

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 5 月 8 日(08.05.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/069448 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/20 (2006.01) *G02B 13/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/079239
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 29 日(29.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-238732 2012 年 10 月 30 日(30.10.2012) JP
特願 2012-238733 2012 年 10 月 30 日(30.10.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町 1 丁目
1 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 幸島 知之(SASHIMA, Tomoyuki); 〒
1008331 東京都千代田区有楽町 1 丁目 1 2 番 1
号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 小濱 昭彦
(OBAMA, Akihiko); 〒1008331 東京都千代田区有
楽町 1 丁目 1 2 番 1 号 株式会社ニコン内
Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 井上 義雄, 外(INOUE, Yoshio et al.); 〒
1030027 東京都中央区日本橋 3 丁目 1 番 4 号画
廊ビル 3 階 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

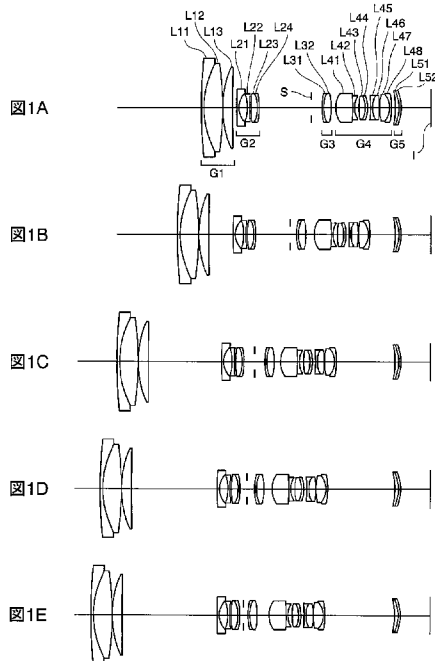
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (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))

(54) Title: VARIABLE MAGNIFICATION OPTICAL SYSTEM, OPTICAL DEVICE, AND PRODUCTION METHOD FOR VARIABLE MAGNIFICATION OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称: 変倍光学系、光学装置、変倍光学系の製造方法



(57) Abstract: Provided is a variable magnification optical system having, in order from the object side: a first lens group having a positive refractive power; a second lens group having a negative refractive power; a third lens group having a positive refractive power; a fourth lens group having a positive refractive power; and a fifth lens group having a positive refractive power. The variable magnification optical system is compact, has high optical performance, and has a high magnification ratio as a result of the interval between the first lens group and the second lens group, the interval between the second lens group and the third lens group, the interval between the third lens group and the fourth lens group, and the interval between the fourth lens group and the fifth lens group changing when magnification is changed from a wide-angle end state to a telescopic end state, and a prescribed formula being fulfilled. Also provided are an optical device and a production method for the variable magnification optical system.

(57) 要約: 物体側から順に、正屈折力の第 1 レンズ群と、負屈折力の第 2 レンズ群と、正屈折力の第 3 レンズ群と、正屈折力の第 4 レンズ群と、正屈折力の第 5 レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔、前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群との間隔が変化し、所定の条件式を満足することにより、高変倍比を有し、小型で、高い光学性能を有する変倍光学系、光学装置、変倍光学系の製造方法を提供する。

明 細 書

発明の名称：変倍光学系、光学装置、変倍光学系の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、変倍光学系、光学装置、変倍光学系の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、カメラ用の交換レンズ、デジタルカメラ、ビデオカメラ等に好適な変倍光学系として、最も物体側のレンズ群が正の屈折力を有するものが数多く提案されている。（例えば、特開２００７－２９２９９４号公報を参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００７－２９２９９４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述のような従来の変倍光学系は、高変倍比を維持しながら小型化を図ろうとすれば、十分に高い光学性能を得ることが困難であるという問題があった。

そこで本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、高変倍比を有し、小型で、高い光学性能を有する変倍光学系、光学装置、変倍光学系の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するため、本発明は、

物体側から順に、正屈折力の第１レンズ群と、負屈折力の第２レンズ群と、正屈折力の第３レンズ群と、正屈折力の第４レンズ群と、正屈折力の第５レンズ群とを有し、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第１レンズ群と前記第２レンズ群との間隔、前記第２レンズ群と前記第３レンズ群との間隔、前記第３

レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化し、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系を提供する。

$$7.60 < f_5 / f_w < 45.00$$

$$0.430 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_4 < 0.700$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} : 広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} : 望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

また、本発明は、

物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群とを有し、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化し、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系を提供する。

$$11.80 < f_5 / f_w < 32.00$$

$$0.170 < f_4 / f_5 < 0.510$$

$$0.065 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_5 < 0.300$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} : 広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} : 望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

[0006] また、本発明は、前記変倍光学系を有することを特徴とする光学装置を提供する。

[0007] また、本発明は、

物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、

前記第4レンズ群と前記第5レンズ群が以下の条件式を満足するようにし、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するようにすることを特徴とする変倍光学系の製造方法を提供する。

$$7.60 < f_5 / f_w < 45.00$$

$$0.430 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_4 < 0.700$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} : 広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} : 望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

また、本発明は、

物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、

前記第4レンズ群と前記第5レンズ群が以下の条件式を満足するようにし、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するようにすることを特徴とする変倍光学系の製造方法を提供する。

$$11.80 < f_5 / f_w < 32.00$$

$$0.170 < f_4 / f_5 < 0.510$$

$$0.065 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_5 < 0.300$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} : 広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} : 望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、高変倍比を有し、小型で、高い光学性能を有する変倍光学系、光学装置、変倍光学系の製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1A、図1B、図1C、図1D、及び図1Eはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第1実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点

距離状態、第2中間焦点距離状態、第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図2]図2A、図2B、及び図2Cはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第1実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、及び第2中間焦点距離状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図3]図3A、及び図3Bはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第1実施例に係る変倍光学系の第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図4]図4A、図4B、図4C、図4D、及び図4Eはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第2実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、第2中間焦点距離状態、第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図5]図5A、図5B、及び図5Cはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第2実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、及び第2中間焦点距離状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図6]図6A、及び図6Bはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第2実施例に係る変倍光学系の第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図7]図7A、図7B、図7C、図7D、及び図7Eはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第3実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、第2中間焦点距離状態、第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図8]図8A、図8B、及び図8Cはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第3実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、及び第2中間焦点距離状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図9]図9A、及び図9Bはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第3実施例に係る変倍光学系の第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図10]図10A、図10B、図10C、図10D、及び図10Eはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、第2中間焦点距離状態、第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[図11]図11A、図11B、及び図11Cはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、及び第2中間焦点距離状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図12]図12A、及び図12Bはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第4実施例に係る変倍光学系の第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[図13]図13は、本願第1及び第2実施形態の変倍光学系を備えたカメラの構成を示す図である。

[図14]図14は、本願第1実施形態の変倍光学系の製造方法の概略を示す図である。

[図15]図15は、本願第2実施形態の変倍光学系の製造方法の概略を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本願第1及び第2実施形態の変倍光学系、光学装置、及び変倍光学系の製造方法について説明する。

本願第1実施形態の変倍光学系は、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化することを特徴としている。この構成により、本願の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍を実現し、変倍に伴う歪曲収差、非点収差、及び球面収差のそれぞれの変動を抑えることができる。

[0011] また、第5レンズ群が正屈折力となることで、第5レンズ群の使用倍率は等倍より小さくなる。その結果、第1レンズ群から第4レンズ群までの合成焦点距離が相対的に長くでき、製造上発生する第1レンズ群から第4レンズ群までに配置された各レンズ間の偏芯に起因する偏芯コマ収差などの影響を相対的に小さく抑える事ができるようになり、高い光学性能の変倍光学系を提供することができる。

[0012] また、本願第1実施形態の変倍光学系は、以下の条件式(1-1)、(1-2)を満足することを特徴としている。

$$(1-1) \quad 7.60 < f_5 / f_w < 45.00$$

$$(1-2) \quad 0.430 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_4 < 0.700$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} : 広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} : 望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

[0013] 条件式(1-1)は、第5レンズ群の適切な焦点距離範囲を規定するものである。本願第1実施形態の変倍光学系は、条件式(1-1)を満足することにより、変倍時に非点収差や歪曲収差の変動を抑えることができる。

本願第1実施形態の変倍光学系の条件式(1-1)の対応値が下限値を下回ると、変倍時に第5レンズ群で発生する非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現することができなくなってしまう。また第5レンズ群のレンズ径が大きくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-1)の下限値を11.80とすることがより好ましい。

一方、本願第1実施形態の変倍光学系の条件式(1-1)の対応値が上限

値を上回ると、変倍時に第1レンズ群から第4レンズ群で発生する非点収差や歪曲収差の変動を第5レンズ群で抑えることが困難となり、高い光学性能を実現することができなくなってしまう。また、第1レンズ群から第4レンズ群までの合成焦点距離が短くなるため、製造上発生する第1レンズ群から第4レンズ群までに配置された各レンズ間の偏芯に起因する偏芯コマ収差などの影響が相対的に大きくなり、高い光学性能を実現することができなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-1)の上限値を32.00とすることがより好ましい。

[0014] 条件式(1-2)は、広角端状態から望遠端状態への変倍時における、第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの距離の適切な範囲を規定するものである。本願第1実施形態の変倍光学系は、条件式(1-2)を満足することにより、変倍時の非点収差の変動を抑えることができる。

本願第1実施形態の変倍光学系の条件式(1-2)の対応値が下限値を下回ると、第1レンズ群から第3レンズ群までの合成焦点距離が相対的に短くなるため、変倍時に第1レンズ群から第3レンズ群で発生する非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現できなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-2)の下限値を0.520とすることがより好ましい。

一方、本願第1実施形態の変倍光学系の条件式(1-2)の対応値が上限値を上回ると、変倍時に第4レンズ群で発生する非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現できなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-2)の上限値を0.680とすることがより好ましい。

以上の構成により、高変倍比を有し、小型で、高い光学性能を有する変倍光学系を実現することができる。

[0015] また、本願第1実施形態の変倍光学系は、以下の条件式(1-3)を満足することが望ましい。

$$(1-3) \quad 0.410 < f_3 / f_4 < 1.000$$

但し、

f_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離。

[0016] 条件式(1-3)は、第3レンズ群と第4レンズ群の適切な焦点距離比の範囲を規定するものである。本願第1実施形態の変倍光学系は、条件式(1-3)を満足することにより、変倍時の球面収差や非点収差の変動を抑えることができる。

本願第1実施形態の変倍光学系の条件式(1-3)の対応値が下限値を下回ると、変倍時に第3レンズ群で発生する球面収差や非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現することができなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-3)の下限値を0.550とすることがより好ましい。

一方、本願第1実施形態の変倍光学系の条件式(1-3)の対応値が上限値を上回ると、変倍時に第4レンズ群で発生する球面収差や非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現できなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-3)の上限値を0.880とすることがより好ましい。

[0017] また、本願第1実施形態の変倍光学系は、以下の条件式(1-4)を満足することが望ましい。

$$(1-4) \quad -0.050 < (d_{3t} - d_{3w}) / f_w < 0.750$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

d_{3w} : 広角端状態における前記第3レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第4レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離、

d_{3t} : 望遠端状態における前記第3レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第4レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離。

[0018] 条件式(1-4)は、広角端状態から望遠端状態への変倍時における、第3レンズ群の最も像側のレンズ面から第4レンズ群の最も物体側のレンズ面

との光軸上の距離の適切な範囲を規定するものである。本願第1実施形態の変倍光学系は、条件式(1-4)を満足することにより、変倍時のコマ収差や非点収差の変動を抑えることができる。

本願第1実施形態の変倍光学系の条件式(1-4)の対応値が下限値を下回ると、変倍時に第3レンズ群で発生する非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現できなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-4)の下限値を0.000とすることがより好ましい。

一方、本願第1実施形態の変倍光学系の条件式(1-4)の対応値が上限値を上回ると、変倍時に第4レンズ群で発生するコマ収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現できなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(1-4)の上限値を0.500とすることがより好ましい。

[0019] また、本願第1実施形態の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群が物体側へ移動することが望ましい。この構成により、第1レンズ群を通過する軸外光束の光軸からの高さの変化を抑えることができる。これにより、第1レンズ群の径を小さくできるだけでなく、変倍時に非点収差の変動を抑えることもできる。

[0020] また、本願第1実施形態の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加することが望ましい。この構成により、第2レンズ群の倍率を増倍することができ、高変倍比を効率的に実現しつつ変倍時に球面収差の変動や非点収差の変動を抑えることができる。

[0021] また、本願第1実施形態の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少することが望ましい。この構成により、第3レンズ群と第4レンズ群の合成倍率を増倍することができ、高変倍比を効率的に実現しつつ変倍時に球面収差の変動や非点収差の変動を抑えることができる。

[0022] また、本願第1実施形態の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が増加することが望ましい。この構成により、第3レンズ群と第4レンズ群の合成倍率を増倍することができ、高変倍比を効率的に実現しつつ変倍時に球面収差の変動や非点収差の変動を抑えることができる。

[0023] また、本願第1実施形態の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第5レンズ群の位置が固定であることが望ましい。この構成により、変倍時に第4レンズ群から第5レンズ群へ入射する周辺光線の光軸からの高さを変化させることができる。これにより、変倍時の非点収差の変動をより良好に抑えることができる。

[0024] 本願第1実施形態の光学装置は、上述した構成の変倍光学系を有することを特徴としている。これにより、高変倍比を有し、小型で、高い光学性能を有する光学装置を実現することができる。

[0025] 本願第1実施形態の変倍光学系の製造方法は、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群が以下の条件式(1-1)、(1-2)を満足するようにし、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するようにすることを特徴としている。

$$(1-1) \quad 7.60 < f_5 / f_w < 45.00$$

$$(1-2) \quad 0.430 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_4 < 0.700$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} : 広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} : 望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

[0026] 次に、本願第2実施形態の変倍光学系は、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化することを特徴としている。この構成により、本願の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍を実現し、変倍に伴う歪曲収差、非点収差、及び球面収差のそれぞれの変動を抑えることができる。

[0027] また、第5レンズ群が正屈折力となることで、第5レンズ群の使用倍率は等倍より小さくなる。その結果、第1レンズ群から第4レンズ群までの合成焦点距離が相対的に長くでき、製造上発生する第1レンズ群から第4レンズ群までに配置された各レンズ間の偏芯に起因する偏芯コマ収差などの影響を相対的に小さく抑える事ができるようになり、高い光学性能の変倍光学系を提供することができる。

[0028] また、本願第2実施形態の変倍光学系は、以下の条件式(2-1)、(2-2)、(2-3)を満足することを特徴としている。

$$(2-1) \quad 11.80 < f_5 / f_w < 32.00$$

$$(2-2) \quad 0.170 < f_4 / f_5 < 0.510$$

$$(2-3) \quad 0.065 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_5 < 0.300$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} : 広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} : 望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

[0029] 条件式(2-1)は、第5レンズ群の適切な焦点距離範囲を規定するものである。本願の変倍光学系は、条件式(2-1)を満足することにより、変倍時に非点収差や歪曲収差の変動を抑えることができる。

本願第2実施形態の変倍光学系の条件式(2-1)の対応値が下限値を下回ると、変倍時に第5レンズ群で発生する非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現することができなくなってしまう。また第5レンズ群のレンズ径が大きくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(2-1)の下限値を12.00とすることがより好ましい。

一方、本願第2実施形態の変倍光学系の条件式(2-1)の対応値が上限値を上回ると、変倍時に第1レンズ群から第4レンズ群で発生する非点収差や歪曲収差の変動を第5レンズ群で抑えることが困難となり、高い光学性能を実現することができなくなってしまう。また、第1レンズ群から第4レンズ群までの合成焦点距離が短くなるため、製造上発生する第1レンズ群から第4レンズ群までに配置された各レンズ間の偏芯に起因する偏芯コマ収差などの影響が相対的に大きくなり、高い光学性能を実現することができなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(2-1)の上限値を28.00とすることがより好ましい。

[0030] 条件式(2-2)は、第4レンズ群と第5レンズ群の適切な焦点距離比の範囲を規定するものである。本願の変倍光学系は、条件式(2-2)を満足することにより、変倍時の非点収差や歪曲収差の変動を抑えることができる。

本願第2実施形態の変倍光学系の条件式(2-2)の対応値が下限値を下回ると、変倍時に第4レンズ群で発生する非点収差や歪曲収差の変動を第5

レンズ群で抑えることが困難となり、高い光学性能を実現できなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（２－２）の下限値を０．１７４とすることがより好ましい。

一方、本願第２実施形態の変倍光学系の条件式（２－２）の対応値が上限値を上回ると、変倍時に第５レンズ群で発生する非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現できなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（２－２）の上限値を０．４８０とすることがより好ましい。

[0031] 条件式（２－３）は、広角端状態から望遠端状態への変倍時における、第４レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの距離の適切な範囲を規定するものである。本願第２実施形態の変倍光学系は、条件式（２－３）を満足することにより、変倍時の非点収差の変動を抑えることができる。

本願第２実施形態の変倍光学系の条件式（２－３）の対応値が下限値を下回ると、第１レンズ群から第３レンズ群までの合成焦点距離が相対的に短くなるため、変倍時に第１レンズ群から第３レンズ群で発生する非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現できなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（２－３）の下限値を０．１００とすることがより好ましい。

一方、本願第２実施形態の変倍光学系の条件式（２－３）の対応値が上限値を上回ると、変倍時に第５レンズ群で発生する非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現できなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式（２－３）の上限値を０．２７０とすることがより好ましい。

以上の構成により、高変倍比を有し、小型で、高い光学性能を有する変倍光学系を実現することができる。

[0032] また、本願第２実施形態の変倍光学系は、以下の条件式（２－４）を満足することが望ましい。

$$(2-4) \quad 0.410 < f_3 / f_4 < 1.000$$

但し、

f_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離。

[0033] 条件式(2-4)は、第3レンズ群と第4レンズ群の適切な焦点距離比の範囲を規定するものである。本願第2実施形態の変倍光学系は、条件式(2-4)を満足することにより、変倍時の球面収差や非点収差の変動を抑えることができる。

本願第2実施形態の変倍光学系の条件式(2-4)の対応値が下限値を下回ると、変倍時に第3レンズ群で発生する球面収差や非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現することができなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(2-4)の下限値を0.550とすることがより好ましい。

一方、本願第2実施形態の変倍光学系の条件式(2-4)の対応値が上限値を上回ると、変倍時に第4レンズ群で発生する球面収差や非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現できなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(2-4)の上限値を0.880とすることがより好ましい。

[0034] また、本願第2実施形態の変倍光学系は、以下の条件式(2-5)を満足することが望ましい。

$$(2-5) \quad -0.050 < (d_{3t} - d_{3w}) / f_w < 0.750$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

d_{3w} : 広角端状態における前記第3レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第4レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離、

d_{3t} : 望遠端状態における前記第3レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第4レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離。

[0035] 条件式(2-5)は、広角端状態から望遠端状態への変倍時における、第3レンズ群の最も像側のレンズ面から第4レンズ群の最も物体側のレンズ面

との光軸上の距離の適切な範囲を規定するものである。本願第2実施形態の変倍光学系は、条件式(2-5)を満足することにより、変倍時のコマ収差や非点収差の変動を抑えることができる。

本願第2実施形態の変倍光学系の条件式(2-5)の対応値が下限値を下回ると、変倍時に第3レンズ群で発生する非点収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現できなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(2-5)の下限値を0.000とすることがより好ましい。

一方、本願第2実施形態の変倍光学系の条件式(2-5)の対応値が上限値を上回ると、変倍時に第4レンズ群で発生するコマ収差の変動を抑えることが困難となり、高い光学性能を実現できなくなってしまう。なお、本願の効果をより確実にするために、条件式(2-5)の上限値を0.500とすることがより好ましい。

[0036] また、本願第2実施形態の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群が物体側へ移動することが望ましい。この構成により、第1レンズ群を通過する軸外光束の光軸からの高さの変化を抑えることができる。これにより、第1レンズ群の径を小さくできるだけでなく、変倍時に非点収差の変動を抑えることもできる。

[0037] また、本願第2実施形態の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加することが望ましい。この構成により、第2レンズ群の倍率を増倍することができ、高変倍比を効率的に実現しつつ変倍時に球面収差の変動や非点収差の変動を抑えることができる。

[0038] また、本願第2実施形態の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少することが望ましい。この構成により、第3レンズ群と第4レンズ群の合成倍率を増倍することができ、高変倍比を効率的に実現しつつ変倍時に球面収差の変動や非点収差の変動を抑えることができる。

[0039] また、本願第2実施形態の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が増加することが望ましい。この構成により、第3レンズ群と第4レンズ群の合成倍率を増倍することができ、高変倍比を効率的に実現しつつ変倍時に球面収差の変動や非点収差の変動を抑えることができる。

[0040] また、本願第2実施形態の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第5レンズ群の位置が固定であることが望ましい。この構成により、変倍時に第4レンズ群から第5レンズ群へ入射する周辺光線の光軸からの高さを変化させることができる。これにより、変倍時の非点収差の変動をより良好に抑えることができる。

[0041] 本願第2実施形態の光学装置は、上述した構成の変倍光学系を有することを特徴としている。これにより、高変倍比を有し、小型で、高い光学性能を有する光学装置を実現することができる。

[0042] 本願第2実施形態の変倍光学系の製造方法は、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群が以下の条件式(2-1)、(2-2)、(2-3)を満足するようにし、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するようにすることを特徴としている。

$$(2-1) \quad 11.80 < f_5 / f_w < 32.00$$

$$(2-2) \quad 0.170 < f_4 / f_5 < 0.510$$

$$(2-3) \quad 0.065 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_5 < 0.300$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第 5 レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} : 広角端状態における前記第 4 レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} : 望遠端状態における前記第 4 レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

[0043] 以下、本願第 1 及び第 2 実施形態の数値実施例に係る変倍光学系を添付図面に基づいて説明する。

(第 1 実施例)

図 1 A、図 1 B、図 1 C、図 1 D、及び図 1 E はそれぞれ、本願第 1 及び第 2 実施形態の第 1 実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第 1 中間焦点距離状態、第 2 中間焦点距離状態、第 3 中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

[0044] 本実施例に係る変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 とから構成されている。

[0045] 第 1 レンズ群 G 1 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 L 1 1 と両凸形状の正レンズ L 1 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 とからなる。

第 2 レンズ群 G 2 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 L 2 1 と、両凹形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の正レンズ L 2 3 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 4 との接合レンズとからなる。なお、負メニスカスレンズ L 2 1 は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0046] 第 3 レンズ群 G 3 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 L 3 1 と両凸形状の正レンズ L 3 2 との接合レンズからなる。なお、第 3 レンズ群 G 3 の物体側には、開口絞り S が備えられている。

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 4 1 と両凹

形状の負レンズL 4 2 との接合レンズと、両凸形状の正レンズL 4 3 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 4 との接合レンズと、両凹形状の負レンズL 4 5 と両凸形状の正レンズL 4 6 との接合レンズと、両凸形状の正レンズL 4 7 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 8 との接合レンズとからなる。なお、負メニスカスレンズL 4 8 は像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0047] 第5レンズ群G 5 は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 5 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 2 との接合レンズからなる。なお、負メニスカスレンズL 5 2 は像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0048] 以上の構成の下、本実施例に係る変倍光学系では、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第1レンズ群G 1 と第2レンズ群G 2 との空気間隔、第2レンズ群G 2 と第3レンズ群G 3 との空気間隔、第3レンズ群G 3 と第4レンズ群G 4 との空気間隔、及び第4レンズ群G 4 と第5レンズ群G 5 との空気間隔がそれぞれ変化するように、第1レンズ群G 1 ～第4レンズ群G 4 が光軸に沿って移動する。

詳細には、第1レンズ群G 1、第3レンズ群G 3 及び第4レンズ群G 4 は変倍時に物体側へ移動する。第2レンズ群G 2 は、広角端状態から第3中間焦点距離状態まで物体側へ移動し、第3中間焦点距離状態から望遠端状態まで像側へ移動する。第5レンズ群G 5 は変倍時に光軸方向の位置が固定である。なお、開口絞りSは変倍時に第4レンズ群G 4 と一体的に物体側へ移動する。

[0049] これにより、変倍時に、第1レンズ群G 1 と第2レンズ群G 2 との空気間隔が増加し、第2レンズ群G 2 と第3レンズ群G 3 との空気間隔が減少し、第4レンズ群G 4 と第5レンズ群G 5 との空気間隔が増加する。第3レンズ群G 3 と第4レンズ群G 4 との空気間隔は、広角端状態から第1中間焦点距離状態まで増加し、第1中間焦点距離状態から第2中間焦点距離状態まで減少し、第2中間焦点距離状態から望遠端状態まで増加する。なお、変倍時に

開口絞り S と第 3 レンズ群 G 3 との空気間隔は、広角端状態から第 1 中間焦点距離状態まで減少し、第 1 中間焦点距離状態から第 2 中間焦点距離状態まで増加し、第 2 中間焦点距離状態から望遠端状態まで減少する。

[0050] 以下の表 1 に、本実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

表 1 において、 f は焦点距離、 BF はバックフォーカス（最も像側のレンズ面と像面 I との光軸上の距離）を示す。

[面データ]において、 m は物体側から数えた光学面の順番、 r は曲率半径、 d は面間隔（第 n 面（ n は整数）と第 $n+1$ 面との間隔）、 n_d は d 線（波長 587.6 nm）に対する屈折率、 ν_d は d 線（波長 587.6 nm）に対するアッペ数をそれぞれ示している。また、 OP は物体面、 $変$ は可変の面間隔、開口絞り S、 I は像面をそれぞれ示している。なお、曲率半径 $r = \infty$ は平面を示している。非球面は面番号に * を付して曲率半径 r の欄に近軸曲率半径の値を示している。空気の屈折率 $n_d = 1.000000$ の記載は省略している。

[0051] [非球面データ] には、[面データ] に示した非球面について、その形状を次式で表した場合の非球面係数及び円錐定数を示す。

$$x = (h^2 / r) / [1 + \{1 - \kappa (h / r)^2\}^{1/2}] + A4 h^4 + A6 h^6 + A8 h^8 + A10 h^{10} + A12 h^{12}$$

ここで、 h を光軸に垂直な方向の高さ、 x を高さ h における非球面の頂点の接平面から当該非球面までの光軸方向に沿った距離（サグ量）、 κ を円錐定数、 $A4$, $A6$, $A8$, $A10$, $A12$ を非球面係数、 r を基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）とする。なお、「 $E-n$ 」（ n は整数）は「 $\times 10^{-n}$ 」を示し、例えば「 $1.234E-05$ 」は「 1.234×10^{-5} 」を示す。2 次の非球面係数 $A2$ は 0 であり、記載を省略している。

[0052] [各種データ] において、 FNO は F ナンバー、 ω は半画角（単位は「°」）、 Y は像高、 TL は変倍光学系の全長（無限遠物体合焦時の第 1 面から像面 I までの光軸上の距離）、 dn は第 n 面と第 $n+1$ 面との可変の間隔、 ϕ は開口絞り S の絞り径をそれぞれ示す。なお、 W は広角端状態、 $M1$ は第 1 中間

焦点距離状態、M 2 は第 2 中間焦点距離状態、M 3 は第 3 中間焦点距離状態、T は望遠端状態をそれぞれ示す。

〔レンズ群データ〕には、各レンズ群の始面 S T と焦点距離 f を示す。

〔条件式対応値〕には、本実施例に係る変倍光学系の各条件式の対応値を示す。

[0053] ここで、表 1 に掲載されている焦点距離 f 、曲率半径 r 及びその他の長さの単位は一般に「mm」が使われる。しかしながら光学系は、比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるため、これに限られるものではない。

なお、以上に述べた表 1 の符号は、後述する各実施例の表においても同様に用いるものとする。

[0054] (表 1) 第 1 実施例

〔面データ〕

m	r	d	n d	ν d
O P	∞			
1	165.4019	1.6350	1.902650	35.73
2	41.8893	9.2560	1.497820	82.57
3	-178.4364	0.1000		
4	42.8430	5.1140	1.729160	54.61
5	515.0653	d5		
*6	500.0000	1.0000	1.851350	40.10
7	9.0059	4.2479		
8	-16.6413	1.0000	1.883000	40.66
9	50.8442	0.7538		
10	32.1419	3.0566	1.808090	22.74
11	-18.1056	1.0000	1.883000	40.66

12	-29.3627	d12		
13	∞	d13		開口絞り S
14	27.1583	1.0000	1.883000	40.66
15	14.3033	3.4259	1.593190	67.90
16	-43.0421	d16		
17	12.5000	8.2427	1.670030	47.14
18	-79.2339	1.0000	1.883000	40.66
19	11.4345	2.0000		
20	18.9834	3.3397	1.518600	69.89
21	-12.4126	1.0000	1.850260	32.35
22	-22.7118	1.5000		
23	-46.2616	1.0000	1.902650	35.73
24	11.4391	3.5033	1.581440	40.98
25	-30.7870	0.1000		
26	28.7953	5.0986	1.581440	40.98
27	-8.8012	1.0000	1.820800	42.71
*28	-35.2149	d28		
29	-40.0000	1.6432	1.497820	82.57
30	-19.4318	1.0000	1.834410	37.28
*31	-22.7996	B F		
I	∞			

[非球面データ]

m	6
κ	11.00000
A4	3.95289E-05
A6	-2.04622E-07
A8	-4.81392E-09
A10	9.83575E-11
A12	-5.88880E-13

m	28
κ	1.0000
A4	-5.59168E-05
A6	-2.20298E-07
A8	3.87818E-10
A10	1.16318E-11
A12	0.00000

m	31
κ	1.00000
A4	2.65930E-05
A6	7.69228E-08
A8	-1.34346E-09
A10	0.00000
A12	0.00000

[各種データ]

変倍比 14.14

W

T

f	9.47	~	133.87
F N O	4.12	~	5.78
ω	41.95	~	3.27°
Y	8.00	~	8.00
T L	112.25	~	165.65

	W	M 1	M 2	M 3	T
f	9.47002	17.83631	60.50026	90.50043	133.87072
ω	41.95497	23.18274	7.18201	4.82759	3.26779
F N O	4.12	5.24	5.77	5.77	5.78
ϕ	8.52	8.52	9.55	10.30	11.04
d5	2.10000	12.15693	36.10717	41.77210	46.27797
d12	24.77744	16.39929	5.66327	3.74451	2.20000
d13	5.18928	3.23115	4.53928	3.63928	1.80000
d16	2.25000	4.20813	2.90000	3.80000	5.63928
d28	1.86861	12.02032	28.59900	32.29005	33.66620
B F	14.04947	14.04956	14.04989	14.04993	14.05005

[レンズ群データ]

	S T	f
G1	1	68.08250
G2	6	-9.98760
G3	14	38.80284
G4	17	60.78065
G5	29	129.99998

[条件式対応値]

$$(1 - 1) f_5 / f_w = 13.73$$

$$(1-2) \quad (d_{4it} - d_{4iw}) / f_4 = 0.523$$

$$(1-3) \quad f_3 / f_4 = 0.638$$

$$(1-4) \quad (d_{3T} - d_{3W}) / f_w = 0.358$$

$$(2-1) \quad f_5 / f_w = 13.73$$

$$(2-2) \quad f_4 / f_5 = 0.468$$

$$(2-3) \quad (d_{4it} - d_{4iw}) / f_5 = 0.245$$

$$(2-4) \quad f_3 / f_4 = 0.638$$

$$(2-5) \quad (d_{3T} - d_{3W}) / f_w = 0.358$$

[0055] 図2A、図2B、及び図2Cはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第1実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、及び第2中間焦点距離状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図3A、及び図3Bはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第1実施例に係る変倍光学系の第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[0056] 各収差図において、FNOはFナンバー、Aは光線入射角即ち半画角（単位は「°」）をそれぞれ示す。dはd線（波長587.6nm）、gはg線（波長435.8nm）における収差をそれぞれ示し、d、gの記載のないものはd線における収差を示す。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、後述する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。

[0057] 各収差図より、本実施例に係る変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され、高い光学性能を有していることがわかる。

[0058] （第2実施例）

図4A、図4B、図4C、図4D、及び図4Eはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第2実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、第2中間焦点距離状態、第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態に

おける断面図である。

本実施例に係る変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負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、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。

[0059] 第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。

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、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と両凹形状の負レンズL24との接合レンズとからなる。なお、負メニスカスレンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0060] 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と両凸形状の正レンズL32との接合レンズからなる。なお、第3レンズ群G3の物体側には、開口絞りSが備えられている。

第4レンズ群G4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L41と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL42との接合レンズと、両凸形状の正レンズL43と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL44との接合レンズと、両凹形状の負レンズL45と両凸形状の正レンズL46との接合レンズと、両凸形状の正レンズL47と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL48との接合レンズとからなる。なお、負メニスカスレンズL48は像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0061] 第5レンズ群G5は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL52との接合レンズからなる。なお、負メニスカスレンズL52は像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0062] 以上の構成の下、本実施例に係る変倍光学系では、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔、及び第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔がそれぞれ変化するように、第1レンズ群G1～第4レンズ群G4が光軸に沿って移動する。

詳細には、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3及び第4レンズ群G4は変倍時に物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、広角端状態から第3中間焦点距離状態まで物体側へ移動し、第3中間焦点距離状態から望遠端状態まで像側へ移動する。第5レンズ群G5は変倍時に光軸方向の位置が固定である。なお、開口絞りSは変倍時に第4レンズ群G4と一体的に物体側へ移動する。

[0063] これにより、変倍時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔が増加する。第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔は、広角端状態から第1中間焦点距離状態まで増加し、第1中間焦点距離状態から第2中間焦点距離状態まで減少し、第2中間焦点距離状態から望遠端状態まで増加する。なお、変倍時に開口絞りSと第3レンズ群G3との空気間隔は、広角端状態から第1中間焦点距離状態まで減少し、第1中間焦点距離状態から第2中間焦点距離状態まで増加し、第2中間焦点距離状態から望遠端状態まで減少する。

以下の表2に、本実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0064] (表2) 第2実施例

[面データ]

m	r	d	n d	ν d
OP	∞			
1	149.1393	1.6350	1.902650	35.73

2	39.3210	9.1912	1.497820	82.57	
3	-200.0000	0.1000			
4	41.9637	5.4484	1.729160	54.61	
5	1039.4250	d5			
*6	500.0000	1.0000	1.851350	40.10	
7	9.7424	3.8435			
8	-27.3991	1.0000	1.883000	40.66	
9	89.0051	0.2895			
10	21.6984	3.7554	1.808090	22.74	
11	-15.0205	1.0000	1.883000	40.66	
12	103.6128	d12			
13	∞	d13			開口絞り S
14	26.3876	1.0000	1.883000	40.66	
15	13.2001	3.5030	1.593190	67.90	
16	-39.4805	d16			
17	12.5000	8.2088	1.743200	49.26	
18	25.6321	1.0000	1.834000	37.18	
19	9.6066	2.0000			
20	17.4828	3.0696	1.516800	63.88	
21	-13.7429	1.0000	1.850260	32.35	
22	-25.6259	1.5000			
23	-19.7745	1.0000	1.850260	32.35	
24	12.4270	3.9453	1.620040	36.40	
25	-17.2177	0.3559			

26	44.5160	5.3272	1.581440	40.98
27	-8.1562	1.0000	1.820800	42.71
*28	-28.1926	d28		
29	-40.0000	1.7646	1.497820	82.57
30	-18.8409	1.0000	1.834410	37.28
*31	-25.0038	B F		

I ∞

[非球面データ]

m	6
κ	10.29120
A4	1.05982E-05
A6	1.47868E-07
A8	-6.64708E-09
A10	8.77431E-11
A12	-4.23990E-13

m	28
κ	1.0000
A4	-7.26393E-05
A6	-3.38257E-07
A8	1.26743E-09
A10	-2.83030E-11
A12	0.00000

m	31
---	----

κ	1.00000
A4	2.68564E-05
A6	7.91224E-08
A8	-8.06538E-10
A10	0.00000
A12	0.00000

[各種データ]

変倍比 14.13

	W		T
f	10.30	~	145.50
F N O	4.08	~	5.71
ω	39.62	~	3.01°
Y	8.00	~	8.00
T L	112.60	~	162.60

	W	M 1	M 2	M 3	T
f	10.30001	18.00395	60.55030	89.50052	145.50102
ω	39.61866	23.08393	7.20247	4.88583	3.00545
F N O	4.08	4.79	5.49	5.75	5.72
ϕ	9.01	9.02	9.02	9.26	10.08
d5	2.10000	11.86757	33.84673	38.94667	43.98780
d12	24.38938	17.21960	5.86923	4.42463	2.20000
d13	2.46923	1.80000	4.59702	3.69702	1.80000
d16	5.02779	5.69702	2.90000	3.80000	5.69702
d28	1.62642	10.35671	26.30176	30.05048	31.92800
B F	14.04946	14.04953	14.04979	14.04990	14.05006

[レンズ群データ]

	S T	f
G1	1	64.91265
G2	6	-9.00339
G3	14	38.07719
G4	17	46.69911
G5	29	260.10501

[条件式対応値]

$$(1-1) \quad f_5 / f_w = 25.25$$

$$(1-2) \quad (d_{4i,T} - d_{4i,W}) / f_4 = 0.649$$

$$(1-3) \quad f_3 / f_4 = 0.815$$

$$(1-4) \quad (d_{3,T} - d_{3,W}) / f_w = 0.065$$

$$(2-1) \quad f_5 / f_w = 25.25$$

$$(2-2) \quad f_4 / f_5 = 0.180$$

$$(2-3) \quad (d_{4i,t} - d_{4i,w}) / f_5 = 0.117$$

$$(2-4) \quad f_3 / f_4 = 0.815$$

$$(2-5) \quad (d_{3,T} - d_{3,W}) / f_w = 0.065$$

[0065] 図5A、図5B、及び図5Cはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第2実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、及び第2中間焦点距離状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図6A、及び図6Bはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第2実施例に係る変倍光学系の第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[0066] 各収差図より、本実施例に係る変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され、高い光学性能を有していることがわか

る。

[0067] (第3実施例)

図7A、図7B、図7C、図7D、及び図7Eはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第3実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、第2中間焦点距離状態、第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係る変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負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、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。

[0068] 第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。

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、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24との接合レンズとからなる。なお、負メニスカスレンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0069] 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と両凸形状の正レンズL32との接合レンズからなる。なお、第3レンズ群G3の物体側には、開口絞りSが備えられている。

第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL41と両凹形状の負レンズL42との接合レンズと、両凸形状の正レンズL43と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL44との接合レンズと、両凹形状の負レンズL45と両凸形状の正レンズL46との接合レンズと、両凸形状の正レンズL47と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL48との接合レンズとからなる。なお、負メニスカスレンズL48は像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0070] 第5レンズ群G 5は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 5 1と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 5 2との接合レンズからなる。なお、負メニスカスレンズL 5 2は像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0071] 以上の構成の下、本実施例に係る変倍光学系では、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との空気間隔、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との空気間隔、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との空気間隔、及び第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5との空気間隔がそれぞれ変化するように、第1レンズ群G 1～第4レンズ群G 4が光軸に沿って物体側へ移動する。第5レンズ群G 5は変倍時に光軸方向の位置が固定である。なお、開口絞りSは変倍時に第4レンズ群G 4と一体的に物体側へ移動する。

[0072] 詳細には、変倍時に、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との空気間隔が増加し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との空気間隔が減少し、第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5との空気間隔が増加する。第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との空気間隔は、広角端状態から第1中間焦点距離状態まで増加し、第1中間焦点距離状態から第2中間焦点距離状態まで減少し、第2中間焦点距離状態から望遠端状態まで増加する。なお、変倍時に開口絞りSと第3レンズ群G 3との空気間隔は、広角端状態から第1中間焦点距離状態まで減少し、第1中間焦点距離状態から第2中間焦点距離状態まで増加し、第2中間焦点距離状態から望遠端状態まで減少する。

以下の表3に、本実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0073] (表3) 第3実施例

[面データ]

m	r	d	n d	ν d
O P	∞			
1	142.4935	1.6350	1.950000	29.37

2	42.2502	8.5971	1.497820	82.57
3	-244.5599	0.1000		
4	43.5280	4.7901	1.834810	42.73
5	290.5464	d5		
*6	500.0000	1.0000	1.851350	40.10
7	9.0471	4.3168		
8	-20.3544	1.0000	1.903660	31.27
9	42.4575	0.7313		
10	28.0881	4.0634	1.808090	22.74
11	-12.5975	1.0000	1.883000	40.66
12	-38.6924	d12		
13	∞	d13		開口絞り S
14	31.6163	1.0000	1.883000	40.66
15	15.7262	3.3464	1.593190	67.90
16	-39.3012	d16		
17	13.5000	9.6782	1.717000	47.98
18	-38.7323	1.0000	1.883000	40.66
19	11.8099	2.0000		
20	19.9976	3.2554	1.516800	63.88
21	-12.0110	1.0000	1.850260	32.35
22	-20.9691	1.5000		
23	-39.8308	1.0000	1.950000	29.37
24	10.4776	3.5701	1.672700	32.19
25	-30.1182	0.5349		

26	36.6513	5.1773	1.581440	40.98
27	-8.5118	1.0000	1.820800	42.71
*28	-28.2741	d28		
29	-40.0000	1.9141	1.497820	82.57
30	-18.1052	1.0000	1.834410	37.28
*31	-22.6207	B F		

I ∞

[非球面データ]

m	6
κ	-3.81950
A4	4.21558E-05
A6	-2.17082E-07
A8	-2.45102E-09
A10	5.51411E-11
A12	-2.85950E-13

m	28
κ	1.0000
A4	-6.70317E-05
A6	-2.82990E-07
A8	5.39592E-10
A10	-1.47007E-11
A12	0.00000

m	31
---	----

κ	1.00000
A4	2.67692E-05
A6	2.52197E-08
A8	-6.04092E-10
A10	0.00000
A12	0.00000

[各種データ]

変倍比 14.13

	W		T
f	9.27	~	130.95
F N O	4.11	~	5.71
ω	42.66	~	3.37°
Y	8.00	~	8.00
T L	113.35	~	167.85

	W	M 1	M 2	M 3	T
f	9.27001	17.98649	60.50024	89.50040	130.95047
ω	42.66459	22.98882	7.25983	4.93130	3.37079
F N O	4.11	5.12	5.73	5.75	5.71
ϕ	8.59	8.59	9.57	10.18	11.03
d5	2.10000	14.22823	35.96983	41.57489	45.70436
d12	24.57776	16.27840	5.38702	3.71762	2.20000
d13	5.01075	3.17327	4.36075	3.46075	1.80000
d16	2.25000	4.08748	2.90000	3.80000	5.46075
d28	1.15583	11.01481	29.01229	32.10086	34.42483
B F	14.04945	14.04946	14.04979	14.04987	14.04999

[レンズ群データ]

	S T	f
G1	1	67.49208
G2	6	-9.52181
G3	14	41.09622
G4	17	53.39457
G5	29	147.67270

[条件式対応値]

$$(1-1) \quad f_5 / f_w = 15.93$$

$$(1-2) \quad (d_{4i,T} - d_{4i,W}) / f_4 = 0.623$$

$$(1-3) \quad f_3 / f_4 = 0.770$$

$$(1-4) \quad (d_{3,T} - d_{3,W}) / f_w = 0.346$$

$$(2-1) \quad f_5 / f_w = 15.93$$

$$(2-2) \quad f_4 / f_5 = 0.362$$

$$(2-3) \quad (d_{4i,t} - d_{4i,w}) / f_5 = 0.225$$

$$(2-4) \quad f_3 / f_4 = 0.770$$

$$(2-5) \quad (d_{3,T} - d_{3,W}) / f_w = 0.346$$

[0074] 図8A、図8B、及び図8Cはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第3実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、及び第2中間焦点距離状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図9A、及び図9Bはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第3実施例に係る変倍光学系の第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[0075] 各収差図より、本実施例に係る変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され、高い光学性能を有していることがわか

る。

[0076] (第4実施例)

図10A、図10B、図10C、図10D、及び図10Eはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、第2中間焦点距離状態、第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における断面図である。

本実施例に係る変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負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、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。

[0077] 第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。

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、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と両凹形状の負レンズL24との接合レンズとからなる。なお、負メニスカスレンズL21は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0078] 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と両凸形状の正レンズL32との接合レンズからなる。なお、第3レンズ群G3の物体側には、開口絞りSが備えられている。

第4レンズ群G4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L41と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL42との接合レンズと、両凸形状の正レンズL43と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL44との接合レンズと、両凹形状の負レンズL45と、両凸形状の正レンズL46と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL47との接合レンズとからなる。なお、負レンズL45は物体側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズであり、負メニスカスレンズL47は像

側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0079] 第5レンズ群G5は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL52との接合レンズからなる。なお、負メニスカスレンズL52は像側のレンズ面を非球面形状としたガラスモールド非球面レンズである。

[0080] 以上の構成の下、本実施例に係る変倍光学系では、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔、及び第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔がそれぞれ変化するように、第1レンズ群G1～第4レンズ群G4が光軸に沿って移動する。

詳細には、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3及び第4レンズ群G4は変倍時に物体側へ移動する。第2レンズ群G2は、広角端状態から第2中間焦点距離状態まで物体側へ移動し、第2中間焦点距離状態から第3中間焦点距離状態まで像側へ移動し、第3中間焦点距離状態から望遠端状態まで物体側へ移動する。第5レンズ群G5は変倍時に光軸方向の位置が固定である。なお、開口絞りSは変倍時に第4レンズ群G4と一体的に物体側へ移動する。

[0081] これにより、変倍時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔が増加する。第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔は、広角端状態から第1中間焦点距離状態まで増加し、第1中間焦点距離状態から第2中間焦点距離状態まで減少し、第2中間焦点距離状態から望遠端状態まで増加する。なお、変倍時に開口絞りSと第3レンズ群G3との空気間隔は、広角端状態から第1中間焦点距離状態まで減少し、第1中間焦点距離状態から第2中間焦点距離状態まで増加し、第2中間焦点距離状態から望遠端状態まで減少する。

以下の表4に、本実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

[0082] (表4) 第4実施例

[面データ]

m	r	d	n d	ν d
O P	∞			
1	128.2103	1.6350	1.950000	29.37
2	42.8046	8.6432	1.497820	82.57
3	-200.0000	0.1000		
4	42.6819	4.9663	1.816000	46.59
5	290.0414	d5		
*6	500.0000	1.0000	1.851350	40.10
7	9.6706	3.8612		
8	-31.6340	1.0000	1.883000	40.66
9	50.5774	0.3860		
10	20.2802	4.0969	1.808090	22.74
11	-12.7389	1.0000	1.902650	35.73
12	182.6358	d12		
13	∞	d13		
14	22.0943	1.0000	1.883000	40.66
15	12.0211	3.4295	1.593190	67.90
16	-54.4618	d16		
17	13.5315	7.0129	1.816000	46.59
18	20.2242	1.0000	1.850260	32.35
19	10.9126	2.0000		

20	18.6799	3.1628	1.516800	63.88
21	-12.1205	1.0000	1.850260	32.35
22	-21.9214	1.5000		
*23	-2373.2040	1.0000	1.806100	40.71
24	15.4976	2.3426		
25	18.1342	5.9256	1.567320	42.58
26	-8.0000	1.0000	1.851350	40.10
*27	-22.6238	d27		
28	-75.6072	2.0606	1.497820	82.57
29	-18.0744	1.0000	1.834410	37.28
*30	-25.8110	B F		

I ∞

[非球面データ]

m	6
κ	-9.00000
A4	1.14894E-05
A6	2.79933E-07
A8	-1.11589E-08
A10	1.42629E-10
A12	-6.44930E-13

m	23
κ	1.00000
A4	-3.10495E-05
A6	4.64001E-07

A8 -2.52074E-09

A10 1.73753E-10

A12 0.00000

m 27

κ 1.0000

A4 -5.63578E-05

A6 -8.97938E-08

A8 1.47935E-09

A10 -1.36135E-11

A12 0.00000

m 30

κ 1.00000

A4 2.81743E-05

A6 -2.96842E-08

A8 -7.80468E-10

A10 0.00000

A12 0.00000

[各種データ]

変倍比 14.13

	W		T
f	10.30	～	145.50
F N O	4.12	～	5.77
ω	39.65	～	3.02°
Y	8.00	～	8.00

T L 107.35 ~ 157.35

	W	M 1	M 2	M 3	T
f	10.30004	17.99586	60.49785	100.49280	145.50011
ω	39.65487	23.02121	7.21558	4.36760	3.01679
F N O	4.12	4.94	5.67	5.75	5.77
ϕ	8.34	8.34	9.08	9.22	10.26
d5	2.10000	12.12447	32.02336	38.52508	41.21393
d12	22.23850	16.63220	7.10168	3.99200	2.20000
d13	3.91359	2.69844	3.58860	3.47054	1.80000
d16	3.65694	4.87210	3.98194	4.10000	5.77054
d27	1.26857	9.13237	25.54504	27.42933	32.19314
B F	14.04952	14.04918	14.04790	14.04914	14.04886

[レンズ群データ]

	S T	f
G1	1	62.23195
G2	6	-9.03822
G3	14	37.53030
G4	17	49.24516
G5	28	130.00164

[条件式対応値]

$$(1-1) \quad f_5 / f_w = 12.62$$

$$(1-2) \quad (d_{4i,T} - d_{4i,W}) / f_4 = 0.628$$

$$(1-3) \quad f_3 / f_4 = 0.762$$

$$(1-4) \quad (d_{3T} - d_{3W}) / f_w = 0.205$$

$$(2-1) \quad f_5 / f_w = 12.62$$

$$(2-2) \quad f_4 / f_5 = 0.379$$

$$(2-3) \quad (d_{4t} - d_{4w}) / f_5 = 0.238$$

$$(2-4) \quad f_3 / f_4 = 0.762$$

$$(2-5) \quad (d_{3T} - d_{3W}) / f_w = 0.205$$

[0083] 図11A、図11B、及び図11Cはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態、第1中間焦点距離状態、及び第2中間焦点距離状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図12A、及び図12Bはそれぞれ、本願第1及び第2実施形態の第4実施例に係る変倍光学系の第3中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

[0084] 各収差図より、本実施例に係る変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され、高い光学性能を有していることがわかる。

[0085] 上記各実施例によれば、高変倍比を有し、小型で、高い光学性能を有する変倍光学系を実現することができる。

なお、上記各実施例は本願発明の一具体例を示しているものであり、本願発明はこれらに限定されるものではない。以下の内容は、本願の変倍光学系の光学性能を損なわない範囲で適宜採用することが可能である。

[0086] 本願の変倍光学系の数値実施例として5群構成のものを示したが、本願はこれに限られず、その他の群構成（例えば、6群、7群等）の変倍光学系を構成することもできる。具体的には、本願の変倍光学系の最も物体側や最も像側にレンズ又はレンズ群を追加した構成でも構わない。なお、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。

[0087] また、本願の変倍光学系は、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うために、レンズ群の一部、1つのレンズ群全体、或いは複数のレンズ群を合焦レンズ群として光軸方向へ移動させる構成としてもよい。特に、第2レンズ

群の少なくとも一部又は第3レンズ群の少なくとも一部又は第4レンズ群の少なくとも一部又は第5レンズ群の少なくとも一部を合焦レンズ群とすることが好ましい。また、斯かる合焦レンズ群は、オートフォーカスに適用することも可能であり、オートフォーカス用のモータ、例えば超音波モータ等による駆動にも適している。

[0088] また、本願の変倍光学系において、いずれかのレンズ群全体又はその一部を、防振レンズ群として光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動させ、又は光軸を含む面内方向へ回転移動（揺動）させることにより、手ぶれ等によって生じる像ぶれを補正する構成とすることもできる。特に、本願の変倍光学系では第3レンズ群の少なくとも一部又は第4レンズ群の少なくとも一部又は第5レンズ群の少なくとも一部を防振レンズ群とすることが好ましい。

[0089] また、本願の変倍光学系を構成するレンズのレンズ面は、球面又は平面としてもよく、或いは非球面としてもよい。レンズ面が球面又は平面の場合、レンズ加工及び組立調整が容易になり、レンズ加工及び組立調整の誤差による光学性能の劣化を防ぐことができるため好ましい。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ないため好ましい。レンズ面が非球面の場合、研削加工による非球面、ガラスを型で非球面形状に成型したガラスモールド非球面、又はガラス表面に設けた樹脂を非球面形状に形成した複合型非球面のいずれでもよい。また、レンズ面は回折面としてもよく、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よい。

[0090] また、本願の変倍光学系において開口絞りは第3レンズ群中又は第3レンズ群の近傍に配置されることが好ましく、開口絞りとして部材を設けずにレンズ枠でその役割を代用する構成としてもよい。

また、本願の変倍光学系を構成するレンズのレンズ面に、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よい。これにより、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ことができる。

[0091] 次に、本願第1及び第2実施形態の変倍光学系を備えたカメラを図13に

基づいて説明する。

図 1 3 は、本願第 1 及び第 2 実施形態の変倍光学系を備えたカメラの構成を示す図である。

図 1 3 に示すようにカメラ 1 は、撮影レンズ 2 として上記第 1 実施例に係る変倍光学系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 O L P F（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って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 E V F（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、E V F 4 を介して被写体を観察することができる。

また、撮影者によって不図示のリリースボタンが押されると、撮像部 3 で生成された被写体の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。

[0092] ここで、本カメラ 1 に撮影レンズ 2 として搭載した上記第 1 実施例に係る変倍光学系は、高変倍比を有し、小型で、高い光学性能を有する変倍光学系である。したがって本カメラ 1 は、高変倍比を有しつつ、小型化と高い光学性能を実現することができる。なお、上記第 2～第 4 実施例に係る変倍光学系を撮影レンズ 2 として搭載したカメラを構成しても、上記カメラ 1 と同様の効果を奏することができる。また、クイックリターンミラーを有し、ファインダ光学系によって被写体を観察する一眼レフタイプのカメラに上記各実施例に係る変倍光学系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。

[0093] 次に、本願第 1 実施形態の変倍光学系の製造方法の概略を図 1 4 に基づいて説明する。

図 1 4 に示す本願第 1 実施形態の変倍光学系の製造方法は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群

と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、第5レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、以下のステップS 1 1、S 1 2を含むものである。

[0094] ステップS 1 1：第4レンズ群と第5レンズ群が以下の条件式（1-1）、（1-2）を満足するようにし、各レンズ群をレンズ鏡筒内に物体側から順に配置する。

$$(1-1) \quad 7.60 < f_5 / f_w < 45.00$$

$$(1-2) \quad 0.430 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_4 < 0.700$$

但し、

f_w ：前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 ：前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 ：前記第5レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} ：広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} ：望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

[0095] ステップS 1 2：レンズ鏡筒に公知の移動機構を設ける等することで、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔、及び第4レンズ群と第5レンズ群との間隔が変化するようにする。

[0096] 斯かる本願第1実施形態の変倍光学系の製造方法によれば、高変倍比を有し、小型で、高い光学性能を有する変倍光学系を製造することができる。

[0097] 最後に、本願第2実施形態の変倍光学系の製造方法の概略を図15に基づいて説明する。

図15に示す本願第2実施形態の変倍光学系の製造方法は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、第5レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、以下のステッ

プ S 2 1、S 2 2 を含むものである。

[0098] ステップ S 2 1 : 第 4 レンズ群と第 5 レンズ群が以下の条件式 (2 - 1) 、 (2 - 2 、 (2 - 3) を満足するようにし、各レンズ群をレンズ鏡筒内に物体側から順に配置する。

$$(2-1) \quad 11.80 < f_5 / f_w < 32.00$$

$$(2-2) \quad 0.170 < f_4 / f_5 < 0.510$$

$$(2-3) \quad 0.065 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_5 < 0.300$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 : 前記第 4 レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第 5 レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} : 広角端状態における前記第 4 レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} : 望遠端状態における前記第 4 レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

[0099] ステップ S 2 2 : レンズ鏡筒に公知の移動機構を設ける等することで、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との間隔、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群との間隔、及び第 4 レンズ群と第 5 レンズ群との間隔が変化するようにする。

[0100] 斯かる本願第 2 実施形態の変倍光学系の製造方法によれば、高変倍比を有し、小型で、高い光学性能を有する変倍光学系を製造することができる。

請求の範囲

[請求項1] 物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群とを有し、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化し、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$7.60 < f_5 / f_w < 45.00$$

$$0.430 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_4 < 0.700$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} : 広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} : 望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

[請求項2] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の変倍光学系。

$$0.410 < f_3 / f_4 < 1.000$$

但し、

f_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離。

[請求項3] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の変倍光学系。

$$-0.050 < (d_{3t} - d_{3w}) / f_w < 0.750$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

d_{3w} : 広角端状態における前記第3レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第4レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離、

d_{3t} : 望遠端状態における前記第3レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第4レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離。

[請求項4] 広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群は物体側へ移動することを特徴とする請求項1に記載の変倍光学系。

[請求項5] 広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加することを特徴とする請求項1に記載の変倍光学系。

[請求項6] 広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少することを特徴とする請求項1に記載の変倍光学系。

[請求項7] 広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群の間隔が増加することを特徴とする請求項1に記載の変倍光学系。

[請求項8] 広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第5レンズ群の位置が固定であることを特徴とする請求項1に記載の変倍光学系。

[請求項9] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の変倍光学系。

$$11.80 < f_5 / f_w < 32.00$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

[請求項10] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の変倍光

学系。

$$0.170 < f_4 / f_5 < 0.510$$

但し、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

[請求項11] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の変倍光学系。

$$0.065 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_5 < 0.300$$

但し、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} : 広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} : 望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

[請求項12] 請求項1に記載の変倍光学系を有することを特徴とする光学装置。

[請求項13] 物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群とを有し、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化し、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$11.80 < f_5 / f_w < 32.00$$

$$0.170 < f_4 / f_5 < 0.510$$

$$0.065 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_5 < 0.300$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

d_{4w} : 広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4t} : 望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

[請求項14] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項13に記載の変倍光学系。

$$0.410 < f_3 / f_4 < 1.000$$

但し、

f_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離。

[請求項15] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項13に記載の変倍光学系。

$$-0.050 < (d_{3t} - d_{3w}) / f_w < 0.750$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

d_{3w} : 広角端状態における前記第3レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第4レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離、

d_{3t} : 望遠端状態における前記第3レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第4レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離。

[請求項16] 請求項13に記載の変倍光学系を有することを特徴とする光学装置。

[請求項17] 物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、

前記第4レンズ群と前記第5レンズ群が以下の条件式を満足するようにし、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するようにすることを特徴とする変倍光学系の製造方法。

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$7.60 < f_5 / f_w < 45.00$$

$$0.430 < (d_{4i,t} - d_{4i,w}) / f_4 < 0.700$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

$d_{4i,w}$: 広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

$d_{4i,t}$: 望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

[請求項18]

物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群とを有する変倍光学系の製造方法であって、

前記第4レンズ群と前記第5レンズ群が以下の条件式を満足するようにし、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するようにすることを特徴とする変倍光学系の製造方法。

$$11.80 < f_5 / f_w < 32.00$$

$$0.170 < f_4 / f_5 < 0.510$$

$$0.065 < (d_{4it} - d_{4iw}) / f_5 < 0.300$$

但し、

f_w : 前記変倍光学系の広角端状態における全系焦点距離、

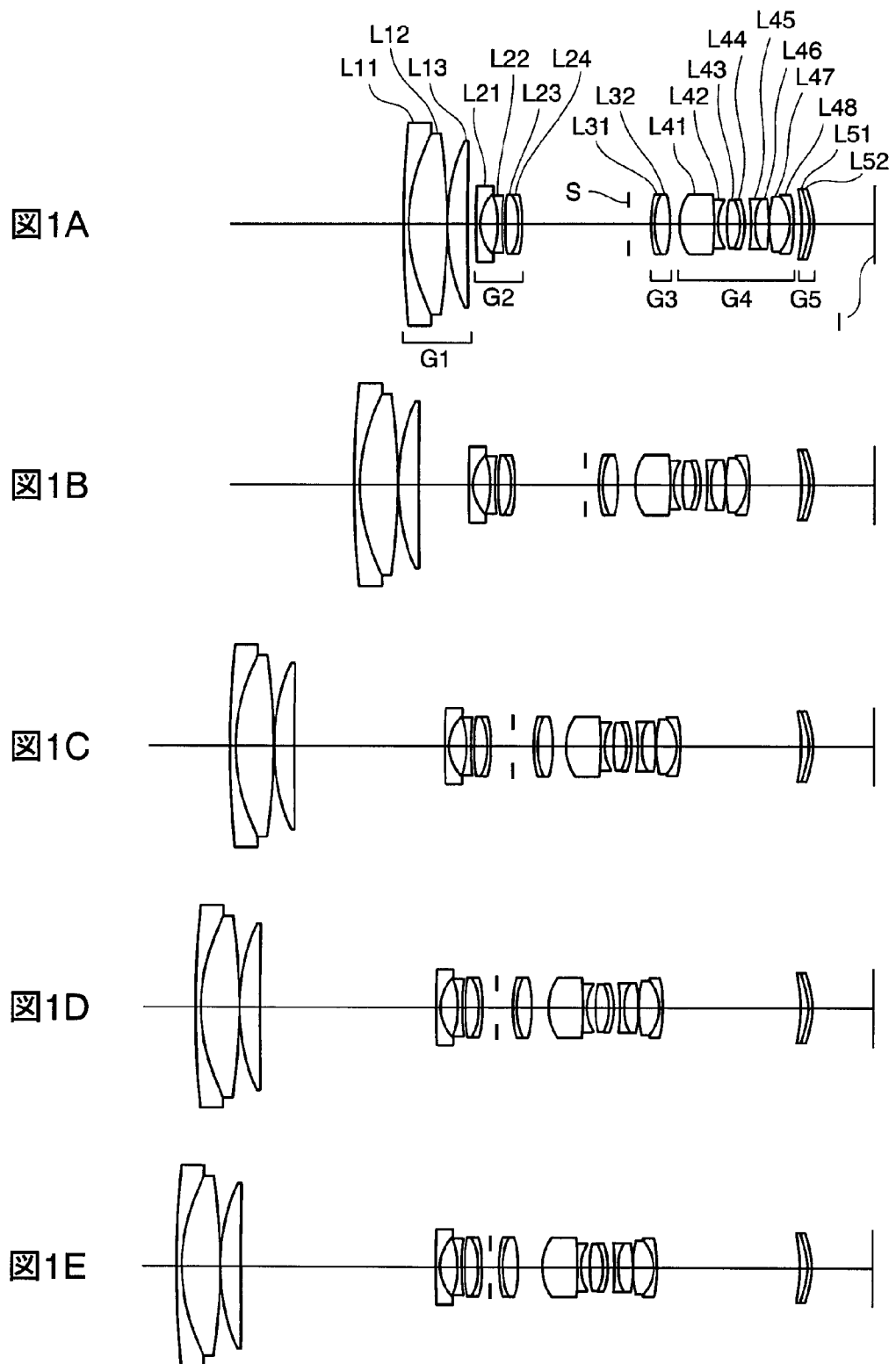
f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離、

d_{4iw} : 広角端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、

d_{4it} : 望遠端状態における前記第4レンズ群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離。

[図1]



[図2]

図2A

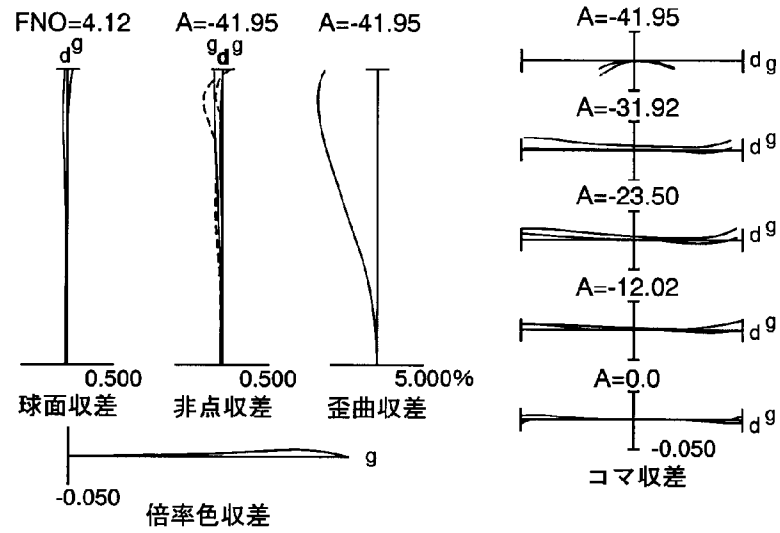


図2B

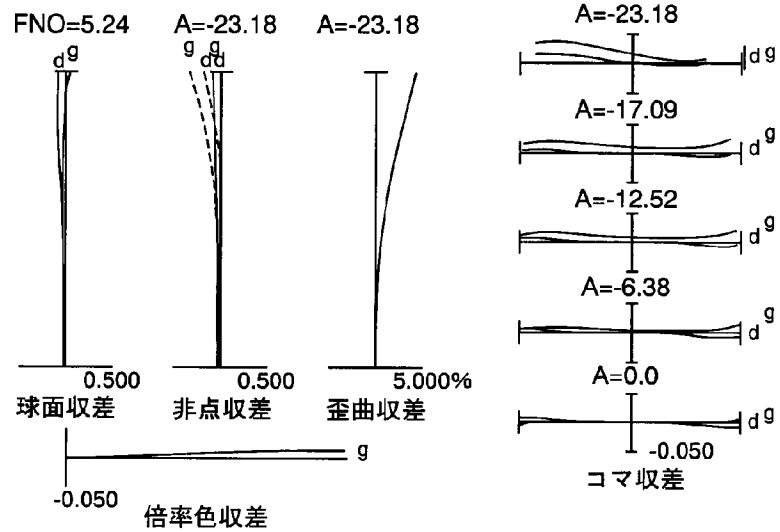
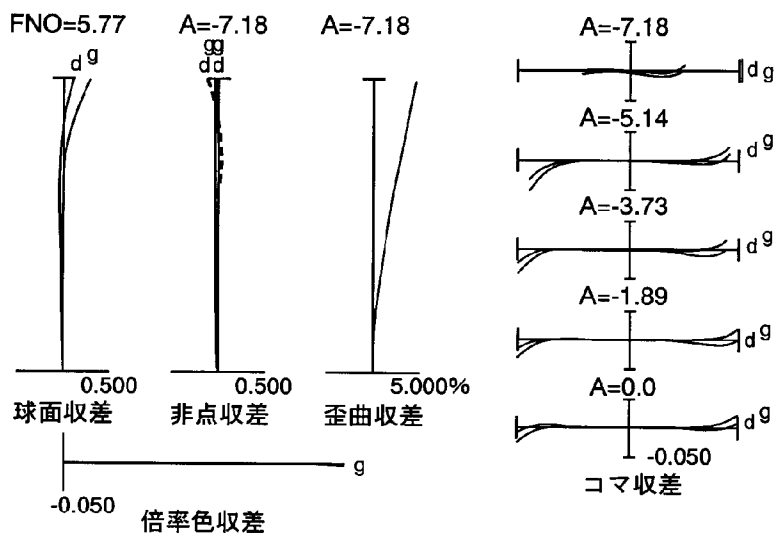


図2C



[図3]

図3A

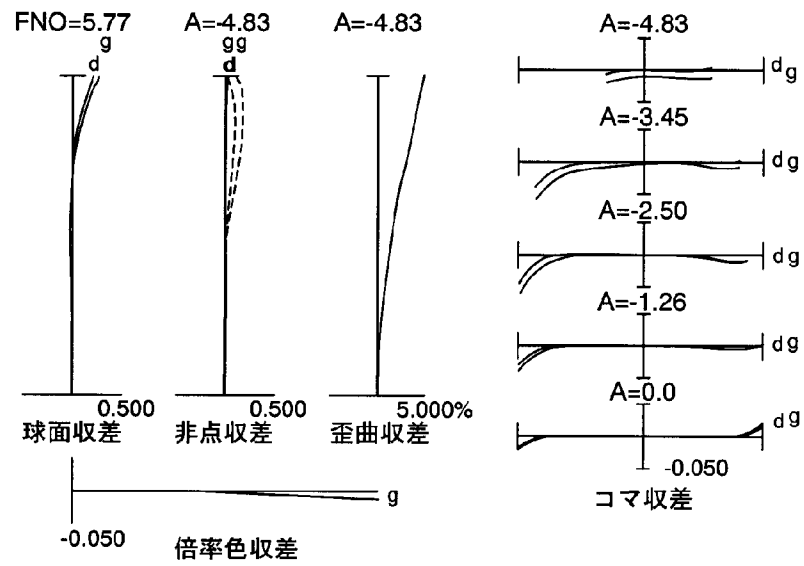
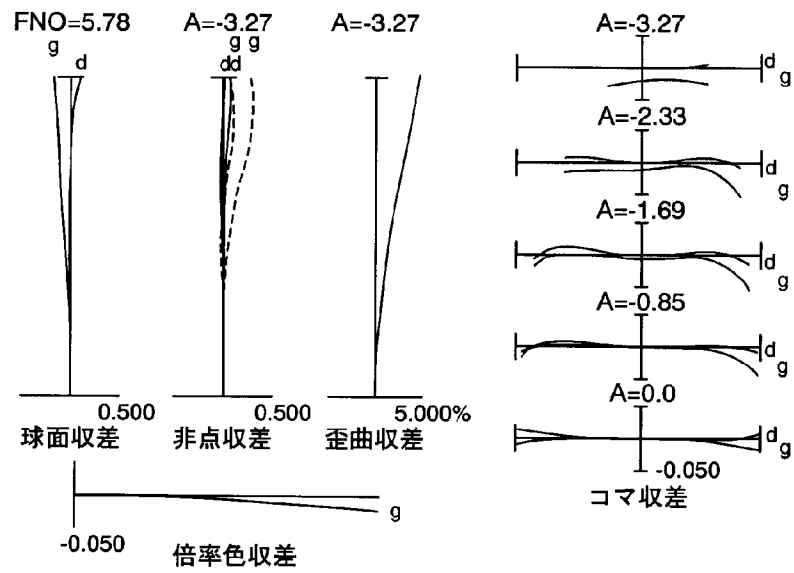
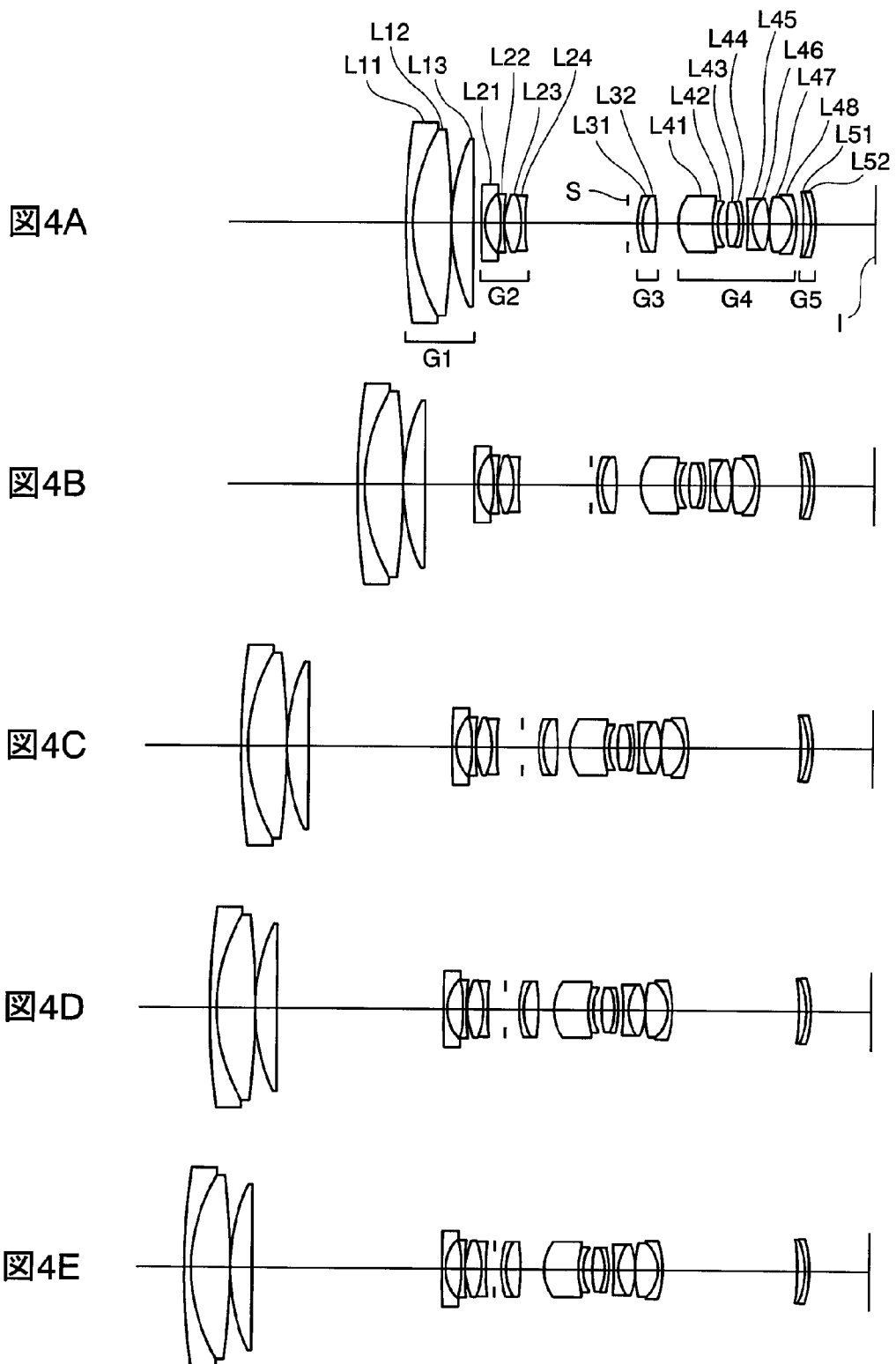


図3B



[図4]



[図5]

図5A

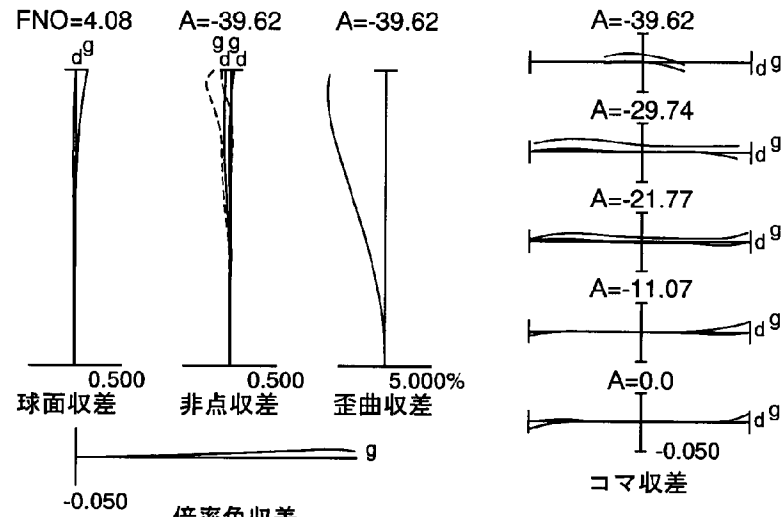


図5B

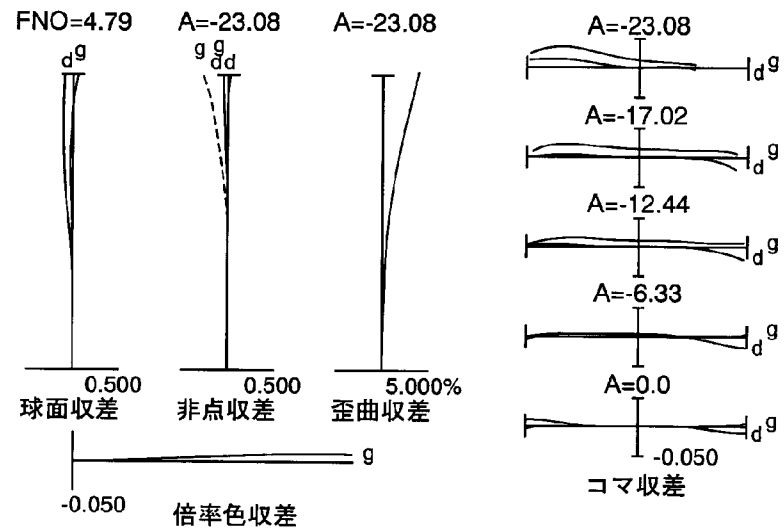
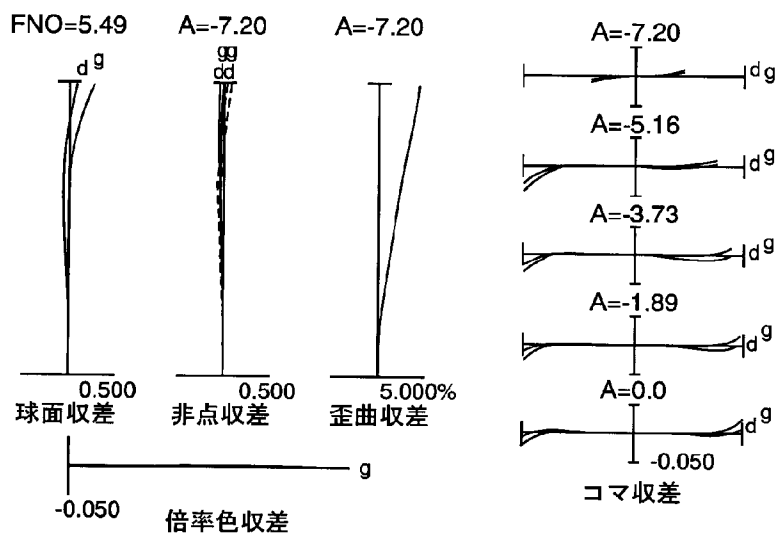


図5C



[図6]

図6A

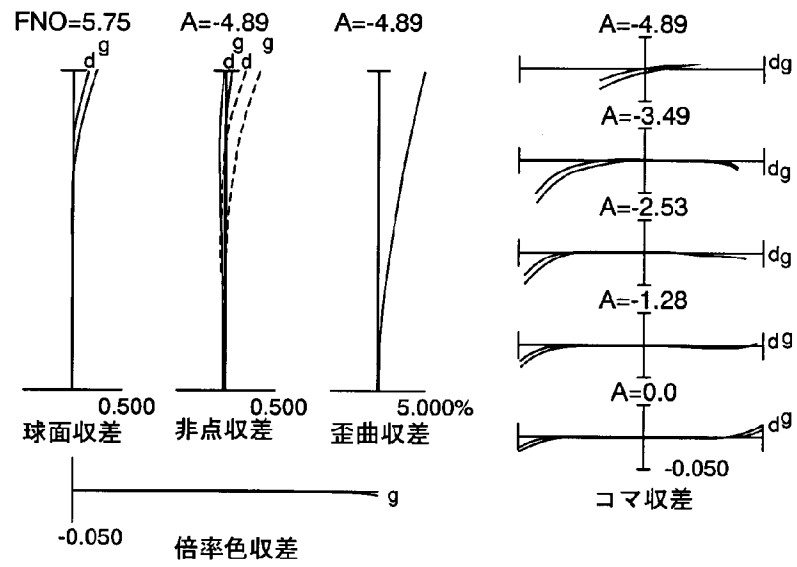
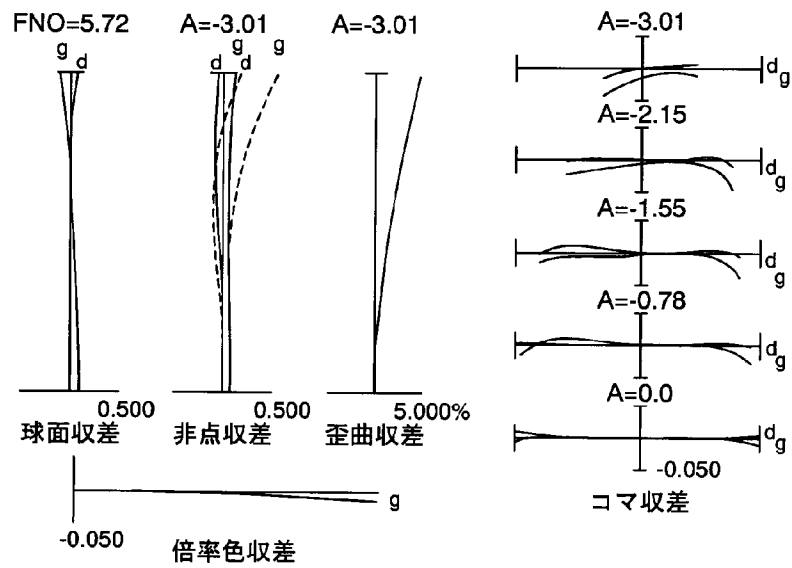
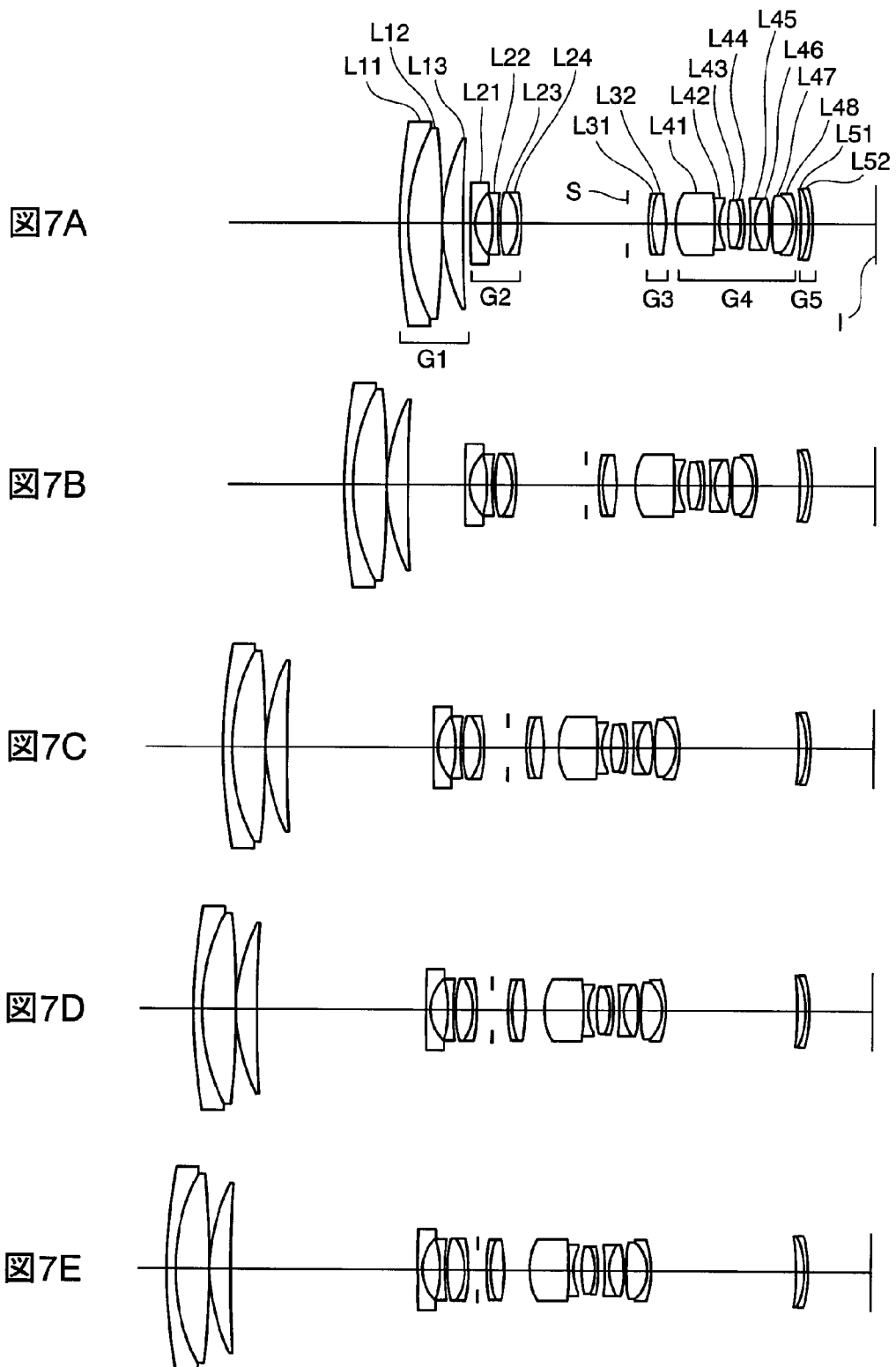


図6B



[図7]



[図8]

図8A

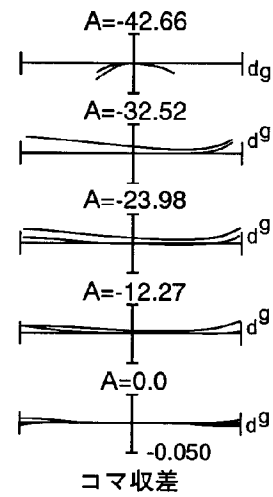
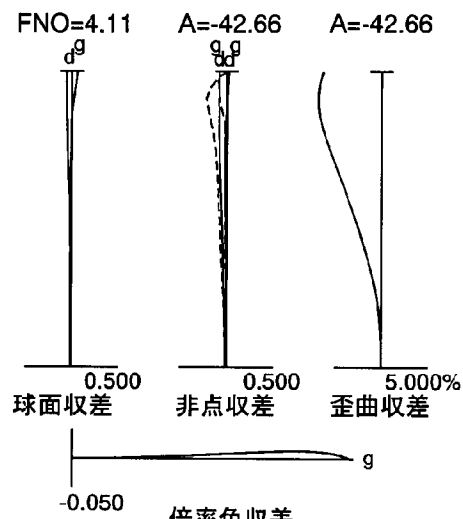


図8B

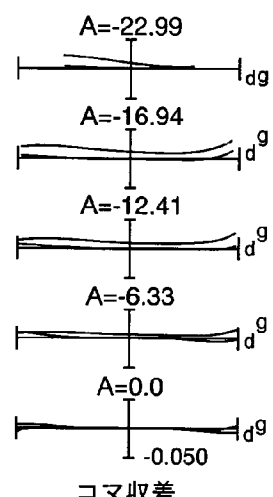
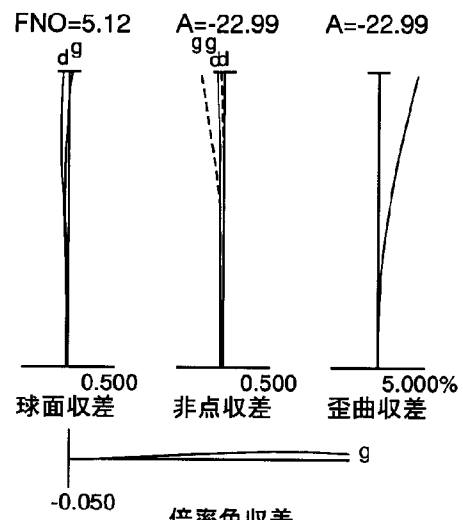


図8C

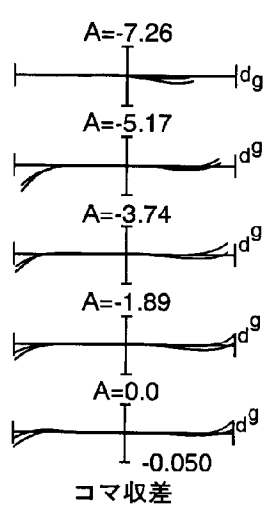
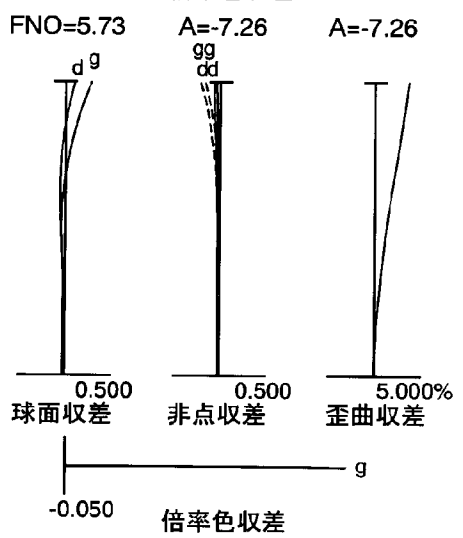
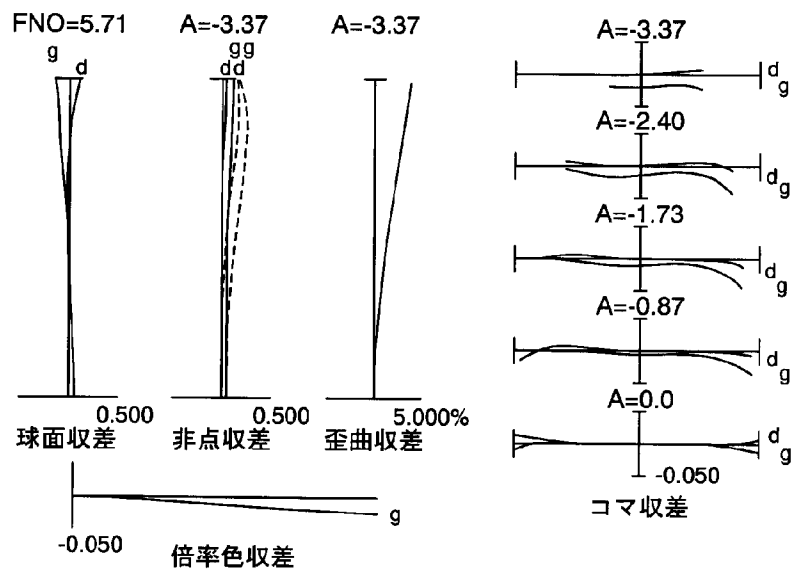
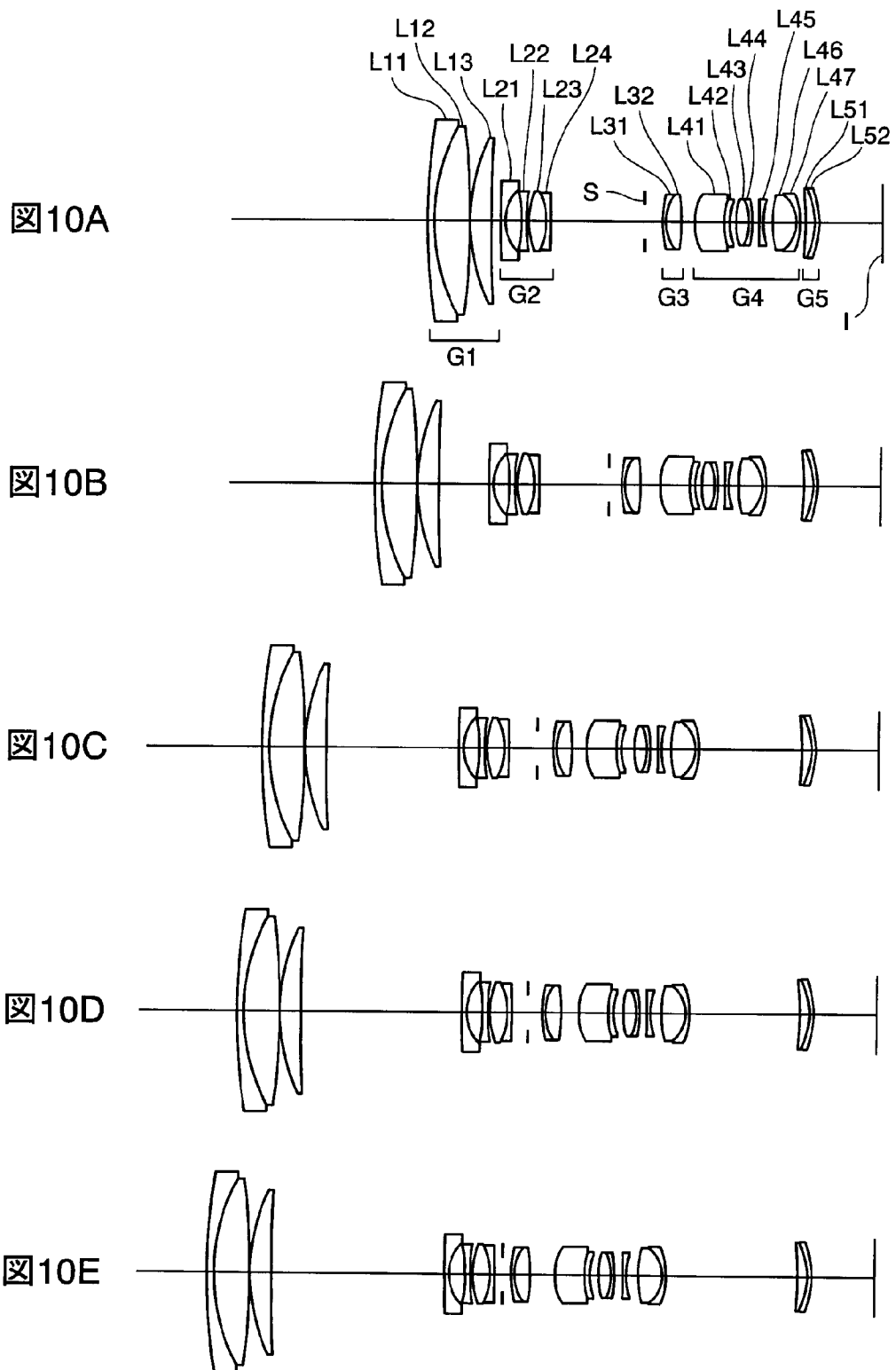


図9A



[図10]



[図11]

図11A

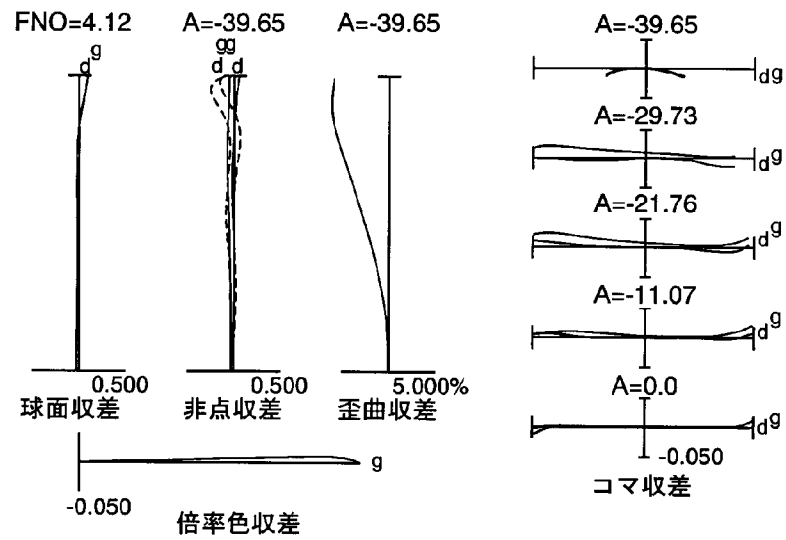


図11B

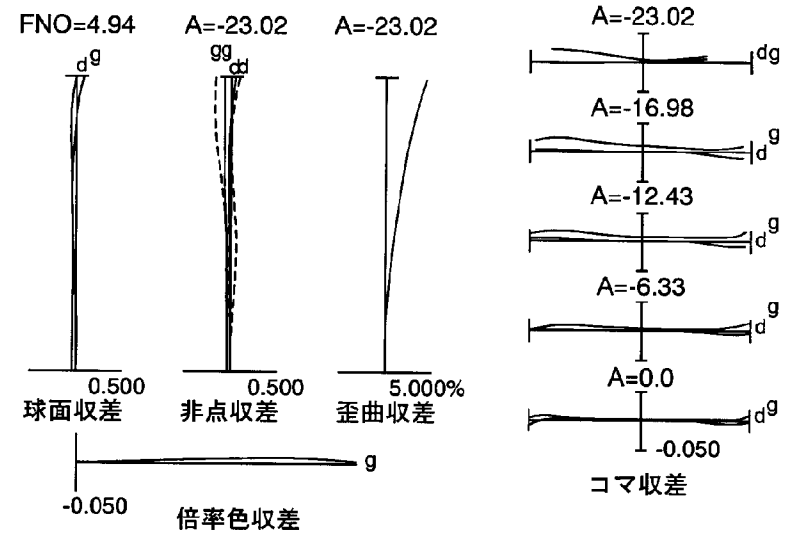
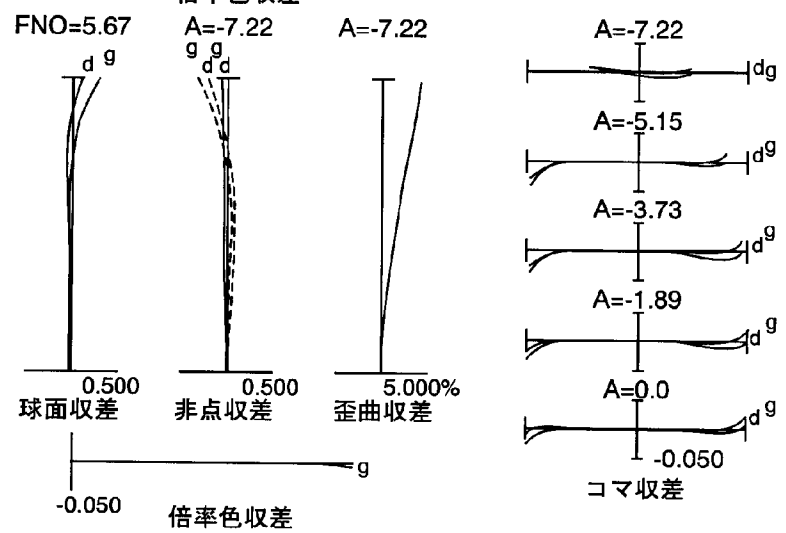


図11C



[図12]

図12A

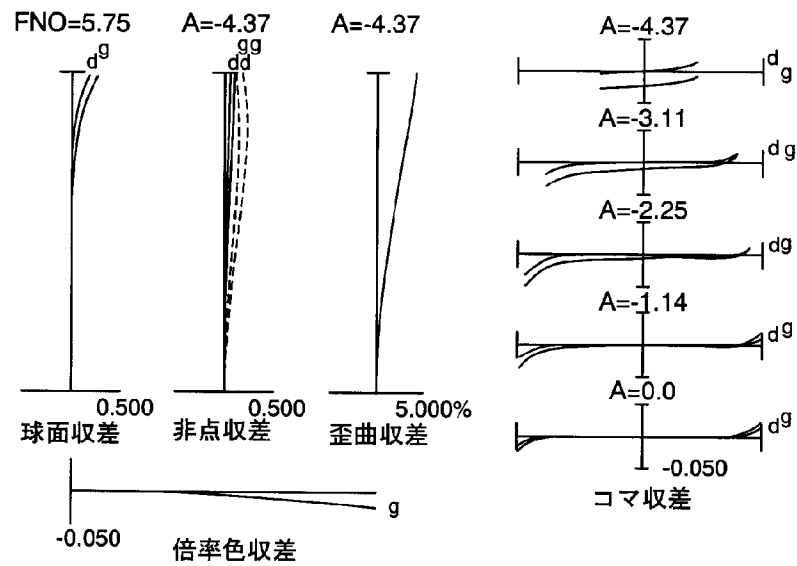
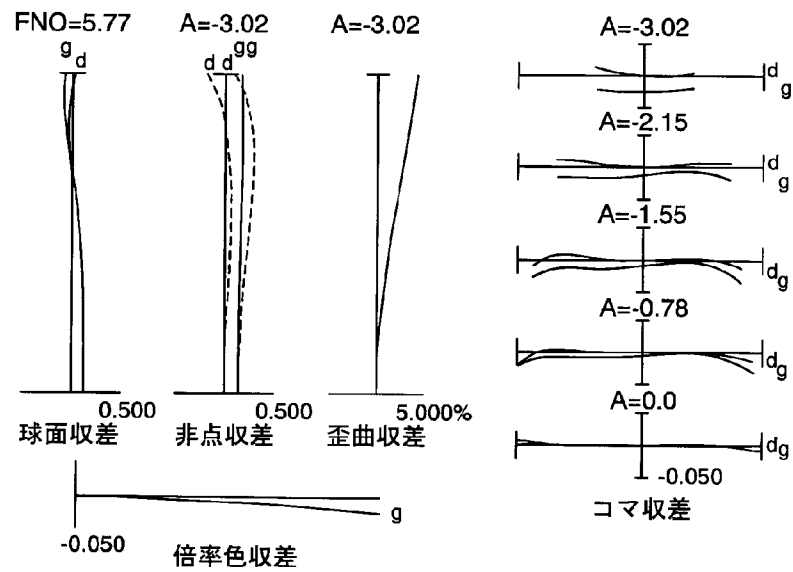
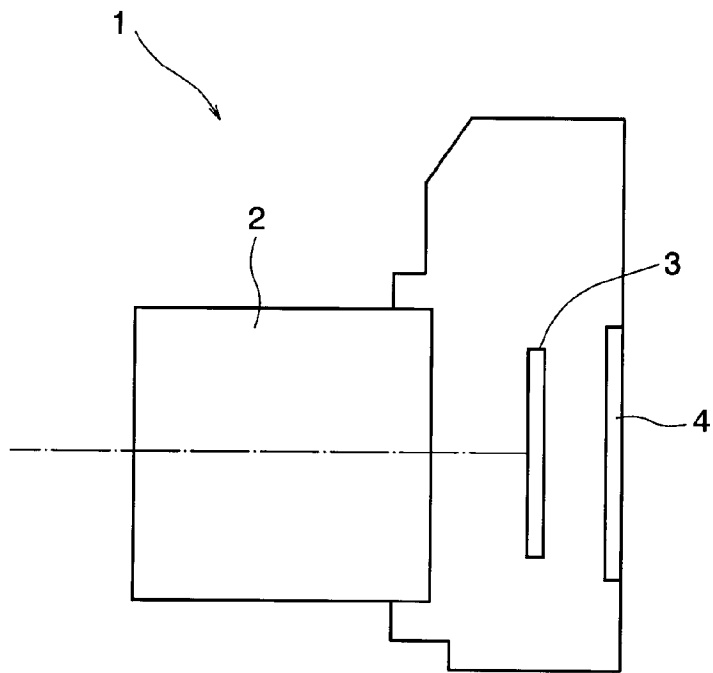


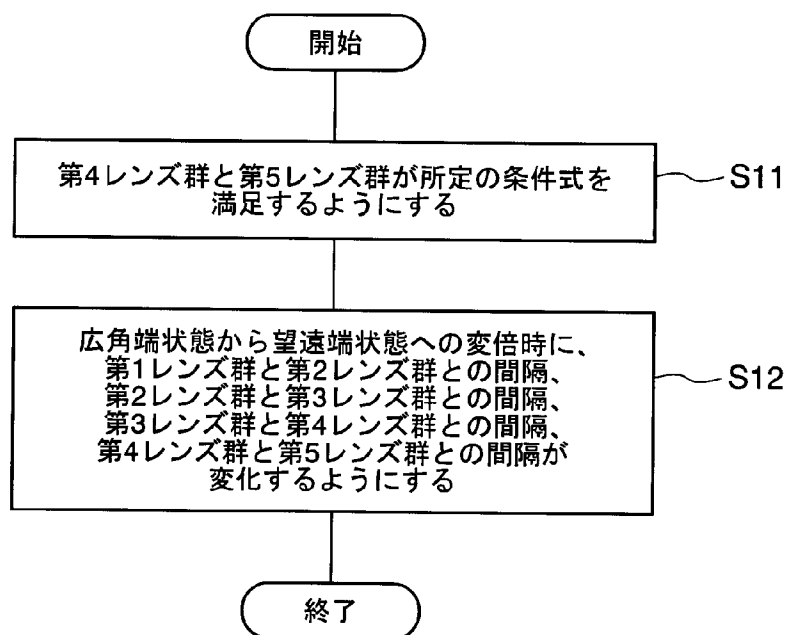
図12B



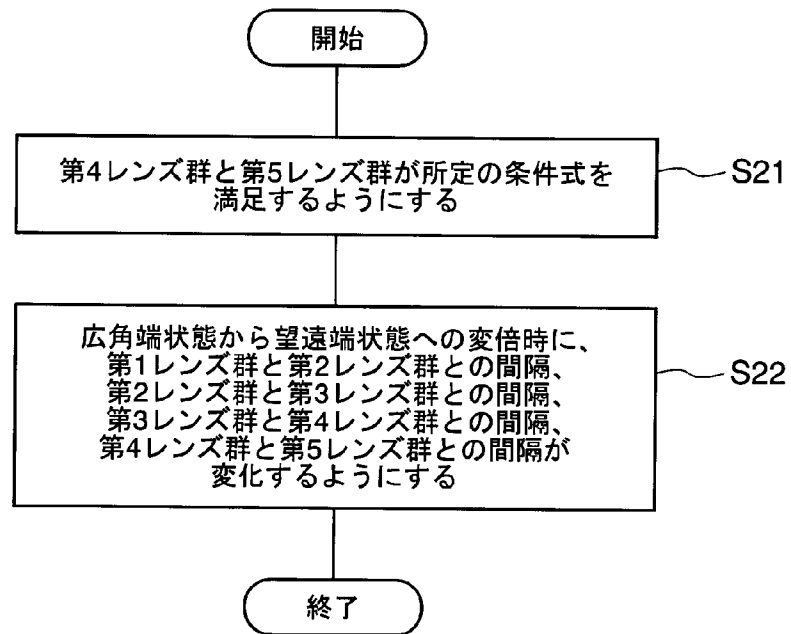
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B15/20, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2004-252196 A (Nikon Corp.), 09 September 2004 (09.09.2004), 1st to 4th examples (Family: none)	1-2, 4-14, 16-18 3, 15
X A	JP 10-161028 A (Minolta Co., Ltd.), 19 June 1998 (19.06.1998), examples 1 to 7 & US 5973854 A	1-2, 4-14, 16-18 3, 15
X A	JP 2009-086437 A (Nikon Corp.), 23 April 2009 (23.04.2009), 1st to 7th examples & US 2009/0086334 A1 & EP 2045638 A1	1, 4-13, 16-18 2-3, 14-15

☒ 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
28 January, 2014 (28.01.14)

Date of mailing of the international search report
10 February, 2014 (10.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079239

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2005-017915 A (Ricoh Co., Ltd.), 20 January 2005 (20.01.2005), example 4 (Family: none)	1, 4-7, 9-13, 16-18 2-3, 8, 14-15
X A	JP 2007-248952 A (Olympus Imaging Corp.), 27 September 2007 (27.09.2007), examples 1 to 9 & US 2007/0217026 A1	1, 5-7, 9-13, 16-18 2-4, 8, 14-15
X A	JP 2007-003652 A (Konica Minolta Photo Imaging, Inc.), 11 January 2007 (11.01.2007), examples 1 to 4 & US 2006/0291843 A1	1-2, 4-12, 17 3, 13-16, 18
X A	JP 6-130300 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 13 May 1994 (13.05.1994), examples 1 to 6 (Family: none)	1, 4-9, 11-12, 17 2-3, 10, 13-16, 18
X A	JP 2004-117827 A (Minolta Co., Ltd.), 15 April 2004 (15.04.2004), examples 1 to 2 (Family: none)	1-2, 4-8, 10-12, 17 3, 9, 13-16, 18
P, X P, A	JP 2013-178298 A (Konica Minolta, Inc.), 09 September 2013 (09.09.2013), example 3 (Family: none)	1, 4-13, 16-18 2-3, 14-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B15/20(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B15/20, G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2004-252196 A（株式会社ニコン）2004.09.09, 第1 - 4 実施例 (ファミリーなし)	1-2, 4-14, 16-18 3, 15
X A	JP 10-161028 A（ミノルタ株式会社）1998.06.19, 実施例1 - 7 & US 5973854 A	1-2, 4-14, 16-18 3, 15

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

殿岡 雅仁

2 V

4 7 4 8

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2009-086437 A (株式会社ニコン) 2009. 04. 23, 第 1 - 7 実施例 & US 2009/0086334 A1 & EP 2045638 A1	1, 4-13, 16-18 2-3, 14-15
X A	JP 2005-017915 A (株式会社リコー) 2005. 01. 20, 実施例 4 (ファ ミリーなし)	1, 4-7, 9-13, 16-18 2-3, 8, 14-15
X A	JP 2007-248952 A (オリンパスイメージング株式会社) 2007. 09. 27, 実施例 1 - 9 & US 2007/0217026 A1	1, 5-7, 9-13, 16-18 2-4, 8, 14-15
X A	JP 2007-003652 A (コニカミノルタフォトイメージング株式会社) 2007. 01. 11, 実施例 1 - 4 & US 2006/0291843 A1	1-2, 4-12, 17 3, 13-16, 18
X A	JP 6-130300 A (オリンパス光学工業株式会社) 1994. 05. 13, 実施例 1 - 6 (ファミリーなし)	1, 4-9, 11-12, 17 2-3, 10, 13-16 , 18
X A	JP 2004-117827 A (ミノルタ株式会社) 2004. 04. 15, 実施例 1 - 2 (ファミリーなし)	1-2, 4-8, 10- 12, 17 3, 9, 13-16, 18
P, X P, A	JP 2013-178298 A (コニカミノルタ株式会社) 2013. 09. 09, 実施例 3 (ファミリーなし)	1, 4-13, 16-18 2-3, 14-15