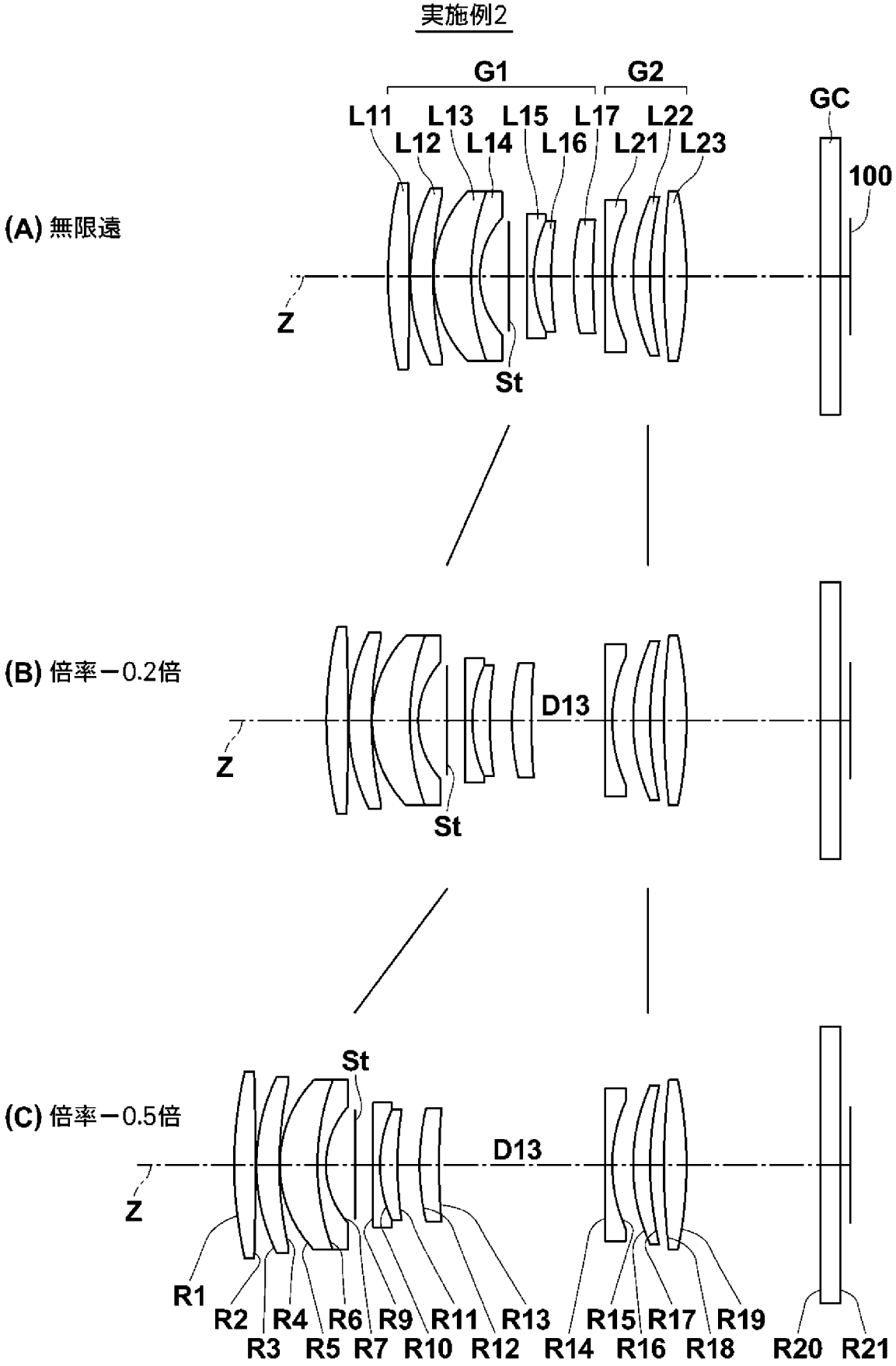
[請求項13] 前記第１－７レンズが、少なくとも１面が非球面で構成された非球面レンズであることを特徴とする請求項１から１２のいずれか１項記載の中望遠レンズ。

[請求項14] 請求項１から１３のいずれか１項に記載の中望遠レンズと、該中望遠レンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力する撮像素子とを備えたことを特徴とする撮像装置。

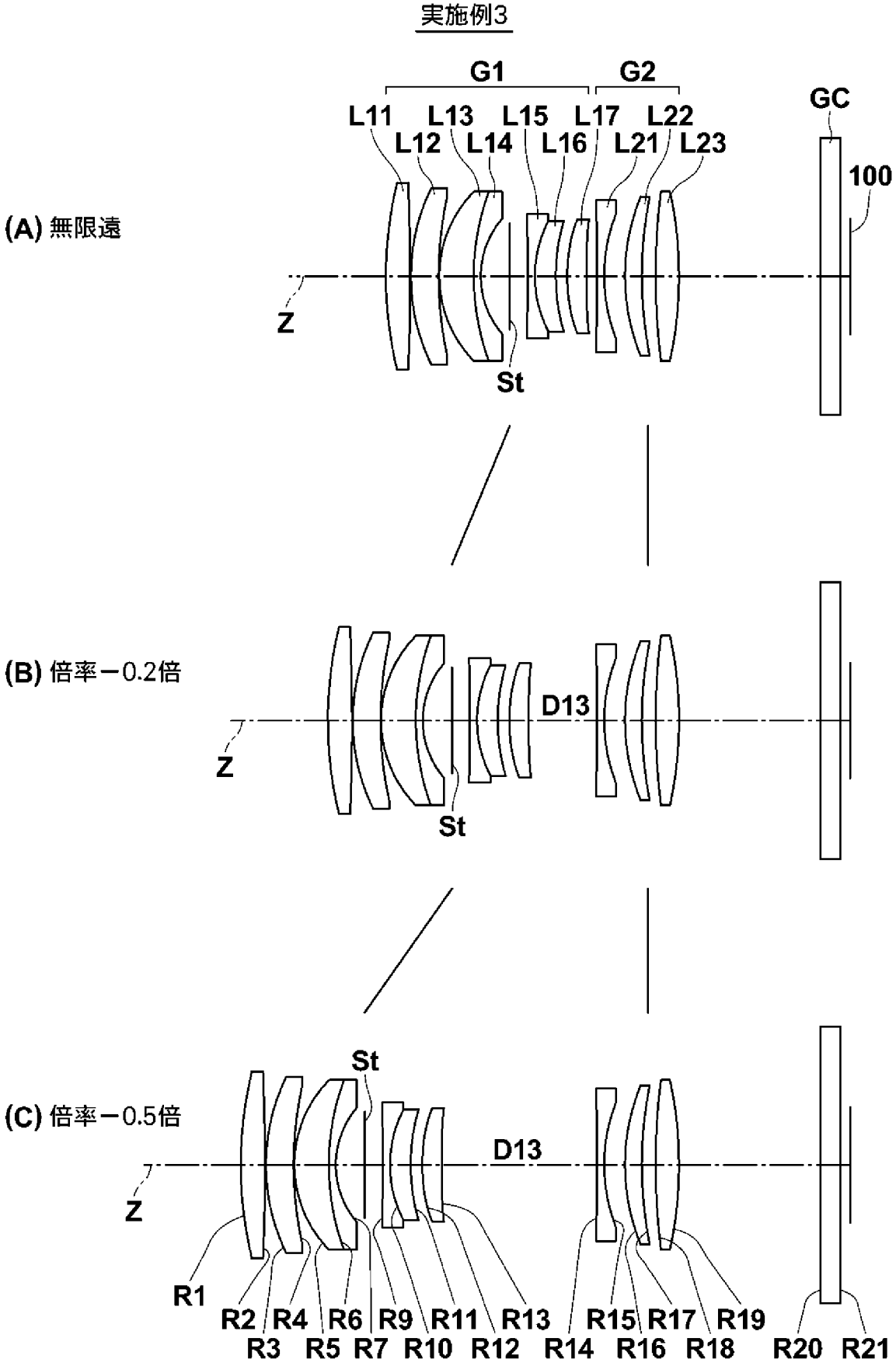
[図1]


実施例1
G1
G2
L11
L12
L13
L14
L15
L16
L17
L21
L22
L23
GC
100
(A) 無限遠
Z
St
(B) 倍率－0.2倍
D13
Z
St
(C) 倍率－0.5倍
St
D13
Z
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19
R20
R21

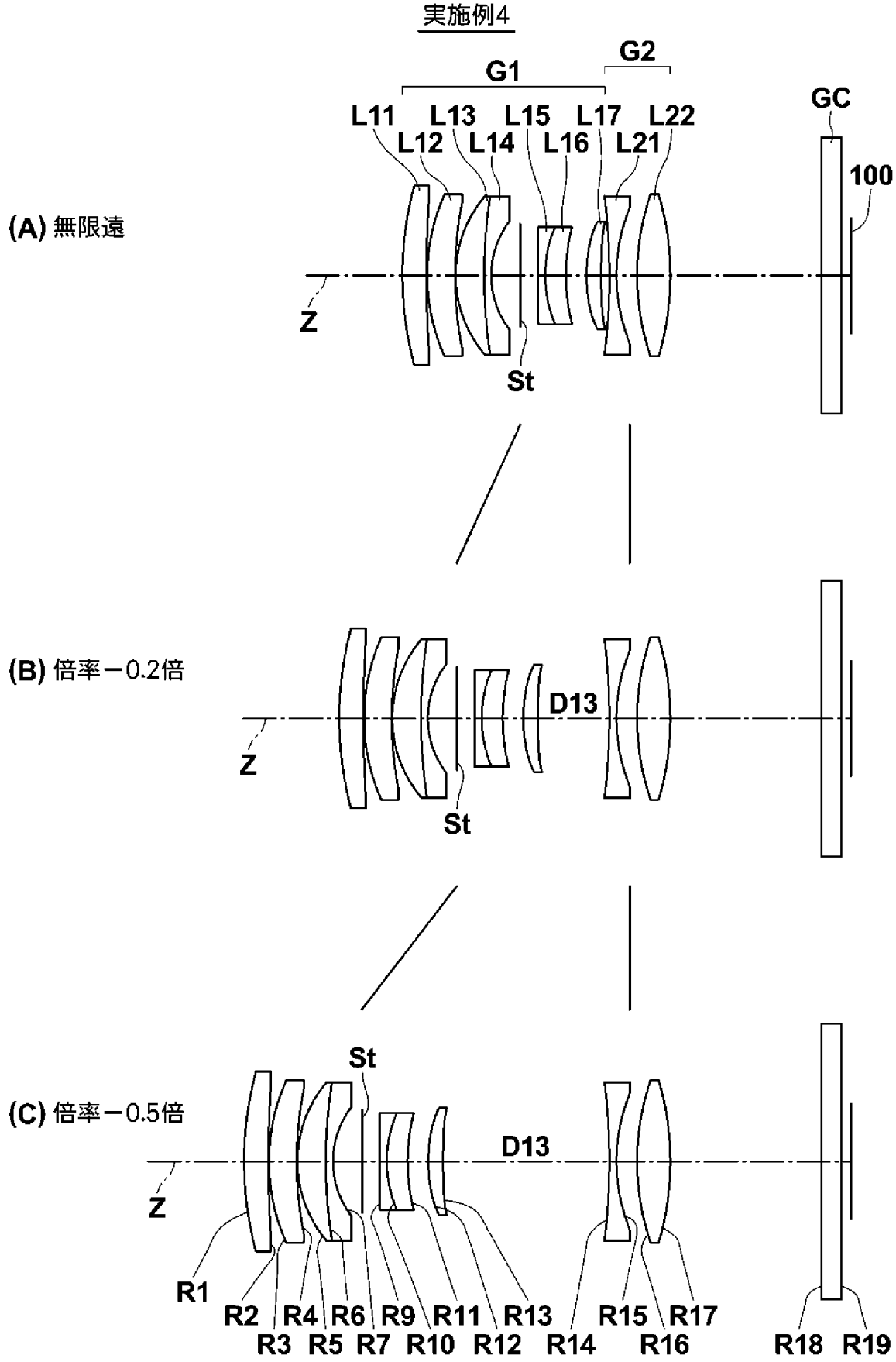
[図2]


実施例2
G1
G2
L11
L12
L13
L14
L15
L16
L17
L21
L22
L23
GC
100
(A) 無限遠
Z
St
(B) 倍率－0.2倍
D13
Z
St
(C) 倍率－0.5倍
St
D13
Z
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19
R20
R21

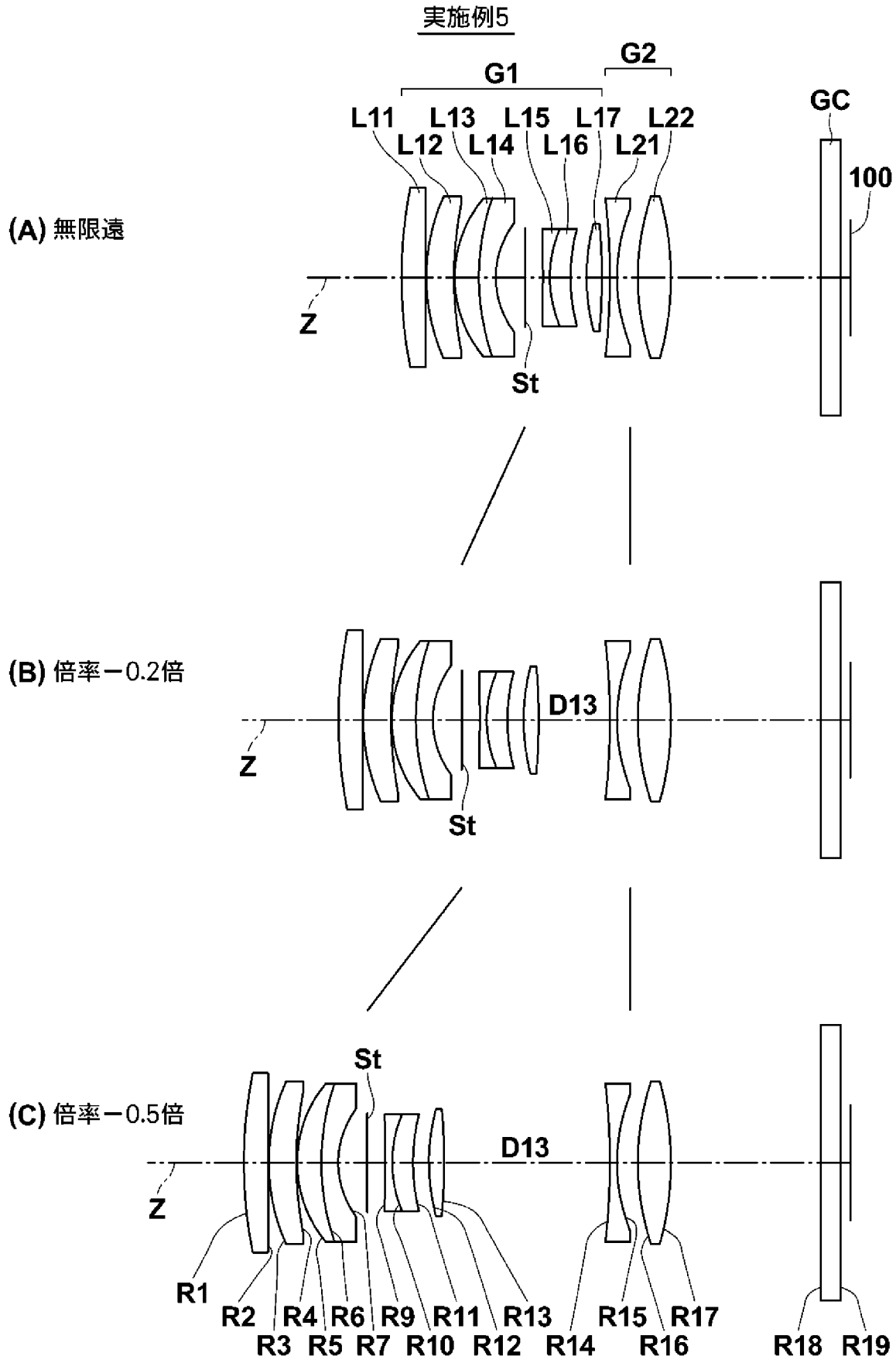
[図3]


実施例3
G1
G2
L11
L12
L13
L14
L15
L16
L17
L21
L22
L23
GC
100
(A) 無限遠
Z
St
(B) 倍率－0.2倍
D13
Z
St
(C) 倍率－0.5倍
St
D13
Z
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19
R20
R21

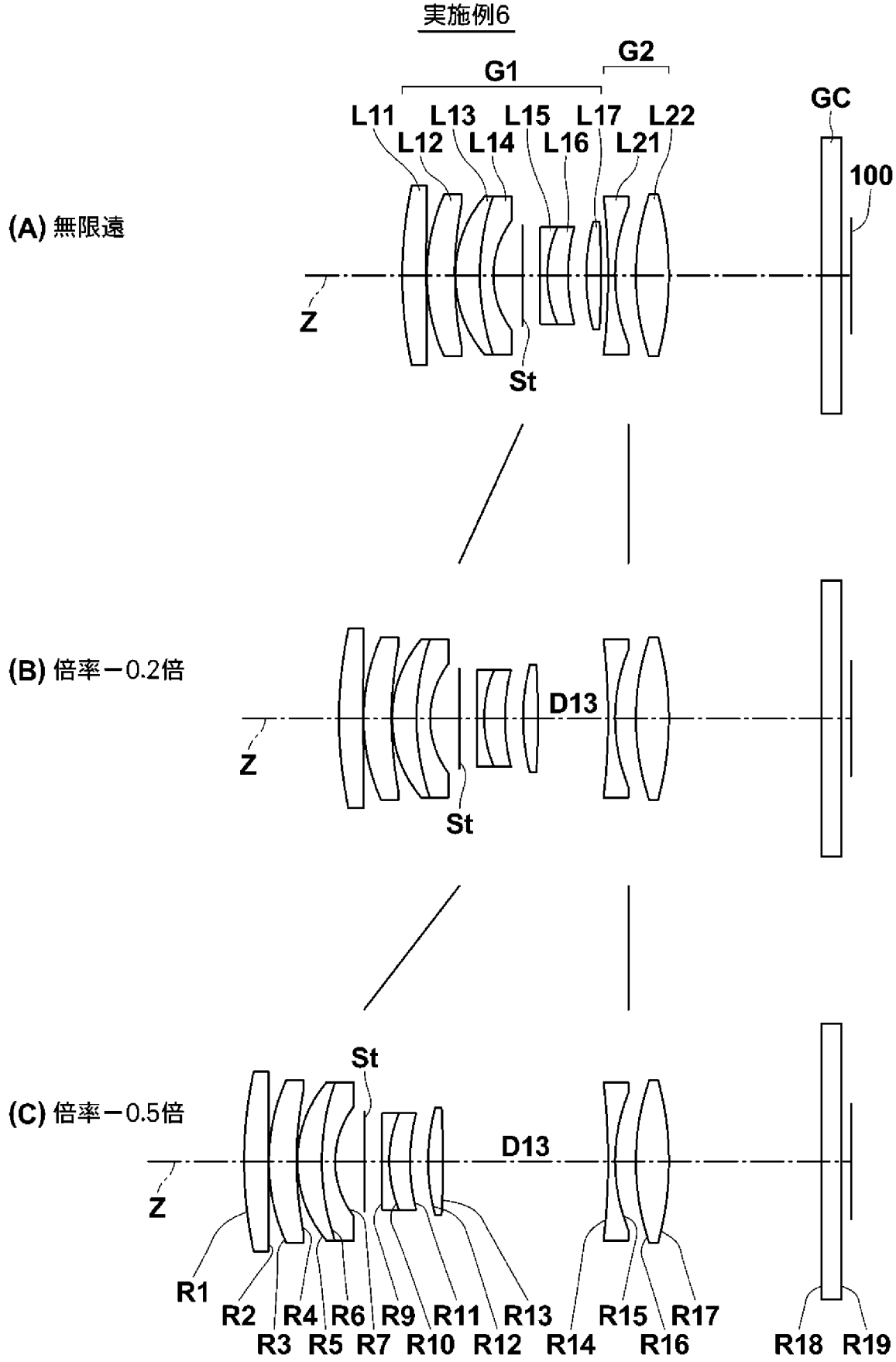
[図4]


実施例4
G1
G2
L11
L12
L13
L14
L15
L16
L17
L21
L22
GC
100
(A) 無限遠
Z
St
(B) 倍率－0.2倍
D13
Z
St
(C) 倍率－0.5倍
St
D13
Z
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19

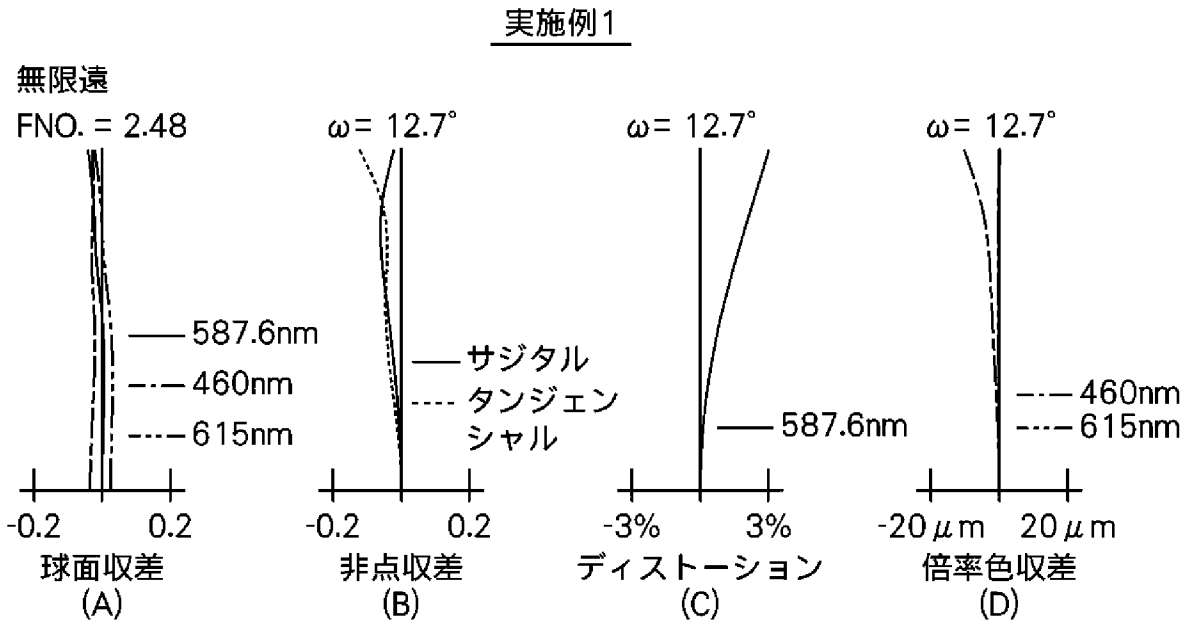
[図5]


実施例5
G1
G2
L11
L12
L13
L14
L15
L16
L17
L21
L22
GC
100
(A) 無限遠
Z
St
(B) 倍率－0.2倍
D13
Z
St
(C) 倍率－0.5倍
St
D13
Z
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19

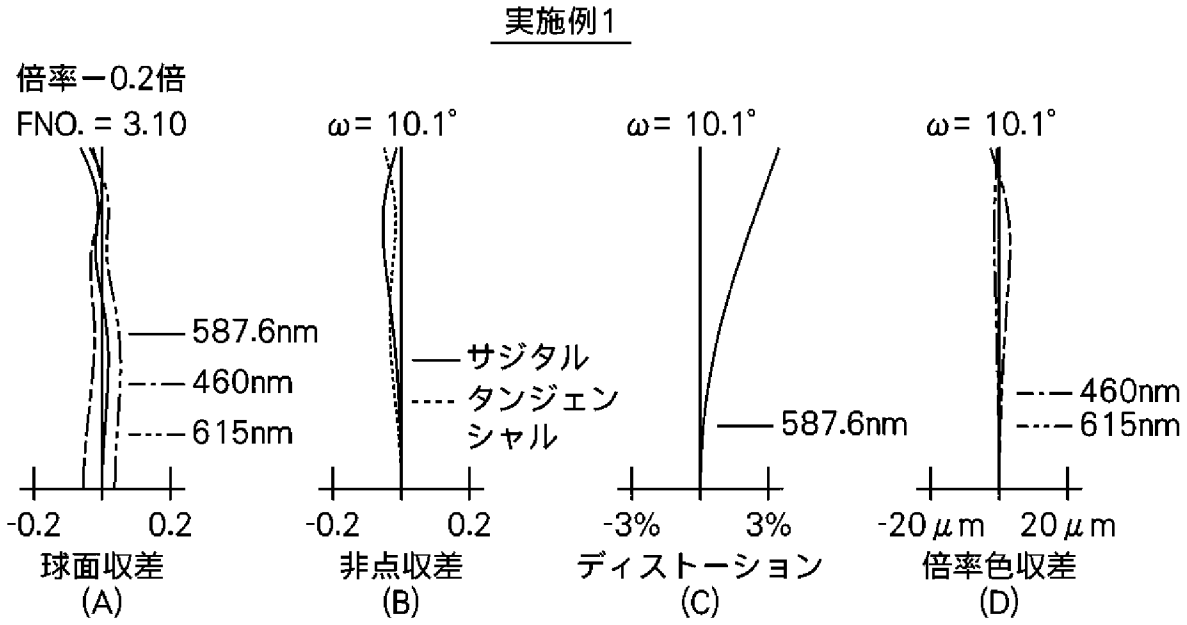
[図6]


実施例6
G1
G2
L11
L12
L13
L14
L15
L16
L17
L21
L22
GC
100
(A) 無限遠
Z
St
(B) 倍率－0.2倍
D13
Z
St
(C) 倍率－0.5倍
St
D13
Z
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19

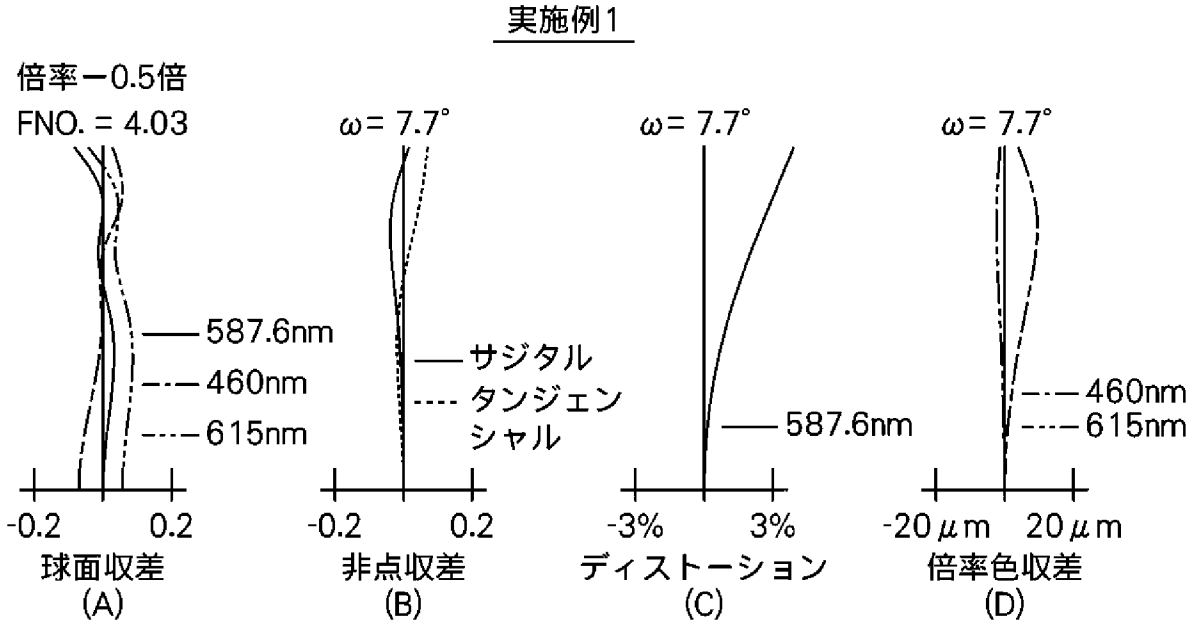
[図7]


実施例1
無限遠
FNO. = 2.48
ω= 12.7°
ω= 12.7°
ω= 12.7°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

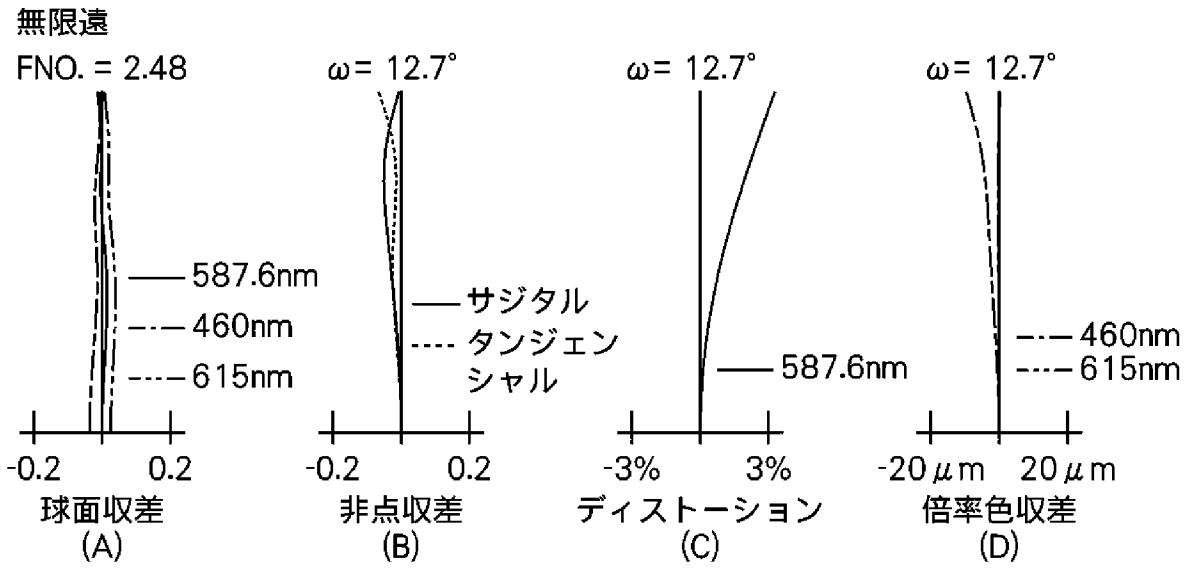
[図8]


実施例1
倍率－0.2倍
FNO. = 3.10
ω= 10.1°
ω= 10.1°
ω= 10.1°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

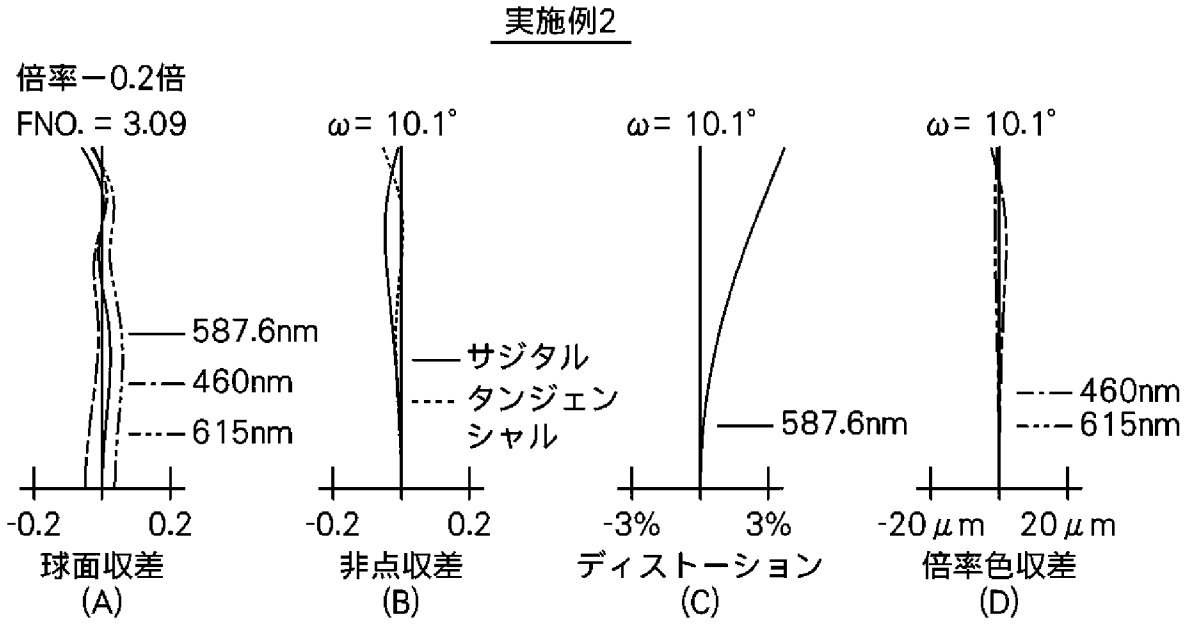
[図9]


実施例1
倍率ー0.5倍
FNO. = 4.03
ω= 7.7°
ω= 7.7°
ω= 7.7°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

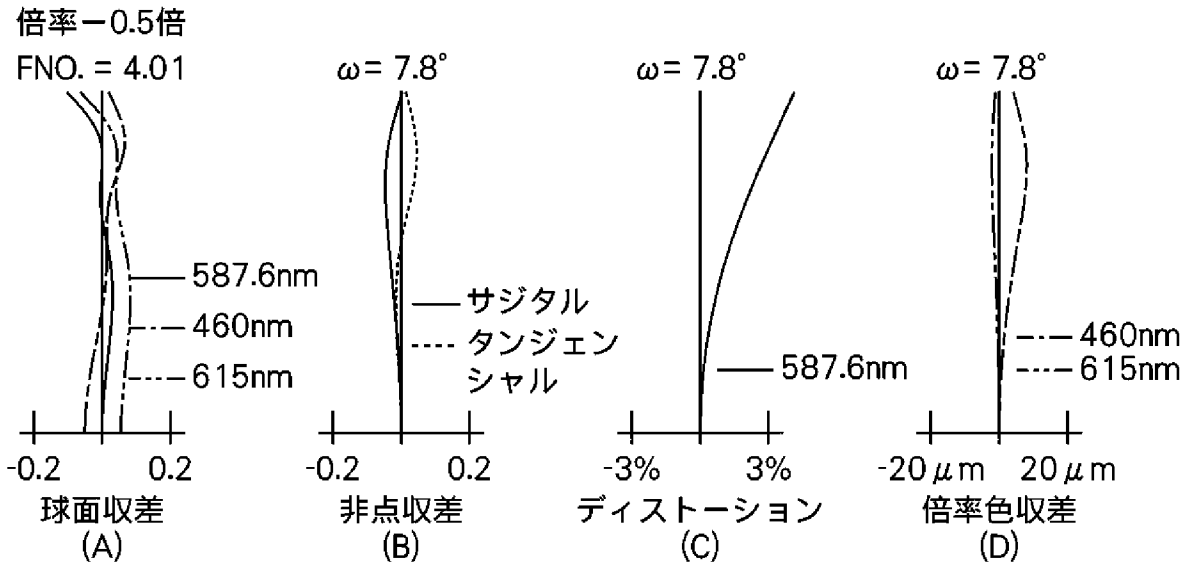
[図10]


実施例2
無限遠
FNO. = 2.48
ω= 12.7°
ω= 12.7°
ω= 12.7°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

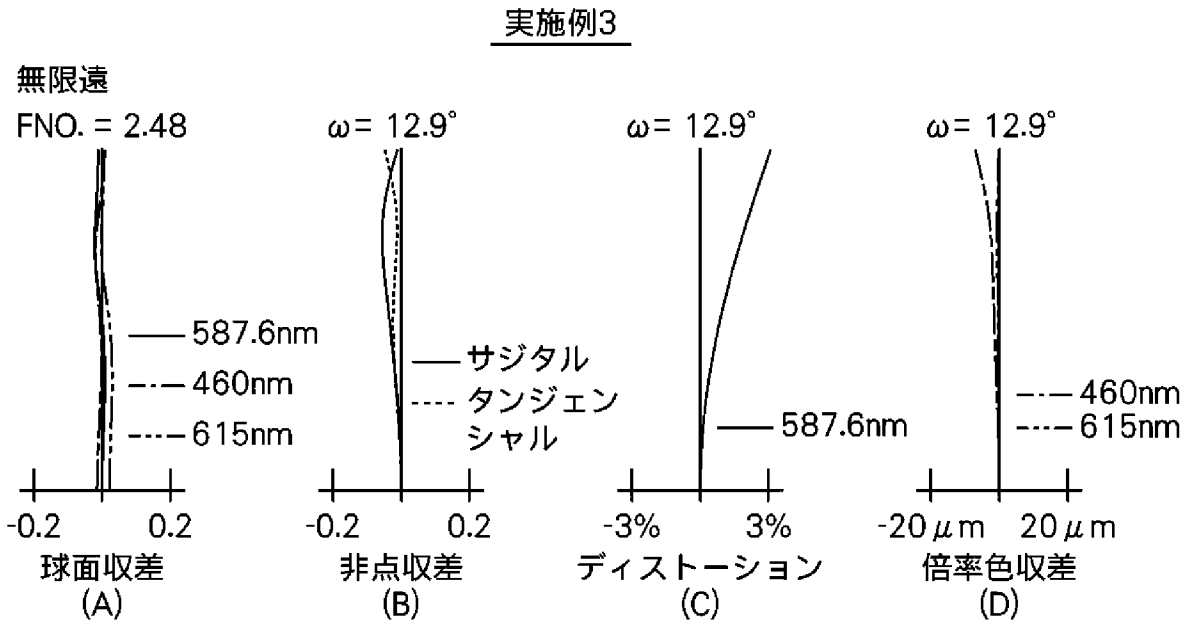
[図11]


実施例2
倍率－0.2倍
FNO. = 3.09
ω= 10.1°
ω= 10.1°
ω= 10.1°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

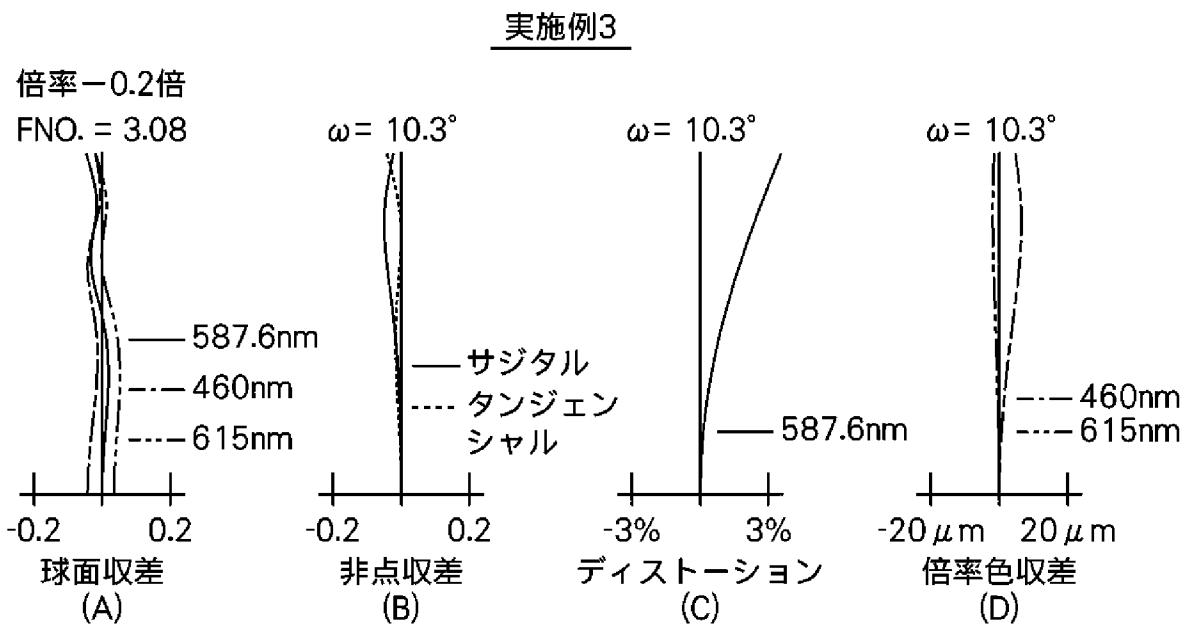
[図12]


実施例2
倍率－0.5倍
FNO. = 4.01
ω= 7.8°
ω= 7.8°
ω= 7.8°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

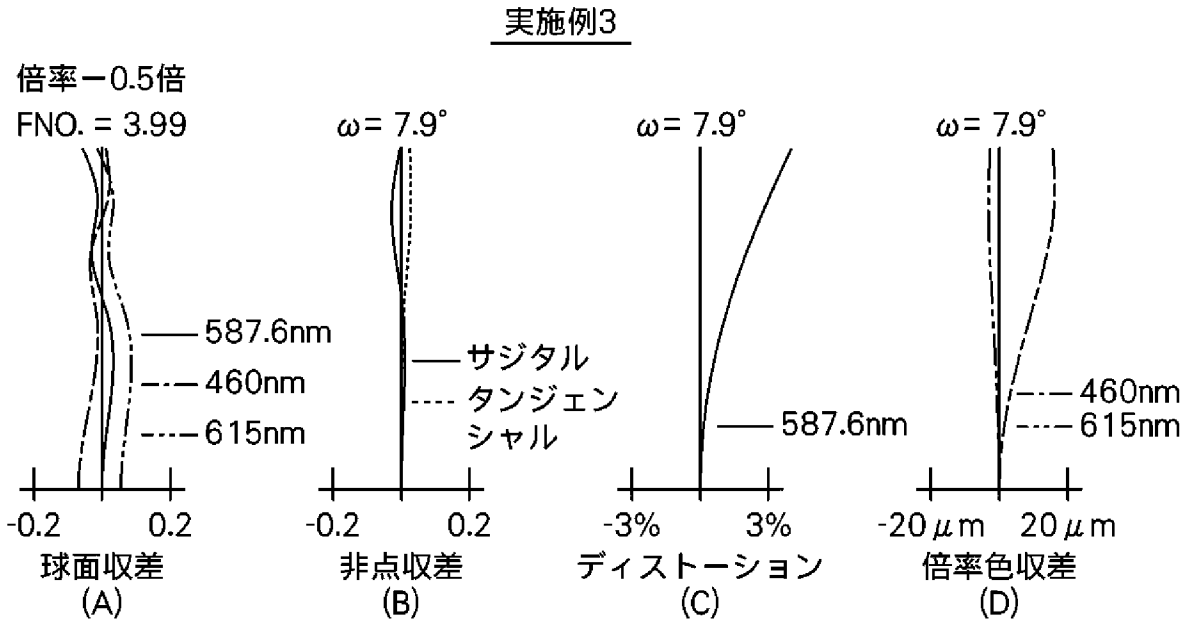
[図13]


実施例3
無限遠
FNO. = 2.48
ω= 12.9°
ω= 12.9°
ω= 12.9°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

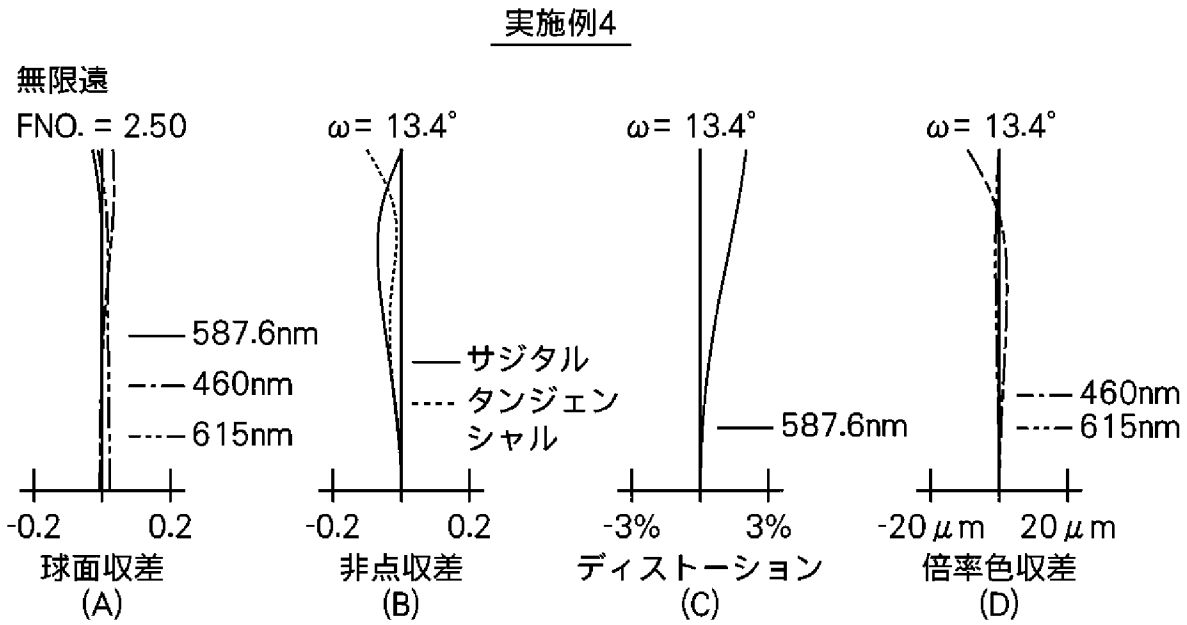
[図14]


実施例3
倍率−0.2倍
FNO. = 3.08
ω= 10.3°
ω= 10.3°
ω= 10.3°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

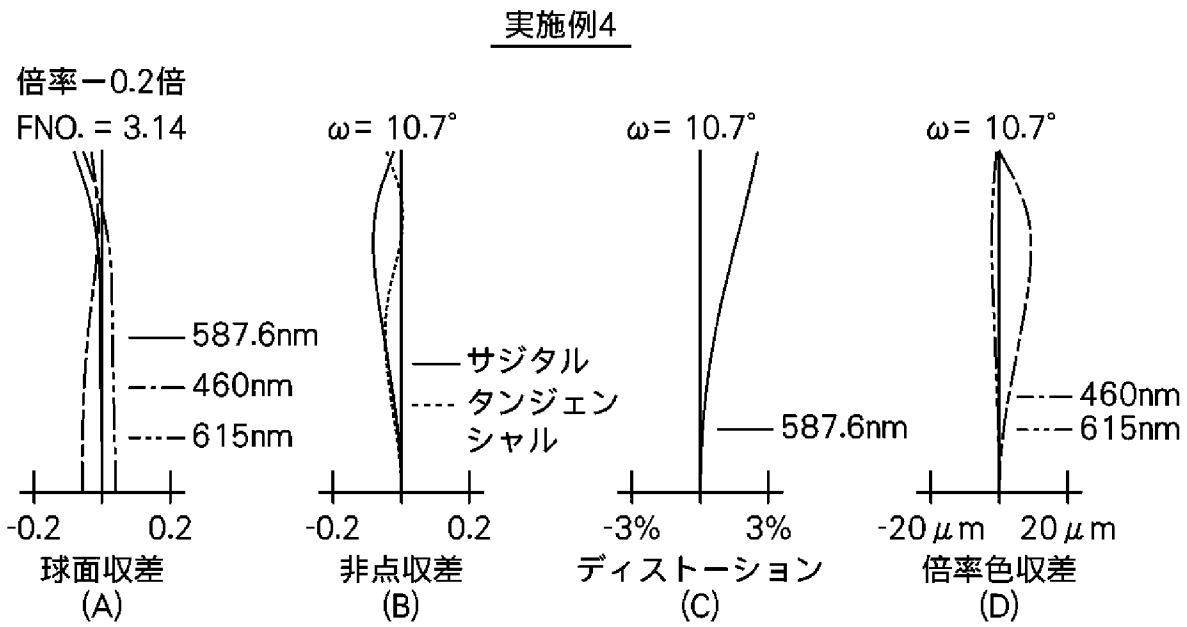
[図15]


実施例3
倍率－0.5倍
FNO. = 3.99
ω= 7.9°
ω= 7.9°
ω= 7.9°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

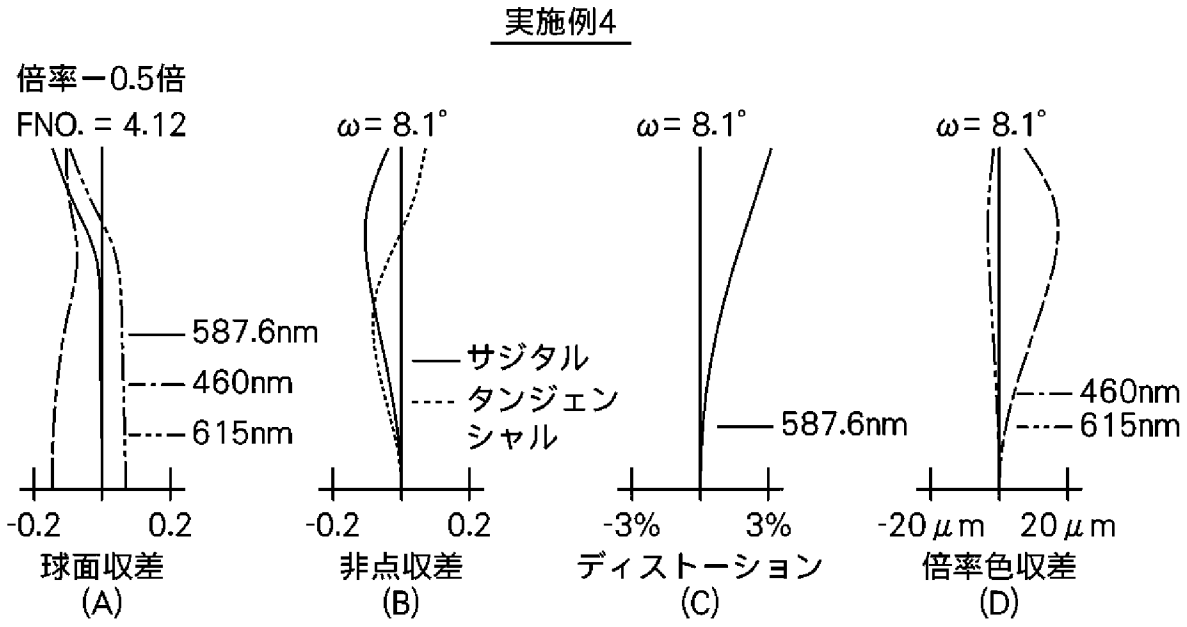
[図16]


実施例4
無限遠
FNO. = 2.50
ω= 13.4°
ω= 13.4°
ω= 13.4°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

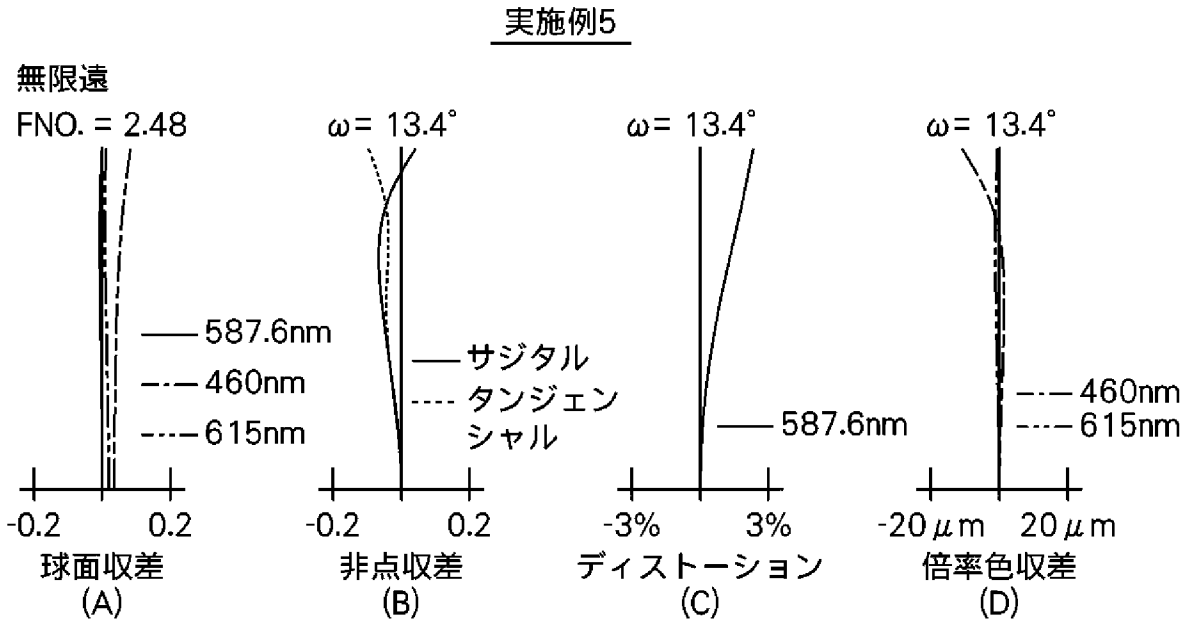
[図17]


実施例4
倍率ー0.2倍
FNO. = 3.14
ω= 10.7°
ω= 10.7°
ω= 10.7°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

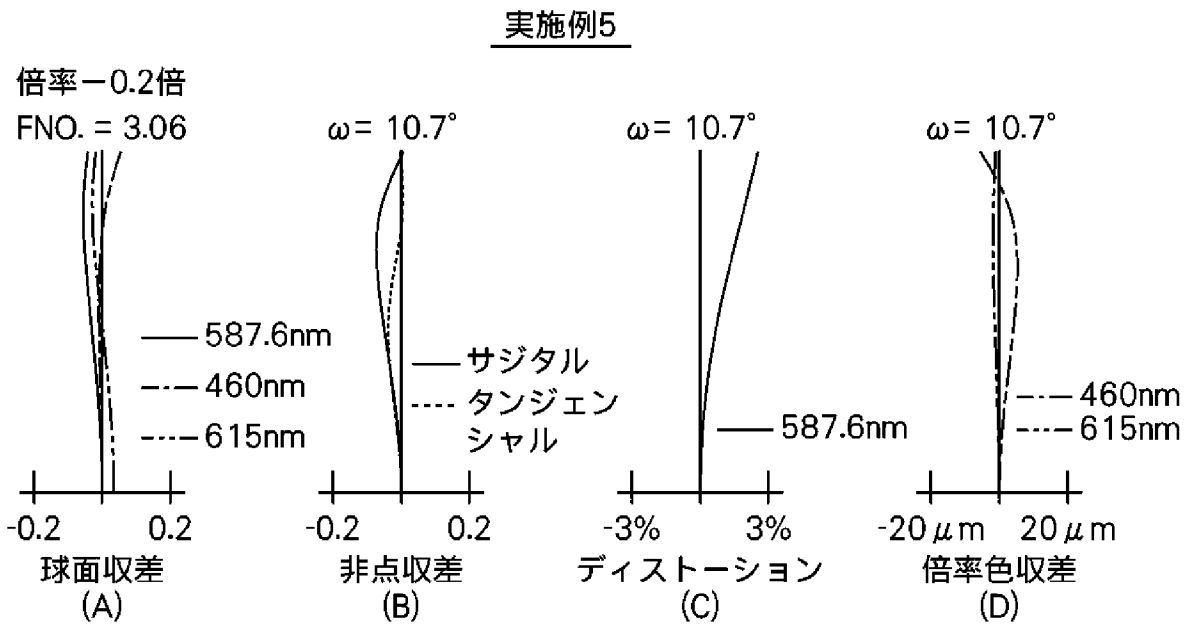
[図18]


実施例4
倍率ー0.5倍
FNO. = 4.12
ω= 8.1°
ω= 8.1°
ω= 8.1°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

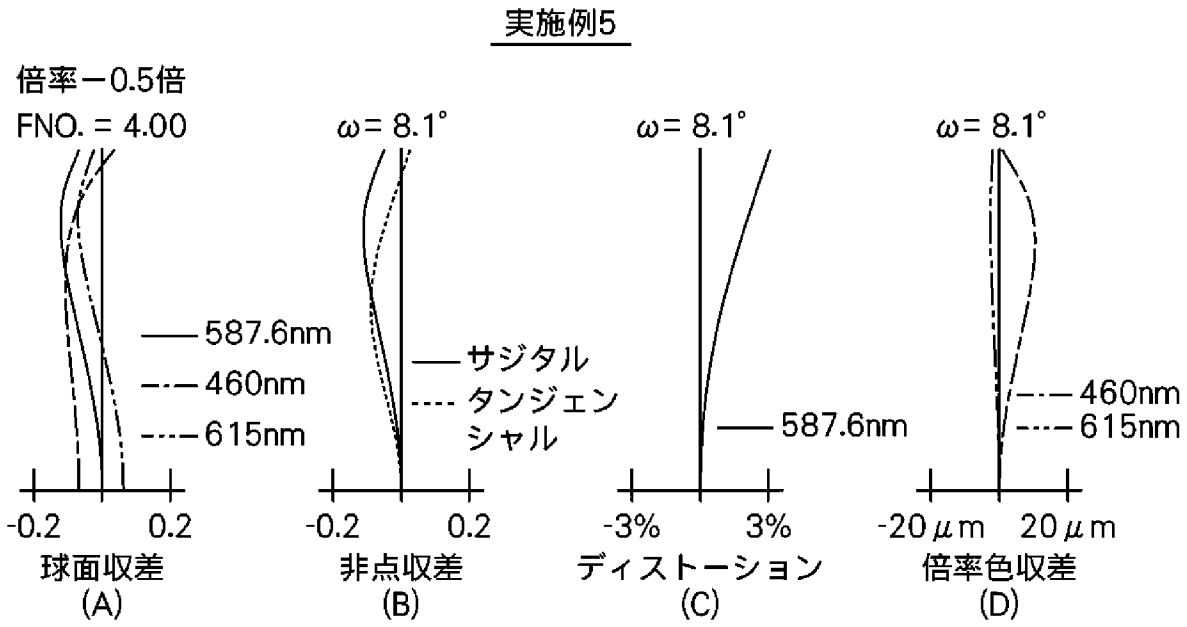
[図19]


実施例5
無限遠
FNO. = 2.48
ω= 13.4°
ω= 13.4°
ω= 13.4°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

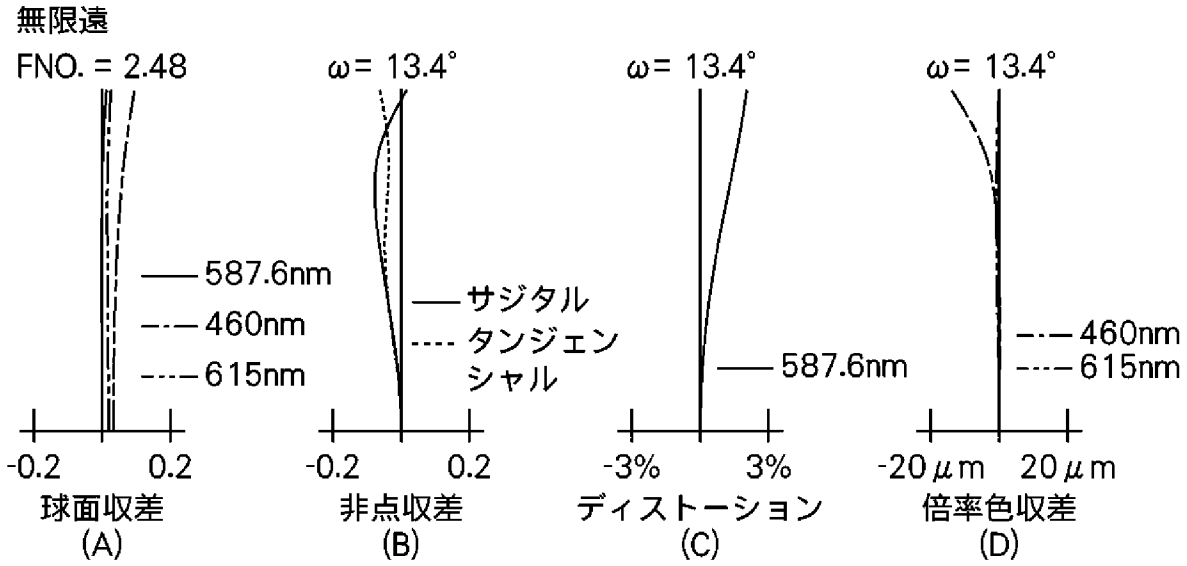
[図20]


実施例5
倍率－0.2倍
FNO. = 3.06
ω= 10.7°
ω= 10.7°
ω= 10.7°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

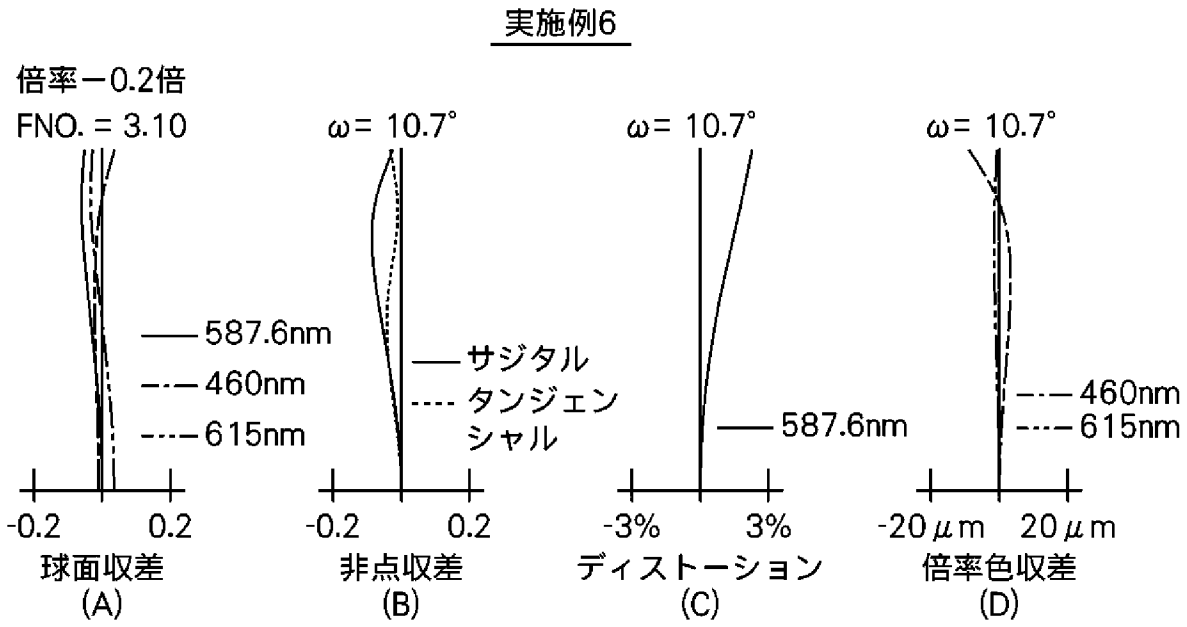
[図21]


実施例5
倍率－0.5倍
FNO. = 4.00
ω= 8.1°
ω= 8.1°
ω= 8.1°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

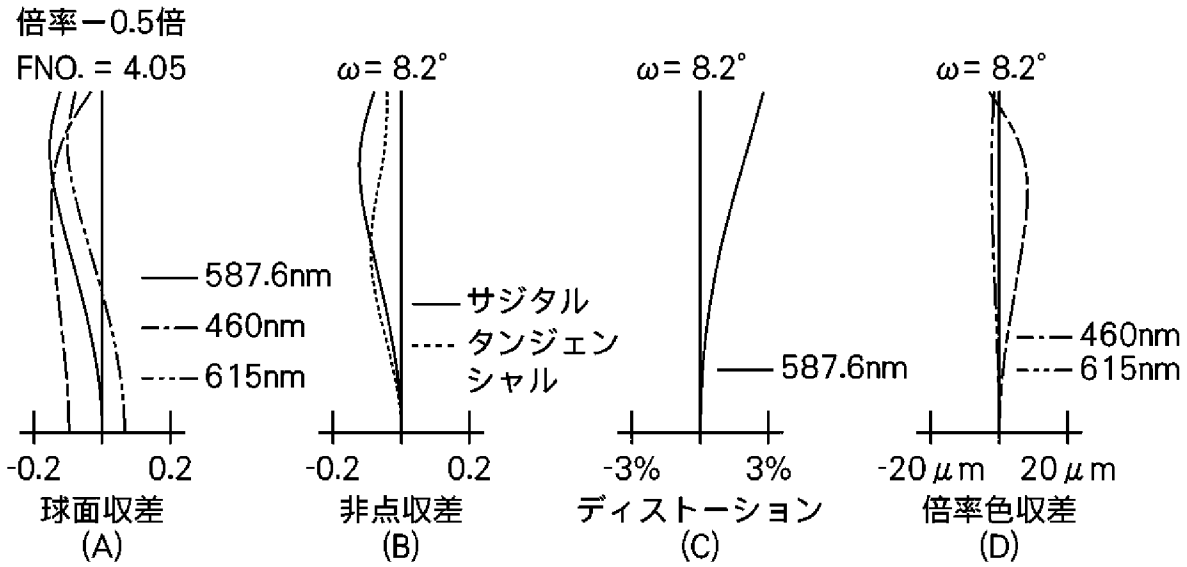
[図22]


実施例6
無限遠
FNO. = 2.48
ω= 13.4°
ω= 13.4°
ω= 13.4°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

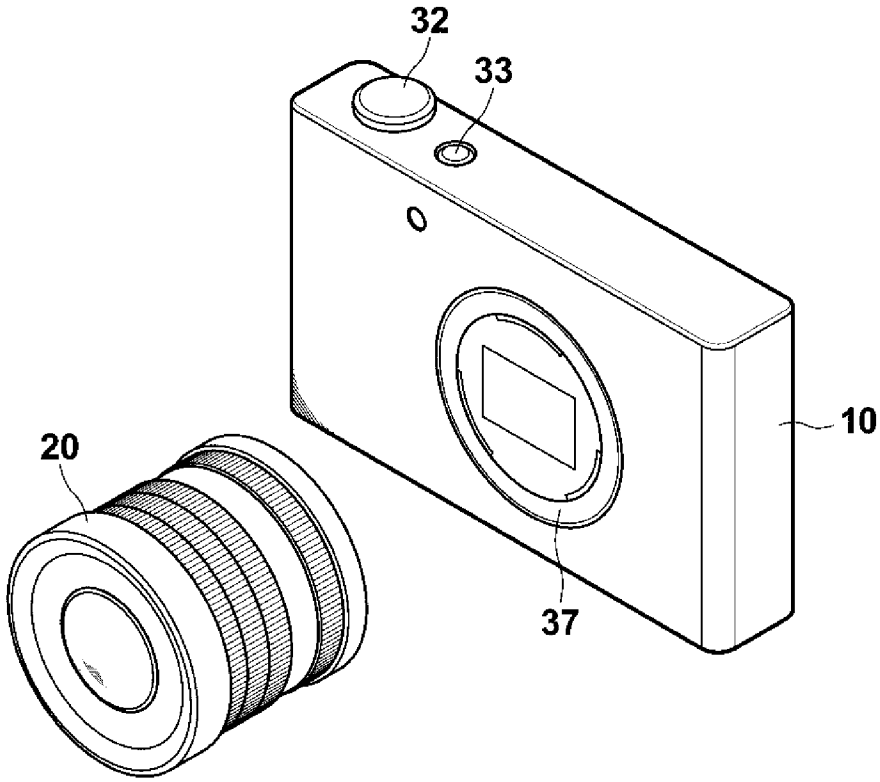
[図23]


実施例6
倍率－0.2倍
FNO. = 3.10
ω= 10.7°
ω= 10.7°
ω= 10.7°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

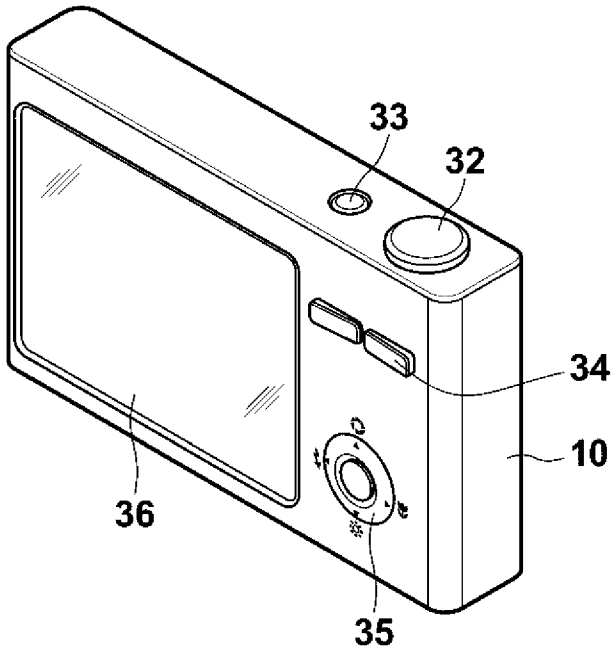
[図24]


実施例6
倍率－0.5倍
FNO. = 4.05
ω= 8.2°
ω= 8.2°
ω= 8.2°
587.6nm
460nm
615nm
サジタル
タンジェンシャル
587.6nm
460nm
615nm
-0.2
0.2
-0.2
0.2
-3%
3%
-20μm
20μm
球面収差
(A)
非点収差
(B)
ディストーション
(C)
倍率色収差
(D)

[図25A]



[図25B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/007239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B13/02(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)
G02B13/02, 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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2-81015 A (Nikon Corp.), 22 March 1990 (22.03.1990), entire text; all drawings; particularly, 1st to 2nd examples (Family: none)	1-14
A	JP 2004-212692 A (Tamron Co., Ltd.), 29 July 2004 (29.07.2004), entire text; all drawings; particularly, invention carrying-out mode (paragraphs [0013] to [0016]; fig. 1 to 3) & JP 3800420 B2	1-14

☒ 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	Date of mailing of the international search report
14 March, 2013 (14.03.13)	26 March, 2013 (26.03.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/007239

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-139668 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 17 May 2002 (17.05.2002), entire text; all drawings; particularly, examples 1 to 5 & US 2002/0048092 A1 & US 6549343 B2 & JP 3689356 B2	1-14
P,X	JP 2011-253050 A (Canon Inc.), 15 December 2011 (15.12.2011), entire text; all drawings; particularly, numerical example 1 & US 2011/0299179 A1	1,13-14
P,A		2-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／００７２３９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B13/02(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B13/02, 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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2-81015 A（株式会社ニコン）1990.03.22, 全文、全図、特に、第1-2実施例（ファミリーなし）	1-14
A	JP 2004-212692 A（株式会社タムロン）2004.07.29, 全文、全図、特に、本発明の実施形態（段落[0013]-[0016]、図1-3）＆JP 3800420 B2	1-14

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １４．０３．２０１３	国際調査報告の発送日 ２６．０３．２０１３
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 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）　２Ｖ　９２２２ 森内　正明 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７１

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2002-139668 A (旭光学工業株式会社) 2002.05.17, 全文、全図、特に、実施例 1-5 & US 2002/0048092 A1 & US 6549343 B2 & JP 3689356 B2	1-14
P,X	JP 2011-253050 A (キヤノン株式会社) 2011.12.15, 全文、全図、	1,13-14
P,A	特に、数値実施例 1 & US 2011/0299179 A1	2-12