(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
2020年8月27日(27.08.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/170591 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 15/20 (2006.01)　*G02B 13/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/050007

(22) 国際出願日：　2019年12月20日(20.12.2019)

(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 2019-030151　2019年2月22日(22.02.2019)　JP

(71) 出願人：株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]；〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 Tokyo (JP).

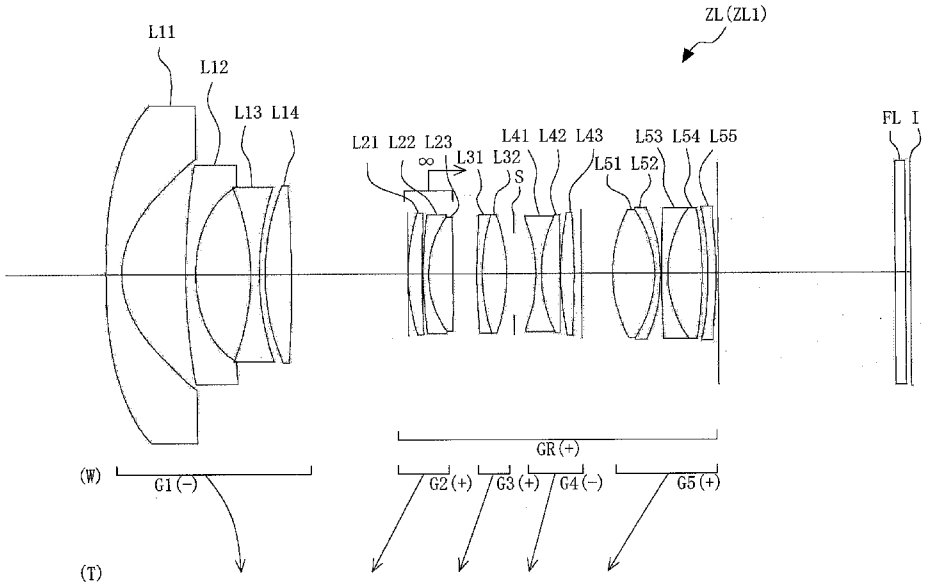
(72) 発明者：大竹　史哲 (OHTAKE Fumiaki)；〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 野中　杏菜 (NONAKA Azuna)；〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：保坂 丈世 (HOSAKA Joyo)；〒1020082 東京都千代田区一番町９－２０－５０５ シエラ・クレアーレ特許事務所 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,

(54) **Title:** VARIABLE-POWER OPTICAL SYSTEM, OPTICAL DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING VARIABLE-POWER OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称：　変倍光学系、光学機器、及び変倍光学系の製造方法



(57) **Abstract:** Provided are a variable-power optical system which is small in size, has a wide image angle and has high optical properties, an optical device comprising the variable-power optical system, and a manufacturing method for the variable-power optical system. A variable-power optical system ZL, which can be used in an optical device such as a camera 1, comprises: a first lens group G1 which has a negative refractive power; and a subsequent group GR which is arranged on the image side of the first lens group G1 and comprises at least one lens group, and when the optical power

WO 2020/170591 A1

［続葉有］

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

is changed, the interval between each of the adjacent lens groups changes, and the optical system satisfies conditions according to a prescribed conditional expression.

(57) 要約: 小型で、画角が広く、高い光学性能を有する変倍光学系、この変倍光学系を有する光学機器、及び、変倍光学系の製造方法を提供する。 カメラ１等の光学機器に用いられる変倍光学系ＺＬは、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、この第１レンズ群Ｇ１の像側に配置された少なくとも１つのレンズ群を有する後群ＧＲとからなり、変倍に際し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化し、所定の条件式による条件を満足するように構成されている。

明　細　書

発明の名称 ： 変倍光学系、光学機器、及び変倍光学系の製造方法

技術分野

[0001]　本発明は、変倍光学系、光学機器、及び変倍光学系の製造方法に関する。

背景技術

[0002]　従来、小型で広い画角を実現した変倍光学系が提案されている（例えば、特許文献１参照）。しかしながら、さらなる光学性能の向上が要望されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１８－０１３６８５号公報

発明の概要

[0004]　本発明の第一の態様に係る変倍光学系は、負の屈折力を有する第１レンズ群と、第１レンズ群の像側に配置された少なくとも１つのレンズ群を有する後群とからなり、変倍に際し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化し、次式の条件を満足する。

－４．００＜（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＜－０．５０

１００．００°　＜　２ωｗ

但し、

Ｌ１ｒ１：第１レンズ群の最も物体側のレンズの物体側のレンズ面の曲率半径

Ｌ１ｒ２：第１レンズ群の最も物体側のレンズの像側のレンズ面の曲率半径

２ωｗ：変倍光学系の広角端状態における全画角

[0005]　本発明の第一の態様に係る変倍光学系の製造方法は、負の屈折力を有する第１レンズ群と、第１レンズ群の像側に配置された少なくとも１つのレンズ

群を有する後群とからなる変倍光学系の製造方法であって、変倍に際し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化するように配置し、次式の条件を満足するように配置する。

－４．００＜（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＜－０．５０

１００．００°　＜　２ωｗ

但し、

Ｌ１ｒ１：第１レンズ群の最も物体側のレンズの物体側のレンズ面の曲率半径

Ｌ１ｒ２：第１レンズ群の最も物体側のレンズの像側のレンズ面の曲率半径

２ωｗ：変倍光学系の広角端状態における全画角

図面の簡単な説明

[0006] [図1]第１の実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す断面図である。

[図2]第１の実施例に係る変倍光学系の無限遠物体合焦時の諸収差図であり、（ａ）は広角端状態を示し、（ｂ）は望遠端状態を示す。

[図3]第２の実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す断面図である。

[図4]第２の実施例に係る変倍光学系の無限遠物体合焦時の諸収差図であり、（ａ）は広角端状態を示し、（ｂ）は望遠端状態を示す。

[図5]第３の実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す断面図である。

[図6]第３の実施例に係る変倍光学系の無限遠物体合焦時の諸収差図であり、（ａ）は広角端状態を示し、（ｂ）は望遠端状態を示す。

[図7]第４の実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す断面図である。

[図8]第４の実施例に係る変倍光学系の無限遠物体合焦時の諸収差図であり、（ａ）は広角端状態を示し、（ｂ）は望遠端状態を示す。

[図9]第５の実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す断面図である。

[図10]第５の実施例に係る変倍光学系の無限遠物体合焦時の諸収差図であり、（ａ）は広角端状態を示し、（ｂ）は望遠端状態を示す。

[図11]第６の実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す断面図である。

[図12]第６の実施例に係る変倍光学系の無限遠物体合焦時の諸収差図であり、（ａ）は広角端状態を示し、（ｂ）は望遠端状態を示す。

[図13]第７の実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す断面図である。

[図14]第７の実施例に係る変倍光学系の無限遠物体合焦時の諸収差図であり、（ａ）は広角端状態を示し、（ｂ）は望遠端状態を示す。

[図15]第８の実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す断面図である。

[図16]第８の実施例に係る変倍光学系の無限遠物体合焦時の諸収差図であり、（ａ）は広角端状態を示し、（ｂ）は望遠端状態を示す。

[図17]第９の実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す断面図である。

[図18]第９の実施例に係る変倍光学系の無限遠物体合焦時の諸収差図であり、（ａ）は広角端状態を示し、（ｂ）は望遠端状態を示す。

[図19]第１０の実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す断面図である。

[図20]第１０の実施例に係る変倍光学系の無限遠物体合焦時の諸収差図であり、（ａ）は広角端状態を示し、（ｂ）は望遠端状態を示す。

[図21]上記変倍光学系を搭載するカメラの断面図を示す。

[図22]上記変倍光学系の製造方法を説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、好ましい実施形態について図面を参照して説明する。

[0008] ［第１の実施形態］

第１の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、図１に示すように、負の屈折力を有し、少なくとも２枚のレンズを有する第１レンズ群Ｇ１と、この第１レンズ群Ｇ１の像側に配置された少なくとも１つのレンズ群を有する後群ＧＲとから構成されている。また、第１の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、変倍に際し、隣り合う各レンズ群が変化する。このように構成することにより、本実施形態を満足する変倍比を確保することができる。

[0009] また、第１の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（１）を満足することが望ましい。

[0010] ８０．００ ＜ νｌｎ （１）

但し、

νｌｎ：第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの少なくとも１枚の媒質のｄ線に対するアッベ数

[0011] 条件式（１）は、第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの少なくとも１枚の媒質のｄ線に対するアッベ数を規定するものである（以下、第１レンズ群Ｇ１の条件式（１）を満足する負レンズを「特定負レンズ」と呼ぶ）。この条件式（１）を満足することにより、倍率色収差をはじめとする諸収差の発生を良好に補正しつつ、第１レンズ群Ｇ１のレンズ枚数を削減することによる軽量化が可能となり、また、この第１レンズ群Ｇ１を構成するレンズの媒質（硝材）を適切に選択することができる。なお、条件式（１）の効果を確実なものとするために、この条件式（１）の下限値を８２．００、８５．００、８８．００、９０．００、９３．００、更に９５．００とすることがより望ましい。

[0012] また、第１の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（２）を満足することが望ましい。

[0013] １．０５ ＜ ｎＬ２／ｎＬ１ （２）

但し、

ｎＬ１：第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの媒質のｄ線に対する屈折率

ｎＬ２：第１レンズ群Ｇ１の物体側から２番目のレンズの媒質のｄ線に対する屈折率

[0014] 条件式（２）は、第１レンズ群Ｇ１において、最も物体側のレンズと及び物体側から２番目のレンズの各々の媒質のｄ線に対する屈折率の比を規定するものである。この条件式（２）を満足することにより、像面湾曲や非点収差をはじめとする諸収差の発生を良好に補正しつつ、第１レンズ群Ｇ１のレンズ枚数を削減することによる軽量化が可能となり、また、この第１レンズ群Ｇ１を構成するレンズの媒質（硝材）を適切に選択することができる。な

お、条件式（２）の効果を確実なものとするために、この条件式（２）の下限値を、１．０８、１．１０、１．１１、１．１３、１．１４、更に１．１５とすることがより望ましい。

[0015] また、第１の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（３）を満足することが望ましい。

[0016] Ｎ１ｎ ≦ ４ （３）

但し、

Ｎ１ｎ：第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの枚数

[0017] 条件式（３）は、第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの枚数を規定するものである。この条件式（３）を満足することにより、第１レンズ群Ｇ１の負レンズの枚数を削減することによる軽量化が可能となる。また、合焦時や変倍時の収差変動を小さくすることができる。なお、条件式（３）の効果を確実なものとするために、この条件式（３）の上限値を３とすることが望ましい。また、条件式（３）の効果を確実なものとするために、この条件式（３）の下限値を１とする（１＜Ｎ１ｎとする）、すなわち第１レンズ群Ｇ１は少なくとも１枚の負レンズを有することが望ましい。

[0018] また、第１の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（４）を満足することが望ましい。

[0019] １００．００° ＜ ２ωｗ （４）

但し、

２ωｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態における全画角

[0020] 条件式（４）は、変倍光学系ＺＬの広角端状態における全画角を規定するものである。この条件式（４）を満足することにより、本変倍光学系ＺＬを明るい超広角ズームレンズとすることができる。なお、条件式（４）の効果を確実なものとするために、この条件式（４）の下限値を１０５．００°、１１０．００°、１１２．００°、更に１１４．００°とすることがより望ましい。

[0021] また、第１の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（５）

を満足することが望ましい。

[0022] ｎＬ１ ＜ １．７０ （５）

但し、

ｎＬ１：第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの媒質のｄ線に対する屈折率

[0023] 条件式（５）は、第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの媒質のｄ線に対する屈折率を規定するものである。この条件式（５）を満足することにより、第１レンズ群Ｇ１の最も物体側に低屈折率の媒質（硝材）のレンズが配置されるので、ペッツバール和を良好に補正することができる。また、合焦時や変倍時の収差変動を小さくすることができる。なお、条件式（５）の効果を確実なものとするために、この条件式（５）の上限値を１．６９、１．６８、１．６６、１．６５、１．６４、更に１．６３とすることがより望ましい。

[0024] ［第２の実施形態］

第２の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、図１に示すように、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、この第１レンズ群Ｇ１の像側に配置された少なくとも１つのレンズ群を有する後群ＧＲとから構成されている。また、第２の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、変倍に際し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。このように構成することにより、本実施形態を満足する変倍比を確保することができる。

[0025] また、第２の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（６）を満足することが望ましい。

[0026] ８５．００ｍｍ^2 ＜ ｆｗ×（－ｆ１）／Ｆｎｏｗ ＜ １６５．００ｍｍ^2 （６）

但し、

ｆｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態における焦点距離

ｆ１：第１レンズ群Ｇ１の焦点距離

Ｆｎｏｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態における無限遠物体合焦時での開

放Ｆナンバー

[0027] 条件式（６）は、変倍光学系ＺＬの開放Ｆナンバーに対する第１レンズ群Ｇ１の適切な屈折力（パワー）を規定するものである。この条件式（６）を満足することにより、第１レンズ群Ｇ１のレンズ枚数を削減することによる軽量化と第１レンズ群Ｇ１の適切な屈折力（パワー）による高性能化を両立することができる。また、本変倍光学系ＺＬを明るい超広角ズームレンズにも対応させることができる。なお、条件式（６）の効果を確実なものとするために、この条件式（６）の上限値を１６０．００ｍｍ^2、１５５．００ｍｍ^2、１５０．００ｍｍ^2、１４５．００ｍｍ^2、１４０．００ｍｍ^2、１３５．００ｍｍ^2、１３０．００ｍｍ^2、１２５．００ｍｍ^2、１２０．００ｍｍ^2、更に１１５．００ｍｍ^{2}とすることがより望ましい。また、条件式（６）の効果を確実なものとするために、この条件式（６）の下限値を９０．００ｍｍ^2、９５．００ｍｍ^2、１００．００ｍｍ^2、１０２．００ｍｍ^2、１０３．００ｍｍ^2、更に１０４．００ｍｍ^{2}とすることがより望ましい。

[0028] また、第２の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（３Ａ）を満足することが望ましい。

[0029] Ｎ１ｎ ≦ ３ （３Ａ）

但し、

Ｎ１ｎ：第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの枚数

[0030] この条件式（３Ａ）の説明は上述した条件式（３）と同じである。

[0031] また、第２の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（４）を満足することが望ましい。

[0032] １００．００° ＜ ２ωｗ （４）

但し、

２ωｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態における全画角

[0033] この条件式（４）の説明は上述した通りである。

[0034] また、第２の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（５）を満足することが望ましい。

[0035] ｎＬ１ ＜ １．７０ （５）

但し、

ｎＬ１：第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの媒質のｄ線に対する屈折率

[0036] この条件式（５）の説明は上述した通りである。

[0037] ［第３の実施形態］

第３の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、図１に示すように、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、この第１レンズ群Ｇ１の像側に配置された少なくとも１つのレンズ群を有する後群ＧＲとから構成されている。また、本実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、変倍に際し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化する。このように構成することにより、本実施形態を満足する変倍比を確保することができる。

[0038] また、第３の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（７）を満足することが望ましい。

[0039] －４．００＜（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＜－０．５０ （７）

但し、

Ｌ１ｒ１：第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの物体側のレンズ面の曲率半径

Ｌ１ｒ２：第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの像側のレンズ面の曲率半径

[0040] 条件式（７）は、第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの形状を規定するものである。この条件式（７）を満足することにより、第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとなるため、小型化と良好な収差補正を両立することができる。また、合焦時や変倍時の収差変動を小さくすることができる。また、本変倍光学系ＺＬを明るい超広角ズームレンズにも対応させることができる。条件式（７）の上限値

を上回ると、歪曲収差の増大や製造性の低下が生じるため好ましくない。なお、条件式（７）の効果を確実なものとするために、この条件式（７）の上限値を－０．６０、－０．７０、－０．８０、－０．８５、－０．９０、－０．９５、－０．９８、－１．００、更に－１．０５とすることがより望ましい。また、条件式（７）の下限値を下回ると、物体側のレンズ面の曲率半径が短くなり、変倍光学系ＺＬが大きく重たくなるため好ましくない。なお、条件式（７）の効果を確実なものとするために、この条件式（７）の下限値を－３．５０、－３．００、－２．５０、－２．２５、－２．００、－１．８０、－１．６５、更に－１．５５とすることがより望ましい。

[0041] また、第３の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（４）を満足することが望ましい。

[0042] １００．００° ＜ ２ωｗ （４）

但し、

２ωｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態における全画角

[0043] この条件式（４）の説明は上述した通りである。

[0044] また、第３の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（３）を満足することが望ましい。

[0045] Ｎ１ｎ ≦ ４ （３）

但し、

Ｎ１ｎ：第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの枚数

[0046] この条件式（３）の説明は、上述した通りである。

[0047] また、第３の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（５）を満足することが望ましい。

[0048] ｎＬ１ ＜ １．７０ （５）

但し、

ｎＬ１：第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの媒質のｄ線に対する屈折率

[0049] この条件式（５）の説明は上述した通りである。

[0050] ［第４の実施形態］

第４の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、図１に示すように、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３とを有している。また、第４の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、変倍に際し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化し、また、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少することが望ましい。このように構成することにより、本実施形態を満足する変倍比を確保することができる。また、第４の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、無限遠物体から近距離物体への合焦に際し、第２レンズ群Ｇ２が像側に移動することが望ましい。このように構成することにより、合焦時の収差変動を小さくすることができる。

[0051] また、第４の実施形態に係る変倍光学系ＺＬにおいて、第１レンズ群Ｇ１は、最も物体側に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを有することが望ましい。このように構成することにより、小型化と良好な収差補正を両立することができる。また、合焦時や変倍時の収差変動を小さくすることができる。また、本変倍光学系ＺＬを明るい超広角ズームレンズにも対応させることができる。

[0052] また、第２の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（３Ａ）を満足することが望ましい。

[0053] Ｎ１ｎ　≦　３　　（３Ａ）

但し、

Ｎ１ｎ：第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの枚数

[0054] この条件式（３Ａ）の説明は上述した条件式（３）と同じである。

[0055] また、第２の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（４）を満足することが望ましい。

[0056] １００．００°　＜　２ωｗ　　（４）

但し、

２ωｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態における全画角

[0057] この条件式（４）の説明は上述した通りである。

[0058] ［第５の実施形態］

第５の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、図１に示すように、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３とを有している。また、第５の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、変倍に際し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化し、また、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少することが望ましい。このように構成することにより、本実施形態を満足する変倍比を確保することができる。また、第４の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、無限遠物体から近距離物体への合焦に際し、第２レンズ群Ｇ２が像側に移動することが望ましい。このように構成することにより、合焦時の収差変動を小さくすることができる。

[0059] また、第５の実施形態に係る変倍光学系ＺＬにおいて、第１レンズ群Ｇ１は、最も物体側に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを有することが望ましい。このように構成することにより、小型化と良好な収差補正を両立することができる。また、合焦時や変倍時の収差変動を小さくすることができる。また、本変倍光学系ＺＬを明るい超広角ズームレンズにも対応させることができる。

[0060] また、第５の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（５）を満足することが望ましい。

[0061] ｎＬ１ ＜ １．７０ （５）

但し、

ｎＬ１：第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの媒質のｄ線に対する屈折率

[0062] この条件式（５）の説明は上述した通りである。

[0063] ［第６の実施形態］

第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、図１に示すように、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正

の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３とを有している。また、第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、変倍に際し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化し、また、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少することが望ましい。このように構成することにより、本実施形態を満足する変倍比を確保することができる。また、第４の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、無限遠物体から近距離物体への合焦に際し、第２レンズ群Ｇ２が像側に移動することが望ましい。このように構成することにより、合焦時の収差変動を小さくすることができる。

[0064] また、第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬにおいて、第１レンズ群Ｇ１は、最も物体側に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを有することが望ましい。このように構成することにより、小型化と良好な収差補正を両立することができる。また、合焦時や変倍時の収差変動を小さくすることができる。また、本変倍光学系ＺＬを明るい超広角ズームレンズにも対応させることができる。

[0065] また、第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（８）を満足することが望ましい。

[0066] ５９．００ ＜ （Σν１ｎ）／Ｎ１ｎ （８）

但し、

Ｎ１ｎ：第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの枚数

Σν１ｎ：第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの媒質のｄ線に対するアッベ数の合計

[0067] 条件式（８）は、第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの枚数に対するアッベ数の合計の比を規定するものである。この条件式（８）を満足することにより、第１レンズ群Ｇ１内のレンズ枚数を減らして小型軽量にしつつもこのレンズの媒質（硝材）を低分散のものから選ぶことで色収差をズーム全域で良好に補正することができる。なお、条件式（８）の効果を確実なものとするために、この条件式（８）の下限値を６０．００、６０．５０、６１．００、６１．５０、６１．８０、更に６２．００とすることがより望ましい

。

[0068] また、第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（９）を満足することが望ましい。

[0069] １００．００ ＜ （Σ（νｌｎ×ｆｌｎ））／（Ｎｌｎ×ｆｌ） （９）

但し、

Ｎｌｎ：第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの枚数

ｆ１：第１レンズ群Ｇ１の焦点距離

Σ（νｌｎ×ｆｌｎ）：第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの媒質のｄ線に対するアッベ数νｌｎと焦点距離ｆｌｎとの積の総和

[0070] 条件式（９）は、第１レンズ群Ｇ１の焦点距離と、第１レンズ群Ｇ１に含まれる負レンズの枚数に対するアッベ数の合計の比との適切な関係を規定するものである。この条件式（９）を満足することにより、第１レンズ群Ｇ１内のレンズ枚数を減らして小型軽量にしつつも、第１レンズ群Ｇ１の適切な屈折力（パワー）を得ることができ、また、媒質（硝材）を低分散のものから選ぶことで色収差をズーム全域で良好に補正することができる。なお、条件式（９）の効果を確実なものとするために、この条件式（９）の下限値を１０５．００、１１０．００、１１５．００、１１８．００、１２０．００、１２３．００、更に１２５．００とすることがより望ましい。

[0071] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（１０）を満足することが望ましい。

[0072] １．２０ ＜ Ｂｆｗ／ｆｗ ＜ ４．００ （１０）

但し、

ｆｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態における焦点距離

Ｂｆｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態におけるバックフォーカス

[0073] 条件式（１０）は、広角端状態における全系の焦点距離に対するバックフォーカスの比を規定するものである。この条件式（１０）を満足することにより、小型化と良好な収差補正を両立することができる。条件式（１０）の

上限値を上回ると、バックフォーカスが長くなりすぎるため、本変倍光学系ＺＬの小型化が困難となるため好ましくない。なお、条件式（１０）の効果を確実なものとするために、この条件式（１０）の上限値を３．５０、３．３０、３．００、２．９０、２．８０、２．７５、更に２．７２とすることがより望ましい。また、条件式（１０）の下限値を下回ると、像面から射出瞳までの距離が短くなりすぎるため、収差補正や周辺光量の確保に不利となるため好ましくない。なお、条件式（１０）の効果を確実なものとするために、この条件式（１０）の下限値を１．２５、１．３０、１．３５、１．４０、１．４５、１．５０、１．５５、更に１．６０とすることがより望ましい。

[0074] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（１１）を満足することが望ましい。

[0075] ０．４０ ＜ ＳＴＬｗ／ＴＬｗ ＜ ０．７０ （１１）

但し、

ＴＬｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態における光学全長

ＳＴＬｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態における最も物体側のレンズ面から絞り面までの光軸上の距離

[0076] 条件式（１１）は、広角端状態における全長と絞り位置の割合を規定するものである。この条件式（１１）を満足することにより、小型化と良好な収差補正を両立することができる。条件式（１１）の上限値を上回ると、最も物体側のレンズ面から入射瞳までの距離が遠くなり、歪曲収差や像面湾曲の補正が困難となるため好ましくない。なお、条件式（１１）の効果を確実なものとするために、この条件式（１１）の上限値を０．６８、０．６５、０．６４、０．６３、０．６２、０．６１、更に０．５８とすることがより望ましい。また、条件式（１１）の下限値を下回ると、像面から射出瞳までの距離が遠くなり全長の増大を招くため好ましくない。なお、条件式（１１）の効果を確実なものとするために、この条件式（１１）の下限値を０．４３、０．４５、０．４６、０．４７、０．４８、更に０．４９とすることがよ

り望ましい。

[0077] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（１２）を満足することが望ましい。

[0078] １．００ ＜ （－ｆ１）／ｆｗ ＜ ２．００ （１２）

但し、

ｆｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態における焦点距離

ｆ１：第１レンズ群Ｇ１の焦点距離

[0079] 条件式（１２）は、広角端状態における全系の焦点距離に対する第１レンズ群Ｇ１の焦点距離の比を規定するものである。この条件式（１２）を満足することにより、小型化と高性能を両立するための第１レンズ群Ｇ１の屈折力（パワー）を決めることができる。条件式（１２）の上限値を上回ると、第１レンズ群Ｇ１の屈折力が弱くなりすぎてレンズが大きくなるため好ましくない。なお、条件式（１２）の効果を確実なものとするために、この条件式（１２）の上限値を１．９０、１．８０、１．７０、１．６５、１．６３、１．６０、更に１．５９とすることがより望ましい。また、条件式（１２）の下限値を下回ると、第１レンズ群Ｇ１の屈折力が強くなりすぎるため良好な収差補正ができず好ましくない。なお、条件式（１２）の効果を確実なものとするために、この条件式（１２）の下限値を１．１０、１．２０、１．２５、１．３０、１．３５、１．３８、１．４０、更に１．４２とすることがより望ましい。

[0080] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（１３）を満足することが望ましい。

[0081] ０．６５ ＜ （－ｆ１）／ｆｔ ＜ １．２０ （１３）

但し、

ｆｔ：変倍光学系ＺＬの望遠端状態における焦点距離

ｆ１：第１レンズ群Ｇ１の焦点距離

[0082] 条件式（１３）は、望遠端状態における全系の焦点距離に対する第１レンズ群Ｇ１の焦点距離の比を規定するものである。この条件式（１３）を満足

することにより、小型化と高性能を両立するための第１レンズ群Ｇ１の屈折力（パワー）を決めることができる。条件式（１３）の上限値を上回ると、第１レンズ群Ｇ１の屈折力が弱くなりすぎてレンズが大きくなるため好ましくない。なお、条件式（１３）の効果を確実なものとするために、この条件式（１３）の上限値を１．１５、１．１０、１．０８、１．０５、１．０３、更に１．００とすることがより望ましい。また、条件式（１３）の下限値を下回ると、変倍比が大きくなりすぎるため良好な収差補正ができず好ましくない。なお、条件式（１３）の効果を確実なものとするために、この条件式（１３）の下限値を０．７０、０．７５、０．７８、０．８０、０．８３、０．８５、更に０．８７とすることがより望ましい。

[0083] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（１４）を満足することが望ましい。

[0084] １．００ ＜ ｆＬ１／ｆ１ ＜ ２．００ （１４）

但し、

ｆ１：第１レンズ群Ｇ１の焦点距離

ｆＬ１：第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの焦点距離

[0085] 条件式（１４）は、第１レンズ群Ｇ１とこの第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズとの焦点距離の比を規定するものである。この条件式（１４）を満足することにより、小型化と良好な収差補正を両立することができる。条件式（１４）の上限値を上回ると、第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの屈折力（パワー）が弱くなりすぎ、変倍光学系ＺＬの大型化や周辺光量の低下を招くため好ましくない。なお、条件式（１４）の効果を確実なものとするために、この条件式（１４）の上限値を１．９０、１．８０、１．７５、１．７０、１．６５、１．６０、更に１．５９とすることがより望ましい。また、条件式（１４）の下限値を下回ると、第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの屈折力（パワー）が強くなりすぎ、コマ収差や像面湾曲の補正が困難になるため好ましくない。なお、条件式（１４）の効果を確実なものとするために、この条件式（１４）の下限値を１．０５、１．１０、１．１

５、１．２０、１．２５、１．２８、更に１．３０とすることがより望ましい。

[0086] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（１５）を満足することが望ましい。

[0087] １．００ ＜ ｆＬ２／ｆ１ ＜ ４．００ （１５）

但し、

ｆ１：第１レンズ群Ｇ１の焦点距離

ｆＬ２：第１レンズ群Ｇ１の物体側から２番目のレンズの焦点距離

[0088] 条件式（１５）は、第１レンズ群Ｇ１とこの第１レンズ群Ｇ１の物体側から２番目のレンズとの焦点距離の比を規定するものである。この条件式（１５）を満足することにより、小型化と良好な収差補正を両立することができる。条件式（１５）の上限値を上回ると、第１レンズ群Ｇ１の物体側から２番目のレンズの屈折力（パワー）が弱くなりすぎ、像面湾曲等の補正に適さないため好ましくない。なお、条件式（１５）の効果を確実なものとするために、この条件式（１５）の上限値を３．８５、３．６０、３．５０、３．４５、３．４０、３．３５、更に３．３０とすることがより望ましい。また、条件式（１５）の下限値を下回ると、第１レンズ群Ｇ１の物体側から２番目のレンズの屈折力（パワー）が強くなりすぎ、球面収差やコマ収差の補正が困難になるため好ましくない。なお、条件式（１５）の効果を確実なものとするために、この条件式（１５）の下限値を１．１０、１．２０、１．５０、１．７０、１．８０、１．９０、２．００、更に２．１０とすることがより望ましい。

[0089] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（１６）を満足することが望ましい。

[0090] ３．５０ ＜ ＴＬｗ／Ｂｆｗ ＜ ８．００ （１６）

但し、

Ｂｆｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態におけるバックフォーカス

ＴＬｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態における光学全長

[0091] 条件式（１６）は、広角端状態におけるバックフォーカスと全長との比を規定するものである。この条件式（１６）を満足することにより、小型化と良好な収差補正を両立することができる。条件式（１６）の上限値を上回ると、全長が長くなりすぎるかバックフォーカスが短くなりすぎるため好ましくない。なお、条件式（１６）の効果を確実なものとするために、この条件式（１６）の上限値を７．８０、７．５０、７．２５、７．００、６．９０、６．８０、６．７５、６．７０、６．６５、更に６．５０とすることがより望ましい。また、条件式（１６）の下限値を下回ると、全長が短くなりすぎ、良好な収差補正が困難となるため好ましくない。なお、条件式（１６）の効果を確実なものとするために、この条件式（１６）の下限値を３．６５、３．７５、３．８０、３．８５、３．９０、３．９５、更に４．００とすることがより望ましい。

[0092] また、第１～第３の実施形態に係る変倍光学系ＺＬにおいて、第１レンズ群Ｇ１は、最も物体側に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを有することが望ましい。このように構成することにより、小型化と良好な収差補正を両立することができる。また、合焦時や変倍時の収差変動を小さくすることができる。また、本変倍光学系ＺＬを明るい超広角ズームレンズにも対応させることができる。

[0093] また、第１、第２、第４～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（７）を満足することが望ましい。

[0094] －４．００＜（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＜－０．５０

（７）

但し、

Ｌ１ｒ１：第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの物体側のレンズ面の曲率半径

Ｌ１ｒ２：第１レンズ群Ｇ１の最も物体側のレンズの像側のレンズ面の曲率半径

[0095] この条件式（７）の説明は上述した通りである。

[0096] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、第１レンズ群Ｇ１が少なくとも２枚のレンズを有することが望ましく、以下に示す条件式（１７）を満足することが望ましい。

[0097] －４．００＜（Ｌ２ｒ２＋Ｌ２ｒ１）／（Ｌ２ｒ２－Ｌ２ｒ１）＜－０．５０

（１７）

但し、

Ｌ２ｒ１：第１レンズ群Ｇ１の物体側から２番目のレンズの物体側のレンズ面の曲率半径

Ｌ２ｒ２：第１レンズ群Ｇ１の物体側から２番目のレンズの像側のレンズ面の曲率半径

[0098] 条件式（１７）は、第１レンズ群Ｇ１の物体側から２番目のレンズの形状を規定するものである。この条件式（１７）を満足することにより、第１レンズ群Ｇ１の物体側から２番目のレンズは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとなるため、収差補正を良好に行うことができる。条件式（１７）の上限値を上回ると、コマ収差の補正が困難になるため好ましくない。なお、条件式（１７）の効果を確実なものとするために、この条件式（１７）の上限値を－０．６０、－０．７０、－０．７５、－０．８０、－０．８５、－０．９０、－０．９５、－１．００、更に－１．０５とすることがより望ましい。また、条件式（１７）の下限値を下回ると、像面湾曲の補正が困難になるため好ましくない。なお、条件式（１７）の効果を確実なものとするために、この条件式（１７）の下限値を－３．９０、－３．８０、－３．７０、－３．６０、－３．５０、－３．４０、－３．３０、更に－３．２５とすることがより望ましい。

[0099] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、第１レンズ群Ｇ１が少なくとも３枚のレンズを有することが望ましく、以下に示す条件式（１８）を満足することが望ましい。

[0100] －０．８０＜（Ｌ３ｒ２＋Ｌ３ｒ１）／（Ｌ３ｒ２－Ｌ３ｒ１）＜０．８０ （１８）

但し、

Ｌ３ｒ１：第１レンズ群Ｇ１の物体側から３番目のレンズの物体側のレンズ面の曲率半径

Ｌ３ｒ２：第１レンズ群Ｇ１の物体側から３番目のレンズの像側のレンズ面の曲率半径

[0101] 条件式（１８）は、第１レンズ群Ｇ１の物体側から３番目のレンズの形状を規定するものである。この条件式（１８）を満足することにより、第１レンズ群Ｇ１の物体側から３番目のレンズは、両凹負レンズとなるため、収差補正を良好に行うことができる。条件式（１８）の上限値を上回ると、コマ収差の補正が困難になるため好ましくない。なお、条件式（１８）の効果を確実なものとするために、この条件式（１８）の上限値を０．７０、０．６０、０．５０、０．４５、０．４０、０．３５、０．３０、更に０．２８とすることがより望ましい。また、条件式（１８）の下限値を下回ると、コマ収差の補正が困難になるため好ましくない。なお、条件式（１８）の効果を確実なものとするために、この条件式（１８）の下限値を－０．７０、－０．６０、－０．５０、－０．４５、－０．４０、－０．３５、－０．３０、更に－０．２８とすることがより望ましい。

[0102] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１が光軸方向に移動することが望ましい。このように構成することにより、変倍時の収差変動を小さくすることができる。

[0103] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬにおいて、第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズで構成されていることが望ましい。このように構成することにより、諸収差、特に歪曲収差、像面湾曲を良好に補正することができる。なお、第１レンズ群Ｇ１において、これらの負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズそれぞれを単レンズとして配置してもよいし、隣り合うレンズのいずれかを接合した

接合レンズとして配置してもよい。

[0104] また、第１～第３の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、無限遠物体から近距離物体への合焦に際し、後群ＧＲの一部が像側に移動することが望ましい。このように構成することにより、合焦時の収差変動を小さくすることができる。

[0105] また、第１～第３の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、後群ＧＲが正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、負の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、を有し、無限遠物体から近距離物体への合焦に際し、第２レンズ群Ｇ２が像側に移動することが望ましい。このように構成することにより、合焦時の収差変動を小さくすることができる。

[0106] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、第３レンズ群Ｇ３より像側に少なくとも１つのレンズ群を有することが望ましい。このように構成することにより、変倍時のコマ収差をはじめとする諸収差の補正を良好にすることができる。

[0107] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、後群ＧＲ（若しくは第２レンズ群Ｇ２以降のレンズ群）に１面以上の非球面が含まれることが望ましい。このように構成することにより、諸収差、特に像面湾曲を良好に補正することができる。

[0108] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、後群ＧＲ（若しくは第２レンズ群Ｇ２以降のレンズ群）が、以下の条件式（１９）を満足するレンズ（このレンズを「特定レンズ」と呼ぶ）を１枚以上有することが望ましい。

[0109] ６６．５０ ＜ νｒ （１９）

但し、

νｒ：後群ＧＲが有するレンズの媒質のｄ線に対するアッベ数

[0110] 条件式（１９）は、後群ＧＲ（若しくは第２レンズ群Ｇ２以降のレンズ群）が有する特定レンズの媒質のｄ線に対するアッベ数を規定するものである。後群ＧＲが条件式（１９）を満足するレンズ（特定レンズ）を１枚以上有

することにより、倍率色収差を良好に補正することができる。なお、条件式（１９）の効果を確実なものとするために、この条件式（１９）の下限値を６７．００、６７．５０、６８．００、７０．００、７４．００、７８．００、８０．００、更に８１．００とすることがより望ましい。

[0111] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（２０）を満足することが望ましい。

[0112] Ｆｎｏｗ ＜ ４．２０ （２０）

但し、

Ｆｎｏｗ：変倍光学系ＺＬの広角端状態における無限遠物体合焦時での開放Ｆナンバー

[0113] 条件式（２０）は、変倍光学系ＺＬの広角端状態における無限遠物体合焦時での開放Ｆナンバーを規定するものである。この条件式（２０）を満足することにより、広角端状態において本実施形態を満足する良好な解像度を確保することができる。なお、条件式（２０）の効果を確実なものとするために、この条件式（２０）の下限値を、４．０５、４．００、３．８０、３．６０、３．４０、３．２０、３．００、更に２．９５とすることがより望ましい。

[0114] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、以下に示す条件式（２１）を満足することが望ましい。

[0115] Ｆｎｏｔ ＜ ６．００ （２１）

但し、

Ｆｎｏｔ：変倍光学系ＺＬの望遠端状態における無限遠物体合焦時での開放Ｆナンバー

[0116] 条件式（２１）は、変倍光学系ＺＬの望遠端状態における無限遠物体合焦時での開放Ｆナンバーを規定するものである。この条件式（２１）を満足することにより、望遠端状態において本実施形態を満足する良好な解像度を確保することができる。なお、条件式（２１）の効果を確実なものとするために、この条件式（２１）の下限値を、５．５０、５．３０、５．００、４．

８０、４．５０、４．０５、４．００、３．８０、３．６０、３．４０、３．２０、３．００、更に２．９５とすることがより望ましい。

[0117] また、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬは、第１レンズ群Ｇ１の物体側にフィルターを有してもよい。第１レンズ群Ｇ１の物体側にフィルターを配置してもこのフィルターが大型化することがないため、変倍光学系ＺＬ全体を小型化することができる。

[0118] 次に、第１～第６の実施形態に係る変倍光学系ＺＬを備えた光学装置であるカメラを図２１に基づいて説明する。このカメラ１は、撮影レンズ２として本実施形態に係る変倍光学系ＺＬを備えたレンズ交換式の所謂ミラーレスカメラである。本カメラ１において、不図示の物体（被写体）からの光は、撮影レンズ２で集光されて、不図示のＯＬＰＦ（Optical low pass filter：光学ローパスフィルタ）を介して撮像部３の撮像面上に被写体像を形成する。そして、撮像部３に設けられた光電変換素子により被写体像が光電変換されて被写体の画像が生成される。この画像は、カメラ１に設けられたＥＶＦ（Electronic view finder：電子ビューファインダ）４に表示される。これにより撮影者は、ＥＶＦ４を介して被写体を観察することができる。

[0119] また、撮影者によって不図示のレリーズボタンが押されると、撮像部３により光電変換された画像が不図示のメモリに記憶される。このようにして、撮影者は本カメラ１による被写体の撮影を行うことができる。なお、本実施形態では、ミラーレスカメラの例を説明したが、カメラ本体にクイックリターンミラーを有しファインダー光学系により被写体を観察する一眼レフタイプのカメラに本実施形態に係る変倍光学系ＺＬを搭載した場合でも、上記カメラ１と同様の効果を奏することができる。

[0120] このように、本実施形態に係る光学装置は、上述した構成の変倍光学系ＺＬを備えることにより、小型で広い画角を有し、変倍時、ならびに合焦時の収差変動を良好に抑えた光学装置を実現することができる。

[0121] なお、以下に記載の内容は、光学性能を損なわない範囲で適宜採用可能である。

[0122] 本実施形態では、２群～５群構成の変倍光学系ＺＬを示したが、以上の構成条件等は、６群、７群等の他の群構成にも適用可能である。また、最も物体側にレンズまたはレンズ群を追加した構成や、最も像側にレンズまたはレンズ群を追加した構成でも構わない。また、レンズ群とは、変倍時に変化する空気間隔で分離された、少なくとも１枚のレンズを有する部分を示す。

[0123] また、単独または複数のレンズ群、または部分レンズ群を光軸方向に移動させて、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う合焦レンズ群としても良い。この場合、合焦レンズ群はオートフォーカスにも適用でき、オートフォーカス用の（超音波モーター等の）モーター駆動にも適している。特に、前述のように後群ＧＲの少なくとも一部（例えば、第２レンズ群Ｇ２）を合焦レンズ群とするのが好ましい。

[0124] また、レンズ群または部分レンズ群を光軸に垂直な方向の成分を持つように移動させ、または、光軸を含む面内方向に回転移動（揺動）させて、手ぶれによって生じる像ぶれを補正する防振レンズ群としてもよい。特に、後群ＧＲの少なくとも一部（例えば、第４レンズ群Ｇ４）を防振レンズ群とするのが好ましい。

[0125] また、レンズ面は、球面または平面で形成されても、非球面で形成されても構わない。レンズ面が球面または平面の場合、レンズ加工及び組立調整が容易になり、加工及び組立調整の誤差による光学性能の劣化を妨げるので好ましい。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ないので好ましい。レンズ面が非球面の場合、非球面は、研削加工による非球面、ガラスを型で非球面形状に形成したガラスモールド非球面、ガラスの表面に樹脂を非球面形状に形成した複合型非球面のいずれの非球面でも構わない。また、レンズ面は回折面としても良く、レンズを屈折率分布型レンズ（ＧＲＩＮレンズ）或いはプラスチックレンズとしても良い。

[0126] 開口絞りＳは、後群ＧＲ内（例えば、第３レンズ群Ｇ３の近傍（第３レンズ群Ｇ３の像側、または、第３レンズ群Ｇ３内））に配置されるのが好ましいが、開口絞りとしての部材を設けずに、レンズの枠でその役割を代用して

も良い。

[0127] さらに、各レンズ面には、フレアやゴーストを軽減し高コントラストの高い光学性能を達成するために、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜を施しても良い。

[0128] また、本実施形態の変倍光学系ＺＬは、変倍比が１．２～３．０倍程度である。

[0129] なお、以上で説明した構成及び条件は、それぞれが上述した効果を発揮するものであり、全ての構成及び条件を満たすものに限定されることはなく、いずれかの構成又は条件、或いは、いずれかの構成又は条件の組み合わせを満たすものでも、上述した効果を得ることが可能である。

[0130] 以下に、第１～第６の実施形態の変倍光学系ＺＬの製造方法の概略を、図２２を参照して説明する。まず、各レンズを配置して負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１及び少なくとも１つのレンズ群を有する後群ＧＲをそれぞれ準備し（ステップＳ１００）、これらのレンズ群を配置する（ステップＳ２００）。このステップＳ２００では、第１レンズ群Ｇ１及び後群ＧＲを、変倍に際し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化するように配置する。このとき、後群ＧＲとして正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３とを有するときは、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少するように配置し、無限遠物体から近距離物体への合焦に際し、第２レンズ群Ｇ２が像側に移動するように配置し、第１レンズ群Ｇ１の最も物体側に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを配置する。さらにまた、上述した条件式による条件を満足するように配置する（ステップＳ３００）。

[0131] 以上の構成により、小型で画角が広く高い光学性能を有する変倍光学系、この変倍光学系を有する光学機器、及び変倍光学系の製造方法を提供することができる。

実施例

[0132] 以下、本願の各実施例を、図面に基づいて説明する。なお、図１、図３、

図５、図７、図９、図１１、図１３、図１５、図１７及び図１９は、第１実施例～第１０実施例に係る変倍光学系ＺＬ（ＺＬ１～ＺＬ１０）の構成及び屈折力配分を示す断面図である。また、これらの変倍光学系ＺＬ１～ＺＬ１０の断面図の下部には、広角端状態（Ｗ）から望遠端状態（Ｔ）に変倍する際の各レンズ群Ｇ１～Ｇ３、Ｇ４又はＧ５の光軸に沿った移動方向が矢印で示されている。

[0133] 各実施例において、非球面は、光軸に垂直な方向の高さをｙとし、高さｙにおける各非球面の頂点の接平面から各非球面までの光軸に沿った距離（サグ量）をＳ（ｙ）とし、基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）をｒとし、円錐定数をＫとし、ｎ次の非球面係数をＡnとしたとき、以下の式（ｂ）で表される。なお、以降の実施例において、「Ｅ－ｎ」は「×１０$^{-n}$」を示す。

[0134] $S(y)=(y^2/r)/\{1+(1-K\times y^2/r^2)^{1/2}\}+A4\times y^4+A6\times y^6+A8\times y^8+A10\times y^{10}+A12\times y^{12}+A14\times y^{14}$ （ａ）

[0135] なお、各実施例において、２次の非球面係数Ａ2は０である。また、各実施例の表中において、非球面には面番号の右側に＊印を付している。

[0136] ［第１実施例］

図１は、第１実施例に係る変倍光学系ＺＬ１の構成を示す図である。この変倍光学系ＺＬ１は、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する後群ＧＲとから構成されている。また、後群ＧＲは、物体側から順に、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、正の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５とから構成されている。

[0137] この変倍光学系ＺＬ１において、第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側のレンズ面及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１１、像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１２、両凹負レンズＬ１３、及び両凸正レンズＬ１４で

構成されている。また、第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ２１、及び物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ２２と両凸正レンズＬ２３とを接合した接合レンズで構成されている。また、第３レンズ群Ｇ３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Ｌ３１と両凸正レンズＬ３２とを接合した接合レンズで構成されている。また、第４レンズ群Ｇ４は、物体側から順に、両凹負レンズＬ４１と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ４２とを接合した接合レンズ、及び両凸正レンズＬ４３で構成されている。また、第５レンズ群Ｇ５は、物体側から順に、両凸正レンズＬ５１と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズＬ５２とを接合した接合レンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ５３と両凸正レンズＬ５４とを接合した接合レンズ、及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ５５で構成されている。なお、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間には、フィルターＦＬが配置されている。

[0138] また、変倍光学系ＺＬ１は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少し、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との間隔が増大し、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間隔が増大し、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との間隔が減少し、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間隔（バックフォーカス）が増大するように、第１レンズ群Ｇ１が像側に移動し、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３、第４レンズ群Ｇ４及び第５レンズ群Ｇ５が物体側に移動する。なお、開口絞りＳは第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間に配置されており、変倍に際し第４レンズ群Ｇ４とともに移動する。

[0139] また、変倍光学系ＺＬ１は、第２レンズ群Ｇ２を像側に移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うように構成されている。

[0140] 以下の表１に、変倍光学系ＺＬ１の諸元の値を掲げる。この表１において、全体諸元におけるｆは全系の焦点距離、ＦＮＯはＦナンバー、２ωは全画角、Ｙｍａｘは最大像高、ＴＬは全長、及びＢｆはバックフォーカスをそれ

ぞれ表している。ここで、全長ＴＬは、無限遠物体合焦時のレンズ面の第１面から像面Ｉまでの光軸上の距離を表している。またバックフォーカスＢｆは、最も像側のレンズ面（図１における第３２面）から像面Ｉまでの光軸上の距離を示している。また、レンズデータにおける第１欄ｍは、光線の進行する方向に沿った物体側からのレンズ面の順序（面番号）を、第２欄ｒは、各レンズ面の曲率半径を、第３欄ｄは、各光学面から次の光学面までの光軸上の距離（面間隔）を、第４欄ｎｄ及び第５欄νｄは、ｄ線（λ＝５８７．６ｎｍ）に対する屈折率及びアッベ数を示している。また、曲率半径0.0000は平面を示し、空気の屈折率1.000000は省略してある。また、レンズ群焦点距離は第１～第５レンズ群Ｇ１～Ｇ５の各々の始面と焦点距離を示している。

[0141] ここで、以下の全ての諸元値において掲載されている焦点距離ｆ、曲率半径ｒ、面間隔ｄ、その他長さの単位は一般に「ｍｍ」が使われるが、光学系は、比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また、これらの符号の説明及び諸元表の説明は以降の実施例においても同様である。

[0142] なお、表１において、第１８面は開口絞りＳを示し、第９面、第２４面及び第３３面は仮想面を示している。また、第２４面には副絞りを配置することができる。

[0143] また、この変倍光学系ＺＬ１の物体側にフィルターを配置するときは、第１面から物体側に6.10㎜離れた位置に配置される。

[0144] （表１）第１実施例

［全体諸元］

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
ｆ	＝ 14.400 ～	18.000 ～	20.000 ～ 23.300
ＦＮＯ	＝ 2.91 ～	2.91 ～	2.91 ～ 2.91
２ω（°）	＝ 114.737 ～	100.340 ～	93.766 ～ 84.519
Ｙｍａｘ	＝ 21.600 ～	21.600 ～	21.600 ～ 21.600

ＴＬ(空気換算長)＝ 161.247 ～ 157.019 ～ 156.182 ～ 155.795

Ｂｆ(空気換算長)＝ 38.106 ～ 43.995 ～ 47.450 ～ 53.389

［レンズデータ］

m	r	d	ｎｄ	νｄ	
物面	∞				
1*	220.0000	3.2000	1.588870	61.13	
2*	17.8900	12.8517			
3	129.4201	2.0000	1.820980	42.50	
4*	32.1806	10.9734			
5	-45.0029	1.7000	1.433848	95.23	
6	53.1259	1.1806			
7	46.0796	5.3284	1.834000	37.18	
8	-278.7554	d8			
9	0.0000	d9			
10	40.5745	2.8000	1.698950	30.13	
11	289.5688	0.2000			
12	85.2105	1.1000	1.963000	24.11	
13	19.6402	5.0000	1.688930	31.16	
14	-402.4157	d14			
15	136.9524	1.1000	1.834810	42.73	
16	39.2521	5.0000	1.516800	64.13	
17	-33.8194	d17			
18	0.0000	4.3181			開口絞りＳ
19	-29.4115	1.1000	1.953750	32.33	
20	26.8911	3.7000	1.846660	23.80	
21	28206.6500	0.2000			
22	60.6032	2.7000	1.846660	23.80	

23	-199.9962	1.5000		
24	0.0000	d24		
25	27.2496	8.6000	1.497820	82.57
26	-22.2560	1.2000	1.834000	37.18
27	-31.7894	0.2000		
28	304.4905	1.2000	1.834000	37.18
29	22.3340	6.9000	1.497820	82.57
30	-74.7302	1.1469		
31	-66.1084	1.6000	1.860999	37.10
32*	-70.6675	d32		
33	0.0000	35.2000		
34	0.0000	2.0000	1.516800	64.13
35	0.0000	1.2329		
像面	∞			

［レンズ群焦点距離］

レンズ群	始面	焦点距離
第１レンズ群	1	-21.147
第２レンズ群	10	68.510
第３レンズ群	15	87.743
第４レンズ群	19	-76.490
第５レンズ群	25	46.500

[0145] この変倍光学系ＺＬ１において、第１面、第２面、第４面及び第３２面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。次の表２に、各面毎に非球面のデータ、すなわち円錐定数Ｋ及び各非球面定数Ａ4～Ａ12の値を示す。

[0146] （表２）

［非球面データ］

第 1面　Ｋ＝1.0000

A4 ＝ 1.21050E-05　A6 ＝-1.90441E-08　A8 ＝ 2.08981E-11

A10＝-1.26480E-14　A12＝ 3.59780E-18　A14＝ 0.00000E+00

第 2面　K＝0.0000

A4 ＝ 5.30134E-06　A6 ＝ 1.33691E-08　A8 ＝-2.53693E-11

A10＝-2.12112E-13　A12＝ 3.35890E-16　A14＝ 0.00000E+00

第 4面　K＝2.0000

A4 ＝ 1.46984E-05　A6 ＝ 6.92202E-09　A8 ＝-3.91814E-11

A10＝ 7.84867E-13　A12＝-1.29570E-15　A14＝ 0.00000E+00

第32面　K＝1.0000

A4 ＝ 1.34572E-05　A6 ＝ 1.92171E-08　A8 ＝ 1.11927E-10

A10＝-3.98100E-13　A12＝ 1.67540E-15　A14＝ 0.00000E+00

[0147] この変倍光学系ＺＬ１において、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との軸上空気間隔ｄ８及びｄ９、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との軸上空気間隔ｄ１４、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との軸上空気間隔ｄ１７、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との軸上空気間隔ｄ２４、並びに、第５レンズ群Ｇ５とフィルターＦＬとの軸上空気間隔ｄ３２は、変倍及び合焦に際して変化する。次の表３に、無限遠物体合焦時、近距離物体合焦時及び最至近物体合焦時のそれぞれにおける広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態の各焦点距離おける可変間隔の値を示す。なお、この表３において、ｆは焦点距離を示し、βは倍率を示し、ｄ０は第１面から物体までの距離を示す。この説明は以降の実施例においても同様である。

[0148] （表３）

［可変間隔データ］

－無限遠物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
ｆ	14.400	18.000	20.000	23.300
ｄ０	∞	∞	∞	∞
ｄ８	23.7380	12.2188	7.5200	1.5000

ｄ９	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ｄ１４	4.7891	8.6308	9.6629	9.6567
ｄ１７	1.5000	2.9738	3.6783	4.4505
ｄ２４	6.3147	2.4012	1.0722	0.0000
ｄ３２	0.5000	6.3712	9.8216	15.7968

－近距離物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
ｄ０	543.6970	688.7637	769.2222	901.8471
ｄ８	23.7380	12.2188	7.5200	1.5000
ｄ９	0.8063	0.6504	0.5966	0.5323
ｄ１４	3.9828	7.9804	9.0662	9.1244
ｄ１７	1.5000	2.9738	3.6783	4.4505
ｄ２４	6.3147	2.4012	1.0722	0.0000
ｄ３２	0.5000	6.3712	9.8216	15.7968

－最至近物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.104	-0.128	-0.141	-0.165
ｄ０	111.9714	116.1994	117.0364	117.4232
ｄ８	23.7380	12.2188	7.5200	1.5000
ｄ９	3.2248	3.1636	3.2073	3.3250
ｄ１４	1.5643	5.4672	6.4555	6.3318
ｄ１７	1.5000	2.9738	3.6783	4.4505
ｄ２４	6.3147	2.4012	1.0722	0.0000
ｄ３２	0.5000	6.3712	9.8216	15.7968

[0149] 次の表４に、変倍光学系ＺＬ１における各条件式対応値を示す。なお、こ

の変倍光学系ＺＬ１において、特定負レンズは、両凹負レンズＬ１３であり、特定レンズは、両凸正レンズＬ５１及び両凸正レンズＬ５４である。

[0150] （表４）

Σνｌｎ＝198.86

Σ（νｌｎ×ｆｌｎ）＝-9591.491

ＳＴＬｗ＝82.461

ｆＬ１＝-33.265

ｆＬ２＝-52.658

［条件式対応値］

（１）νｌｎ＝95.23

（２）ｎＬ２／ｎＬ１＝1.146

（３）Ｎｌｎ＝3

（４）２ωｗ＝114.737°

（５）ｎＬ１＝1.589

（６）ｆｗ×（－ｆ１）／Ｆｎｏｗ＝106.475ｍｍ^2

（７）（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＝-1.177

（８）（Σνｌｎ）／Ｎｌｎ＝ 66.287

（９）（Σ（νｌｎ×ｆｌｎ））／（Ｎｌｎ×ｆ１）＝148.588

（１０）Ｂｆｗ／ｆｗ＝2.646

（１１）ＳＴＬｗ／ＴＬｗ＝0.511

（１２）（－ｆ１）／ｆｗ＝1.494

（１３）（－ｆ１）／ｆｔ＝0.923

（１４）ｆＬ１／ｆ１＝1.546

（１５）ｆＬ２／ｆ１＝2.447

（１６）ＴＬｗ／Ｂｆｗ＝4.232

（１７）（Ｌ２ｒ２＋Ｌ２ｒ１）／（Ｌ２ｒ２－Ｌ２ｒ１）＝-1.662

（１８）（Ｌ３ｒ２＋Ｌ３ｒ１）／（Ｌ３ｒ２－Ｌ３ｒ１）＝ 0.083

（１９）νｒ＝82.57

（２０）Ｆｎｏｗ＝2.91

（２１）Ｆｎｏｔ＝2.91

[0151] このように、変倍光学系ＺＬ１は、上記条件式（１）～（２１）を全て満足している。

[0152] この変倍光学系ＺＬ１の無限遠物体合焦時の広角端状態及び望遠端状態における諸収差図を図２に示す。各収差図において、ＦＮＯはＦナンバー、Ｙは像高をそれぞれ示す。なお、球面収差図では最大口径に対応するＦナンバーの値を示し、非点収差図及び歪曲収差図では像高の最大値をそれぞれ示し、横収差図では各像高の値を示す。ｄはｄ線（λ＝５８７．６ｎｍ）、ｇはｇ線（λ＝４３５．８ｎｍ）をそれぞれ示す。非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面をそれぞれ示す。なお、以下に示す各実施例の収差図においても、本実施例と同様の符号を用いる。これらの諸収差図より、この変倍光学系ＺＬ１は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有していることがわかる。

[0153] ［第２実施例］

図３は、第２実施例に係る変倍光学系ＺＬ２の構成を示す図である。この変倍光学系ＺＬ２は、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する後群ＧＲとから構成されている。また、後群ＧＲは、物体側から順に、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、正の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５とから構成されている。

[0154] この変倍光学系ＺＬ２において、第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側のレンズ面及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１１、像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１２、両凹負レンズＬ１３、及び両凸正レンズＬ１４で構成されている。また、第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、物体側に凸

面を向けた正メニスカスレンズＬ２１、及び物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ２２と両凸正レンズＬ２３とを接合した接合レンズで構成されている。また、第３レンズ群Ｇ３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Ｌ３１と両凸正レンズＬ３２とを接合した接合レンズで構成されている。また、第４レンズ群Ｇ４は、物体側から順に、両凹負レンズＬ４１と両凸正レンズＬ４２とを接合した接合レンズ、及び両凸正レンズＬ４３で構成されている。また、第５レンズ群Ｇ５は、物体側から順に、両凸正レンズＬ５１と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズＬ５２とを接合した接合レンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ５３と両凸正レンズＬ５４とを接合した接合レンズ、及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ５５で構成されている。なお、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間には、フィルターＦＬが配置されている。

[0155] また、変倍光学系ＺＬ２は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少し、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との間隔が変化し、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間隔が増大し、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との間隔が減少し、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間隔（バックフォーカス）が増大するように、第１レンズ群Ｇ１が像側に移動し、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３、第４レンズ群Ｇ４及び第５レンズ群Ｇ５が物体側に移動する。なお、開口絞りＳは第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間に配置されており、変倍に際し第４レンズ群Ｇ４とともに移動する。

[0156] また、変倍光学系ＺＬ２は、第２レンズ群Ｇ２を像側に移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うように構成されている。

[0157] 以下の表５に、変倍光学系ＺＬ２の諸元の値を掲げる。

[0158] なお、表５において、第１８面は開口絞りＳを示し、第９面、第２４面及び第３３面は仮想面を示している。また、第２４面には副絞りを配置することができる。

[0159] また、この変倍光学系ＺＬ２の物体側にフィルターを配置するときは、第１面から物体側に6.10㎜離れた位置に配置される。

[0160] （表５）第２実施例

［全体諸元］

	広角端状態		中間焦点距離状態			望遠端状態
ｆ	＝ 14.400	～	18.000	～	20.000	～ 23.300
ＦＮＯ	＝ 2.91	～	2.91	～	2.91	～ 2.91
２ω（°）	＝ 114.733	～	100.255	～	93.680	～ 84.518
Ｙｍａｘ	＝ 21.600	～	21.600	～	21.600	～ 21.600
ＴＬ(空気換算長)	＝ 157.612	～	154.540	～	154.421	～ 153.680
Ｂｆ(空気換算長)	＝ 38.098	～	43.918	～	47.289	～ 53.515

［レンズデータ］

m	r	d	ｎｄ	νｄ
物面	∞			
1*	205.1729	3.1000	1.588870	61.13
2*	17.5567	12.8326		
3	114.0778	2.0000	1.851080	40.12
4*	31.6290	10.7225		
5	-46.1746	1.7000	1.433848	95.23
6	64.9422	0.2000		
7	43.9857	4.9563	1.850260	32.35
8	-739.0819	d8		
9	0.0000	d9		
10	52.0829	2.4000	1.755200	27.57
11	298.7151	0.2000		
12	68.9680	1.1000	1.963000	24.11
13	18.9881	4.7000	1.737999	32.33

14	-2022.5978	d14			
15	286.5992	1.1000	1.950000	29.37	
16	46.7172	4.6000	1.531720	48.78	
17	-31.7120	d17			
18	0.0000	4.4042			開口絞りＳ
19	-27.9959	1.1000	1.953750	32.33	
20	28.8462	3.7000	1.846660	23.80	
21	-557.2164	0.2000			
22	68.8702	2.8000	1.963000	24.11	
23	-141.5400	1.5000			
24	0.0000	d24			
25	27.3401	8.6000	1.497820	82.57	
26	-22.2407	1.2000	1.834000	37.18	
27	-31.9295	0.2000			
28	392.1080	1.2000	1.834000	37.18	
29	22.3559	7.0000	1.497820	82.57	
30	-57.4736	1.0035			
31	-58.3185	1.5000	1.860999	37.10	
32*	-71.1156	d32			
33	0.0000	35.2000			
34	0.0000	2.0000	1.516800	64.13	
35	0.0000	1.2329			
像面	∞				

［レンズ群焦点距離］

レンズ群	始面	焦点距離
第１レンズ群	1	-21.147
第２レンズ群	10	68.510

第３レンズ群　　15　　87.743

第４レンズ群　　19　　-76.490

第５レンズ群　　25　　46.500

[0161]　この変倍光学系ＺＬ２において、第１面、第２面、第４面及び第３２面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。次の表６に、面番号ｍ及び非球面のデータ、すなわち円錐定数Ｋ及び各非球面定数Ａ4～Ａ12の値を示す。

[0162]（表６）

［非球面データ］

第 1面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 1.15717E-05　Ａ6 ＝-1.66721E-08　Ａ8 ＝ 1.77522E-11

Ａ10＝-1.04794E-14　Ａ12＝ 3.05490E-18　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 2面　Ｋ＝0.0000

Ａ4 ＝ 4.54275E-06　Ａ6 ＝ 1.13567E-08　Ａ8 ＝ 1.93629E-11

Ａ10＝-3.22207E-13　Ａ12＝ 4.31580E-16　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 4面　Ｋ＝2.0000

Ａ4 ＝ 1.46075E-05　Ａ6 ＝ 1.38300E-08　Ａ8 ＝-7.82738E-11

Ａ10＝ 9.13879E-13　Ａ12＝-1.45480E-15　Ａ14＝ 0.00000E+00

第32面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 1.36004E-05　Ａ6 ＝ 2.06160E-08　Ａ8 ＝ 8.92060E-11

Ａ10＝-2.49786E-13　Ａ12＝ 1.19380E-15　Ａ14＝ 0.00000E+00

[0163]　この変倍光学系ＺＬ２において、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との軸上空気間隔ｄ８及びｄ９、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との軸上空気間隔ｄ１４、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との軸上空気間隔ｄ１７、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との軸上空気間隔ｄ２４、並びに、第５レンズ群Ｇ５とフィルターＦＬとの軸上空気間隔ｄ３２は、変倍及び合焦に際して変化する。次の表７に、無限遠物体合焦時、近距離物体合焦時及び最至近物体合焦時のそれぞれにおける広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態の各焦点距離おける可変間隔の値を示す。

[0164] （表７）

［可変間隔データ］

－無限遠物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
f	14.400	18.000	20.000	23.300
ｄ０	∞	∞	∞	∞
ｄ８	22.8572	11.8896	7.4255	1.5000
ｄ９	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ｄ１４	4.7767	8.7786	10.0600	9.3930
ｄ１７	1.5000	3.6452	4.8753	5.2525
ｄ２４	6.3610	2.2891	0.7521	0.0000
ｄ３２	0.5000	6.2202	9.5924	15.8643

－近距離物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
ｄ０	543.9428	689.0016	769.4614	902.1315
ｄ８	22.8572	11.8896	7.4255	1.5000
ｄ９	0.7774	0.6310	0.5801	0.5199
ｄ１４	3.9994	8.1476	9.4799	8.8730
ｄ１７	1.5000	3.6452	4.8753	5.2525
ｄ２４	6.3610	2.2891	0.7521	0.0000
ｄ３２	0.5000	6.2202	9.5924	15.8643

－最至近物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.102	-0.126	-0.140	-0.163
ｄ０	115.6064	118.6787	118.7977	119.5385

ｄ８	22.8572	11.8896	7.4255	1.5000
ｄ９	3.0354	3.0213	3.0846	3.2044
ｄ１４	1.7414	5.7572	6.9754	6.1886
ｄ１７	1.5000	3.6452	4.8753	5.2525
ｄ２４	6.3610	2.2891	0.7521	0.0000
ｄ３２	0.5000	6.2202	9.5924	15.8643

[0165] 次の表８に、変倍光学系ＺＬ２における各条件式対応値を示す。なお、この変倍光学系ＺＬ２において、特定負レンズは、両凹負レンズＬ１３であり、特定レンズは、両凸正レンズＬ５１及び両凸正レンズＬ５４である。

[0166] （表８）

Σνｌｎ＝196.48

Σ（νｌｎ×ｆｌｎ）＝-9987.927

ＳＴＬｗ＝78.745

ｆＬ１＝-32.805

ｆＬ２＝-52.000

［条件式対応値］

（１）νｌｎ＝95.23

（２）ｎＬ２／ｎＬ１＝1.165

（３）Ｎｌｎ＝3

（４）２ωｗ＝114.733°

（５）ｎＬ１＝1.589

（６）ｆｗ×（－ｆ１）／Ｆｎｏｗ＝104.645ｍｍ^2

（７）（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＝-1.187

（８）（Σνｌｎ）／Ｎｌｎ＝65.493

（９）（Σ（νｌｎ×ｆｌｎ））／（Ｎｌｎ×ｆ１）＝157.436

（１０）Ｂｆｗ／ｆｗ＝2.646

（１１）ＳＴＬｗ／ＴＬｗ＝0.500

（１２）（－ｆ１）／ｆｗ＝1.469

（１３）（－ｆ１）／ｆｔ＝0.908

（１４）ｆＬ１／ｆ１＝1.551

（１５）ｆＬ２／ｆ１＝2.459

（１６）ＴＬｗ／Ｂｆｗ＝4.137

（１７）（Ｌ２ｒ２＋Ｌ２ｒ１）／（Ｌ２ｒ２－Ｌ２ｒ１）＝-1.767

（１８）（Ｌ３ｒ２＋Ｌ３ｒ１）／（Ｌ３ｒ２－Ｌ３ｒ１）＝ 0.169

（１９）νｒ＝82.57

（２０）Ｆｎｏｗ＝2.91

（２１）Ｆｎｏｔ＝2.91

[0167] このように、変倍光学系ＺＬ２は、上記条件式（１）～（２１）を全て満足している。

[0168] この変倍光学系ＺＬ２の無限遠物体合焦時の広角端状態及び望遠端状態における諸収差図を図４に示す。これらの諸収差図より、この変倍光学系ＺＬ２は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有していることがわかる。

[0169] ［第３実施例］

図５は、第３実施例に係る変倍光学系ＺＬ３の構成を示す図である。この変倍光学系ＺＬ３は、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する後群ＧＲとから構成されている。また、後群ＧＲは、物体側から順に、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、正の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５とから構成されている。

[0170] この変倍光学系ＺＬ３において、第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側のレンズ面及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１１、像側のレンズ面が非球面形状に形成された両凹負レンズ形状の非球面負レンズＬ１２、両凹負レンズＬ１３、及び両凸正レンズＬ１４で構成されている。また、第２

レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ２１、及び物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ２２と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ２３とを接合した接合レンズで構成されている。また、第３レンズ群Ｇ３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Ｌ３１と両凸正レンズＬ３２とを接合した接合レンズで構成されている。また、第４レンズ群Ｇ４は、物体側から順に、両凹負レンズＬ４１と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ４２とを接合した接合レンズ、及び両凸正レンズＬ４３で構成されている。また、第５レンズ群Ｇ５は、物体側から順に、両凸正レンズＬ５１と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズＬ５２とを接合した接合レンズ、及び物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ５３と両凸正レンズＬ５４と像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ形状の非球面正レンズＬ５５とを接合した接合レンズで構成されている。なお、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間には、フィルターＦＬが配置されている。

[0171] また、変倍光学系ＺＬ３は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少し、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との間隔が変化し、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間隔が増大し、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との間隔が減少し、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間隔（バックフォーカス）が増大するように、第１レンズ群Ｇ１が像側に移動し、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３、第４レンズ群Ｇ４及び第５レンズ群Ｇ５が物体側に移動する。なお、開口絞りＳは第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間に配置されており、変倍に際し第３レンズ群Ｇ３とともに移動する。

[0172] また、変倍光学系ＺＬ３は、第２レンズ群Ｇ２を像側に移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うように構成されている。

[0173] 以下の表９に、変倍光学系ＺＬ３の諸元の値を掲げる。

[0174] なお、表９において、第１８面は開口絞りＳを示し、第９面、第２４面及び第３２面は仮想面を示している。また、第２４面には副絞りを配置するこ

とができる。

[0175] また、この変倍光学系ＺＬ３の物体側にフィルターを配置するときは、第１面から物体側に6.10㎜離れた位置に配置される。

[0176] （表９）第３実施例

［全体諸元］

	広角端状態		中間焦点距離状態		望遠端状態
ｆ	＝ 14.400	～	18.000	～ 20.000	～ 23.300
ＦＮＯ	＝ 2.91	～	2.91	～ 2.91	～ 2.91
２ω（°）	＝ 114.733	～	100.259	～ 93.684	～ 84.519
Ｙｍａｘ	＝ 21.600	～	21.600	～ 21.600	～ 21.600
ＴＬ(空気換算長)＝	165.966	～	158.445	～ 157.021	～ 155.742
Ｂｆ(空気換算長)＝	38.086	～	43.089	～ 46.279	～ 52.057

［レンズデータ］

m	r	d	ｎｄ	νｄ
物面	∞			
1*	140.3310	3.1000	1.588870	61.13
2*	16.1170	15.8352		
3	-2522.8076	2.0000	1.773870	47.25
4*	45.4385	8.5558		
5	-66.8335	1.7000	1.433848	95.23
6	43.6375	1.7140		
7	42.3398	5.9280	1.804400	39.61
8	-378.8325	d8		
9	0.0000	d9		
10	52.1540	2.4000	1.772500	49.62
11	265.8146	0.2000		
12	59.4781	1.1000	1.963000	24.11

13	18.8996	4.8000	1.731275	27.55	
14	232.8799	d14			
15	82.9424	1.1000	1.953750	32.33	
16	35.0373	5.0000	1.525765	50.70	
17	-39.0273	1.5000			
18	0.0000	d18			開口絞りＳ
19	-39.0466	1.1000	1.953750	32.33	
20	27.5192	3.3000	1.808090	22.74	
21	182.0962	0.2000			
22	56.9782	2.7000	1.963000	24.11	
23	-407.2260	1.5000			
24	0.0000	d24			
25	26.0879	8.5000	1.497820	82.57	
26	-22.3629	1.2000	1.883000	40.66	
27	-30.9657	0.2000			
28	1576.0034	1.2000	1.834000	37.18	
29	20.7858	6.8000	1.497820	82.57	
30	-78.3274	1.8000	1.860999	37.10	
31*	-75.8550	d31			
32	0.0000	35.2000			
33	0.0000	2.0000	1.516800	64.13	
34	0.0000	1.0651			
像面	∞				

［レンズ群焦点距離］

レンズ群	始面	焦点距離
第１レンズ群	1	-22.503
第２レンズ群	10	76.247

第３レンズ群　　15　　78.275

第４レンズ群　　19　　-72.637

第５レンズ群　　25　　48.145

[0177]　この変倍光学系ＺＬ３において、第１面、第２面、第４面及び第３１面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。次の表１０に、面番号ｍ及び非球面のデータ、すなわち円錐定数Ｋ及び各非球面定数Ａ4～Ａ12の値を示す。

[0178]（表１０）

［非球面データ］

第 1面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 4.25491E-06　Ａ6 ＝-4.84680E-09　Ａ8 ＝ 5.09007E-12

Ａ10＝-2.74937E-15　Ａ12＝ 7.56860E-19　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 2面　Ｋ＝0.0000

Ａ4 ＝ 2.95160E-06　Ａ6 ＝ 8.42874E-09　Ａ8 ＝-1.70913E-11

Ａ10＝-2.10307E-14　Ａ12＝-1.26170E-17　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 4面　Ｋ＝2.0000

Ａ4 ＝ 1.31082E-05　Ａ6 ＝-2.47332E-09　Ａ8 ＝ 9.40637E-11

Ａ10＝-1.72001E-13　Ａ12＝ 3.42270E-16　Ａ14＝ 0.00000E+00

第31面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 1.28263E-05　Ａ6 ＝ 1.08911E-08　Ａ8 ＝ 2.06427E-10

Ａ10＝-8.83154E-13　Ａ12＝ 2.93050E-15　Ａ14＝ 0.00000E+00

[0179]　この変倍光学系ＺＬ３において、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との軸上空気間隔ｄ８及びｄ９、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との軸上空気間隔ｄ１４、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との軸上空気間隔ｄ１８、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との軸上空気間隔ｄ２４、並びに、第５レンズ群Ｇ５とフィルターＦＬとの軸上空気間隔ｄ３１は、変倍及び合焦に際して変化する。次の表１１に、無限遠物体合焦時、近距離物体合焦時及び最至近物体合焦時のそれぞれにおける広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態の各焦点距離おける可変間隔の値を示す。

[0180] （表１１）

［可変間隔データ］

－無限遠物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
f	14.400	18.000	20.000	23.300
ｄ０	∞	∞	∞	∞
ｄ８	25.0258	12.9539	7.9550	1.5000
ｄ９	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ｄ１４	5.9986	9.9520	10.6450	10.4616
ｄ１８	3.3743	6.3751	7.4841	8.2905
ｄ２４	7.0481	2.6418	1.2253	0.0000
ｄ３１	0.5000	5.4031	8.6154	14.3923

－近距離物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
ｄ０	543.4416	688.5066	768.9767	901.6419
ｄ８	25.0258	12.9539	7.9550	1.5000
ｄ９	0.8802	0.7142	0.6565	0.5876
ｄ１４	5.1183	9.2378	9.9885	9.8739
ｄ１８	3.3743	6.3751	7.4841	8.2905
ｄ２４	7.0481	2.6418	1.2253	0.0000
ｄ３１	0.5000	5.4031	8.6154	14.3923

－最至近物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.106	-0.129	-0.142	-0.165
ｄ０	110.2525	114.7733	116.1976	117.4763

ｄ８	25.0258	12.9539	7.9550	1.5000
ｄ９	3.5539	3.4989	3.5405	3.6597
ｄ１４	2.4447	6.4532	7.1046	6.8019
ｄ１８	3.3743	6.3751	7.4841	8.2905
ｄ２４	7.0481	2.6418	1.2253	0.0000
ｄ３１	0.5000	5.4031	8.6154	14.3923

[0181] 次の表１２に、変倍光学系ＺＬ３における各条件式対応値を示す。なお、この変倍光学系ＺＬ３において、特定負レンズは、両凹負レンズＬ１３であり、特定レンズは、両凸正レンズＬ５１及び両凸正レンズＬ５４である。

[0182] （表１２）

Σνｌｎ＝203.61

Σ（νｌｎ×ｆｌｎ）＝-10400.130

ＳＴＬｗ＝85.957

ｆＬ１＝-31.209

ｆＬ２＝-57.658

［条件式対応値］

（１）νｌｎ＝95.23

（２）ｎＬ２／ｎＬ１＝1.116

（３）Ｎｌｎ＝3

（４）２ωｗ＝114.733°

（５）ｎＬ１＝1.589

（６）ｆｗ×（－ｆ１）／Ｆｎｏｗ＝111.353ｍｍ^2

（７）（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＝-1.260

（８）（Σνｌｎ）／Ｎｌｎ＝67.870

（９）（Σ（νｌｎ×ｆｌｎ））／（Ｎｌｎ×ｆ１）＝154.058

（１０）Ｂｆｗ／ｆｗ＝2.645

（１１）ＳＴＬｗ／ＴＬｗ＝0.527

（１２）（－ｆ１）／ｆｗ＝1.563

（１３）（－ｆ１）／ｆｔ＝0.966

（１４）ｆＬ１／ｆ１＝1.387

（１５）ｆＬ２／ｆ１＝2.562

（１６）ＴＬｗ／Ｂｆｗ＝4.279

（１７）（Ｌ２ｒ２＋Ｌ２ｒ１）／（Ｌ２ｒ２－Ｌ２ｒ１）＝-0.965

（１８）（Ｌ３ｒ２＋Ｌ３ｒ１）／（Ｌ３ｒ２－Ｌ３ｒ１）＝-0.210

（１９）νｒ＝82.57

（２０）Ｆｎｏｗ＝2.91

（２１）Ｆｎｏｔ＝2.91

[0183] このように、変倍光学系ＺＬ３は、上記条件式（１）～（２１）を全て満足している。

[0184] この変倍光学系ＺＬ３の無限遠物体合焦時の広角端状態及び望遠端状態における諸収差図を図６に示す。これらの諸収差図より、この変倍光学系ＺＬ３は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有していることがわかる。

[0185] ［第４実施例］

図７は、第４実施例に係る変倍光学系ＺＬ４の構成を示す図である。この変倍光学系ＺＬ４は、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する後群ＧＲとから構成されている。また、後群ＧＲは、物体側から順に、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、正の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５とから構成されている。

[0186] この変倍光学系ＺＬ４において、第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側のレンズ面及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１１、像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１２、両凹負レンズＬ１３、及び両凸正レンズＬ１４で

構成されている。また、第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ２１、及び物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ２２と両凸正レンズＬ２３とを接合した接合レンズで構成されている。また、第３レンズ群Ｇ３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Ｌ３１と両凸正レンズＬ３２とを接合した接合レンズで構成されている。また、第４レンズ群Ｇ４は、物体側から順に、両凹負レンズＬ４１と両凸正レンズＬ４２とを接合した接合レンズ、及び物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ４３で構成されている。また、第５レンズ群Ｇ５は、物体側から順に、両凸正レンズＬ５１と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズＬ５２とを接合した接合レンズ、及び物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ５３と両凸正レンズＬ５４と像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ形状の非球面正レンズＬ５５とを接合した接合レンズで構成されている。なお、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間には、フィルターＦＬが配置されている。

[0187] また、変倍光学系ＺＬ４は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少し、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との間隔が変化し、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間隔が増大し、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との間隔が減少し、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間隔（バックフォーカス）が増大するように、第１レンズ群Ｇ１が像側に移動し、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３、第４レンズ群Ｇ４及び第５レンズ群Ｇ５が物体側に移動する。なお、開口絞りＳは第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間に配置されており、変倍に際し第３レンズ群Ｇ３とともに移動する。

[0188] また、変倍光学系ＺＬ４は、第２レンズ群Ｇ２を像側に移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うように構成されている。

[0189] 以下の表１３に、変倍光学系ＺＬ４の諸元の値を掲げる。

[0190] なお、表１３において、第１８面は開口絞りＳを示し、第９面、第２４面及び第３２面は仮想面を示している。また、第２４面には副絞りを配置する

ことができる。

[0191] また、この変倍光学系ＺＬ４の物体側にフィルターを配置するときは、第１面から物体側に6.10㎜離れた位置に配置される。

[0192] （表１３）第４実施例

［全体諸元］

	広角端状態		中間焦点距離状態		望遠端状態
ｆ	＝ 14.400	～	18.000	～ 20.000	～ 23.300
ＦＮＯ	＝ 2.91	～	2.91	～ 2.91	～ 2.91
２ω（°）	＝ 114.734	～	100.512	～ 93.875	～ 84.519
Ｙｍａｘ	＝ 21.600	～	21.600	～ 21.600	～ 21.600
ＴＬ(空気換算長)＝	159.177	～	154.664	～ 153.790	～ 153.659
Ｂｆ(空気換算長)＝	38.070	～	43.957	～ 47.366	～ 53.184

［レンズデータ］

m	r	d	ｎｄ	νｄ
物面	∞			
1*	90.3166	3.1000	1.677980	54.89
2*	17.5651	13.1700		
3	174.6872	2.0000	1.882023	37.22
4*	32.3261	10.9488		
5	-40.1458	1.7000	1.433848	95.23
6	63.0439	0.2488		
7	49.0293	5.3084	1.953750	32.33
8	-272.4542	d8		
9	0.0000	d9		
10	52.7250	3.4795	1.850000	27.03
11	905.8749	0.2000		
12	63.2104	1.1000	1.963000	24.11

13	19.5101	5.0000	1.647690	33.72	
14	-605.1149	d14			
15	131.6961	1.1000	1.903660	31.27	
16	41.1798	4.8000	1.516800	64.13	
17	-33.5987	1.5000			
18	0.0000	d18			開口絞りS
19	-33.4463	1.1000	1.953750	32.33	
20	28.7483	3.7000	1.808090	22.74	
21	-4455.8379	0.2000			
22	56.8591	2.3000	1.963000	24.11	
23	1989.0932	1.5000			
24	0.0000	d24			
25	27.9660	8.7000	1.497820	82.57	
26	-21.3402	1.2000	1.883000	40.66	
27	-29.4982	0.2000			
28	833.0842	1.2000	1.834000	37.18	
29	21.2365	6.7000	1.497820	82.57	
30	-131.0269	1.8000	1.860999	37.10	
31*	-81.9522	d31			
32	0.0000	35.2000			
33	0.0000	2.0000	1.516800	64.13	
34	0.0000	1.3049			
像面	∞				

［レンズ群焦点距離］

レンズ群	始面	焦点距離
第１レンズ群	1	-20.675
第２レンズ群	10	64.283

第３レンズ群　　15　　77.240

第４レンズ群　　19　　-64.451

第５レンズ群　　25　　46.308

[0193]　この変倍光学系ＺＬ４において、第１面、第２面、第４面及び第３１面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。次の表１４に、面番号ｍ及び非球面のデータ、すなわち円錐定数Ｋ及び各非球面定数Ａ4～Ａ12の値を示す。

[0194]（表１４）

［非球面データ］

第 1面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 9.81343E-06　Ａ6 ＝-2.00352E-08　Ａ8 ＝ 2.68089E-11

Ａ10＝-1.91082E-14　Ａ12＝ 6.61500E-18　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 2面　Ｋ＝0.0000

Ａ4 ＝ 9.32337E-06　Ａ6 ＝ 3.93185E-11　Ａ8 ＝-4.76302E-11

Ａ10＝-1.21872E-13　Ａ12＝ 2.94780E-16　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 4面　Ｋ＝2.0000

Ａ4 ＝ 1.36041E-05　Ａ6 ＝ 4.77634E-09　Ａ8 ＝ 6.06428E-11

Ａ10＝ 4.61232E-13　Ａ12＝-1.15710E-15　Ａ14＝ 0.00000E+00

第31面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 1.19337E-05　Ａ6 ＝ 1.13335E-08　Ａ8＝ 1.45175E-10

Ａ10＝-5.29199E-13　Ａ12＝ 1.81530E-15　Ａ14＝ 0.00000E+00

[0195]　この変倍光学系ＺＬ４において、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との軸上空気間隔ｄ８及びｄ９、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との軸上空気間隔ｄ１４、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との軸上空気間隔ｄ１８、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との軸上空気間隔ｄ２４、並びに、第５レンズ群Ｇ５とフィルターＦＬとの軸上空気間隔ｄ３１は、変倍及び合焦に際して変化する。次の表１５に、無限遠物体合焦時、近距離物体合焦時及び最至近物体合焦時のそれぞれにおける広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態の各焦点距離おける可変間隔の値を示す。

[0196] （表１５）

［可変間隔データ］

－無限遠物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
f	14.400	18.000	20.000	23.300
ｄ０	∞	∞	∞	∞
ｄ８	22.4312	11.5043	7.0971	1.5000
ｄ９	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ｄ１４	6.4000	9.7974	10.2841	9.7673
ｄ１８	3.1355	4.8832	5.7872	6.9523
ｄ２４	6.8852	2.2657	1.0000	0.0000
ｄ３１	0.5000	6.3273	9.7040	15.5208

－近距離物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
ｄ０	543.9177	689.0584	769.5276	902.1634
ｄ８	22.4312	11.5043	7.0971	1.5000
ｄ９	0.7514	0.5958	0.5433	0.4811
ｄ１４	5.6486	9.2017	9.7408	9.2862
ｄ１８	3.1355	4.8832	5.7872	6.9523
ｄ２４	6.8852	2.2657	1.0000	0.0000
ｄ３１	0.5000	6.3273	9.7040	15.5208

－最至近物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.103	-0.126	-0.139	-0.163
ｄ０	114.0413	118.5550	119.4285	119.5597

ｄ８	22.4312	11.5043	7.0971	1.5000
ｄ９	2.9730	2.8628	2.8851	2.9744
ｄ１４	3.4270	6.9346	7.3990	6.7929
ｄ１８	3.1355	4.8832	5.7872	6.9523
ｄ２４	6.8852	2.2657	1.0000	0.0000
ｄ３１	0.5000	6.3273	9.7040	15.5208

[0197] 次の表１６に、変倍光学系ＺＬ４における各条件式対応値を示す。なお、この変倍光学系ＺＬ４において、特定負レンズは、両凹負レンズＬ１３であり、特定レンズは、両凸正レンズＬ５１及び両凸正レンズＬ５４である。

[0198] （表１６）

Σνｌｎ＝187.34

Σ（νｌｎ×ｆｌｎ）＝-8838.345

ＳＴＬｗ＝82.487

ｆＬ１＝-32.727

ｆＬ２＝-45.270

［条件式対応値］

（１）νｌｎ＝95.23

（２）ｎＬ２／ｎＬ１＝1.122

（３）Ｎｌｎ＝3

（４）２ωｗ＝114.734°

（５）ｎＬ１＝1.678

（６）ｆｗ×（－ｆ１）／Ｆｎｏｗ＝102.308ｍｍ^2

（７）（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＝-1.483

（８）（Σνｌｎ）／Ｎｌｎ＝62.447

（９）（Σ（νｌｎ×ｆｌｎ））／（Ｎｌｎ×ｆ１）＝142.498

（１０）Ｂｆｗ／ｆｗ＝2.644

（１１）ＳＴＬｗ／ＴＬｗ＝0.518

（１２）（－ｆ１）／ｆｗ＝1.436

（１３）（－ｆ１）／ｆｔ＝0.887

（１４）ｆＬ１／ｆ１＝1.583

（１５）ｆＬ２／ｆ１＝2.190

（１６）ＴＬｗ／Ｂｆｗ＝ 4.181

（１７）（Ｌ２ｒ２＋Ｌ２ｒ１）／（Ｌ２ｒ２－Ｌ２ｒ１）＝-1.454

（１８）（Ｌ３ｒ２＋Ｌ３ｒ１）／（Ｌ３ｒ２－Ｌ３ｒ１）＝ 0.222

（１９）νｒ＝82.57

（２０）Ｆｎｏｗ＝2.91

（２１）Ｆｎｏｔ＝2.91

[0199] このように、変倍光学系ＺＬ４は、上記条件式（１）～（２１）を全て満足している。

[0200] この変倍光学系ＺＬ４の無限遠物体合焦時の広角端状態及び望遠端状態における諸収差図を図８に示す。これらの諸収差図より、この変倍光学系ＺＬ４は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有していることがわかる。

[0201] ［第５実施例］

図９は、第５実施例に係る変倍光学系ＺＬ５の構成を示す図である。この変倍光学系ＺＬ５は、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する後群ＧＲとから構成されている。また、後群ＧＲは、物体側から順に、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、正の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５とから構成されている。

[0202] この変倍光学系ＺＬ５において、第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側のレンズ面及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１１、像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１２、両凹負レンズＬ１３、及び両凸正レンズＬ１４で

構成されている。また、第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ２１、及び物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ２２と両凸正レンズＬ２３とを接合した接合レンズで構成されている。また、第３レンズ群Ｇ３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Ｌ３１と両凸正レンズＬ３２とを接合した接合レンズで構成されている。また、第４レンズ群Ｇ４は、物体側から順に、両凹負レンズＬ４１と両凸正レンズＬ４２とを接合した接合レンズ、及び物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ４３で構成されている。また、第５レンズ群Ｇ５は、物体側から順に、両凸正レンズＬ５１と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズＬ５２とを接合した接合レンズ、及び物体側に平面を向けた平凹負レンズＬ５３と両凸正レンズＬ５４と像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ形状の非球面正レンズＬ５５とを接合した接合レンズで構成されている。なお、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間には、フィルターＦＬが配置されている。

[0203] また、変倍光学系ＺＬ５は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少し、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との間隔が変化し、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間隔が増大し、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との間隔が減少し、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間隔（バックフォーカス）が増大するように、第１レンズ群Ｇ１が像側に移動し、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３、第４レンズ群Ｇ４及び第５レンズ群Ｇ５が物体側に移動する。なお、開口絞りＳは第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間に配置されており、変倍に際し第３レンズ群Ｇ３とともに移動する。

[0204] また、変倍光学系ＺＬ５は、第２レンズ群Ｇ２を像側に移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うように構成されている。

[0205] 以下の表１７に、変倍光学系ＺＬ５の諸元の値を掲げる。

[0206] なお、表１７において、第１８面は開口絞りＳを示し、第９面、第２４面及び第３２面は仮想面を示している。また、第２４面には副絞りを配置する

ことができる。

[0207] また、この変倍光学系ＺＬ５の物体側にフィルターを配置するときは、第１面から物体側に6.10㎜離れた位置に配置される。

[0208] （表１７）第５実施例

［全体諸元］

	広角端状態		中間焦点距離状態		望遠端状態
ｆ	＝ 14.398	～	17.997	～ 19.996	～ 23.295
ＦＮＯ	＝ 2.91	～	2.91	～ 2.91	～ 2.91
２ω（°）	＝ 114.745	～	100.443	～ 93.827	～ 84.532
Ｙｍａｘ	＝ 21.600	～	21.600	～ 21.600	～ 21.600
ＴＬ(空気換算長)＝	160.086	～	155.358	～ 154.117	～ 153.530
Ｂｆ(空気換算長)＝	38.011	～	43.671	～ 47.032	～ 52.761

［レンズデータ］

m	r	d	ｎｄ	νｄ
物面	∞			
1*	142.8958	3.1000	1.622910	58.30
2*	17.5350	13.2834		
3	132.6436	2.0000	1.882023	37.22
4*	33.1818	10.8088		
5	-41.0334	1.7000	1.433848	95.23
6	46.0617	0.7860		
7	44.4748	5.7377	1.902650	35.72
8	-235.5192	d8		
9	0.0000	d9		
10	42.7013	2.6873	1.805180	25.45
11	522.0903	0.2000		
12	83.2170	1.1000	1.963000	24.11

13	19.3467	5.0000	1.647690	33.72	
14	-399.2039	d14			
15	102.8869	1.1000	1.903660	31.27	
16	40.4334	5.0000	1.516800	64.13	
17	-34.8882	1.5000			
18	0.0000	d18			開口絞りＳ
19	-34.1551	1.1000	1.953750	32.33	
20	27.1687	3.7000	1.808090	22.74	
21	-8566.3566	0.2000			
22	56.2695	2.3000	1.963000	24.11	
23	605.9610	1.5000			
24	0.0000	d24			
25	27.0443	8.6000	1.497820	82.57	
26	-21.2587	1.2000	1.834810	42.73	
27	-29.8675	0.2000			
28	0.0000	1.2000	1.834000	37.18	
29	21.0339	6.7000	1.497820	82.57	
30	-117.6080	1.8000	1.860999	37.10	
31*	-78.0322	d31			
32	0.0000	35.2000			
33	0.0000	2.0000	1.516800	64.13	
34	0.0000	0.9924			
像面	∞				

［レンズ群焦点距離］

レンズ群	始面	焦点距離
第１レンズ群	1	-21.334
第２レンズ群	10	68.859

第３レンズ群　　15　　71.237

第４レンズ群　　19　　-61.116

第５レンズ群　　25　　46.502

[0209]　この変倍光学系ＺＬ５において、第１面、第２面、第４面及び第３１面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。次の表１８に、面番号ｍ及び非球面のデータ、すなわち円錐定数Ｋ及び各非球面定数Ａ4～Ａ12の値を示す。

[0210]（表１８）

［非球面データ］

第 1面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 1.15893E-05　Ａ6 ＝-1.92423E-08　Ａ8 ＝ 2.17289E-11

Ａ10＝-1.31603E-14　Ａ12＝ 3.82590E-18　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 2面　Ｋ＝0.0000

Ａ4 ＝ 8.59688E-06　Ａ6 ＝ 1.24322E-08　Ａ8 ＝-2.07525E-11

Ａ10＝-2.35847E-13　Ａ12＝ 3.68790E-16　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 4面　Ｋ＝2.0000

Ａ4 ＝ 1.30779E-05　Ａ6 ＝-3.01480E-10　Ａ8 ＝ 4.09540E-11

Ａ10＝ 4.27730E-13　Ａ12＝-7.83650E-16　Ａ14＝ 0.00000E+00

第31面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 1.23681E-05　Ａ6 ＝ 1.27283E-08　Ａ8 ＝ 1.60295E-10

Ａ10＝-6.40573E-13　Ａ12＝ 2.30490E-15　Ａ14＝ 0.00000E+00

[0211]　この変倍光学系ＺＬ５において、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との軸上空気間隔ｄ８及びｄ９、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との軸上空気間隔ｄ１４、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との軸上空気間隔ｄ１８、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との軸上空気間隔ｄ２４、並びに、第５レンズ群Ｇ５とフィルターＦＬとの軸上空気間隔ｄ３１は、変倍及び合焦に際して変化する。次の表１９に、無限遠物体合焦時、近距離物体合焦時及び最至近物体合焦時のそれぞれにおける広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態の各焦点距離おける可変間隔の値を示す。

[0212] （表１９）

［可変間隔データ］

－無限遠物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
f	14.398	17.997	19.996	23.295
ｄ０	∞	∞	∞	∞
ｄ８	23.4594	12.0282	7.3795	1.5000
ｄ９	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ｄ１４	5.9621	10.0114	10.4817	10.0986
ｄ１８	3.2198	4.9501	5.7201	6.6670
ｄ２４	6.9306	2.1947	1.0000	0.0000
ｄ３１	0.5000	6.1010	9.5647	15.3030

－近距離物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
ｄ０	543.8708	688.9750	769.4422	902.0778
ｄ８	23.4594	12.0282	7.3795	1.5000
ｄ９	0.7957	0.6366	0.5823	0.5176
ｄ１４	5.1665	9.3748	9.8994	9.5810
ｄ１８	3.2198	4.9501	5.7201	6.6670
ｄ２４	6.9306	2.1947	1.0000	0.0000
ｄ３１	0.5000	6.1010	9.5647	15.3030

－最至近物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.104	-0.126	-0.140	-0.163
ｄ０	113.1249	117.8508	119.0910	119.6750

ｄ８	23.4594	12.0282	7.3795	1.5000
ｄ９	3.1636	3.0691	3.0949	3.1924
ｄ１４	2.7985	6.9423	7.3868	6.9061
ｄ１８	3.2198	4.9501	5.7201	6.6670
ｄ２４	6.9306	2.1947	1.0000	0.0000
ｄ３１	0.5000	6.1010	9.5647	15.3030

[0213] 次の表２０に、変倍光学系ＺＬ５における各条件式対応値を示す。なお、この変倍光学系ＺＬ５において、特定負レンズは、両凹負レンズＬ１３であり、特定レンズは、両凸正レンズＬ５１及び両凸正レンズＬ５４である。

[0214] （表２０）

Σνｌｎ＝190.75

Σ（νｌｎ×ｆｌｎ）＝-8509.219

ＳＴＬｗ＝83.425

ｆＬ１＝-32.395

ｆＬ２＝-50.648

［条件式対応値］

（１）νｌｎ＝95.23

（２）ｎＬ２／ｎＬ１＝1.160

（３）Ｎｌｎ＝3

（４）２ωｗ＝114.745°

（５）ｎＬ１＝1.623

（６）ｆｗ×（－ｆ１）／Ｆｎｏｗ＝105.570ｍｍ^2

（７）（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＝-1.280

（８）（Σνｌｎ）／Ｎｌｎ＝63.583

（９）（Σ（νｌｎ×ｆｌｎ））／（Ｎｌｎ×ｆ１）＝132.952

（１０）Ｂｆｗ／ｆｗ＝2.640

（１１）ＳＴＬｗ／ＴＬｗ＝0.521

（１２）（－ｆ１）／ｆｗ＝1.482

（１３）（－ｆ１）／ｆｔ＝0.916

（１４）ｆＬ１／ｆ１＝1.518

（１５）ｆＬ２／ｆ１＝2.374

（１６）ＴＬｗ／Ｂｆｗ＝4.212

（１７）（Ｌ２ｒ２＋Ｌ２ｒ１）／（Ｌ２ｒ２－Ｌ２ｒ１）＝-1.667

（１８）（Ｌ３ｒ２＋Ｌ３ｒ１）／（Ｌ３ｒ２－Ｌ３ｒ１）＝ 0.058

（１９）νｒ＝82.57

（２０）Ｆｎｏｗ＝2.91

（２１）Ｆｎｏｔ＝2.91

[0215] このように、変倍光学系ＺＬ５は、上記条件式（１）～（２１）を全て満足している。

[0216] この変倍光学系ＺＬ５の無限遠物体合焦時の広角端状態及び望遠端状態における諸収差図を図１０に示す。これらの諸収差図より、この変倍光学系ＺＬ５は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有していることがわかる。

[0217] ［第６実施例］

図１１は、第６実施例に係る変倍光学系ＺＬ６の構成を示す図である。この変倍光学系ＺＬ６は、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する後群ＧＲとから構成されている。また、後群ＧＲは、物体側から順に、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、正の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５とから構成されている。

[0218] この変倍光学系ＺＬ６において、第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側のレンズ面及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１１、像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１２、両凹負レンズＬ１３、及び物体側に凸面を向けた

平凸正レンズＬ１４で構成されている。また、第２レンズ群Ｇ２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Ｌ２１と両凸正レンズＬ２２とを接合した接合レンズで構成されている。また、第３レンズ群Ｇ３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Ｌ３１と両凸正レンズＬ３２とを接合した接合レンズで構成されている。また、第４レンズ群Ｇ４は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズＬ４１、及び両凹負レンズＬ４２と両凸正レンズＬ４３とを接合した接合レンズで構成されている。また、第５レンズ群Ｇ５は、物体側から順に、両凸正レンズＬ５１と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズＬ５２とを接合した接合レンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ５３と両凸正レンズＬ５４とを接合した接合レンズ、及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ５５で構成されている。なお、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間には、フィルターＦＬが配置されている。

[0219] また、変倍光学系ＺＬ６は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少し、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との間隔が変化し、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間隔が増大し、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との間隔が減少し、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間隔（バックフォーカス）が増大するように、第１レンズ群Ｇ１が像側に移動し、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３、第４レンズ群Ｇ４及び第５レンズ群Ｇ５が物体側に移動する。なお、開口絞りＳは第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間に配置されており、変倍に際し第４レンズ群Ｇ４とともに移動する。

[0220] また、変倍光学系ＺＬ６は、第２レンズ群Ｇ２を像側に移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うように構成されている。

[0221] 以下の表２１に、変倍光学系ＺＬ６の諸元の値を掲げる。

[0222] なお、表２１において、第１６面は開口絞りＳを示し、第９面、第２２面及び第３１面は仮想面を示している。また、第２２面には副絞りを配置する

ことができる。

[0223] また、この変倍光学系ＺＬ６の物体側にフィルターを配置するときは、第１面から物体側に6.10㎜離れた位置に配置される。

[0224] （表２１）第６実施例

［全体諸元］

	広角端状態		中間焦点距離状態		望遠端状態
ｆ	＝ 14.400	～	18.000	～ 20.000	～ 23.300
ＦＮＯ	＝ 2.91	～	2.91	～ 2.91	～ 2.91
２ω（°）	＝ 114.742	～	100.593	～ 93.838	～ 84.517
Ｙｍａｘ	＝ 21.600	～	21.600	～ 21.600	～ 21.600
ＴＬ(空気換算長)＝	155.513	～	152.665	～ 152.329	～ 152.315
Ｂｆ(空気換算長)＝	38.123	～	43.258	～ 46.065	～ 51.259

［レンズデータ］

m	r	d	ｎｄ	νｄ
物面	∞			
1*	201.4901	3.1000	1.516800	64.13
2*	15.2473	15.4015		
3	603.8279	2.0000	1.795256	45.25
4*	42.2007	8.2350		
5	-63.7303	1.7000	1.497820	82.57
6	37.4616	0.2008		
7	34.7568	5.6708	1.883000	40.66
8	0.0000	d8		
9	0.0000	d9		
10	44.7965	1.1000	1.963000	24.11
11	20.5527	4.6000	1.698950	30.13
12	-190.9319	d12		

13	49.0558	1.1000	1.963000	24.11	
14	29.9609	5.8000	1.516800	64.13	
15	-38.9734	d15			
16	0.0000	2.7000			開口絞りＳ
17	-51.6576	1.1000	1.883000	40.66	
18	-116.3501	1.3131			
19	-38.6822	1.1000	1.883000	40.66	
20	25.7541	3.9000	1.963000	24.11	
21	-180.3900	1.2000			
22	0.0000	d22			
23	31.7152	8.6000	1.497820	82.57	
24	-21.9588	1.2000	1.834810	42.73	
25	-35.9397	0.2000			
26	64.5388	1.2000	1.902650	35.72	
27	23.4943	10.0000	1.497820	82.57	
28	-24.5354	0.2000			
29	-29.0690	1.2000	1.860999	37.10	
30*	-47.9865	d30			
31	0.0000	35.2000			
32	0.0000	2.0000	1.516800	64.13	
33	0.0000	1.0502			
像面	∞				

［レンズ群焦点距離］

レンズ群	始面	焦点距離
第１レンズ群	1	-21.025
第２レンズ群	10	81.077
第３レンズ群	13	56.282

第４レンズ群　　17　　-42.270

第５レンズ群　　23　　37.527

[0225]　この変倍光学系ＺＬ６において、第１面、第２面、第４面及び第３０面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。次の表２２に、面番号ｍ及び非球面のデータ、すなわち円錐定数Ｋ及び各非球面定数Ａ4～Ａ12の値を示す。

[0226]（表２２）

［非球面データ］

第 1面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 5.05392E-06　Ａ6 ＝-4.62096E-09　Ａ8 ＝ 4.79306E-12

Ａ10＝-2.73669E-15　Ａ12＝ 8.66720E-19　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 2面　Ｋ＝0.0000

Ａ4 ＝ 3.76598E-06　Ａ6 ＝ 8.88285E-09　Ａ8 ＝-7.50984E-12

Ａ10＝-1.78288E-14　Ａ12＝-8.37710E-17　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 4面　Ｋ＝2.0000

Ａ4 ＝ 1.41674E-05　Ａ6 ＝ 2.34561E-09　Ａ8 ＝ 1.37528E-10

Ａ10＝-4.20057E-13　Ａ12＝ 1.08030E-15　Ａ14＝ 0.00000E+00

第30面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 9.98516E-06　Ａ6 ＝ 4.68513E-09　Ａ8 ＝ 1.00957E-10

Ａ10＝-3.98485E-13　Ａ12＝ 9.87550E-16　Ａ14＝ 0.00000E+00

[0227]　この変倍光学系ＺＬ６において、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との軸上空気間隔ｄ８及びｄ９、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との軸上空気間隔ｄ１２、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との軸上空気間隔ｄ１５、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との軸上空気間隔ｄ２２、並びに、第５レンズ群Ｇ５とフィルターＦＬとの軸上空気間隔ｄ３０は、変倍及び合焦に際して変化する。次の表２３に、無限遠物体合焦時、近距離物体合焦時及び最至近物体合焦時のそれぞれにおける広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態の各焦点距離おける可変間隔の値を示す。

[0228]（表２３）

［可変間隔データ］

－無限遠物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
f	14.400	18.000	20.000	23.300
d０	∞	∞	∞	∞
d８	20.6874	10.5726	6.5831	1.5000
d９	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
d１２	6.6363	9.9733	10.6667	10.4559
d１５	1.5000	3.6282	4.9450	6.2785
d２２	5.7449	2.4116	1.2488	0.0000
d３０	0.5000	5.5629	8.4375	13.6950

－近距離物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
d０	544.5834	689.3773	769.7371	902.2544
d８	20.6874	10.5726	6.5831	1.5000
d９	0.7871	0.6675	0.6213	0.5623
d１２	5.8493	9.3059	10.0454	9.8936
d１５	1.5000	3.6282	4.9450	6.2785
d２２	5.7449	2.4116	1.2488	0.0000
d３０	0.5000	5.5629	8.4375	13.6950

－最至近物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.101	-0.124	-0.138	-0.162
d０	117.7057	120.5537	120.8893	120.9039
d８	20.6874	10.5726	6.5831	1.5000

ｄ９	3.0261	3.1485	3.2479	3.4206
ｄ１２	3.6103	6.8249	7.4188	7.0353
ｄ１５	1.5000	3.6282	4.9450	6.2785
ｄ２２	5.7449	2.4116	1.2488	0.0000
ｄ３０	0.5000	5.5629	8.4375	13.6950

[0229] 次の表２４に、変倍光学系ＺＬ６における各条件式対応値を示す。なお、この変倍光学系ＺＬ６において、特定負レンズは、両凹負レンズＬ１３であり、特定レンズは、両凸正レンズＬ５１及び両凸正レンズＬ５４である。

[0230] （表２４）

Σνｌｎ＝191.95

Σ（νｌｎ×ｆｌｎ）＝-8535.853

ＳＴＬｗ＝77.732

ｆＬ１＝-32.101

ｆＬ２＝-57.143

［条件式対応値］

（１）νｌｎ＝82.57

（２）ｎＬ２／ｎＬ１＝1.184

（３）Ｎｌｎ＝3

（４）２ωｗ＝114.742°

（５）ｎＬ１＝1.517

（６）ｆｗ×（－ｆ１）／Ｆｎｏｗ＝104.042ｍｍ^2

（７）（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＝-1.164

（８）（Σνｌｎ）／Ｎｌｎ＝63.983

（９）（Σ（νｌｎ×ｆｌｎ））／（Ｎｌｎ×ｆ１）＝135.328

（１０）Ｂｆｗ／ｆｗ＝2.647

（１１）ＳＴＬｗ／ＴＬｗ＝0.500

（１２）（－ｆ１）／ｆｗ＝1.460

（１３）（－ｆ１）／ｆｔ＝0.902

（１４）ｆＬ１／ｆ１＝1.527

（１５）ｆＬ２／ｆ１＝2.718

（１６）ＴＬｗ／Ｂｆｗ＝4.079

（１７）（Ｌ２ｒ２＋Ｌ２ｒ１）／（Ｌ２ｒ２－Ｌ２ｒ１）＝-1.150

（１８）（Ｌ３ｒ２＋Ｌ３ｒ１）／（Ｌ３ｒ２－Ｌ３ｒ１）＝-0.260

（１９）νｒ＝82.57

（２０）Ｆｎｏｗ＝2.91

（２１）Ｆｎｏｔ＝2.91

[0231] このように、変倍光学系ＺＬ６は、上記条件式（１）～（２１）を全て満足している。

[0232] この変倍光学系ＺＬ６の無限遠物体合焦時の広角端状態及び望遠端状態における諸収差図を図１２に示す。これらの諸収差図より、この変倍光学系ＺＬ６は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有していることがわかる。

[0233] ［第７実施例］

図１３は、第７実施例に係る変倍光学系ＺＬ７の構成を示す図である。この変倍光学系ＺＬ７は、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する後群ＧＲとから構成されている。また、後群ＧＲは、物体側から順に、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、正の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５とから構成されている。

[0234] この変倍光学系ＺＬ７において、第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側のレンズ面及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１１、像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１２、両凹負レンズＬ１３、及び両凸正レンズＬ１４で構成されている。また、第２レンズ群Ｇ２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Ｌ２１と両凸正レンズＬ２２とを接合した接合レンズ、及び物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズＬ２３で構成されている。また、第３レンズ群Ｇ３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Ｌ３１と両凸正レンズＬ３２とを接合した接合レンズで構成されている。また、第４レンズ群Ｇ４は、物体側から順に、両凹負レンズＬ４１と両凸正レンズＬ４２とを接合した接合レンズで構成されている。また、第５レンズ群Ｇ５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Ｌ５１と両凸正レンズＬ５２とを接合した接合レンズ、及び物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ５３と両凸正レンズＬ５４と像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ５５とを接合した接合レンズで構成されている。なお、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間には、フィルターＦＬが配置されている。

[0235] また、変倍光学系ＺＬ７は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少し、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間隔が増大し、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との間隔が減少し、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間隔（バックフォーカス）が増大するように、第１レンズ群Ｇ１が像側に移動し、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３、第４レンズ群Ｇ４及び第５レンズ群Ｇ５が物体側に移動する。なお、変倍に際し、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３とは一体に移動する。また、開口絞りＳは第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間に配置されており、変倍に際し第４レンズ群Ｇ４とともに移動する。

[0236] また、変倍光学系ＺＬ７は、第２レンズ群Ｇ２を像側に移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うように構成されている。

[0237] 以下の表２５に、変倍光学系ＺＬ７の諸元の値を掲げる。

[0238] なお、表２５において、第１８面は開口絞りＳを示し、第９面、第２２面及び第３０面は仮想面を示している。また、第２２面には副絞りを配置することができる。

[0239] また、この変倍光学系ＺＬ７の物体側にフィルターを配置するときは、第１面から物体側に6.10㎜離れた位置に配置される。

[0240] （表２５）第７実施例

［全体諸元］

	広角端状態		中間焦点距離状態		望遠端状態
ｆ	＝ 14.400	～	18.000	～ 20.000	～ 23.300
ＦＮＯ	＝ 2.91	～	2.91	～ 2.91	～ 2.91
２ω（°）	＝ 114.733	～	100.450	～ 93.835	～ 84.548
Ｙｍａｘ	＝ 21.600	～	21.600	～ 21.600	～ 21.600
ＴＬ(空気換算長)＝	162.664	～	155.206	～ 153.078	～ 151.580
Ｂｆ(空気換算長)＝	38.030	～	42.928	～ 45.480	～ 49.783

［レンズデータ］

m	r	d	ｎｄ	νｄ
物面	∞			
1*	115.7220	3.1000	1.622910	58.30
2*	16.6323	14.8987		
3	370.8034	2.0000	1.882023	37.22
4*	41.1683	9.2575		
5	-46.1330	1.6000	1.497820	82.57
6	80.3534	3.1175		
7	55.6397	6.7000	1.637964	38.48
8	-73.0750	d8		
9	0.0000	d9		
10	40.8572	1.1000	1.953721	32.33
11	23.4797	6.2000	1.662956	32.26
12	-46.4852	1.4528		
13	-42.2265	1.1000	1.953745	32.33

14	-128.2484	d14			
15	38.1116	1.1000	1.963000	24.11	
16	23.4511	6.5000	1.520273	68.04	
17	-55.7009	d17			
18	0.0000	3.8271			開口絞りＳ
19	-56.4383	1.1000	1.919778	33.15	
20	23.9956	4.2000	1.808090	22.74	
21	-281.4369	1.2000			
22	0.0000	d22			
23	26.3769	1.2000	1.615813	50.88	
24	19.6278	7.5000	1.497820	82.57	
25	-40.0111	0.2000			
26	439.2276	1.2000	1.756739	39.10	
27	20.1301	7.8000	1.497820	82.57	
28	-66.7106	1.2000	1.882023	37.22	
29*	-87.9719	d29			
30	0.0000	35.2000			
31	0.0000	2.0000	1.516800	64.13	
32	0.0000	1.2022			
像面	∞				

［レンズ群焦点距離］

レンズ群	始面	焦点距離
第１レンズ群	1	-22.762
第２レンズ群	10	92.534
第３レンズ群	15	64.107
第４レンズ群	19	-55.689
第５レンズ群	23	45.190

[0241] この変倍光学系ＺＬ７において、第１面、第２面、第４面及び第２９面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。次の表２６に、面番号ｍ及び非球面のデータ、すなわち円錐定数Ｋ及び各非球面定数Ａ4～Ａ12の値を示す。

[0242] （表２６）

［非球面データ］

第 1面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 4.80598E-06　Ａ6 ＝-2.42564E-09　Ａ8 ＝ 1.78291E-12

Ａ10＝-1.05251E-15　Ａ12＝ 6.26000E-19　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 2面　Ｋ＝0.0000

Ａ4 ＝ 3.68669E-06　Ａ6 ＝ 1.22584E-08　Ａ8 ＝ 6.05239E-12

Ａ10＝ 2.50928E-14　Ａ12＝-1.70140E-16　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 4面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 1.44539E-05　Ａ6 ＝-5.00574E-10　Ａ8 ＝ 5.52057E-11

Ａ10＝-5.98876E-14　Ａ12＝ 3.04350E-16　Ａ14＝ 0.00000E+00

第29面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 1.07870E-05　Ａ6 ＝ 7.32487E-09　Ａ8 ＝ 1.83159E-10

Ａ10＝-9.56431E-13　Ａ12＝ 3.09390E-15　Ａ14＝ 0.00000E+00

[0243] この変倍光学系ＺＬ７において、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との軸上空気間隔ｄ８及びｄ９、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との軸上空気間隔ｄ１４、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との軸上空気間隔ｄ１７、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との軸上空気間隔ｄ２２、並びに、第５レンズ群Ｇ５とフィルターＦＬとの軸上空気間隔ｄ２９は、変倍及び合焦に際して変化する。次の表２７に、無限遠物体合焦時、近距離物体合焦時及び最至近物体合焦時のそれぞれにおける広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態の各焦点距離おける可変間隔の値を示す。

[0244] （表２７）

［可変間隔データ］

－無限遠物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
f	14.400	18.000	20.000	23.300
d 0	∞	∞	∞	∞
d 8	24.3283	11.9508	7.2794	1.5000
d 9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
d 1 4	5.4427	5.4427	5.4427	5.4427
d 1 7	1.5000	3.8035	5.2139	7.3002
d 2 2	5.8094	3.5281	2.1089	0.0000
d 2 9	0.5000	5.2980	7.9112	12.2190

－近距離物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
d 0	544.5834	689.3773	770.0044	902.4751
d 8	24.3283	11.9508	7.2794	1.5000
d 9	0.9072	0.7587	0.7018	0.6289
d 1 4	4.5355	4.6840	4.7409	4.8138
d 1 7	1.5000	3.8035	5.2139	7.3002
d 2 2	5.8094	3.5281	2.1089	0.0000
d 2 9	0.5000	5.2980	7.9112	12.2190

－最至近物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.106	-0.127	-0.139	-0.161
d 0	110.5549	118.0123	120.1404	121.6387
d 8	24.3283	11.9508	7.2794	1.5000
d 9	3.6767	3.6540	3.7024	3.8252
d 1 4	1.7660	1.7887	1.7403	1.6175

ｄ１７	1.5000	3.8035	5.2139	7.3002
ｄ２２	5.8094	3.5281	2.1089	0.0000
ｄ２９	0.5000	5.2980	7.9112	12.2190

[0245] 次の表２８に、変倍光学系ＺＬ７における各条件式対応値を示す。なお、この変倍光学系ＺＬ７において、特定負レンズは、両凹負レンズＬ１３であり、特定レンズは、両凸正レンズＬ５１及び両凸正レンズＬ５４である。

[0246] （表２８）

Σνｌｎ＝178.09

Σ（νｌｎ×ｆｌｎ）＝-8640.434

ＳＴＬｗ＝83.398

ｆＬ１＝-31.562

ｆＬ２＝-52.654

［条件式対応値］

（１）νｌｎ＝82.57

（２）ｎＬ２／ｎＬ１＝1.160

（３）Ｎｌｎ＝3

（４）２ωｗ＝114.733°

（５）ｎＬ１＝1.623

（６）ｆｗ×（－ｆ１）／Ｆｎｏｗ＝112.637ｍｍ^2

（７）（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＝-1.336

（８）（Σνｌｎ）／Ｎｌｎ＝59.363

（９）（Σ（νｌｎ×ｆｌｎ））／（Ｎｌｎ×ｆ１）＝126.533

（１０）Ｂｆｗ／ｆｗ＝2.641

（１１）ＳＴＬｗ／ＴＬｗ＝0.550

（１２）（－ｆ１）／ｆｗ＝1.581

（１３）（－ｆ１）／ｆｔ＝0.977

（１４）ｆＬ１／ｆ１＝1.387

（１５）ｆＬ２／ｆ１＝2.313

（１６）ＴＬｗ／Ｂｆｗ＝4.277

（１７）（Ｌ２ｒ２＋Ｌ２ｒ１）／（Ｌ２ｒ２－Ｌ２ｒ１）＝-1.250

（１８）（Ｌ３ｒ２＋Ｌ３ｒ１）／（Ｌ３ｒ２－Ｌ３ｒ１）＝ 0.271

（１９）νｒ＝82.57

（２０）Ｆｎｏｗ＝2.91

（２１）Ｆｎｏｔ＝2.91

[0247] このように、変倍光学系ＺＬ７は、上記条件式（１）～（２１）を全て満足している。

[0248] この変倍光学系ＺＬ７の無限遠物体合焦時の広角端状態及び望遠端状態における諸収差図を図１４に示す。これらの諸収差図より、この変倍光学系ＺＬ７は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有していることがわかる。

[0249] ［第８実施例］

図１５は、第８実施例に係る変倍光学系ＺＬ８の構成を示す図である。この変倍光学系ＺＬ８は、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する後群ＧＲとから構成されている。また、後群ＧＲは、物体側から順に、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３とから構成されている。

[0250] この変倍光学系ＺＬ８において、第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側のレンズ面及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１１、像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１２、両凹負レンズＬ１３、及び両凸正レンズＬ１４で構成されている。また、第２レンズ群Ｇ２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Ｌ２１と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ２２とを接合した接合レンズで構成されている。また、第３レンズ群Ｇ３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Ｌ３

１と両凸正レンズＬ３２とを接合した接合レンズ、両凹負レンズＬ３３と両凸正レンズＬ３４とを接合した接合レンズ、両凸正レンズＬ３５、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ３６と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ３７とを接合した接合レンズ、両凸正レンズＬ３８と両凹負レンズＬ３９とを接合した接合レンズ、及び物体側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ形状の非球面正レンズＬ３１０で構成されている。なお、第３レンズ群Ｇ３と像面Ｉとの間には、フィルターＦＬが配置されている。

[0251] また、変倍光学系ＺＬ８は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少し、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との間隔が減少し、第３レンズ群Ｇ３と像面Ｉとの間隔（バックフォーカス）が増大するように、第１レンズ群Ｇ１が像側に移動し、第２レンズ群Ｇ２及び第３レンズ群Ｇ３が物体側に移動する。また、開口絞りＳは第３レンズ群Ｇ３内（負メニスカスレンズＬ３１と両凸正レンズＬ３２とを接合した接合レンズと両凹負レンズＬ３３と両凸正レンズＬ３４とを接合した接合レンズとの間）に配置されており、変倍に際し第３レンズ群Ｇ３とともに移動する。

[0252] また、変倍光学系ＺＬ８は、第２レンズ群Ｇ２を像側に移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うように構成されている。

[0253] 以下の表２９に、変倍光学系ＺＬ８の諸元の値を掲げる。

[0254] なお、表２９において、第１６面は開口絞りＳを示し、第９面及び第２０面は仮想面を示している。また、第２０面には副絞りを配置することができる。

[0255] また、この変倍光学系ＺＬ８の物体側にフィルターを配置するときは、第１面から物体側に6.10㎜離れた位置に配置される。

[0256] （表２９）第８実施例

［全体諸元］

広角端状態　　中間焦点距離状態　　望遠端状態

ｆ	＝	14.400	～	16.000	～	18.000	～	23.300
ＦＮＯ	＝	2.91	～	2.91	～	2.91	～	2.91
２ω（°）	＝	115.176	～	108.256	～	100.691	～	84.861
Ｙｍａｘ	＝	21.600	～	21.600	～	21.600	～	21.600
ＴＬ(空気換算長)＝		137.332	～	134.390	～	131.934	～	129.823
Ｂｆ(空気換算長)＝		22.585	～	24.937	～	27.848	～	35.493

［レンズデータ］

m	r	d	ｎｄ	νｄ	
物面	∞				
1*	342.7914	3.0000	1.588870	61.13	
2*	16.1106	11.6048			
3	49.2913	2.0000	1.820980	42.50	
4*	25.8983	11.3832			
5	-45.4837	1.5000	1.497820	82.57	
6	54.3748	0.5376			
7	38.8825	6.6444	1.635257	33.41	
8	-91.9824	d8			
9	0.0000	0.0000			
10	33.1746	1.1000	1.963000	24.11	
11	19.3866	4.3000	1.654152	32.42	
12	119.3997	d12			
13	24.1338	1.1000	1.846660	23.80	
14	17.5000	6.2000	1.511153	65.39	
15	-363.4978	1.5000			
16	0.0000	2.8214			開口絞りＳ
17	-41.4313	1.1000	1.953750	32.33	
18	27.1802	5.4000	1.846660	23.80	

19	-54.0998	0.3995		
20	0.0000	-0.3000		
21	24.5452	6.0000	1.497820	82.57
22	-55.5602	0.2000		
23	51.0776	1.1000	1.834810	42.73
24	17.5706	5.0000	1.497820	82.57
25	163.6668	0.2000		
26	37.0379	7.0000	1.497820	82.57
27	-18.4013	1.1000	1.834810	42.73
28	86.5739	3.9979		
29*	-60.3503	2.0000	1.860999	37.10
30	-50.2613	d30		
31	0.0000	1.6000	1.516800	64.13
32	0.0000	1.0688		
像面	∞			

［レンズ群焦点距離］

レンズ群	始面	焦点距離
第１レンズ群	1	-21.915
第２レンズ群	9	122.590
第３レンズ群	13	39.056

[0257] この変倍光学系ＺＬ８において、第１面、第２面、第４面及び第２９面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。次の表３０に、面番号ｍ及び非球面のデータ、すなわち円錐定数Ｋ及び各非球面定数Ａ4～Ａ12の値を示す。

[0258] （表３０）

［非球面データ］

第 1面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 1.19707E-05　Ａ6 ＝-1.76977E-08　Ａ8 ＝ 1.6943E-11

Ａ10＝-8.85755E-15　Ａ12＝ 1.9766E-18　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 2面　Ｋ＝0.0000

Ａ4＝ 7.01276E-06　Ａ6 ＝ 2.77908E-08　Ａ8 ＝ 3.97015E-11

Ａ10=-5.16043E-13　Ａ12＝ 6.2126E-16　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 4面　Ｋ＝1.3632

Ａ4 ＝ 1.34780E-05　Ａ6 ＝-1.71246E-09　Ａ8 ＝ 5.11129E-11

Ａ10＝ 3.88045E-13　Ａ12＝ 1.1914E-18　Ａ14＝ 0.00000E+00

第29面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝-2.04742E-05　Ａ6 ＝-5.87424E-08　Ａ8 ＝ 2.99693E-10

Ａ10＝-3.41851E-12　Ａ12＝ 7.3793E-15　Ａ14＝ 0.00000E+00

[0259] この変倍光学系ＺＬ８において、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との軸上空気間隔ｄ８、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との軸上空気間隔ｄ１２、及び、第３レンズ群Ｇ３とフィルターＦＬとの軸上空気間隔ｄ３０は、変倍及び合焦に際して変化する。次の表３１に、無限遠物体合焦時、近距離物体合焦時及び最至近物体合焦時のそれぞれにおける広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態の各焦点距離おける可変間隔の値を示す。

[0260] （表３１）

［可変間隔データ］

－無限遠物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
ｆ	14.400	16.000	18.000	23.300
ｄ０	∞	∞	∞	∞
ｄ８	19.3279	14.5264	9.8351	1.5000
ｄ１２	8.5296	8.0374	7.3623	5.9410
ｄ３０	20.4803	22.8718	25.7862	33.4872

－近距離物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態

β	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
ｄ０	547.1797	611.4703	691.7918	904.4881
ｄ８	20.3497	15.4876	10.7327	2.2703
ｄ１２	7.5079	7.0762	6.4647	5.1707
ｄ３０	20.4803	22.8718	25.7862	33.4872

－最至近物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.091	-0.099	-0.110	-0.142
ｄ０	136.0234	138.9653	141.4208	143.5318
ｄ８	22.8593	18.1510	13.5843	5.5992
ｄ１２	4.9982	4.4129	3.6131	1.8418
ｄ３０	20.4803	22.8718	25.7862	33.4872

[0261] 次の表３２に、変倍光学系ＺＬ８における各条件式対応値を示す。なお、この変倍光学系ＺＬ８において、特定負レンズは、両凹負レンズＬ１３であり、特定レンズは、両凸正レンズＬ３５、正メニスカスレンズＬ３７及び両凸正レンズＬ３８である。

[0262] （表３２）

Σνｌｎ＝186.20

Σ（νｌｎ×ｆｌｎ）＝-8786.587

ＳＴＬｗ＝78.728

ｆＬ１＝-28.806

ｆＬ２＝-69.134

［条件式対応値］

（１）νｌｎ＝82.57

（２）ｎＬ２／ｎＬ１＝1.146

（３）Ｎｌｎ＝3

（４）２ωｗ＝115.176°

（５）ｎＬ１＝1.589

（６）ｆｗ×（－ｆ１）／Ｆｎｏｗ＝108.445ｍｍ^2

（７）（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＝-1.099

（８）（Σν１ｎ）／Ｎ１ｎ＝62.067

（９）（Σ（ν１ｎ×ｆ１ｎ））／（Ｎ１ｎ×ｆ１）＝133.647

（１０）Ｂｆｗ／ｆｗ＝1.568

（１１）ＳＴＬｗ／ＴＬｗ＝0.573

（１２）（－ｆ１）／ｆｗ＝1.522

（１３）（－ｆ１）／ｆｔ＝0.941

（１４）ｆＬ１／ｆ１＝1.314

（１５）ｆＬ２／ｆ１＝3.155

（１６）ＴＬｗ／Ｂｆｗ＝6.081

（１７）（Ｌ２ｒ２＋Ｌ２ｒ１）／（Ｌ２ｒ２－Ｌ２ｒ１）＝-3.214

（１８）（Ｌ３ｒ２＋Ｌ３ｒ１）／（Ｌ３ｒ２－Ｌ３ｒ１）＝ 0.089

（１９）νｒ＝82.57

（２０）Ｆｎｏｗ＝2.91

（２１）Ｆｎｏｔ＝2.91

[0263] このように、変倍光学系ＺＬ８は、上記条件式（１）～（２１）を全て満足している。

[0264] この変倍光学系ＺＬ８の無限遠物体合焦時の広角端状態及び望遠端状態における諸収差図を図１６に示す。これらの諸収差図より、この変倍光学系ＺＬ８は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有していることがわかる。

[0265] ［第９実施例］

図１７は、第９実施例に係る変倍光学系ＺＬ９の構成を示す図である。この変倍光学系ＺＬ９は、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する後群ＧＲとから構成されている。また、後群Ｇ

Ｒは、物体側から順に、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４とから構成されている。

[0266] この変倍光学系ＺＬ９において、第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側のレンズ面及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１１、像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１２、両凹負レンズＬ１３、及び両凸正レンズＬ１４で構成されている。また、第２レンズ群Ｇ２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Ｌ２１と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ２２とを接合した接合レンズで構成されている。また、第３レンズ群Ｇ３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Ｌ３１と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ３２とを接合した接合レンズ、両凹負レンズＬ３３と両凸正レンズＬ３４とを接合した接合レンズ、両凸正レンズＬ３５、及び物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ３６と両凸正レンズＬ３７とを接合した接合レンズで構成されている。また、第４レンズ群Ｇ４は、物体側から順に、両凸正レンズＬ４１と両凹負レンズＬ４２とを接合した接合レンズ、及び物体側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ形状の非球面正レンズＬ４３で構成されている。なお、第４レンズ群Ｇ４と像面Ｉとの間には、フィルターＦＬが配置されている。

[0267] また、変倍光学系ＺＬ９は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少し、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との間隔が減少し、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間隔が増大し、第４レンズ群Ｇ４と像面Ｉとの間隔（バックフォーカス）が増大するように、第１レンズ群Ｇ１が像側に移動し、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３及び第４レンズ群Ｇ４が物体側に移動する。また、開口絞りＳは第３レンズ群Ｇ３内（負メニスカスレンズＬ３１と両凸正レンズ

Ｌ３２とを接合した接合レンズと両凹負レンズＬ３３と両凸正レンズＬ３４とを接合した接合レンズとの間）に配置されており、変倍に際し第３レンズ群Ｇ３とともに移動する。

[0268] また、変倍光学系ＺＬ９は、第２レンズ群Ｇ２を像側に移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うように構成されている。

[0269] 以下の表３３に、変倍光学系ＺＬ９の諸元の値を掲げる。

[0270] なお、表３３において、第１６面は開口絞りＳを示し、第９面及び第２０面は仮想面を示している。また、第２０面には副絞りを配置することができる。

[0271] また、この変倍光学系ＺＬ９の物体側にフィルターを配置するときは、第１面から物体側に6.10㎜離れた位置に配置される。

[0272] （表３３）第９実施例

［全体諸元］

	広角端状態		中間焦点距離状態		望遠端状態
ｆ	＝ 14.400	～	16.000	～ 18.000	～ 23.300
ＦＮＯ	＝ 2.91	～	2.91	～ 2.91	～ 2.91
２ω（°）	＝ 115.123	～	107.999	～ 100.301	～ 84.436
Ｙｍａｘ	＝ 21.600	～	21.600	～ 21.600	～ 21.600
ＴＬ(空気換算長)＝	137.421	～	134.414	～ 131.760	～ 129.485
Ｂｆ(空気換算長)＝	21.808	～	24.029	～ 26.719	～ 34.219

［レンズデータ］

ｍ	ｒ	ｄ	ｎｄ	νｄ
物面	∞			
1*	211.8265	3.0000	1.588870	61.13
2*	15.9992	11.6180		
3	48.6821	2.0000	1.820980	42.50
4*	25.7140	11.5301		

5	-43.5876	1.5000	1.497820	82.57	
6	54.1333	0.5681			
7	40.3289	6.6069	1.625844	34.24	
8	-86.6000	d8			
9	0.0000	0.0000			
10	36.9813	1.1000	1.963000	24.11	
11	19.6099	4.3000	1.680196	30.69	
12	1248.2429	d12			
13	26.0906	1.1000	1.846660	23.80	
14	17.5000	6.2000	1.489456	69.86	
15	1516.2872	1.5382			
16	0.0000	2.6920			開口絞りＳ
17	-46.0077	1.1000	1.953750	32.33	
18	26.5003	5.4000	1.846660	23.80	
19	-55.7140	0.3744			
20	0.0000	-0.3000			
21	25.7684	6.0000	1.497820	82.57	
22	-51.7236	0.2000			
23	53.1758	1.1000	1.834810	42.73	
24	17.7067	5.0000	1.497820	82.57	
25	-115.0285	d25			
26	57.4820	7.0000	1.497820	82.57	
27	-18.9711	1.1000	1.834810	42.73	
28	69.6403	3.9109			
29*	-41.3607	2.0000	1.860999	37.10	
30	-35.5329	d30			
31	0.0000	1.6000	1.516800	64.13	
32	0.0000	0.9492			

像面　　∞

［レンズ群焦点距離］

レンズ群	始面	焦点距離
第１レンズ群	1	-21.475
第２レンズ群	10	88.427
第３レンズ群	13	32.839
第４レンズ群	26	-65.349

[0273] この変倍光学系ＺＬ９において、第１面、第２面、第４面及び第２９面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。次の表３４に、面番号ｍ及び非球面のデータ、すなわち円錐定数Ｋ及び各非球面定数Ａ4～Ａ12の値を示す。

[0274] （表３４）

［非球面データ］

第 1面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 1.09229E-05　Ａ6 ＝-1.69852E-08　Ａ8 ＝ 1.67481E-11

Ａ10＝-8.86570E-15　Ａ12＝ 1.92870E-18　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 2面　Ｋ＝0.0000

Ａ4 ＝ 9.21479E-06　Ａ6 ＝ 2.30867E-08　Ａ8 ＝ 1.30262E-11

Ａ10＝-4.06315E-13　Ａ12＝ 4.84400E-16　Ａ14＝ 0.00000E+00

第 4面　Ｋ＝1.3178

Ａ4 ＝ 1.27593E-05　Ａ6 ＝-2.12909E-09　Ａ8 ＝ 9.99165E-11

Ａ10＝ 8.39923E-14　Ａ12＝ 6.41400E-16　Ａ14＝ 0.00000E+00

第29面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝-1.73924E-05　Ａ6 ＝-5.17645E-08　Ａ8 ＝ 1.21697E-10

Ａ10＝-2.24340E-12　Ａ12＝ 2.49200E-15　Ａ14＝ 0.00000E+00

[0275] この変倍光学系ＺＬ９において、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との軸上空気間隔ｄ８、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との軸上空気間隔ｄ１２、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との軸上空気間隔ｄ２４、

及び、第４レンズ群Ｇ４とフィルターＦＬとの軸上空気間隔ｄ３０は、変倍及び合焦に際して変化する。次の表３５に、無限遠物体合焦時、近距離物体合焦時及び最至近物体合焦時のそれぞれにおける広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態の各焦点距離おける可変間隔の値を示す。

[0276] （表３５）

［可変間隔データ］

－無限遠物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
ｆ	14.400	16.000	18.000	23.300
ｄ０	∞	∞	∞	∞
ｄ８	19.8415	14.9293	10.0773	1.6769
ｄ１２	7.6288	7.1950	6.5331	5.0307
ｄ２５	1.5037	1.6216	1.7924	1.9194
ｄ３０	19.7474	21.9244	24.6266	32.2154

－近距離物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
ｄ０	547.1797	611.4703	691.7918	904.4881
ｄ８	20.6724	15.6966	10.7821	2.2646
ｄ１２	6.7979	6.4278	5.8283	4.4429
ｄ２５	1.5037	1.6216	1.7924	1.9194
ｄ３０	19.7474	21.9244	24.6266	32.2154

－最至近物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.091	-0.099	-0.110	-0.142
ｄ０	136.0234	138.9653	141.4208	143.5318

ｄ８	22.7133	17.8241	13.0223	4.8109
ｄ１２	4.7570	4.3002	3.5882	1.8967
ｄ２５	1.5037	1.6216	1.7924	1.9194
ｄ３０	19.7474	21.9244	24.6266	32.2154

[0277] 次の表３６に、変倍光学系ＺＬ９における各条件式対応値を示す。なお、この変倍光学系ＺＬ９において、特定負レンズは、両凹負レンズＬ１３であり、特定レンズは、両凸正レンズＬ３５、両凸正レンズＬ３７及び両凸正レンズＬ４１である。

[0278] （表３６）

Σνｌｎ＝186.20

Σ（νｌｎ×ｆｌｎ）＝-8728.096

ＳＴＬｗ＝78.532

ｆＬ１＝-29.557

ｆＬ２＝-69.099

［条件式対応値］

（１）νｌｎ＝82.57

（２）ｎＬ２／ｎＬ１＝1.146

（３）Ｎｌｎ＝3

（４）２ωｗ＝115.123°

（５）ｎＬ１＝1.589

（６）ｆｗ×（－ｆ１）／Ｆｎｏｗ＝106.270ｍｍ^2

（７）（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＝-1.163

（８）（Σνｌｎ）／Ｎｌｎ＝62.067

（９）（Σ（νｌｎ×ｆｌｎ））／（Ｎｌｎ×ｆ１）＝135.474

（１０）Ｂｆｗ／ｆｗ＝1.514

（１１）ＳＴＬｗ／ＴＬｗ＝0.571

（１２）（－ｆ１）／ｆｗ＝1.491

（１３）（－ｆ１）／ｆｔ＝0.922

（１４）ｆＬ１／ｆ１＝1.376

（１５）ｆＬ２／ｆ１＝3.218

（１６）ＴＬｗ／Ｂｆｗ＝6.301

（１７）（Ｌ２ｒ２＋Ｌ２ｒ１）／（Ｌ２ｒ２－Ｌ２ｒ１）＝-3.239

（１８）（Ｌ３ｒ２＋Ｌ３ｒ１）／（Ｌ３ｒ２－Ｌ３ｒ１）＝ 0.108

（１９）νｒ＝82.57

（２０）Ｆｎｏｗ＝2.91

（２１）Ｆｎｏｔ＝2.91

[0279] このように、変倍光学系ＺＬ９は、上記条件式（１）～（２１）を全て満足している。

[0280] この変倍光学系ＺＬ９の無限遠物体合焦時の広角端状態及び望遠端状態における諸収差図を図１８に示す。これらの諸収差図より、この変倍光学系ＺＬ９は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有していることがわかる。

[0281] ［第１０実施例］

図１９は、第１０実施例に係る変倍光学系ＺＬ１０の構成を示す図である。この変倍光学系ＺＬ１０は、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する後群ＧＲとから構成されている。また、後群ＧＲは、物体側から順に、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、正の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５とから構成されている。

[0282] この変倍光学系ＺＬ１０において、第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側のレンズ面及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１１、像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ形状の非球面負レンズＬ１２、及び両凹負レンズＬ１３と両凸正レンズＬ１４とを接合した接合レンズで構成されている。また、第２レンズ群Ｇ２は、物

体側から順に、両凸正レンズＬ２１、及び両凸正レンズＬ２２と両凹負レンズＬ２３とを接合した接合レンズで構成されている。また、第３レンズ群Ｇ３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Ｌ３１と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ３２とを接合した接合レンズで構成されている。また、第４レンズ群Ｇ４は、物体側から順に、両凹負レンズＬ４１と両凸正レンズＬ４２とを接合した接合レンズ、両凸正レンズＬ４３、及び物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ４４と両凸正レンズＬ４５とを接合した接合レンズで構成されている。また、第５レンズ群Ｇ５は、物体側から順に、両凹負レンズＬ５１と両凸正レンズＬ５２とを接合した接合レンズ、及び像側のレンズ面が非球面形状に形成され、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ形状の非球面正レンズＬ５３で構成されている。なお、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間には、フィルターＦＬが配置されている。

[0283] また、変倍光学系ＺＬ１０は、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との間隔が減少し、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との間隔が変化し、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との間隔が減少し、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との間隔が増大し、第５レンズ群Ｇ５と像面Ｉとの間隔（バックフォーカス）が増大するように、第１レンズ群Ｇ１が像側に移動し、第２レンズ群Ｇ２、第３レンズ群Ｇ３、第４レンズ群Ｇ４及び第５レンズ群Ｇ５が物体側に移動する。また、開口絞りＳは第３レンズ群Ｇ３第４レンズ群Ｇ４との間に配置されており、変倍に際し第４レンズ群Ｇ４とともに移動する。

[0284] また、変倍光学系ＺＬ１０は、第２レンズ群Ｇ２を像側に移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うように構成されている。

[0285] 以下の表３７に、変倍光学系ＺＬ１０の諸元の値を掲げる。

[0286] なお、表３７において、第１８面は開口絞りＳを示し、第８面、第１４面及び第３２面は仮想面を示している。また、第１４面には副絞りを配置することができる。

[0287] また、この変倍光学系ＺＬ１０の物体側にフィルターを配置するときは、第１面から物体側に6.10㎜離れた位置に配置される。

[0288] （表３７）第１０実施例

［全体諸元］

	広角端状態		中間焦点距離状態		望遠端状態
ｆ	＝ 14.400	～	18.000	～ 20.000	～ 23.300
ＦＮＯ	＝ 2.91	～	2.91	～ 2.91	～ 2.91
２ω（°）	＝ 114.664	～	99.908	～ 93.228	～ 83.941
Ｙｍａｘ	＝ 21.600	～	21.600	～ 21.600	～ 21.600
ＴＬ(空気換算長)	＝ 143.298	～	136.392	～ 134.454	～ 133.191
Ｂｆ(空気換算長)	＝ 21.176	～	26.098	～ 28.849	～ 33.508

［レンズデータ］

m	r	d	ｎｄ	νｄ
物面	∞			
1*	73.3719	3.2000	1.588870	61.13
2*	14.5908	13.6216		
3	63.8356	2.0000	1.860999	37.10
4*	30.0096	10.9163		
5	-50.1332	2.7239	1.433848	95.23
6	36.7661	5.9645	1.806100	33.34
7	-2583.8501	d7		
8	0.0000	d8		
9	98.9830	3.3713	1.728250	28.38
10	-69.3563	0.2000		
11	45.8254	4.5650	1.698950	30.13
12	-44.1835	1.2000	1.963000	24.11
13	51.6189	d13		

14	0.0000	0.0000			
15	22.9396	1.2004	1.834000	37.18	
16	16.5758	5.1257	1.487490	70.32	
17	159.7987	d17			
18	0.0000	3.8360			開口絞りＳ
19	-72.2635	1.2000	1.834810	42.73	
20	32.7563	4.3411	1.497820	82.57	
21	-55.5942	0.2082			
22	37.2299	3.8685	1.749500	35.25	
23	-97.4255	0.9285			
24	29.0556	1.2430	1.834000	37.18	
25	18.1863	5.7887	1.497820	82.57	
26	-93.6887	d26			
27	-61.0712	1.2008	1.953747	32.32	
28	18.9225	5.7947	1.672700	32.18	
29	-118.9626	2.9252			
30	-46.6184	1.3000	1.860999	37.10	
31*	-43.1724	d31			
32	0.0000	18.4181			
33	0.0000	1.6000	1.516800	64.13	
34	0.0000	1.1070			
像面	∞				

［レンズ群焦点距離］

レンズ群	始面	焦点距離
第１レンズ群	1	-20.602
第２レンズ群	9	91.157
第３レンズ群	15	76.110

第４レンズ群　　19　　30.004

第５レンズ群　　27　　-45.641

[0289]　この変倍光学系ＺＬ１０において、第１面、第２面、第４面及び第３１面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。次の表３８に、面番号ｍ及び非球面のデータ、すなわち円錐定数Ｋ及び各非球面定数Ａ4～Ａ12の値を示す。

[0290]（表３８）

［非球面データ］

第 1面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝-8.22269E-06　Ａ6 ＝ 2.29849E-08　Ａ8 ＝-3.24259E-11

Ａ10＝ 2.63839E-14　Ａ12＝-1.1616E-17　Ａ14＝ 2.16740E-21

第 2面　Ｋ＝0.0000

Ａ4 ＝-9.13167E-07　Ａ6 ＝-9.42128E-09　Ａ8 ＝ 8.71937E-11

Ａ10＝ 1.90838E-13　Ａ12＝-1.19570E-15　Ａ14＝ 1.26750E-18

第 4面　Ｋ＝2.0000

Ａ4 ＝ 4.11958E-06　Ａ6 ＝ 9.92408E-09　Ａ8 ＝ 1.20069E-11

Ａ10＝-2.46956E-13　Ａ12＝ 1.41440E-15　Ａ14＝-2.30990E-18

第31面　Ｋ＝1.0000

Ａ4 ＝ 1.54778E-05　Ａ6 ＝-8.95438E-09　Ａ8 ＝ 3.82731E-10

Ａ10＝-2.13552E-12　Ａ12＝ 4.78640E-15　Ａ14＝ 0.00000E+00

[0291]　この変倍光学系ＺＬ１０において、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との軸上空気間隔ｄ７及びｄ８、第２レンズ群Ｇ２と第３レンズ群Ｇ３との軸上空気間隔ｄ１３、第３レンズ群Ｇ３と第４レンズ群Ｇ４との軸上空気間隔ｄ１７、第４レンズ群Ｇ４と第５レンズ群Ｇ５との軸上空気間隔ｄ２６、及び、第５レンズ群Ｇ５とフィルターＦＬとの軸上空気間隔ｄ３１は、変倍及び合焦に際して変化する。次の表３９に、無限遠物体合焦時、近距離物体合焦時及び最至近物体合焦時のそれぞれにおける広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態の各焦点距離おける可変間隔の値を示す。

[0292] （表３９）

［可変間隔データ］

－無限遠物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
f	14.400	18.000	20.000	23.300
ｄ０	∞	∞	∞	∞
ｄ７	22.3946	11.1020	6.8926	1.5000
ｄ８	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ｄ１３	5.3794	5.6650	5.5441	5.7924
ｄ１７	4.7709	3.2409	2.6170	1.4986
ｄ２６	2.8531	3.5619	3.8286	4.1689
ｄ３１	0.5000	5.5016	8.0722	12.9278

－近距離物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
ｄ０	545.2923	690.1690	770.5760	903.1960
ｄ７	22.3946	11.1020	6.8926	1.5000
ｄ８	0.8103	0.7197	0.6824	0.6343
ｄ１３	4.5692	4.9453	4.8617	5.1581
ｄ１７	4.7709	3.2409	2.6170	1.4986
ｄ２６	2.8531	3.5619	3.8286	4.1689
ｄ３１	0.5000	5.5016	8.0722	12.9278

－最至近物体合焦時－

	広角端状態	中間焦点距離状態		望遠端状態
β	-0.094	-0.112	-0.124	-0.144
ｄ０	130.1097	137.0620	138.9961	140.1704

ｄ７	22.3946	11.1020	6.8926	1.5000
ｄ８	2.6235	2.9752	3.0674	3.3170
ｄ１３	2.7248	2.6934	2.4623	2.5422
ｄ１７	4.7709	3.2409	2.6170	1.4986
ｄ２６	2.8531	3.5619	3.8286	4.1689
ｄ３１	0.5000	5.5016	8.0722	12.9278

[0293] 次の表４０に、変倍光学系ＺＬ１０における各条件式対応値を示す。なお、この変倍光学系ＺＬ１０において、特定負レンズは、両凹負レンズＬ１３であり、特定レンズは、両凸正レンズＬ４２及び両凸正レンズＬ４５である。

[0294] （表３６）

Σνｌｎ＝193.46

Σ（νｌｎ×ｆｌｎ）＝-9050.378

ＳＴＬｗ＝86.634

ｆＬ１＝-31.560

ｆＬ２＝-67.630

［条件式対応値］

（１）νｌｎ＝95.23

（２）ｎＬ２／ｎＬ１＝1.171

（３）Ｎｌｎ＝3

（４）２ωｗ＝114.664°

（５）ｎＬ１＝1.589

（６）ｆｗ×（－ｆ１）／Ｆｎｏｗ＝101.938ｍｍ^2

（７）（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＝-1.496

（８）（Σνｌｎ）／Ｎｌｎ＝64.487

（９）（Σ（νｌｎ×ｆｌｎ））／（Ｎｌｎ×ｆ１）＝146.446

（１０）Ｂｆｗ／ｆｗ＝1.471

（１１）ＳＴＬｗ／ＴＬｗ＝0.605

（１２）（－ｆ１）／ｆｗ＝1.431

（１３）（－ｆ１）／ｆｔ＝0.884

（１４）ｆＬ１／ｆ１＝1.532

（１５）ｆＬ２／ｆ１＝3.283

（１６）ＴＬｗ／Ｂｆｗ＝6.767

（１７）（Ｌ２ｒ２＋Ｌ２ｒ１）／（Ｌ２ｒ２－Ｌ２ｒ１）＝-2.774

（１８）（Ｌ３ｒ２＋Ｌ３ｒ１）／（Ｌ３ｒ２－Ｌ３ｒ１）＝-0.154

（１９）νｒ＝82.57

（２０）Ｆｎｏｗ＝2.91

（２１）Ｆｎｏｔ＝2.91

[0295] このように、変倍光学系ＺＬ１０は、上記条件式（１）～（２１）を全て満足している。

[0296] この変倍光学系ＺＬ１０の無限遠物体合焦時の広角端状態及び望遠端状態における諸収差図を図２０に示す。これらの諸収差図より、この変倍光学系ＺＬ１０は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有していることがわかる。

符号の説明

[0297] １　カメラ（光学機器）　ＺＬ（ＺＬ１～ＺＬ１０）　変倍光学系

Ｇ１　第１レンズ群　ＧＲ　後群

請求の範囲

[請求項1] 負の屈折力を有する第１レンズ群と、

前記第１レンズ群の像側に配置された少なくとも１つのレンズ群を有する後群とからなり、

変倍に際し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化し、

次式の条件を満足する変倍光学系。

－４．００＜（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＜－０．５０

１００．００° ＜ ２ωｗ

但し、

Ｌ１ｒ１：前記第１レンズ群の最も物体側のレンズの物体側のレンズ面の曲率半径

Ｌ１ｒ２：前記第１レンズ群の最も物体側のレンズの像側のレンズ面の曲率半径

２ωｗ：前記変倍光学系の広角端状態における全画角

[請求項2] 次式の条件を満足する請求項１に記載の変倍光学系。

Ｎ１ｎ ≦ ４

但し、

Ｎ１ｎ：前記第１レンズ群に含まれる負レンズの枚数

[請求項3] 次式の条件を満足する請求項１または２に記載の変倍光学系。

ｎＬ１ ＜ １．７０

但し、

ｎＬ１：前記第１レンズ群の最も物体側のレンズの媒質のｄ線に対する屈折率

[請求項4] 次式の条件を満足する請求項１～３のいずれか一項に記載の変倍光学系。

１．２０ ＜ Ｂｆｗ／ｆｗ ＜ ４．００

但し、

ｆｗ：前記変倍光学系の広角端状態における焦点距離

Ｂｆｗ：前記変倍光学系の広角端状態におけるバックフォーカス

[請求項5] 次式の条件を満足する請求項１～４のいずれか一項に記載の変倍光学系。

０．４０ ＜ ＳＴＬｗ／ＴＬｗ ＜ ０．７０

但し、

ＴＬｗ：前記変倍光学系の広角端状態における光学全長

ＳＴＬｗ：前記変倍光学系の広角端状態における最も物体側のレンズ面から絞り面までの光軸上の距離

[請求項6] 次式の条件を満足する請求項１～５のいずれか一項に記載の変倍光学系。

１．００ ＜ （－ｆ１）／ｆｗ ＜ ２．００

但し、

ｆｗ：前記変倍光学系の広角端状態における焦点距離

ｆ１：前記第１レンズ群の焦点距離

[請求項7] 次式の条件を満足する請求項１～６のいずれか一項に記載の変倍光学系。

０．６５ ＜ （－ｆ１）／ｆｔ ＜ １．２０

但し、

ｆｔ：前記変倍光学系の望遠端状態における焦点距離

ｆ１：前記第１レンズ群の焦点距離

[請求項8] 次式の条件を満足する請求項１～７のいずれか一項に記載の変倍光学系。

１．００ ＜ ｆＬ１／ｆ１ ＜ ２．００

但し、

ｆ１：前記第１レンズ群の焦点距離

ｆＬ１：前記第１レンズ群の最も物体側のレンズの焦点距離

[請求項9] 次式の条件を満足する請求項１～８のいずれか一項に記載の変倍光

学系。

１．００　＜　ｆＬ２／ｆ１　＜　４．００

但し、

ｆ１：前記第１レンズ群の焦点距離

ｆＬ２：前記第１レンズ群の物体側から２番目のレンズの焦点距離

[請求項10]　次式の条件を満足する請求項１～９のいずれか一項に記載の変倍光学系。

３．５０　＜　ＴＬｗ／Ｂｆｗ　＜　８．００

但し、

Ｂｆｗ：前記変倍光学系の広角端状態におけるバックフォーカス

ＴＬｗ：前記変倍光学系の広角端状態における光学全長

[請求項11]　前記第１レンズ群は、少なくとも２枚のレンズを有し、

次式の条件を満足する請求項１～１０のいずれか一項に記載の変倍光学系。

－４．００＜（Ｌ２ｒ２＋Ｌ２ｒ１）／（Ｌ２ｒ２－Ｌ２ｒ１）＜－０．５０

但し、

Ｌ２ｒ１：前記第１レンズ群の物体側から２番目のレンズの物体側のレンズ面の曲率半径

Ｌ２ｒ２：前記第１レンズ群の物体側から２番目のレンズの像側のレンズ面の曲率半径

[請求項12]　前記第１レンズ群は、少なくとも３枚のレンズを有し、

次式の条件を満足する請求項１～１１のいずれか一項に記載の変倍光学系。

－０．８０＜（Ｌ３ｒ２＋Ｌ３ｒ１）／（Ｌ３ｒ２－Ｌ３ｒ１）＜０．８０

但し、

Ｌ３ｒ１：前記第１レンズ群の物体側から３番目のレンズの物体側

のレンズ面の曲率半径

Ｌ３ｒ２：前記第１レンズ群の物体側から３番目のレンズの像側のレンズ面の曲率半径

[請求項13] 変倍に際し、前記第１レンズ群は光軸方向に移動する

請求項１～１２のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項14] 前記第１レンズ群は、物体側から順に、負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズで構成される

請求項１～１３のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項15] 無限遠物体から近距離物体への合焦に際し、前記後群の一部が像側に移動する

請求項１～１４のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項16] 前記後群は、１面以上の非球面を含む

請求項１～１５のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項17] 前記後群は、次式の条件を満足するレンズを１枚以上有する

請求項１～１６のいずれか一項に記載の変倍光学系。

６６．５０ ＜ νｒ

但し、

νｒ：前記後群が有するレンズの媒質のｄ線に対するアッベ数

[請求項18] 前記後群は、正の屈折力を有する

請求項１～１７のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項19] 次式の条件を満足する請求項１～１８のいずれか一項に記載の変倍光学系。

Ｆｎｏｗ ＜ ４．２０

但し、

Ｆｎｏｗ：前記変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦状態での開放Ｆナンバー

[請求項20] 次式の条件を満足する請求項１～１９のいずれか一項に記載の変倍光学系。

Ｆｎｏｔ ＜ ６．００

但し、

Ｆｎｏｔ：前記変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦状態での開放Ｆナンバー

[請求項21] 前記第１レンズ群の物体側にフィルターを有する

請求項１～２０のいずれか一項に記載の変倍光学系。

[請求項22] 請求項１～２１のいずれか一項に記載の変倍光学系を有する光学機器。

[請求項23] 負の屈折力を有する第１レンズ群と、前記第１レンズ群の像側に配置された少なくとも１つのレンズ群を有する後群とからなる変倍光学系の製造方法であって、

変倍に際し、隣り合う各レンズ群の間隔が変化するように配置し、

次式の条件を満足するように配置する変倍光学系の製造方法。

－４．００＜（Ｌ１ｒ２＋Ｌ１ｒ１）／（Ｌ１ｒ２－Ｌ１ｒ１）＜－０．５０

１００．００° ＜ ２ωｗ

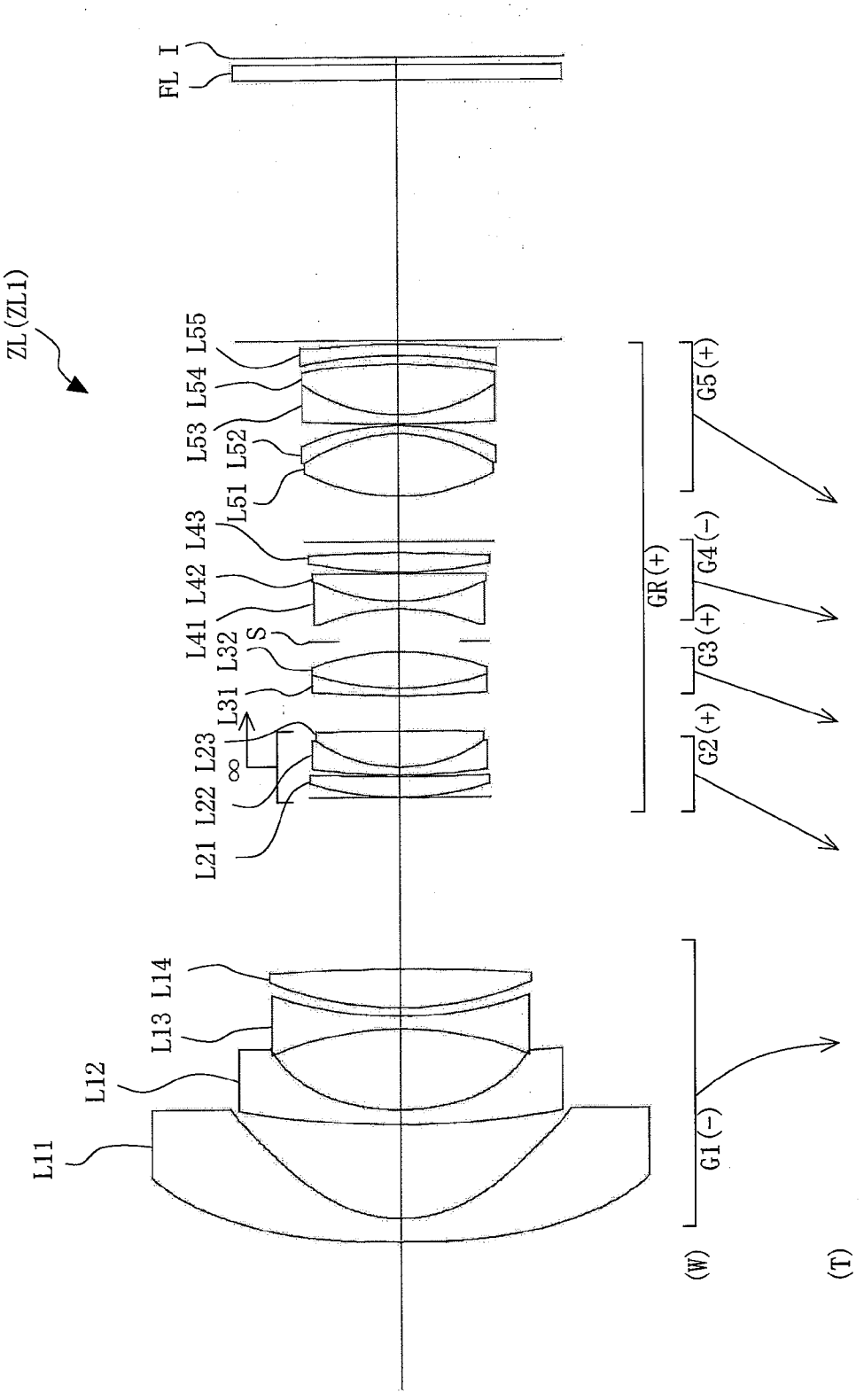
但し、

Ｌ１ｒ１：前記第１レンズ群の最も物体側のレンズの物体側のレンズ面の曲率半径

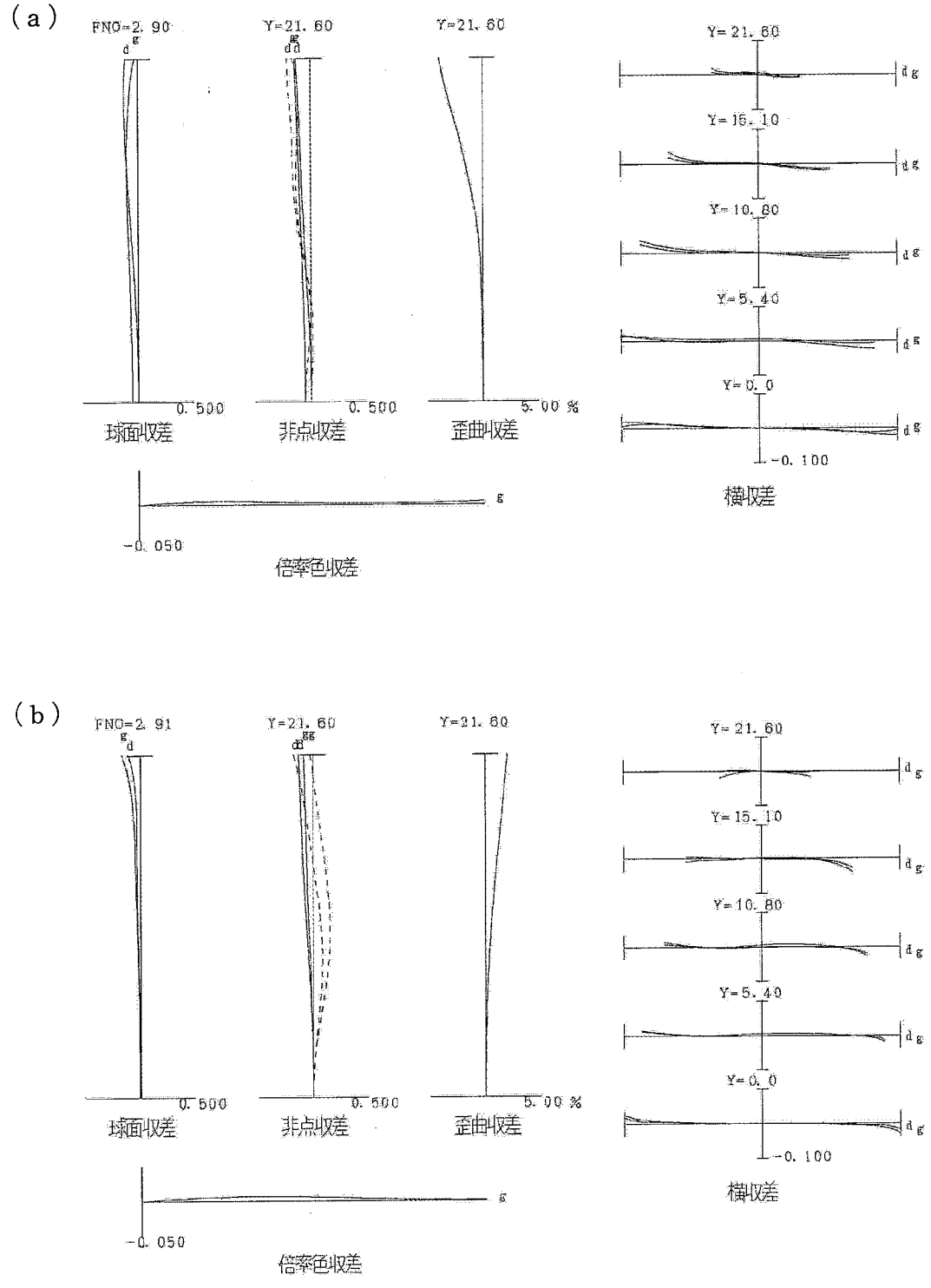
Ｌ１ｒ２：前記第１レンズ群の最も物体側のレンズの像側のレンズ面の曲率半径

２ωｗ：前記変倍光学系の広角端状態における全画角

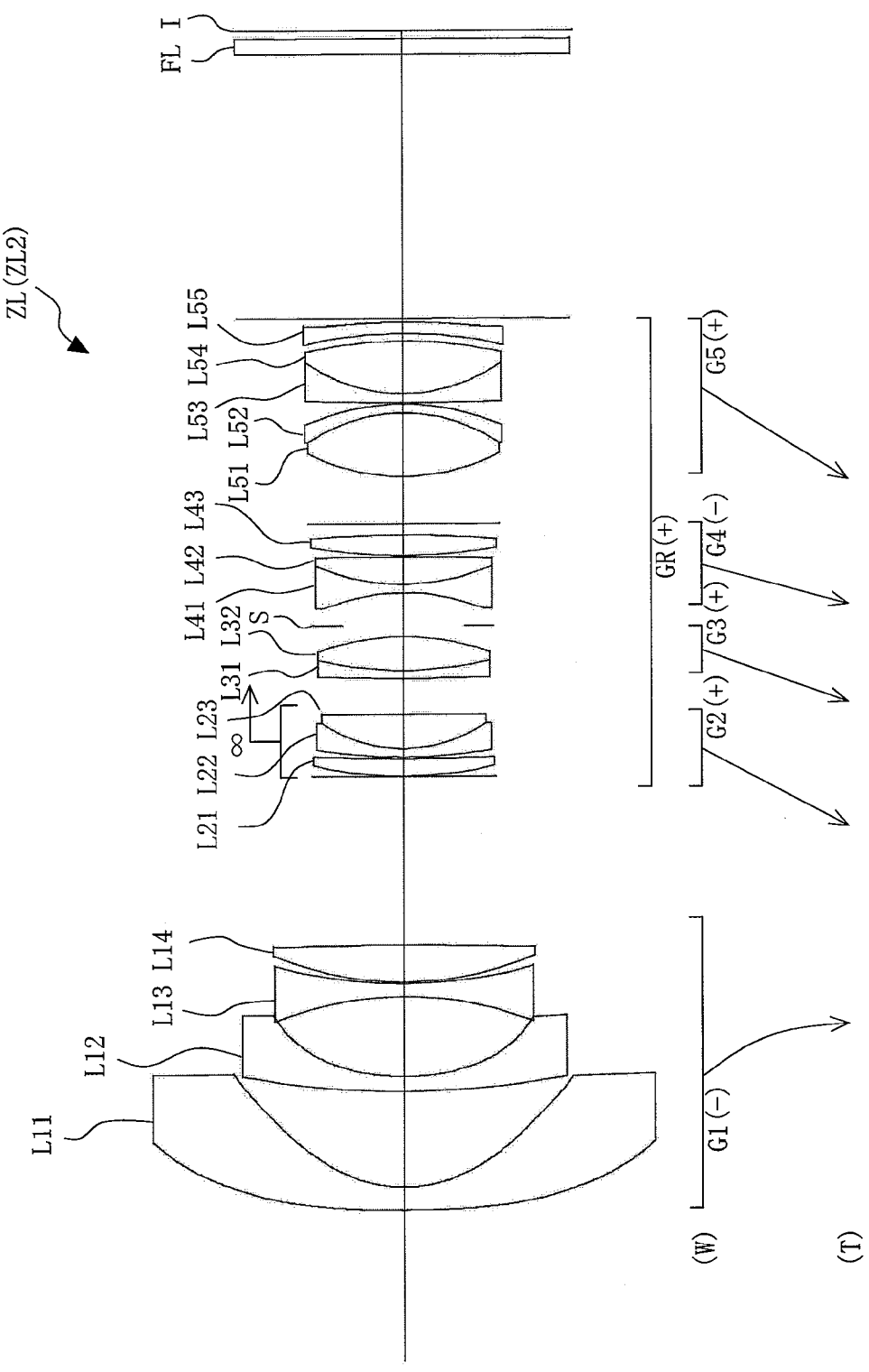
[図1]


FL I
ZL(ZL1)
L55 L54 L53 L52 L51 L43 L42 L41 L32 S L31 ∞ L23 L22 L21
L14 L13 L12 L11
GR(+)
G5(+)
G4(−)
G3(+)
G2(+)
G1(−)
(W)
(T)

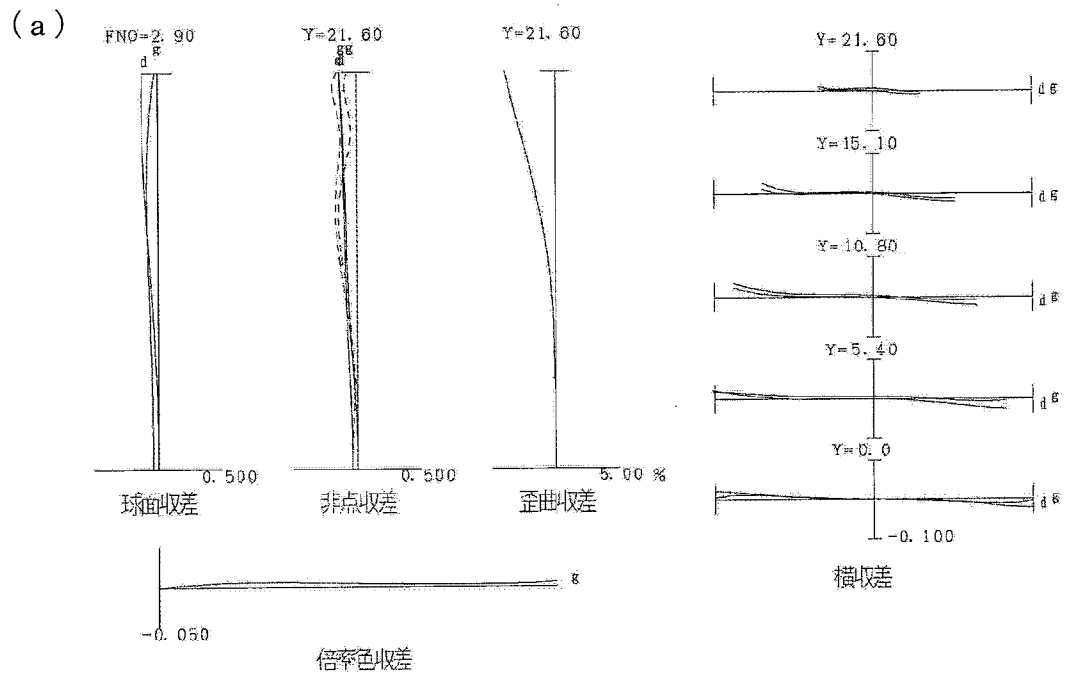
[図2]

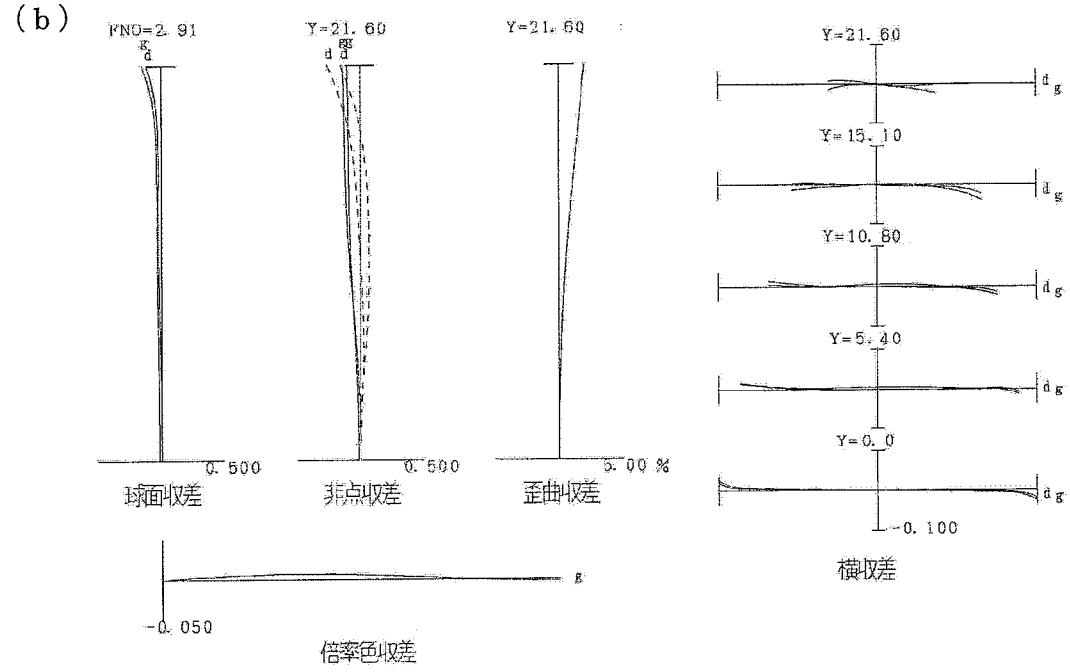

(a)
FNO=2.90
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
0.500
0.500
5.00 %
-0.100
-0.050
球面収差
非点収差
歪曲収差
横収差
倍率色収差
(b)
FNO=2.91
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
0.500
0.500
5.00 %
-0.100
-0.050
球面収差
非点収差
歪曲収差
横収差
倍率色収差

[図3]

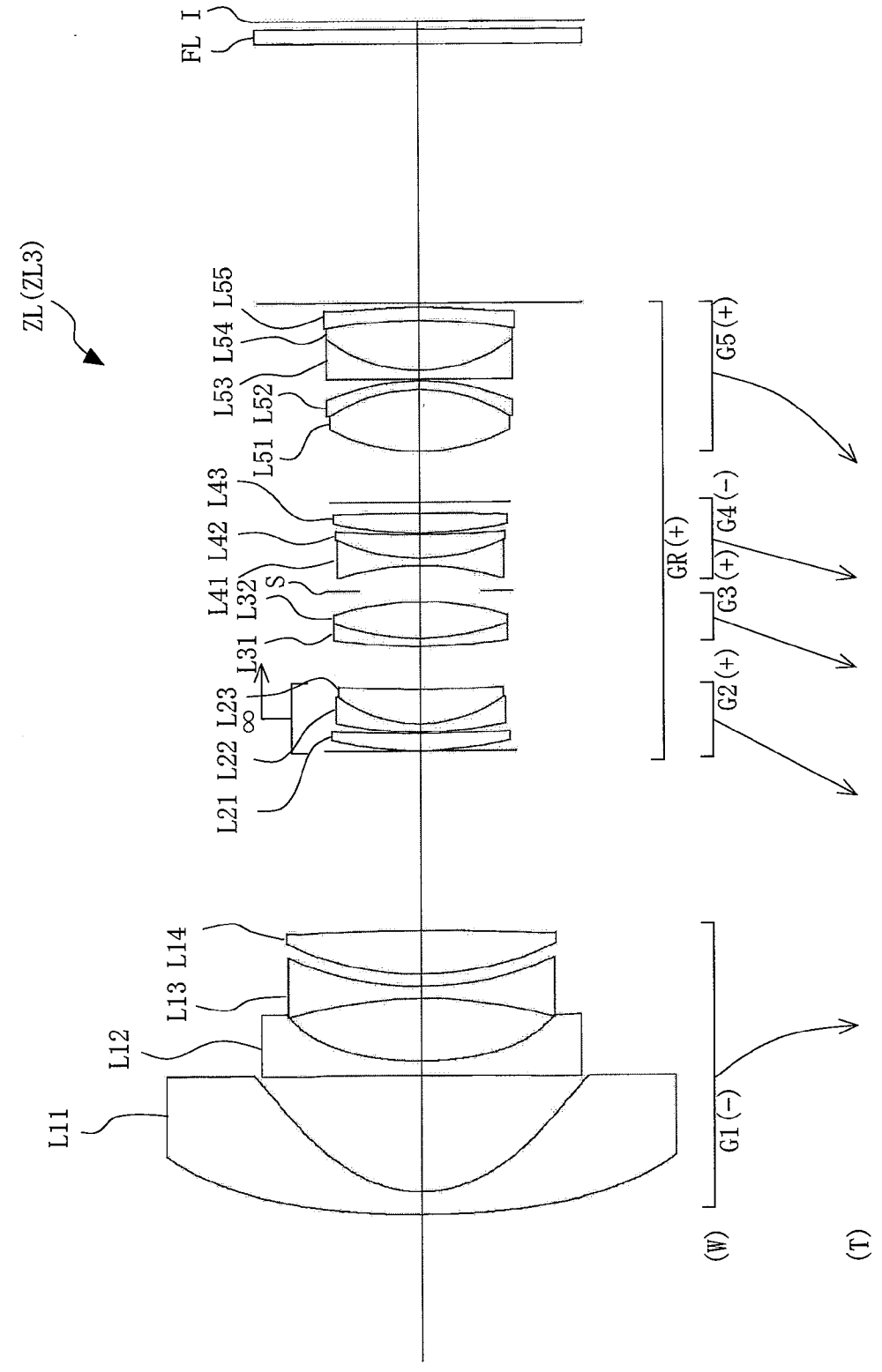

FL I
ZL (ZL2)
L55
L54
L53
L52
L51
L43
L42
L41
L32
S
L31
∞
L23
L22
L21
L14
L13
L12
L11
GR(+)
G5(+)
G4(−)
G3(+)
G2(+)
G1(−)
(W)
(T)

[図4]

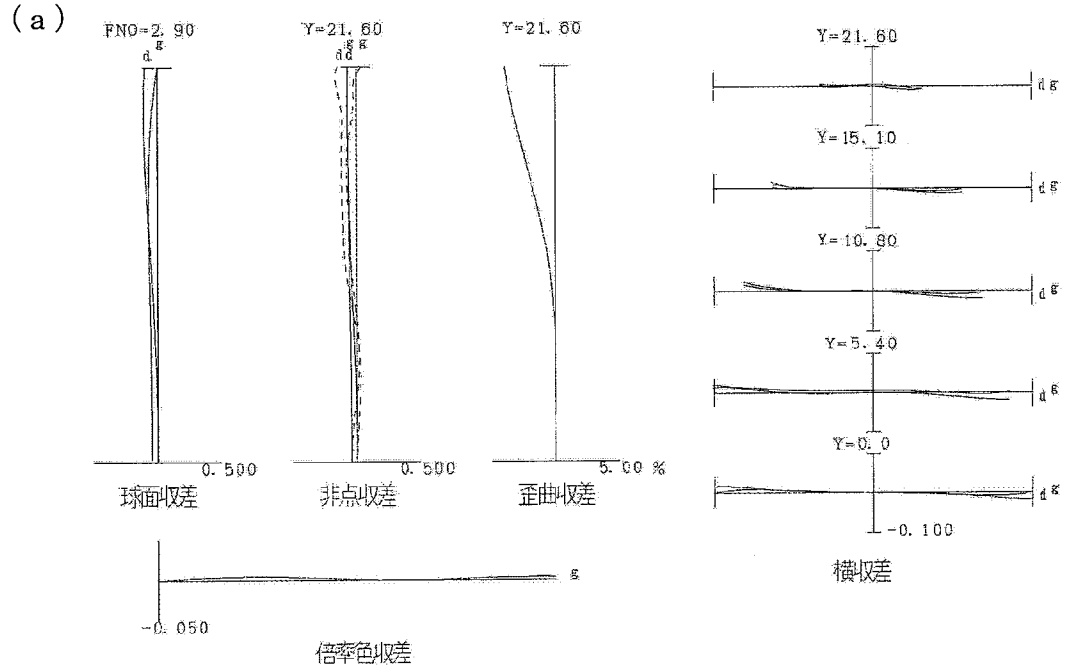

（a）
FNO=2.90
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
0.500
0.500
5.00 %
-0.050
球面収差
非点収差
歪曲収差
倍率色収差
横収差

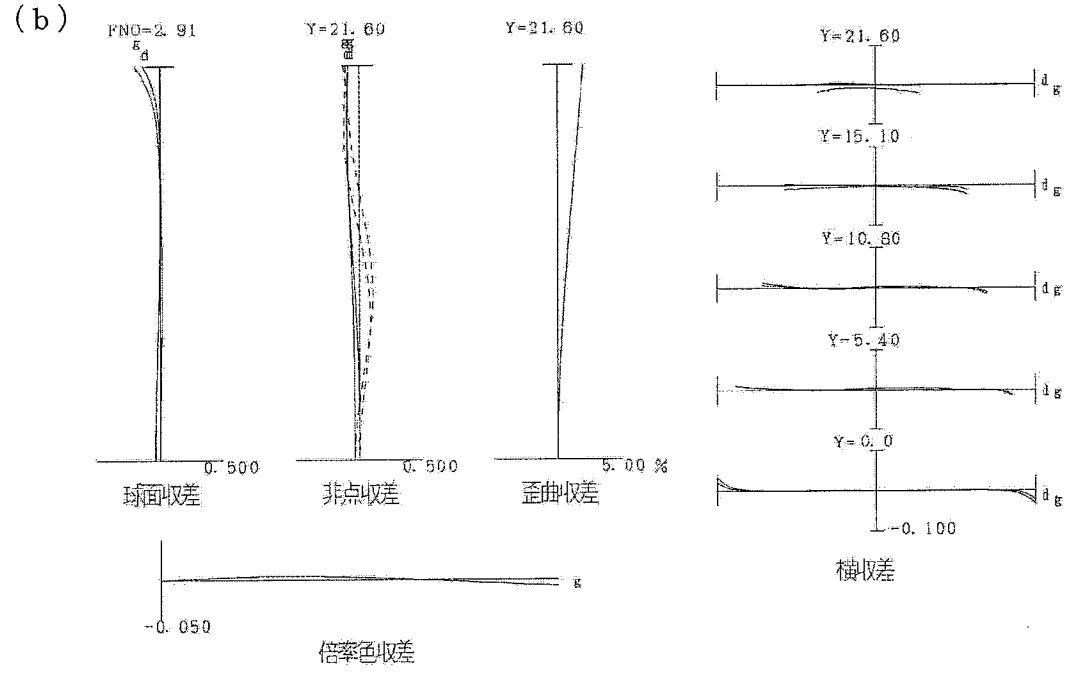

（b）
FNO=2.91
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
0.500
0.500
5.00 %
-0.050
球面収差
非点収差
歪曲収差
倍率色収差
横収差

[図5]

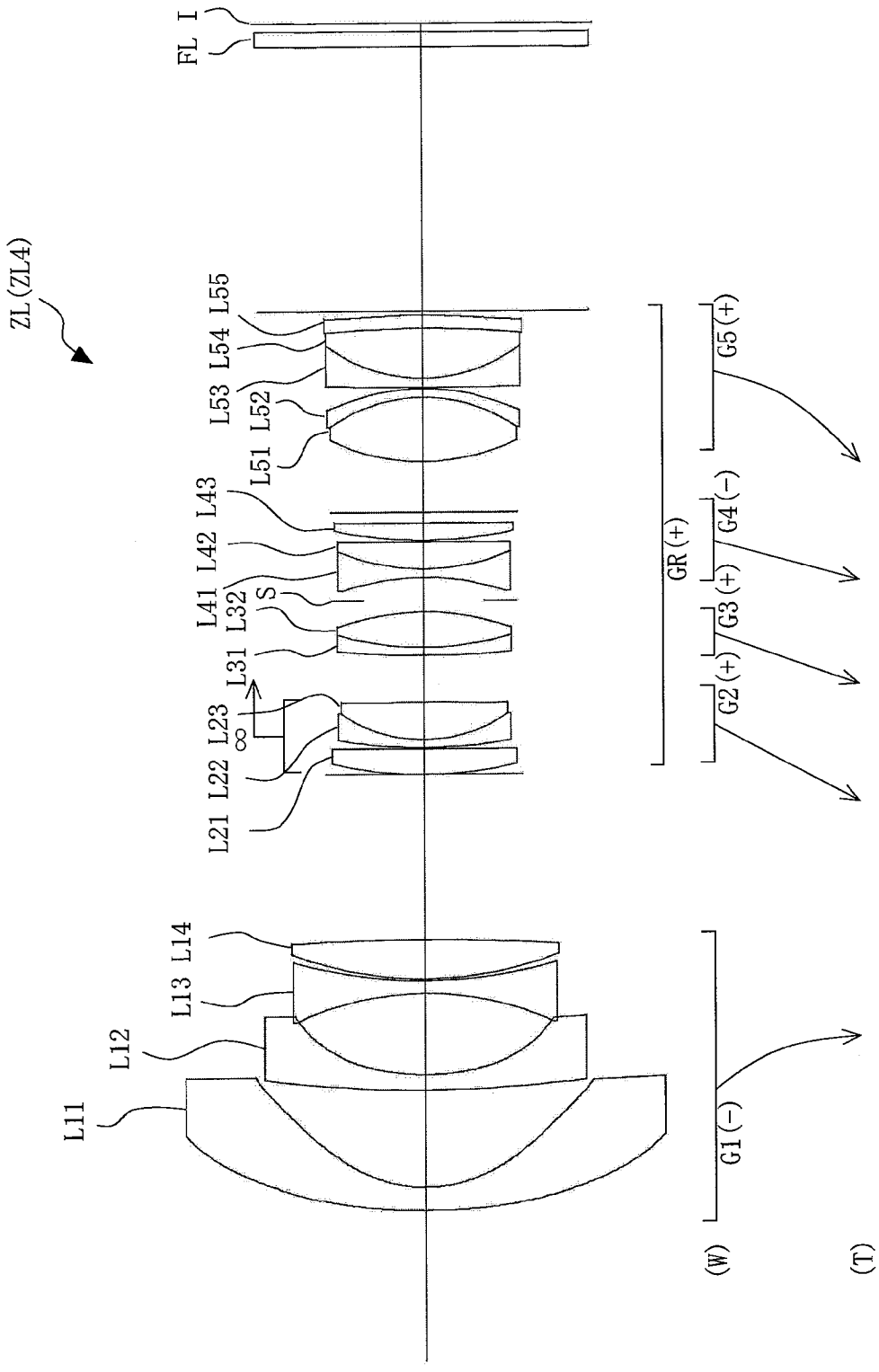

FL I
ZL(ZL3)
L55
L54
L53
L52
L51
L43
L42
L41
L32
S
L31
∞
L23
L22
L21
L14
L13
L12
L11
GR(+)
G5(+)
G4(-)
G3(+)
G2(+)
G1(-)
(W)
(T)

[図6]

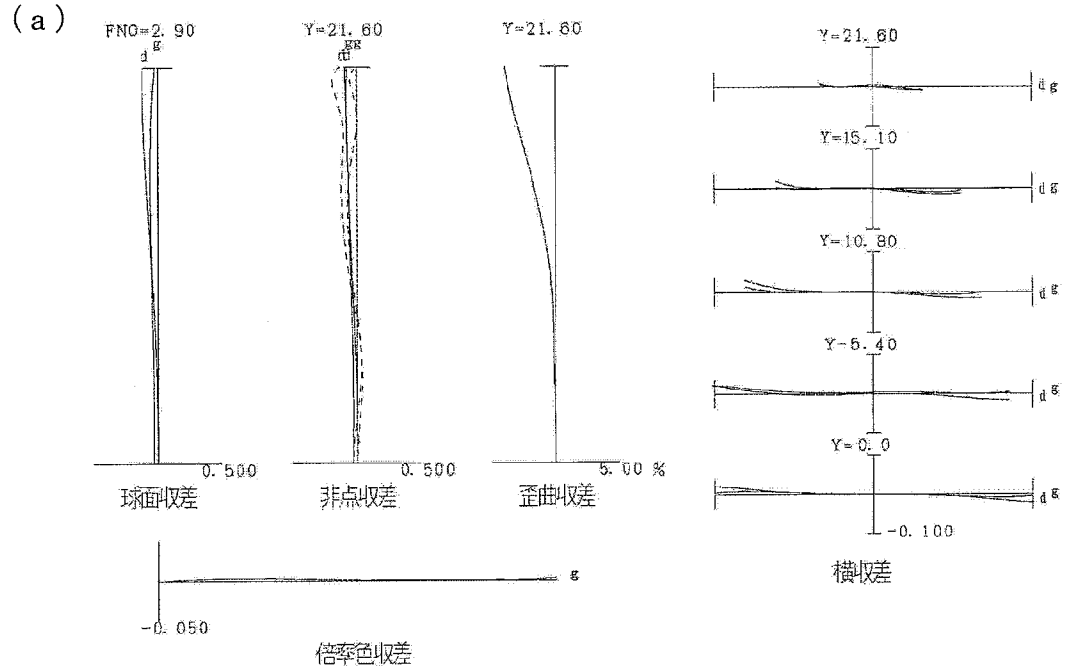

(a)
FNO=2.90
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
0.500
0.500
5.00 %
-0.100
球面収差
非点収差
歪曲収差
横収差
-0.050
倍率色収差

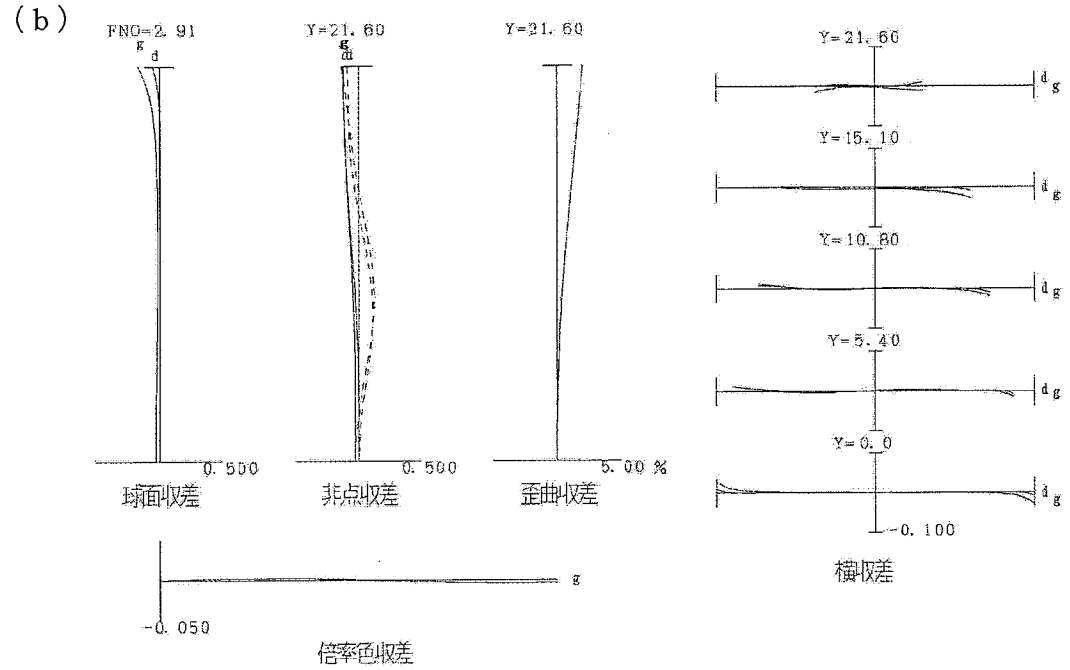

(b)
FNO=2.91
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
0.500
0.500
5.00 %
-0.100
球面収差
非点収差
歪曲収差
横収差
-0.050
倍率色収差

[図7]

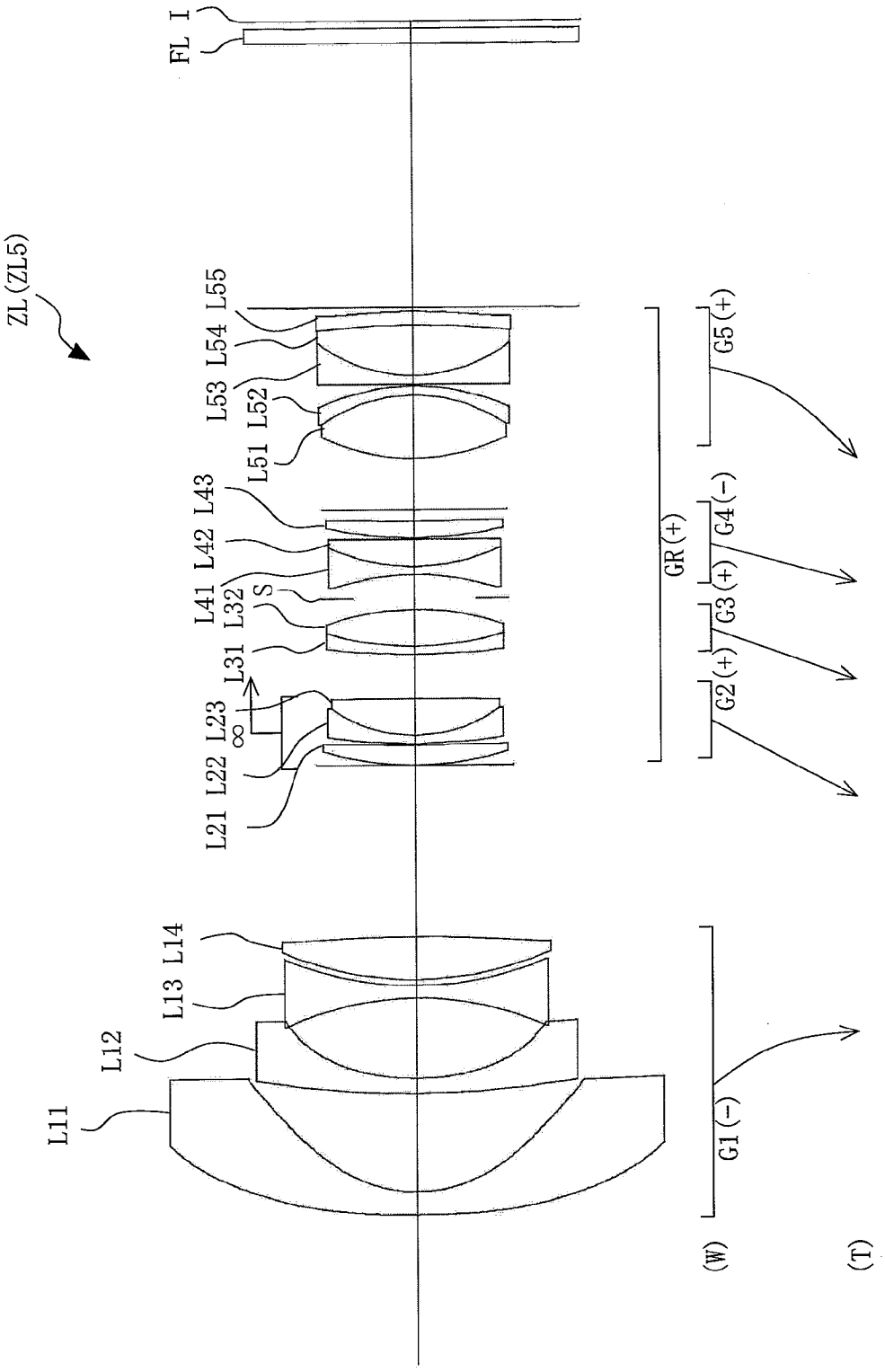

FL I
ZL(ZL4)
L55
L54
L53
L52
L51
L43
L42
L41
L32
S
L31
∞
L23
L22
L21
L14
L13
L12
L11
GR(+)
G5(+)
G4(−)
G3(+)
G2(+)
G1(−)
(W)
(T)

[図8]


(a)
FNO=2.90
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.00 %
球面収差
非点収差
歪曲収差
-0.050
倍率色収差
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
横収差

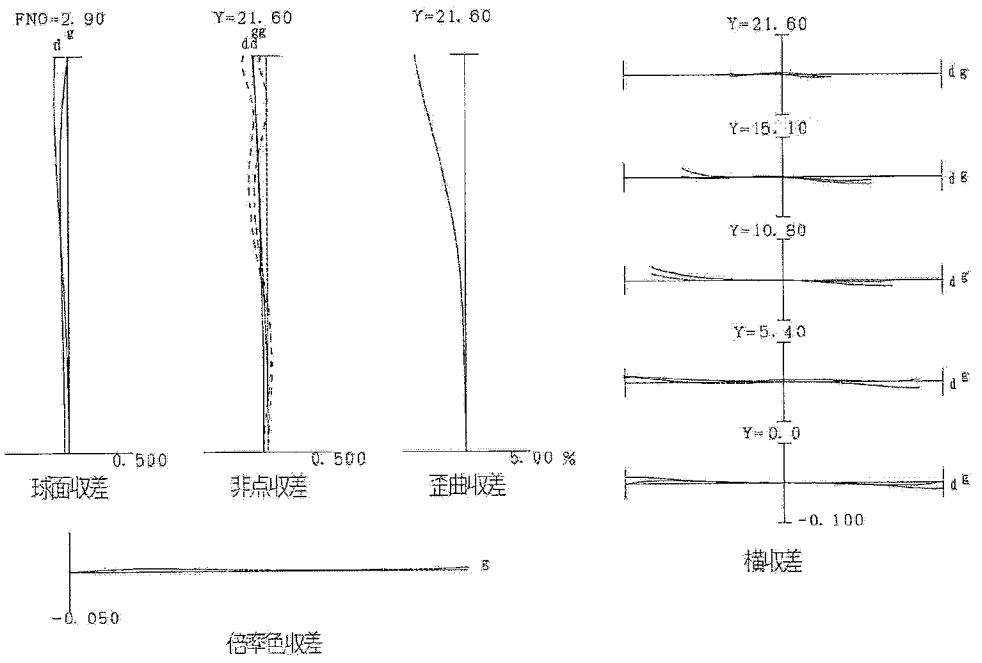

(b)
FNO=2.91
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.00 %
球面収差
非点収差
歪曲収差
-0.050
倍率色収差
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
横収差

[図9]

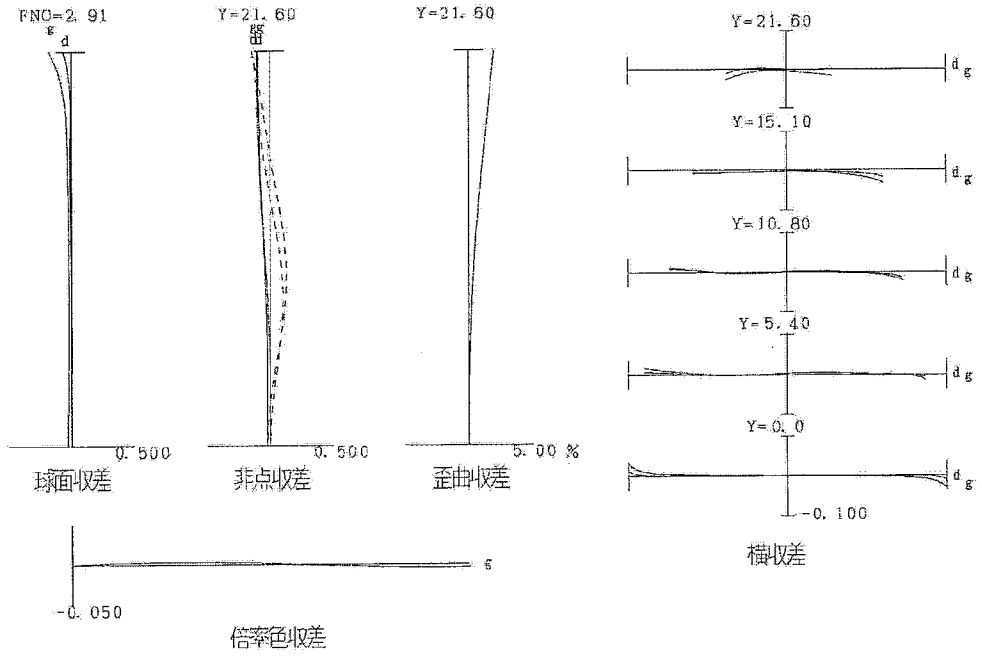

FL I
ZL(ZL5)
L55
L54
L53
L52
L51
L43
L42
L41
S
L32
L31
∞
L23
L22
L21
L14
L13
L12
L11
GR(+)
G5(+)
G4(-)
G3(+)
G2(+)
G1(-)
(W)
(T)

[図10]

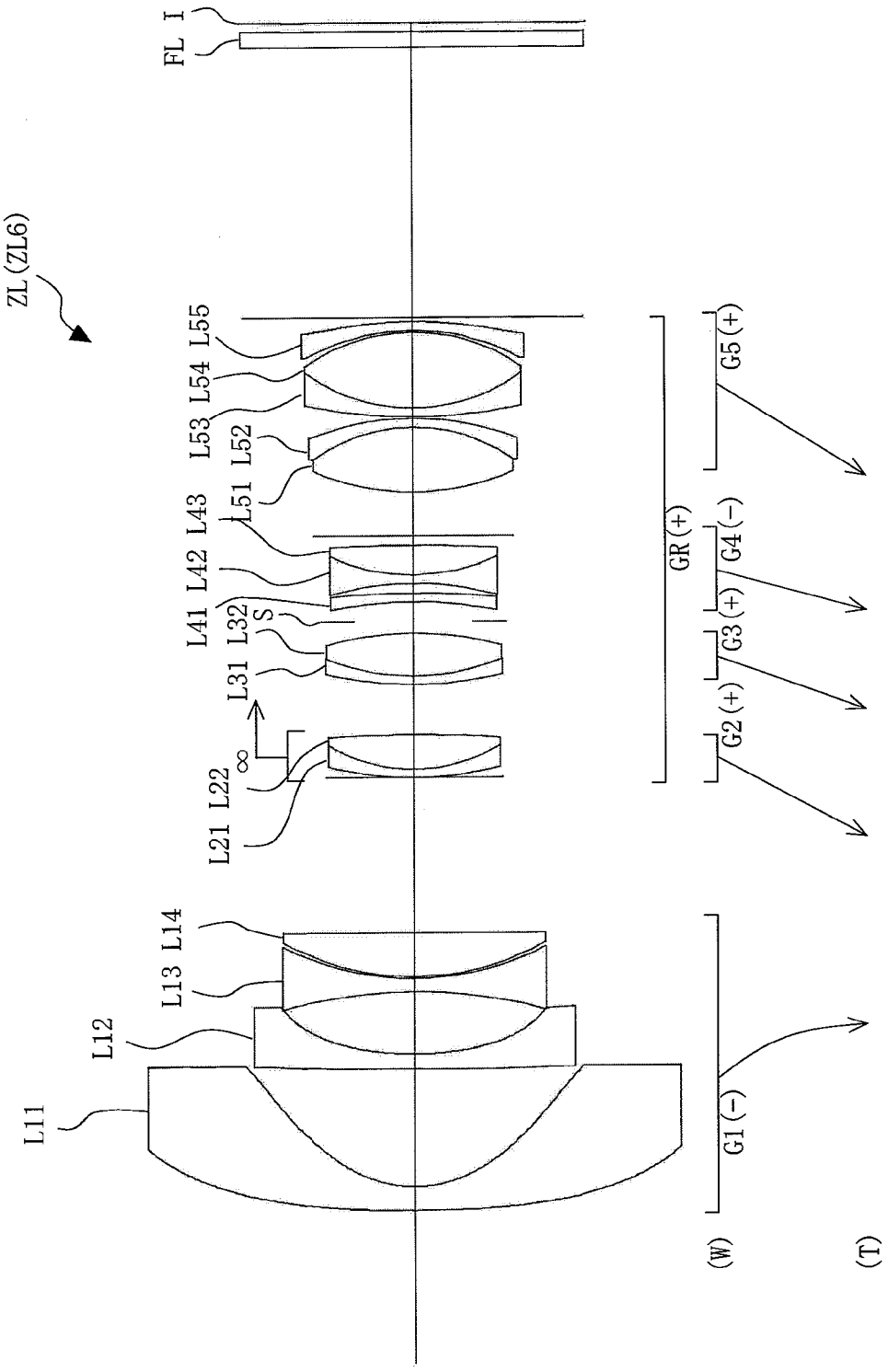
（a）


FNO=2.90
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
0.500
0.500
5.00 %
-0.100
-0.050
球面収差
非点収差
歪曲収差
横収差
倍率色収差

（b）

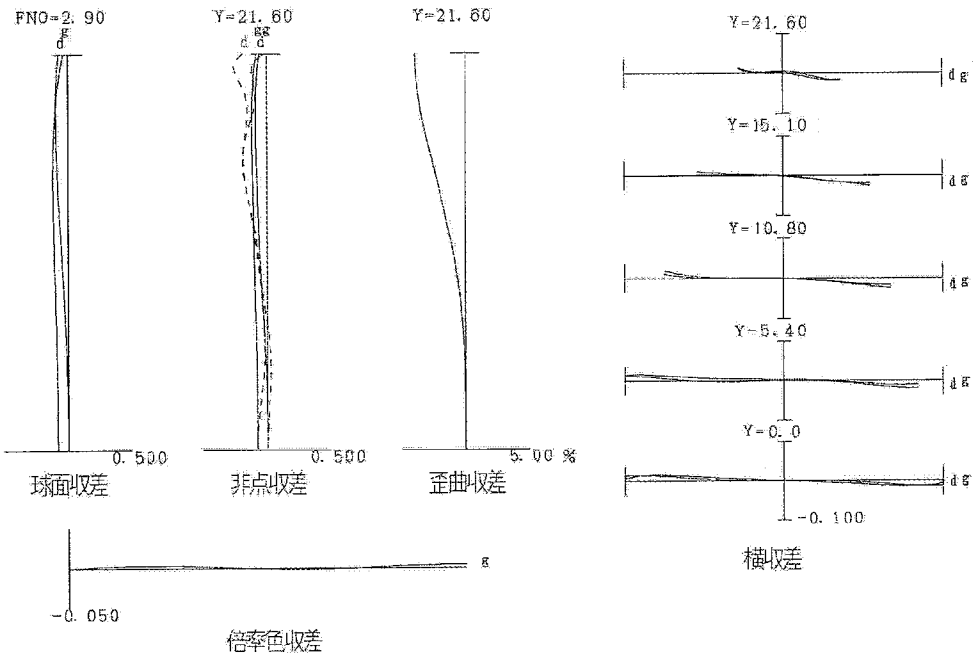

FNO=2.91
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
0.500
0.500
5.00 %
-0.100
-0.050
球面収差
非点収差
歪曲収差
横収差
倍率色収差

[図11]

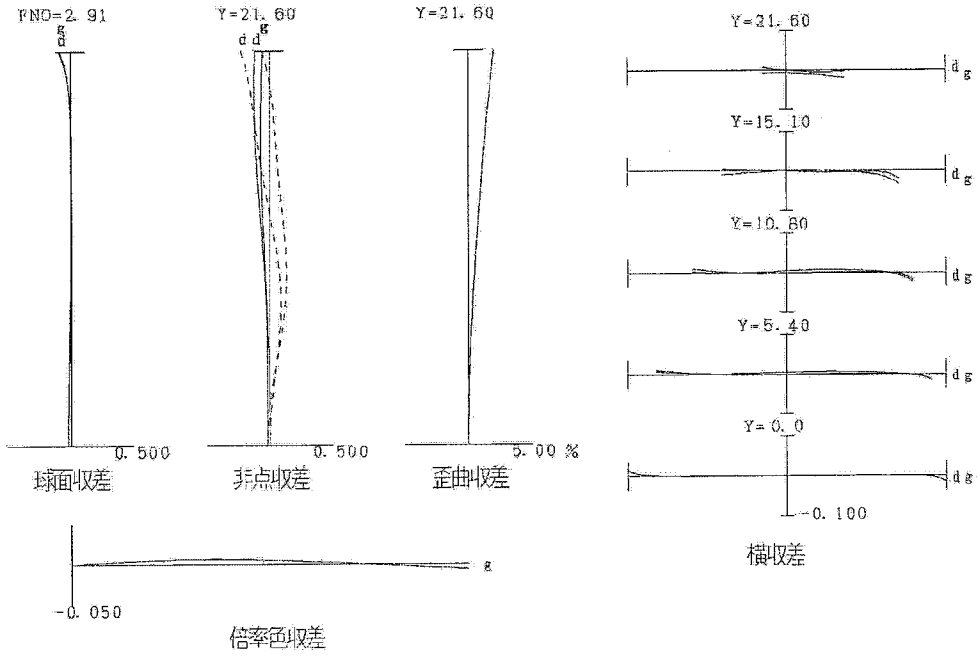

FL
I
ZL (ZL6)
L55
L54
L53
L52
L51
L43
L42
L41
L32
S
L31
∞
L22
L21
L14
L13
L12
L11
GR (+)
G5 (+)
G4 (−)
G3 (+)
G2 (+)
G1 (−)
(W)
(T)

[図12]

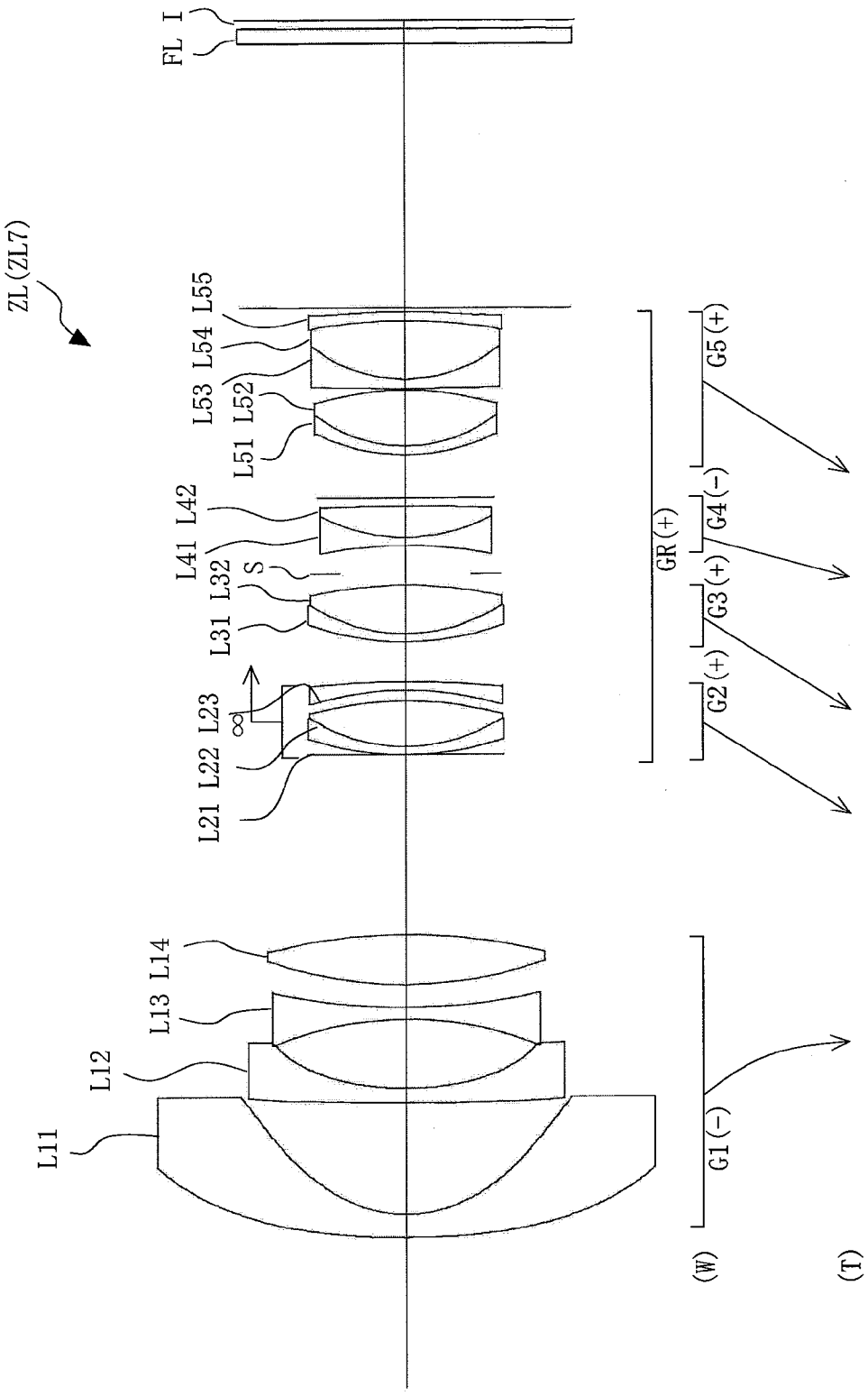
（a）


FNO=2.90
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
0.500
0.500
5.00 %
-0.100
-0.050
球面収差
非点収差
歪曲収差
横収差
倍率色収差

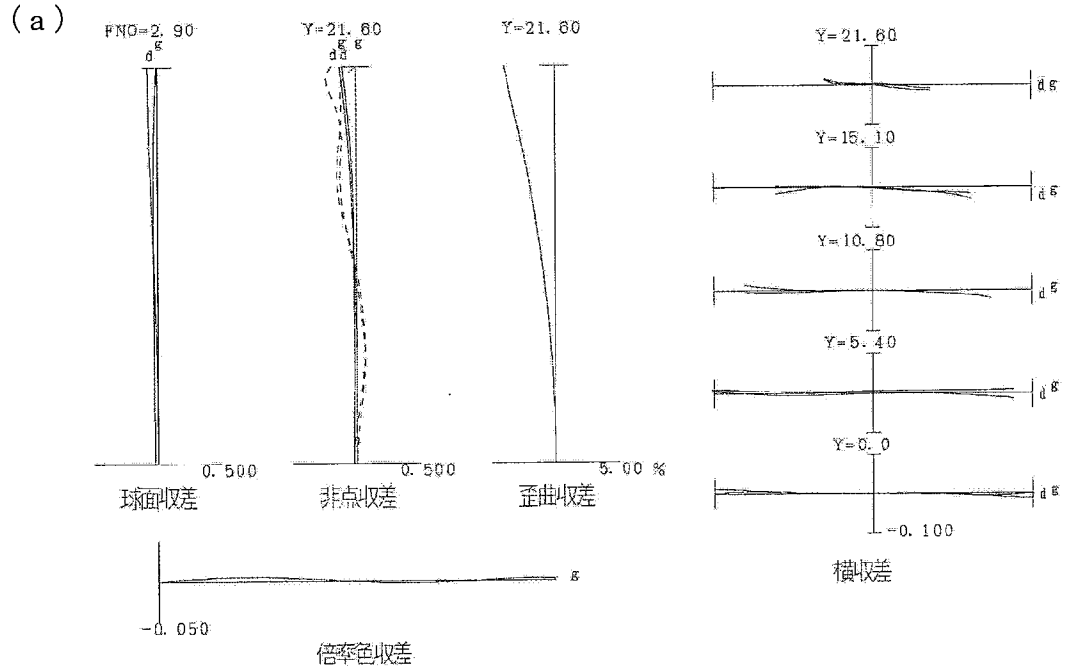
（b）

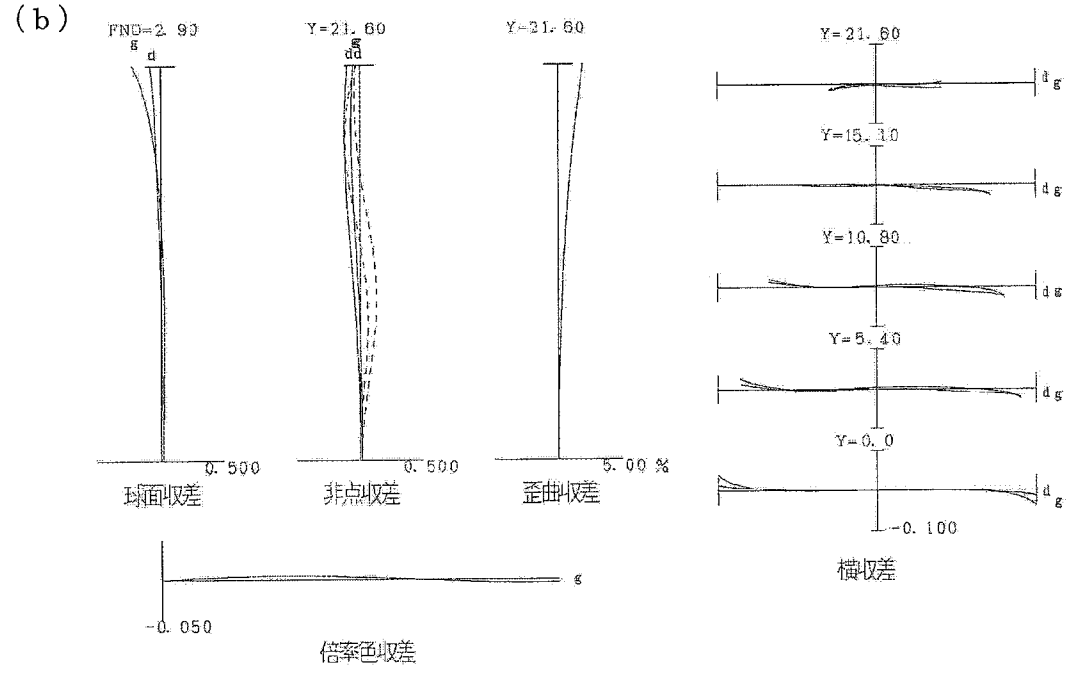

FNO=2.91
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
0.500
0.500
5.00 %
-0.100
-0.050
球面収差
非点収差
歪曲収差
横収差
倍率色収差

[図13]

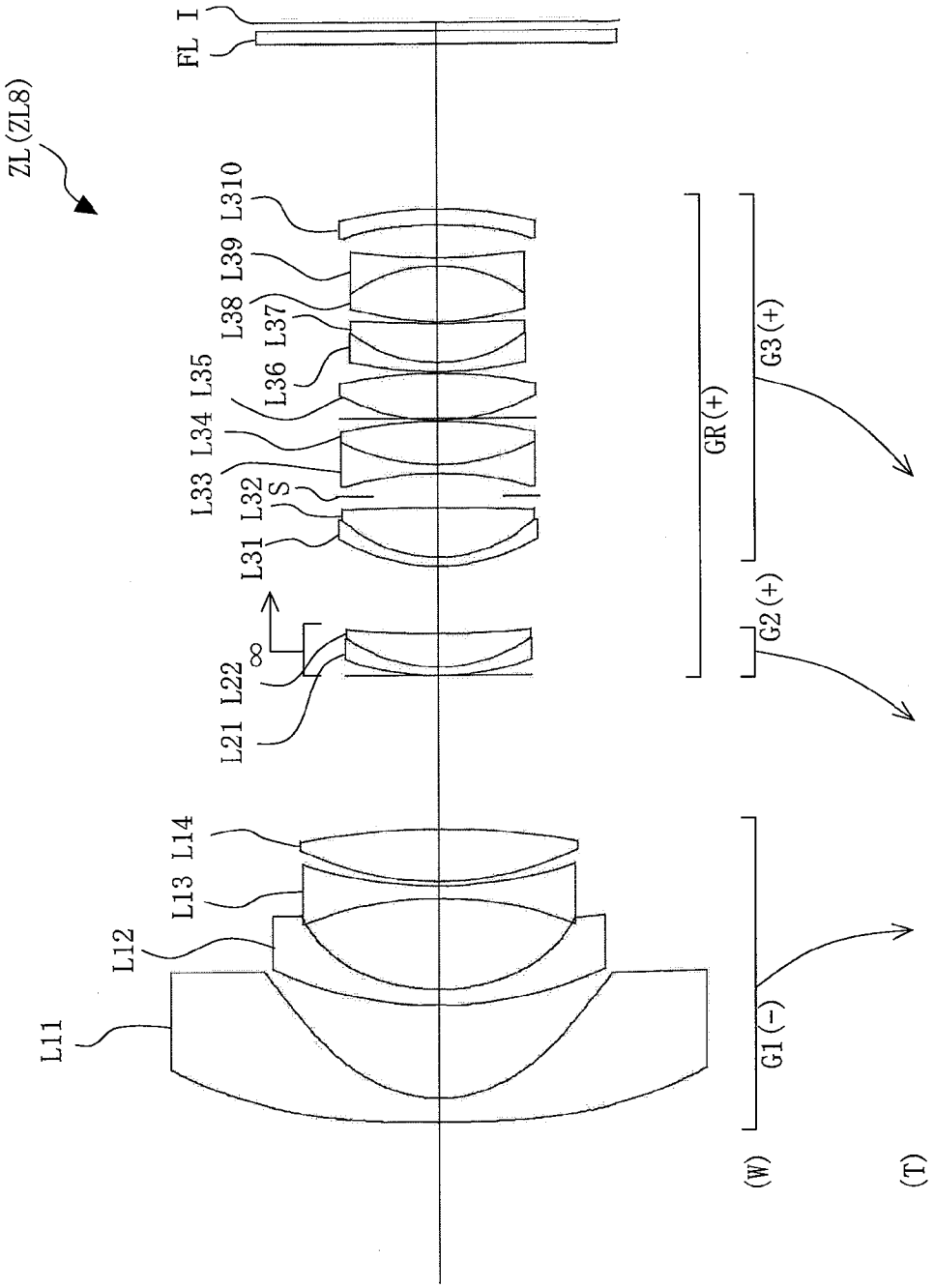

FL I
ZL(ZL7)
L53 L54 L55
L51 L52
L41 L42
L32 S
L31
L21 L22 L23
∞
L13 L14
L12
L11
GR(+)
G5(+)
G4(-)
G3(+)
G2(+)
G1(-)
(W)
(T)

[図14]


（a）
FNO=2.90
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.00 %
球面収差
非点収差
歪曲収差
-0.050
倍率色収差
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
横収差

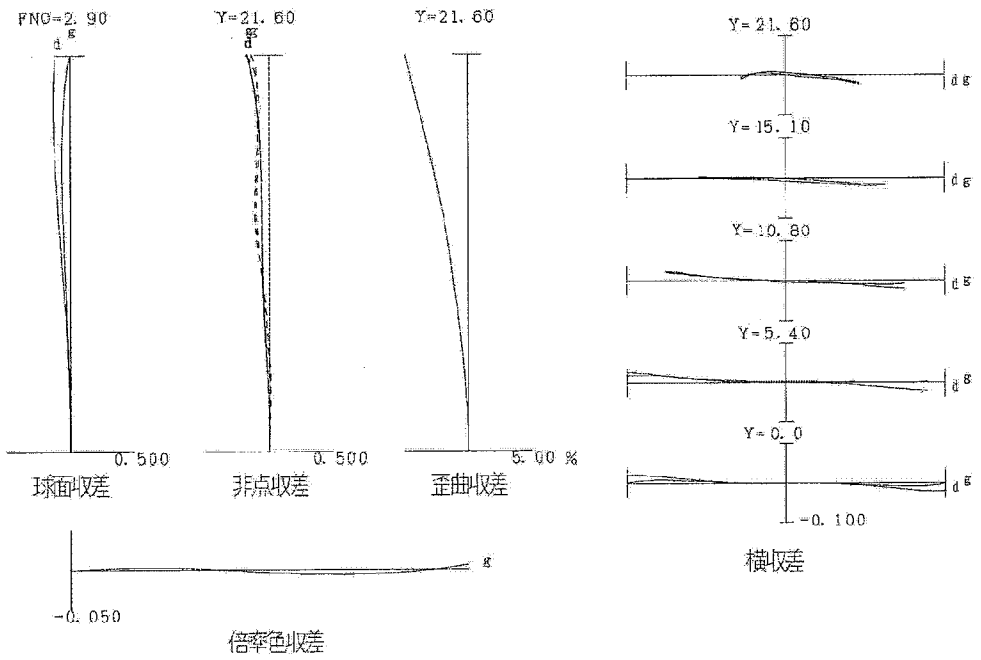

（b）
FNO=2.90
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.00 %
球面収差
非点収差
歪曲収差
-0.050
倍率色収差
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
横収差

[図15]

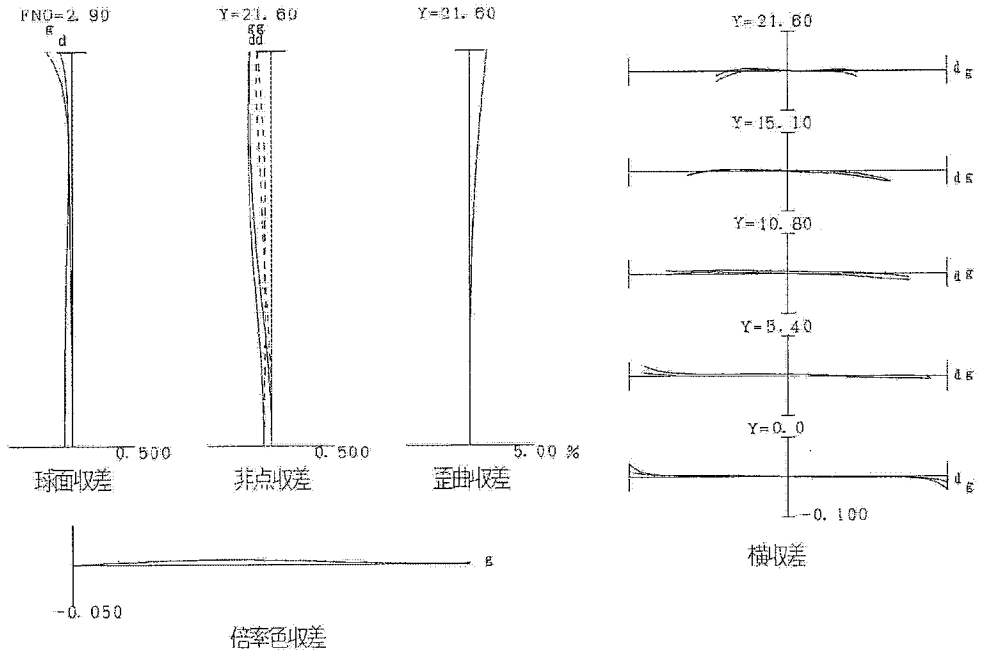

ZL(ZL8)
FL
I
L310
L39
L38
L37
L36
L35
L34
L33
L32
S
L31
∞
L22
L21
L14
L13
L12
L11
GR(+)
G3(+)
G2(+)
G1(-)
(W)
(T)

[図16]

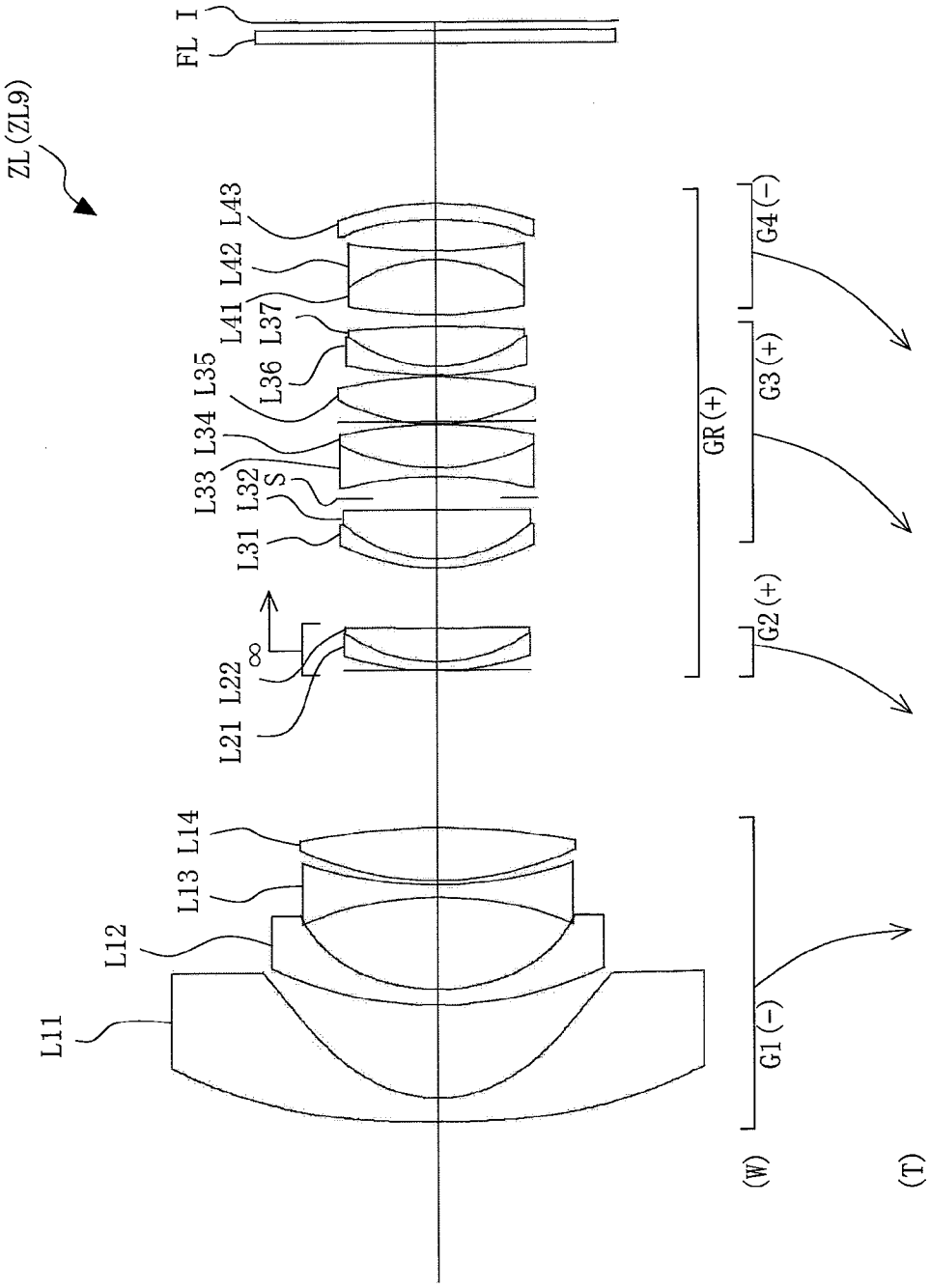
(a)


FNO=2.90
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
0.500
0.500
5.00 %
-0.100
-0.050
球面収差
非点収差
歪曲収差
横収差
倍率色収差

(b)

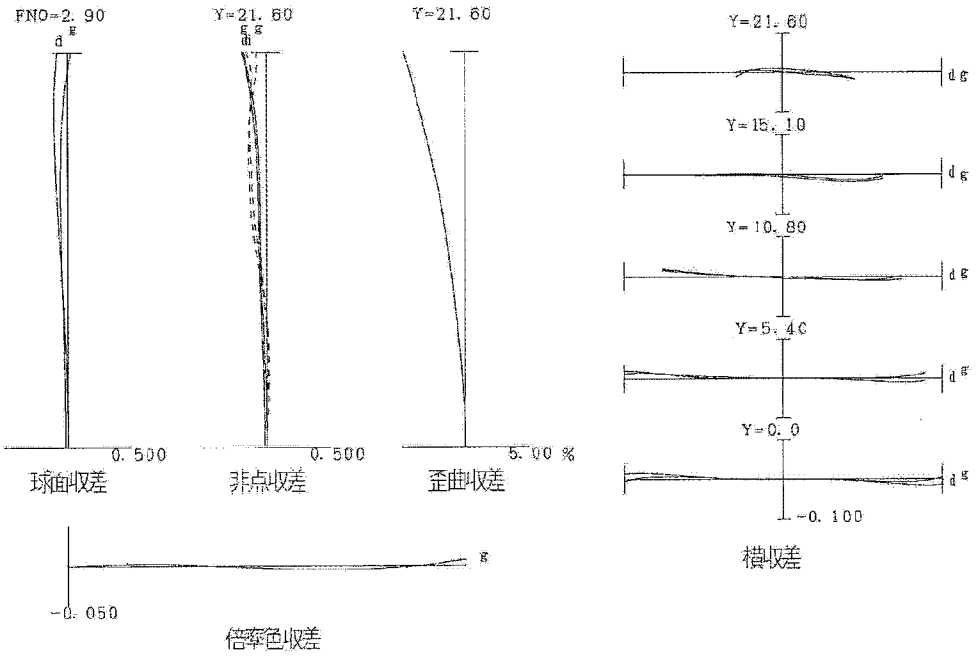

FNO=2.90
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
0.500
0.500
5.00 %
-0.100
-0.050
球面収差
非点収差
歪曲収差
横収差
倍率色収差

[図17]

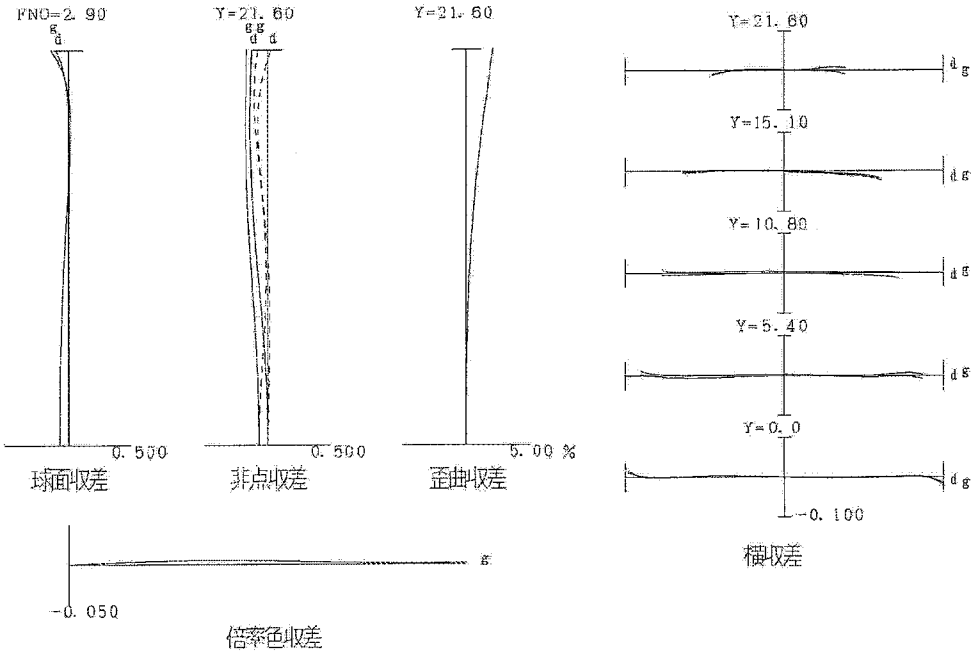

ZL(ZL9)
FL
I
L43
L42
L41
L37
L36
L35
L34
L33
L32
S
L31
L22
∞
L21
L14
L13
L12
L11
G4(−)
G3(+)
G2(+)
G1(−)
GR(+)
(W)
(T)

[図18]

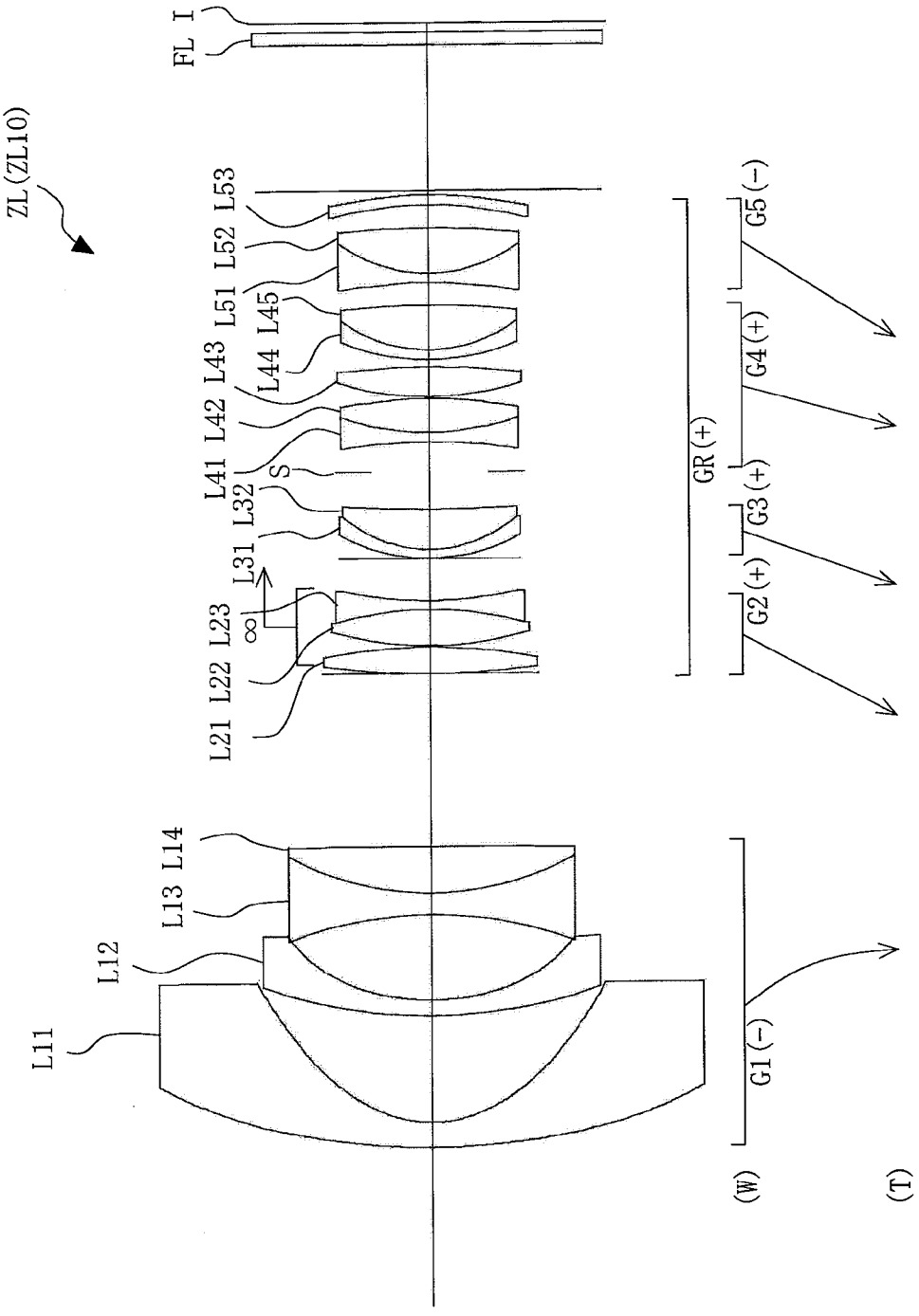
(a)


FNO=2.90
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.00 %
球面収差
非点収差
歪曲収差
-0.050
倍率色収差
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
横収差

(b)

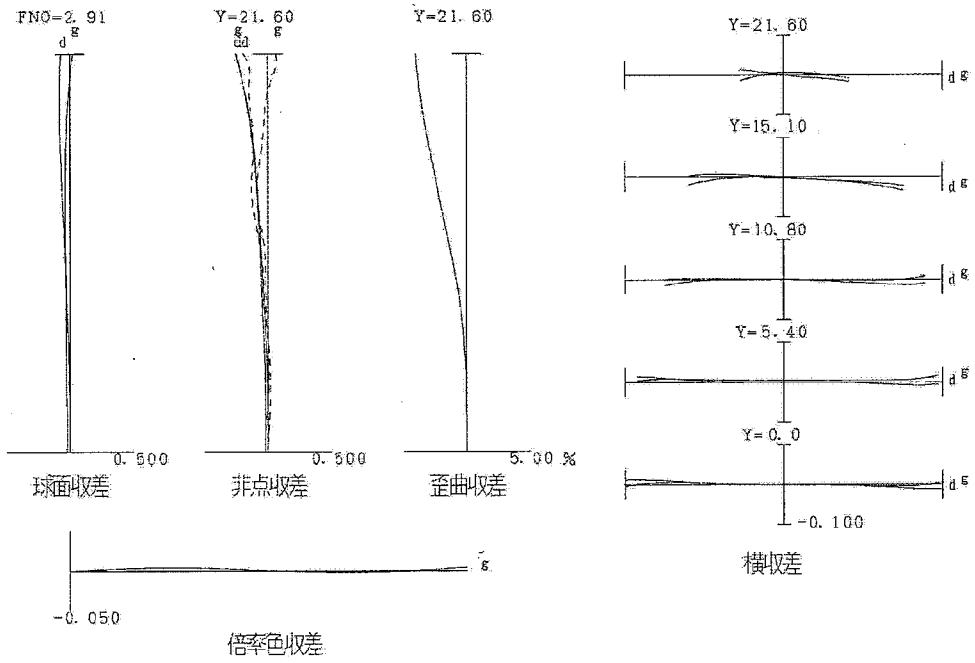

FNO=2.90
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.00 %
球面収差
非点収差
歪曲収差
-0.050
倍率色収差
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
横収差

[図19]

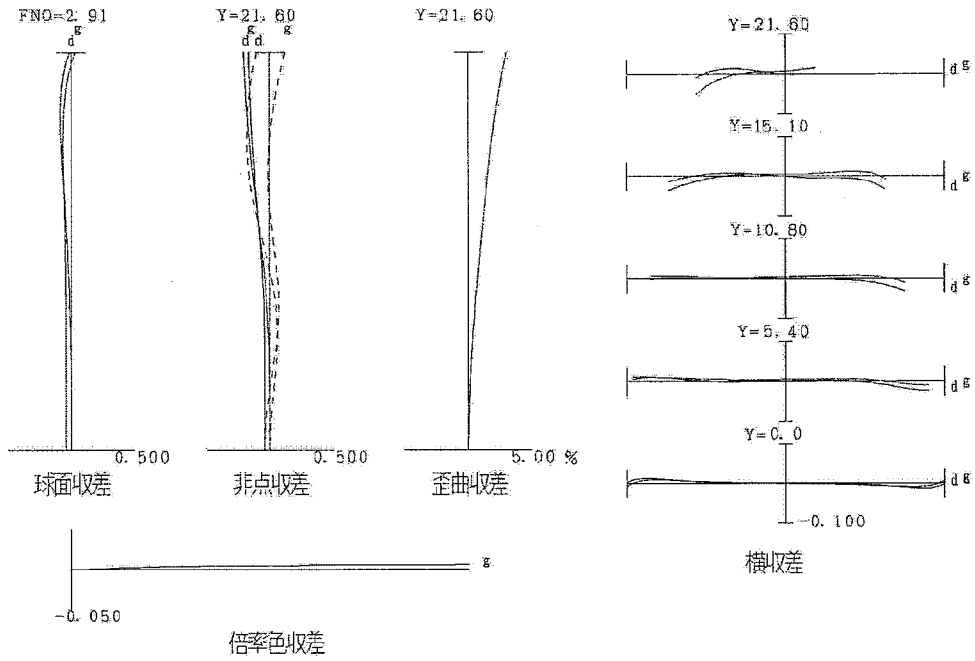

ZL(ZL10)
FL
I
L11
L12
L13
L14
L21
L22
L23
∞
L31
L32
S
L41
L42
L43
L44
L45
L51
L52
L53
GR(+)
G1(-)
G2(+)
G3(+)
G4(+)
G5(-)
(W)
(T)

[図20]

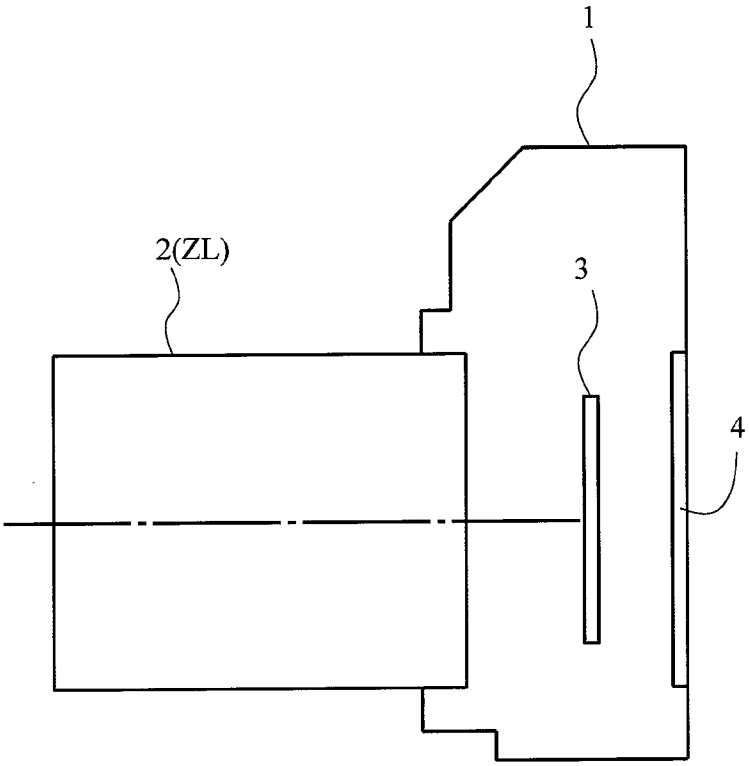
(a)


FNO=2.91
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
0.500
0.500
5.00 %
-0.100
球面収差
非点収差
歪曲収差
横収差
-0.050
倍率色収差

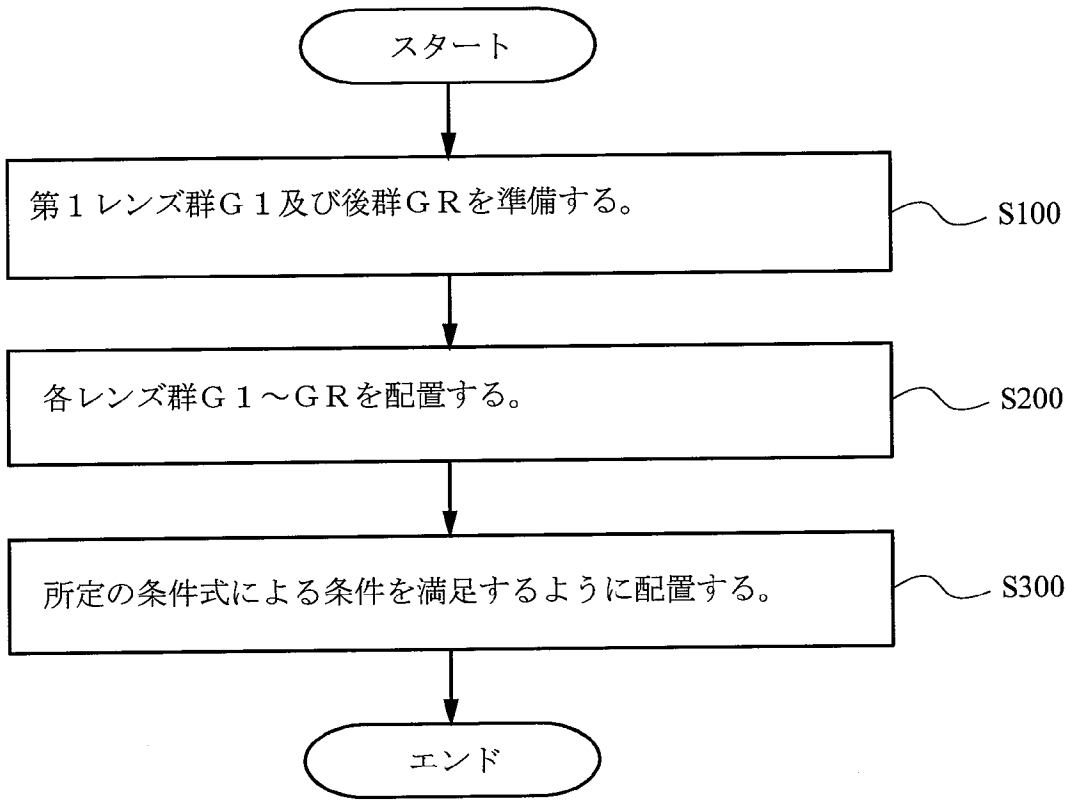
(b)


FNO=2.91
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
0.500
0.500
5.00 %
-0.100
球面収差
非点収差
歪曲収差
横収差
-0.050
倍率色収差

[図21]


1
2(ZL)
3
4

[図22]


スタート
第１レンズ群Ｇ１及び後群ＧＲを準備する。
S100
各レンズ群Ｇ１～ＧＲを配置する。
S200
所定の条件式による条件を満足するように配置する。
S300
エンド

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/050007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G02B15/20(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i
FI: G02B15/20, G02B13/18

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)
Int. Cl. G02B15/20, G02B13/18

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 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2014-206674 A (CANON INC.) 30 October 2014, numerical example 1, paragraphs [0061], [0062], fig. 8, numerical example 1, entire text, all drawings	1-14, 16-20, 22, 23 21 15
X Y A	JP 2014-77867 A (CANON INC.) 01 May 2014, numerical examples 4, 5, paragraphs [0018], [0019], fig. 15, numerical examples 4, 5, entire text, all drawings	1-13, 15-20, 22, 23 21 14
Y	JP 2005-316183 A (CANON ELECTRONICS INC.) 10 November 2005, paragraph [0063]	21
Y	JP 2004-145304 A (NIKON CORP.) 20 May 2004, example 3, paragraph [0056]	21

☐ 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
27.01.2020	04.02.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/050007

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2014-206674 A	30.10.2014	US 2014/0307152 A1 numerical example 1, paragraphs [0071], [0072], fig. 8	
JP 2014-77867 A	01.05.2014	US 2014/0098253 A1 numerical examples 4, 5, paragraphs [0028], [0029], fig. 15	
JP 2005-316183 A	10.11.2005	(Family: none)	
JP 2004-145304 A	20.05.2004	US 2004/0070844 A1 example 3, paragraph [0092] US 2005/0157403 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2019/050007

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G02B 15/20(2006.01)i; G02B 13/18(2006.01)i
FI: G02B15/20; G02B13/18

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））

G02B15/20; G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2014-206674 A (キヤノン株式会社) 30.10.2014 (2014-10-30) 数値実施例１,段落[0061],[0062],図8	1-14,16-20,22,23
Y	数値実施例１	21
A	全文全図	15
X	JP 2014-77867 A (キヤノン株式会社) 01.05.2014 (2014-05-01) 数値実施例4,5,段落[0018],[0019],図15	1-13,15-20,22,23
Y	数値実施例4,5	21
A	全文全図	14
Y	JP 2005-316183 A (キヤノン電子株式会社) 10.11.2005 (2005-11-10) 段落[0063]	21
Y	JP 2004-145304 A (株式会社ニコン) 20.05.2004 (2004-05-20) 第3実施例,段落[0056]	21

☐ 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	国際調査報告の発送日
27.01.2020	04.02.2020

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）

岡田　弘 2V 8361

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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/JP2019/050007

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2014-206674 A	30.10.2014	US 2014/0307152 A1 Numerical Example 1, [0071],[0072],FIG.8	
JP 2014-77867 A	01.05.2014	US 2014/0098253 A1 Numerical Examples 4,5, [0028],[0029],FIG15	
JP 2005-316183 A	10.11.2005	（ファミリーなし）	
JP 2004-145304 A	20.05.2004	US 2004/0070844 A1 EXAMPLE 3,[0092] US 2005/0157403 A1	