

(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
2016 年 10 月 6 日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/157340 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/JP2015/059794
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 27 日(27.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社(OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 河村一輝(KAWAMURA Kazuteru); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 今豊紀(KON Toyoki); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 斎藤圭介, 外(SAITO Keisuke et al.); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町 1-4-1-3 駿河台下MKビル6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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

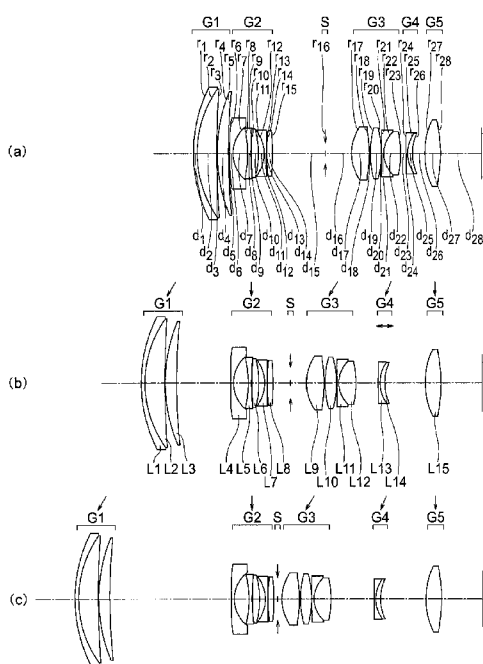
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

(54) 発明の名称: ズームレンズ及びそれを備えた撮像装置



(57) Abstract: This zoom lens is provided with a front-side lens group G2, rear-side lens groups G3-G5, and an aperture diaphragm S. The front-side lens group comprises one lens group having negative refractive power, or two lens groups having negative refractive power, and has negative refractive power as a whole. The rear-side lens groups are disposed to the image side of the front-side lens group, and have positive refractive power as a whole at the telephoto end. The rear-side lens groups are configured from a plurality of lens groups, and include an object-side positive lens group which has positive refractive power, and which is provided closest to the object side. The interval between the front-side lens group and the object-side positive lens group changes so as to be narrower at the telephoto end than at the wide-angle end. The aperture diaphragm is disposed further towards the image side than the front-side lens group, and satisfies conditional expression (1), namely $1.2 \leq |MG_{B-1}| \leq 6$, conditional expression (2), namely $10 \leq v d_{Gn_min_p} \leq 27$, and conditional expression (3), namely $-0.03 \leq T p_{Gn_min_p} \leq 0.014$.

(57) 要約: ズームレンズは、前側レンズ群 G2 と、後側レンズ群 G3 ~ G5 と、開口絞り S と、を有し、前側レンズ群は負の屈折力を有する 1 つのレンズ群又は負の屈折力を有する 2 つのレンズ群からなり、全体として負の屈折力を有し、後側レンズ群は、前側レンズ群の像側に配置され、望遠端において全体として正の屈折力を有し、後側レンズ群は複数のレンズ群で構成されると共に、正の屈折力を有する物体側正レンズ群を、最も物体側に備え、前側レンズ群と物体側正レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で狭くなるように変化し、開口絞りは前側レンズ群よりも像側に配置され、以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足する。 1. $1.2 \leq |MG_{B-1}| \leq 6$ (1) 2. $10 \leq v d_{Gn_min_p} \leq 27$ (2) 3. $-0.03 \leq T p_{Gn_min_p} \leq 0.014$ (3)

$|MG_{B-1}| \leq 6$ (1) $10 \leq v d_{Gn_min_p} \leq 27$ (2) $-0.03 \leq T p_{Gn_min_p} \leq 0.014$ (3)

WO 2016/157340 A1

明 細 書

発明の名称：ズームレンズ及びそれを備えた撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、ズームレンズ及びそれを備えた撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] 広画角での撮影と望遠での撮影が可能なズームレンズとして、特許文献1～特許文献3に記載されたズームレンズがある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-255228号公報（第2実施例）

特許文献2：特開2009-282398号公報（第1実施例）

特許文献3：特開平8-190051号公報（第1実施例）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1のズームレンズは、変倍比が十分に大きいとはいえない。また、焦点距離に対する全長が長いので、小型なズームレンズとはいえない。

[0005] 特許文献2のズームレンズは、望遠端でのFナンバーが十分に小さいとはいえない。

[0006] 特許文献3のズームレンズは、焦点距離に対する全長が長いので、小型なズームレンズとはいえない。また、広角端における画角が十分に大きいとはいえない。

[0007] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、広い画角と高い変倍比を持ちながらも、諸収差が良好に補正され、なお且つ、全長が短いズームレンズ及びそれを備えた撮像装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明のズームレンズは、

前側レンズ群と、後側レンズ群と、開口絞りと、を有し、

前側レンズ群は負の屈折力を有する1つのレンズ群又は負の屈折力を有する2つのレンズ群からなり、全体として負の屈折力を有し、

後側レンズ群は、前側レンズ群の像側に配置され、望遠端において全体として正の屈折力を有し、

後側レンズ群は複数のレンズ群で構成されると共に、正の屈折力を有する物体側正レンズ群を、最も物体側に備え、

前側レンズ群と物体側正レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で狭くなるように変化し、

開口絞りは前側レンズ群よりも像側に配置され、

以下の条件式(1)、(2)、(3)を満足することを特徴とする。

$$1. \quad 2 \leq |M G_{Bt}| \leq 6 \quad (1)$$

$$1.0 \leq \nu d_{Gn \min p} \leq 2.7 \quad (2)$$

$$-0.03 \leq T p_{Gn \min p} \leq 0.014 \quad (3)$$

ここで、

$M G_{Bt}$ は、後側レンズ群の望遠端での横倍率、

$\nu d_{Gn \min p}$ は、前側レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最小となるアッベ数、

$$T p_{Gn \min p} = \theta g F_{Gn p} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn p} + 0.6415),$$

$$\theta g F_{Gn p} = (n g_{Gn p} - n F_{Gn p}) / (n F_{Gn p} - n C_{Gn p}),$$

$\nu d_{Gn p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$n g_{Gn p}$ 、 $n F_{Gn p}$ 、 $n C_{Gn p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズの屈折率であって、各々、g線における屈折率、F線における屈折率、C線における屈折率、

前側レンズ群の所定の正レンズは、前側レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も小さい正レンズ、

である。

[0009] また、別の本発明のズームレンズは、

前側レンズ群と、後側レンズ群と、開口絞りと、を有し、

前側レンズ群は負の屈折力を有する1つのレンズ群又は負の屈折力を有する2つのレンズ群からなり、全体として負の屈折力を有し、

後側レンズ群は、前側レンズ群の像側に配置され、望遠端において全体として正の屈折力を有し、

後側レンズ群は複数のレンズ群で構成されると共に、正の屈折力を有する物体側正レンズ群を、最も物体側に備え、

前側レンズ群と物体側正レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で狭くなるように変化し、

開口絞りは前側レンズ群よりも像側に配置され、

以下の条件式(1')、(3')、(4)を満足することを特徴とする。

$$1. \quad 2.6 \leq |MG_{Bt}| \leq 7 \quad (1')$$

$$-0.015 \leq Tp_{Gnminp} \leq 0.014 \quad (3')$$

$$2. \quad 3 \leq |MG_{Bt}| / |MG_{Bw}| \leq 7.0 \quad (4)$$

ここで、

MG_{Bt} は、後側レンズ群の望遠端での横倍率、

$$Tp_{Gnminp} = \theta gF_{Gnp} - (-0.0016 \times \nu d_{Gnp} + 0.6415),$$

$$\theta gF_{Gnp} = (ng_{Gnp} - nF_{Gnp}) / (nF_{Gnp} - nC_{Gnp}),$$

νd_{Gnp} は、前側レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

ng_{Gnp} 、 nF_{Gnp} 、 nC_{Gnp} は、前側レンズ群の所定の正レンズの屈折率であって、各々、g線における屈折率、F線における屈折率、C線における屈折率、

前側レンズ群の所定の正レンズは、前側レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も小さい正レンズ、

MG_{Bw} は、後側レンズ群の広角端での横倍率、
である。

[0010] また、別の本発明のズームレンズは、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、前側レンズ群と、後側レンズ群と、

開口絞りと、を有し、

第1レンズ群は、前側レンズ群の物体側に配置され、

前側レンズ群は負の屈折力を有する1つのレンズ群又は負の屈折力を有する2つのレンズ群からなり、全体として負の屈折力を有し、

後側レンズ群は、前側レンズ群の像側に配置され、望遠端において全体として正の屈折力を有し、

後側レンズ群は複数のレンズ群で構成されると共に、正の屈折力を有する物体側正レンズ群を、最も物体側に備え、

第1レンズ群と前側レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で広くなるように変化し、

前側レンズ群と物体側正レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で狭くなるように変化し、

開口絞りは前側レンズ群よりも像側に配置され、

以下の条件式(2')、(3)を満足することを特徴とする。

$$1.5 \leq \nu d_{Gn \min p} \leq 2.7 \quad (2')$$

$$-0.03 \leq T p_{Gn \min p} \leq 0.014 \quad (3)$$

ここで、

$\nu d_{Gn \min p}$ は、前側レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最小となるアッベ数、

$$T p_{Gn \min p} = \theta g F_{Gn p} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn p} + 0.6415),$$

$$\theta g F_{Gn p} = (n g_{Gn p} - n F_{Gn p}) / (n F_{Gn p} - n C_{Gn p}),$$

$\nu d_{Gn p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$n g_{Gn p}$ 、 $n F_{Gn p}$ 、 $n C_{Gn p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズの屈折率であって、各々、g線における屈折率、F線における屈折率、C線における屈折率、

前側レンズ群の所定の正レンズは、前側レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も小さい正レンズ、

である。

[0011] また、別の本発明のズームレンズは、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、前側レンズ群と、後側レンズ群と、開口絞りと、を有し、

第1レンズ群は、前側レンズ群の物体側に配置され、

前側レンズ群は負の屈折力を有する1つのレンズ群又は負の屈折力を有する2つのレンズ群からなり、全体として負の屈折力を有し、

後側レンズ群は、前側レンズ群の像側に配置され、望遠端において全体として正の屈折力を有し、

後側レンズ群は複数のレンズ群で構成されると共に、正の屈折力を有する物体側正レンズ群を、最も物体側に備え、

第1レンズ群と前側レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で広くなるように変化し、

前側レンズ群と物体側正レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で狭くなるように変化し、

開口絞りは前側レンズ群よりも像側に配置され、

以下の条件式(3'')、(5)、(6)を満足することを特徴とする。

$$-0.03 \leq T_{p_{Gn \min p}} \leq 0.016 \quad (3'')$$

$$70.3 \leq \nu d_{1G \max p} \quad (5)$$

$$54 \leq \nu d_{Gn \max n} \quad (6)$$

ここで、

$$T_{p_{Gn \min p}} = \theta g F_{Gn p} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn p} + 0.6415),$$

$$\theta g F_{Gn p} = (n_{g_{Gn p}} - n_{F_{Gn p}}) / (n_{F_{Gn p}} - n_{C_{Gn p}}),$$

$\nu d_{Gn p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$n_{g_{Gn p}}$ 、 $n_{F_{Gn p}}$ 、 $n_{C_{Gn p}}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズの屈折率であって、各々、g線における屈折率、F線における屈折率、C線における屈折率、

前側レンズ群の所定の正レンズは、前側レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も小さい正レンズ、

$\nu d_{1G \max p}$ は、第1レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、

$\nu d_{Gn \max n}$ は、前側レンズ群の負レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、

である。

- [0012] また、本発明の撮像装置は、
上記のズームレンズと、
撮像面を有する撮像素子を備えたことを特徴とする。

発明の効果

- [0013] 本発明によれば、広い画角と高い変倍比を持ちながらも、諸収差が良好に補正され、なお且つ、全長が短いズームレンズ及びそれを備えた撮像装置を提供できる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]実施例1に係るズームレンズの無限遠物体合焦時のレンズ断面図であって、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端でのレンズ断面図である。

[図2]実施例2に係るズームレンズの無限遠物体合焦時のレンズ断面図であって、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端でのレンズ断面図である。

[図3]実施例3に係るズームレンズの無限遠物体合焦時のレンズ断面図であって、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端でのレンズ断面図である。

[図4]実施例4に係るズームレンズの無限遠物体合焦時のレンズ断面図であって、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端でのレンズ断面図である。

[図5]実施例5に係るズームレンズの無限遠物体合焦時のレンズ断面図であって、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端でのレンズ断面図である。

[図6]実施例6に係るズームレンズの無限遠物体合焦時のレンズ断面図であって、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端でのレンズ断面図である。

[図7]実施例7に係るズームレンズの無限遠物体合焦時のレンズ断面図であって、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端でのレンズ断面図である。

[図8]実施例1にかかるズームレンズの無限遠物体合焦時における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)～(d)は広角端、(e)～(h)は中間、(i)～(l)は望遠端での状態を示している。

[図9]実施例2にかかるズームレンズの無限遠物体合焦時における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)～(d)は広角端、(e)～(h)は中間、(i)～(l)は望遠端での状態を示している。

[図10]実施例3にかかるズームレンズの無限遠物体合焦時における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)～(d)は広角端、(e)～(h)は中間、(i)～(l)は望遠端での状態を示している。

[図11]実施例4にかかるズームレンズの無限遠物体合焦時における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)～(d)は広角端、(e)～(h)は中間、(i)～(l)は望遠端での状態を示している。

[図12]実施例5にかかるズームレンズの無限遠物体合焦時における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)～(d)は広角端、(e)～(h)は中間、(i)～(l)は望遠端での状態を示している。

[図13]実施例6にかかるズームレンズの無限遠物体合焦時における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す

す図であり、(a)～(d)は広角端、(e)～(h)は中間、(i)～(l)は望遠端での状態を示している。

[図14]実施例7にかかるズームレンズの無限遠物体合焦時における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)～(d)は広角端、(e)～(h)は中間、(i)～(l)は望遠端での状態を示している。

[図15]撮像装置の断面図である。

[図16]撮像装置の概観を示す前方斜視図である。

[図17]撮像装置の後方斜視図である。

[図18]撮像装置の主要部の内部回路の構成ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0015] 実施例の説明に先立ち、本発明のある態様にかかる実施形態の作用効果を説明する。なお、本実施形態の作用効果を具体的に説明するに際しては、具体的な例を示して説明することになる。しかし、後述する実施例の場合と同様に、それらの例示される態様はあくまでも本発明に含まれる態様のうちの一部に過ぎず、その態様には数多くのバリエーションが存在する。したがって、本発明は例示される態様に限定されるものではない。

[0016] 本実施形態のズームレンズが備える基本構成（以下、「本実施形態の基本構成」という）について説明する。

[0017] 本実施形態の基本構成では、ズームレンズは、前側レンズ群と、後側レンズ群と、開口絞りと、を有し、前側レンズ群は負の屈折力を有する1つのレンズ群又は負の屈折力を有する2つのレンズ群からなり、全体として負の屈折力を有し、後側レンズ群は、前側レンズ群の像側に配置され、望遠端において全体として正の屈折力を有し、後側レンズ群は複数のレンズ群で構成されると共に、正の屈折力を有する物体側正レンズ群を、最も物体側に備え、前側レンズ群と物体側正レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で狭くなるように変化し、開口絞りは前側レンズ群よりも像側に配置されている。

[0018] ズームレンズは、広角端における広い画角と、高い変倍比と、を有するこ

とが好ましい。広い画角とは、例えば、半画角で38度、更には40度を越える画角である。このような広い画角は、超広角と呼ばれることもある。また、高い変倍比とは、例えば、6倍を超える変倍比である。ただし、画角の値や変倍比の値は、この値に限定されない。

[0019] 本実施形態の基本構成では、負の屈折力を有する前側レンズ群の像側に、後側レンズ群を配置している。ここで、後側レンズ群の最も物体側には、正の屈折力を有する物体側正レンズ群が配置されている。そのため、負の屈折力を有する前側レンズ群と正の屈折力を有する物体側正レンズ群とによって、変倍作用を得ることができる。

[0020] 更に、前側レンズ群と物体側正レンズ群との間隔を、広角端よりも望遠端で狭くなるように変化させることで、変倍作用を高めることができる。加えて、後側レンズ群を複数のレンズ群で構成しているので、変倍時の像面湾曲の変動や球面収差の変動を良好に補正することができる。

[0021] また、開口絞りを物体側レンズより像側に配置することで、後側レンズ群の小径化が図れる。

[0022] このように、本実施形態の基本構成によれば、広角端において広い画角を確保すると共に、光学系の全長を短縮し、更に、高い変倍比を得ることができる。

[0023] 第1実施形態のズームレンズ～第5実施形態のズームレンズについて説明する。

[0024] 第1実施形態のズームレンズは、上述の基本構成を備え、以下の条件式（1）、（2）、（3）を満足することを特徴とする。

$$1.2 \leq |MG_{Bt}| \leq 6 \quad (1)$$

$$1.0 \leq \nu d_{Gn\ min\ p} \leq 2.7 \quad (2)$$

$$-0.03 \leq T_{p\ Gn\ min\ p} \leq 0.014 \quad (3)$$

ここで、

MG_{Bt} は、後側レンズ群の望遠端での横倍率、

$\nu d_{Gn\ min\ p}$ は、前側レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最小となるアッ

ベ数、

$$T_{p_{Gn\ min\ p}} = \theta g F_{Gn\ p} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn\ p} + 0.6415),$$

$$\theta g F_{Gn\ p} = (n_{g\ Gn\ p} - n_{F\ Gn\ p}) / (n_{F\ Gn\ p} - n_{C\ Gn\ p}),$$

$\nu d_{Gn\ p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$n_{g\ Gn\ p}$ 、 $n_{F\ Gn\ p}$ 、 $n_{C\ Gn\ p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズの屈折率であって、各々、 g 線における屈折率、 F 線における屈折率、 C 線における屈折率、

前側レンズ群の所定の正レンズは、前側レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も小さい正レンズ、

である。

[0025] 後側レンズ群の横倍率を高めることで、広角側で広い画角を確保しながら、望遠側の焦点距離を長くすることができる。これにより、広画角化と高変倍化が可能になる。ただし、後側レンズ群の横倍率を高めると、収差が悪化する場合がある。そこで、条件式（１）を満足することが好ましい。

[0026] 条件式（１）の下限値を下回らないようにすることで、高変倍化が容易になる。条件式（１）の上限値を上回らないようにすることで、前側レンズ群で発生する諸収差、主に、像面湾曲、球面収差、倍率色収差及び軸上色収差の拡大を抑えることができる。その結果、良好な結像性能が得られる。

[0027] また、前側レンズ群の負の屈折力を大きくすることで、変倍比を高めることができる。これにより、光学系の全長の短縮と前側レンズ群の径の小径化ができるので、光学系を小型化することができる。

[0028] ただし、前側レンズ群では、主に、広角端付近で倍率色収差が発生し、望遠端付近で軸上色収差が発生する場合がある。前側レンズ群は負の屈折力を有するので、前側レンズ群の色収差を補正するには、正レンズのアッベ数なるべく高分散側にすることが好ましい。アッベ数を高分散側にすると、アッベ数を小さくする、又は、分散を大きくするということである。そこで、条件式（２）を満足することが好ましい。

[0029] 条件式（２）の下限値を下回らないようにすることで、色収差の補正が過

剰になることを抑えることができる。条件式（２）の上限値を上回らないようにすることで、色収差の補正が不足することを防止できる。その結果、良好な結像性能を得ることができる。

[0030] また、前側レンズ群の屈折力を大きくすると、それにより２次スペクトルが大きく発生する場合がある。そこで、変倍域の全域で色収差を良好に抑えた状態を保つには、前側レンズ群内の正レンズに、２次スペクトルの発生を軽減できる特性を持つ硝材を使うことが有効となる。

[0031] 特にＦナンバーを、例えば、変倍域の全域でＦナンバーを５．０以下というように、小さい値にしようとする、それが結像性能に与える影響は大きくなる。そこで、条件式（３）を満足することが好ましい。

[0032] 条件式（３）の下限値を下回らないようにすることで、前側レンズ群内で発生する２次スペクトルを十分に補正できる。この場合、軸上色収差や倍率色収差の発生の増大を抑制できるので、良好な結像性能が得られる。条件式（３）の上限値を上回らないようにすることで、前側レンズ群内での２次スペクトルの補正が過剰になる傾向を弱めることができるので、軸上色収差と倍率色収差をバランスよく補正することができる。

[0033] 第２実施形態のズームレンズは、上述の基本構成を備え、以下の条件式（１'）、（３'）、（４）を満足することを特徴とする。

$$1. \quad 2.6 \leq |MG_{B_t}| \leq 7 \quad (1')$$

$$-0.015 \leq T_{p_{Gn_{min p}}} \leq 0.014 \quad (3')$$

$$2. \quad 3 \leq |MG_{B_t}| / |MG_{B_w}| \leq 7.0 \quad (4)$$

ここで、

MG_{B_t} は、後側レンズ群の望遠端での横倍率、

$$T_{p_{Gn_{min p}}} = \theta g_{F_{Gn p}} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn p} + 0.6415),$$

$$\theta g_{F_{Gn p}} = (n_{g_{Gn p}} - n_{F_{Gn p}}) / (n_{F_{Gn p}} - n_{C_{Gn p}}),$$

$\nu d_{Gn p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$n_{g_{Gn p}}$ 、 $n_{F_{Gn p}}$ 、 $n_{C_{Gn p}}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズの屈折率であって、各々、 g 線における屈折率、 F 線における屈折率、 C 線における屈折

率、

前側レンズ群の所定の正レンズは、前側レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も小さい正レンズ、

$M G_{B_w}$ は、後側レンズ群の広角端端での横倍率、
である。

[0034] 条件式 (1') の技術的意義は、条件式 (1) の技術的意義と同じである。
また、条件式 (3') の技術的意義は、条件式 (3) の技術的意義と同じである。

[0035] 上述のように、後側レンズ群の変倍作用を高めることで、変倍比を高めることができる。ただし、後側レンズ群の変倍作用を高めると、収差が悪化する場合がある。そこで、条件式 (4) を満足することが好ましい。

[0036] 条件式 (4) の下限値を下回らないようにすることで、変倍作用が小さくなりすぎない。そのため、高い変倍比、例えば、6 倍を超えるような変倍比を得ることが容易になる。条件式 (4) の上限値を上回らないようにすることで、後側レンズ群での変倍作用が大きくなりすぎない。そのため、主に、中間状態から望遠端までの変倍域で、球面収差の変動の増大を抑えることができる。

[0037] 第 3 実施形態のズームレンズは、上述の基本構成を備えると共に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群を有し、第 1 レンズ群は、前側レンズ群の物体側に配置され、第 1 レンズ群と前側レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で広くなるように変化し、以下の条件式 (2')、(3) を満足することを特徴とする。

$$1.5 \leq \nu d_{Gn \min p} \leq 2.7 \quad (2')$$

$$-0.03 \leq T p_{Gn \min p} \leq 0.014 \quad (3)$$

ここで、

$\nu d_{Gn \min p}$ は、前側レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最小となるアッベ数、

$$T p_{Gn \min p} = \theta g F_{Gn p} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn p} + 0.6415),$$

$$\theta gF_{Gn\ p} = (n g_{Gn\ p} - n F_{Gn\ p}) / (n F_{Gn\ p} - n C_{Gn\ p}),$$

$\nu d_{Gn\ p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$n g_{Gn\ p}$ 、 $n F_{Gn\ p}$ 、 $n C_{Gn\ p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズの屈折率であって、各々、 g 線における屈折率、 F 線における屈折率、 C 線における屈折率、

前側レンズ群の所定の正レンズは、前側レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も小さい正レンズ、
である。

[0038] 第3実施形態のズームレンズでは、負の屈折力を有する前側レンズ群の物体側に、正の屈折力を有する第1レンズ群が配置されている。そのため、負の屈折力を有する前側レンズ群と正の屈折力を有する第1レンズ群とによって、変倍作用を得ることができる。

[0039] 更に、第1レンズ群と前側レンズ群との間隔を、広角端よりも望遠端で広くなるように変化させることで、変倍作用を高めることができる。

[0040] 光学系の全長を短縮するには、テレフォト構成を含むように光学系を構成すると共に、テレフォト構成によってもたらされる作用を強めれば良い。第3実施形態のズームレンズでは、第1レンズ群と前側レンズ群とによって、テレフォト構成によってもたらされる作用を強めることができる。その結果、望遠端付近で、光学系の全長の短縮が図れる。

[0041] 条件式(2')の技術的意義は、条件式(2)の技術的意義と同じである。また、条件式(3)については既に説明したので、ここでの説明は省略する。

[0042] 第4実施形態のズームレンズは、上述の基本構成を備えると共に、正の屈折力を有する第1レンズ群を有し、第1レンズ群は、前側レンズ群の物体側に配置され、第1レンズ群と前側レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で広くなるように変化し、
以下の条件式(3'')、(5)、(6)を満足することを特徴とする。

$$-0.03 \leq T_{p\ Gn\ min\ p} \leq 0.016 \quad (3'')$$

$$70.3 \leq \nu d_{1G \max p} \quad (5)$$

$$54 \leq \nu d_{Gn \max n} \quad (6)$$

ここで、

$$T p_{Gn \min p} = \theta g F_{Gn p} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn p} + 0.6415),$$

$$\theta g F_{Gn p} = (n g_{Gn p} - n F_{Gn p}) / (n F_{Gn p} - n C_{Gn p}),$$

$\nu d_{Gn p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$n g_{Gn p}$ 、 $n F_{Gn p}$ 、 $n C_{Gn p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズの屈折率であって、各々、 g 線における屈折率、 F 線における屈折率、 C 線における屈折率、

前側レンズ群の所定の正レンズは、前側レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も小さい正レンズ、

$\nu d_{1G \max p}$ は、第1レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、

$\nu d_{Gn \max n}$ は、前側レンズ群の負レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、

である。

[0043] 条件式(3")の技術的意義は、条件式(3)の技術的意義と同じである。

[0044] 上述のように、ズームレンズは、広角端における広い画角と、高い変倍比と、を有することが好ましい。特に、変倍比が大きいズームレンズ、例えば、変倍比が6倍を超えるようなズームレンズにおいては、主に、広角端での倍率色収差の発生量と望遠端での軸上色収差の発生量が、共に増大する場合がある。第1レンズ群の望遠端付近で発生する色収差は、第1レンズ群よりも像側に位置するレンズ群で大きく拡大されることになる。そこで、条件式(5)を満足することで、色収差の発生を抑制することができる。

[0045] 条件式(5)の下限値を下回らないようにすることで、第1レンズ群内で軸上色収差の補正が不足することを防止できる。そのため、望遠端付近での軸上色収差の発生の増大を抑えることができる。その結果、良好な結像性能

を得ることができる。

[0046] 上述のように、光学系の全長を短縮するためには、前側レンズ群の屈折力を大きくすることが好ましい。しかしながら、前側レンズ群の屈折力を大きくすると、主に、広角端付近で倍率色収差が発生し、望遠端付近で軸上色収差が発生する。負の屈折力を有する前側レンズ群の色収差を補正するためには、前側レンズ群に用いられる正レンズのアッベ数を高分散側にすると共に、負レンズのアッベ数を低分散側にすることが好ましい。そこで、条件式（6）を満足することが好ましい。

[0047] 条件式（6）の下限値を下回らないようにすることで、広角端付近での倍率色収差と望遠端付近での軸上色収差を、共に十分に補正することができる。その結果、良好な結像性能を得ることができる。

[0048] また、第1実施形態のズームレンズと第2実施形態のズームレンズは、正の屈折力を有する第1レンズ群を有し、第1レンズ群は、前側レンズ群の物体側に配置され、第1レンズ群と前側レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で広くなるように変化することが好ましい。

[0049] 第1レンズ群と前側レンズ群とによって、変倍作用を高めることができる。

[0050] また、第1実施形態～第4実施形態のズームレンズ（以下、「本実施形態のズームレンズ」という）では、前側レンズ群は、負の屈折力を有する第1副群と、負の屈折力を有する第2副群と、を有し、フォーカス時に、第1副群と第2副群との間隔が変化することが好ましい。

[0051] 物体側レンズを第1副群と第2副群とで構成することで、前側レンズ群の負の屈折力を、2つの副群に分担させることができる。これにより、前側レンズ群における収差の発生を抑制することができる。

[0052] また、第1副群と第2副群との間隔を変化させることで、フォーカスを行うことができる。開口絞りが物体側レンズと後側レンズ群との間に位置する場合、第2副群は開口絞りの近くに位置することになる。開口絞りの近傍では光束が小さくなるので、第2副群を小径化することができる。そこで、第

2副群を移動させてフォーカスを行うことで、フォーカスユニットの小型化と軽量化が図れる。その結果、高速のオートフォーカスが可能になる。

[0053] また、本実施形態のズームレンズでは、前側レンズ群は、負の屈折力を有する第1副群と、負の屈折力を有する第2副群と、を有し、変倍時に、第1副群と第2副群との間隔が変化することが好ましい。

[0054] 変倍比を高めるには、前側レンズ群の屈折力を大きくすることが必要である。しかしながら、前側レンズ群の屈折力を大きくすると、変倍時の像面湾曲の変化が増大する傾向が強まる。そこで、前側レンズ群を第1副群と第2副群で構成し、第1副群と第2副群との間隔を可変にする。このようにすることで、変倍時の像面湾曲の変動の増大を抑えつつ、高変倍化を行うことが容易となる。

[0055] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式(4')を満足することが好ましい。

$$1. \quad 8 \leq |MG_{B_t}| / |MG_{B_w}| \leq 7.0 \quad (4')$$

ここで、

MG_{B_t} は、後側レンズ群の望遠端での横倍率、

MG_{B_w} は、後側レンズ群の広角端端での横倍率、

である。

[0056] 条件式(4')の技術的意義は、条件式(4)の技術的意義と同じである。

[0057] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式(1'')を満足することが好ましい。

$$1. \quad 2 \leq |MG_{B_t}| \leq 7.0 \quad (1'')$$

ここで、

MG_{B_t} は、後側レンズ群の望遠端での横倍率、

である。

[0058] 条件式(1'')の技術的意義は、条件式(1)の技術的意義と同じである。

[0059] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（7）を満足することが好ましい。

$$0.3 \leq |f_{Gn} / f_{GBp1}| \leq 0.89 \quad (7)$$

ここで、

f_{Gn} は、前側レンズ群の焦点距離、

f_{GBp1} は、物体側正レンズ群の焦点距離、

である。

[0060] 上述のように、前側レンズ群と物体側正レンズ群とで、大きな変倍作用を得ることができる。変倍比を高めると共に光学系の全長を短縮するためには、前側レンズ群の屈折力と物体側正レンズ群の屈折力を、共に大きくすることが好ましい。しかしながら、開口絞りが前側レンズ群より像側に配置されているので、前側レンズ群の負の屈折力を大きくすると、開口絞りの径が増加する傾向が強まる。そのため、絞りユニットと、絞りユニットの像側に位置する光学系についても、大型化する傾向が強まる。

[0061] また、前側レンズ群より物体側にレンズ群が配置されている場合は、前側レンズ群の入射側での屈折力が大きくなることで、前側レンズ群より物体側のレンズ群の径が増加する傾向が強まる。光学系の全長を短縮すると共に、光学系を小径化するには、前側レンズ群の屈折力と物体側正レンズ群の屈折力を、共に大きくしながらも、両者の屈折力をバランスさせることが好ましい。そこで、条件式（7）を満足することが好ましい。

[0062] 条件式（7）の下限値を下回らないようにすることで、光学系の小径化が容易になる。又は、光学系の全長の短縮が容易になる。また、前側レンズ群の屈折力が大きくなりすぎないので、像面湾曲の発生を抑え易くなる。条件式（7）の上限値を上回らないようにすることで、光学系の全長の短縮が容易になる。又は、十分なバックフォーカスの確保が容易になる。また、物体側正レンズ群の屈折力が大きくなりすぎないので、広角端から望遠端にかけて球面収差の発生を抑え易くなる。

[0063] また、本実施形態のズームレンズは、正の屈折力を有する第1レンズ群を

有し、第1レンズ群は、前側レンズ群の物体側に配置され、以下の条件式（8）を満足することが好ましい。

$$2.8 \leq f_1 / f_{GBp1} \leq 6.3 \quad (8)$$

ここで、

f_1 は、第1レンズ群の焦点距離、

f_{GBp1} は、物体側正レンズ群の焦点距離、

である。

[0064] 上述のように、基本構成では、主に、前側レンズ群と物体側正レンズ群が変倍作用を担っているが、第1レンズ群も変倍作用の増大に寄与する。このようなことから、変倍比を高めると共に光学系の全長を短縮するためには、物体側正レンズ群の屈折力を大きくすると共に、第1レンズ群の屈折力も大きくすることが好ましい。

[0065] しかしながら、第1レンズ群の屈折力を大きくすると、第1レンズ群に対する入射瞳の位置が更に像側に移動して、第1レンズ群から離れるので、第1レンズ群の径が増大する。よって、光学系の全長を短縮すると共に、光学系を小径化するには、第1レンズ群の屈折力と物体側正レンズ群の屈折力を、共に大きくしながらも、両者の屈折力をバランスさせることが好ましい。そこで、条件式（8）を満足することが好ましい。

[0066] 条件式（8）の下限値を下回らないようにすることで、光学系の小径化が容易になるか、又は、光学系の全長の短縮が容易になる。条件式（8）の上限値を上回らないようにすることで、光学系の全長の短縮が容易になる。又は、適切なバックフォーカスの確保が容易になる。

[0067] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（9）を満足することが好ましい。

$$1.05 \leq |\Phi_{\max} / f_{Gn}| \leq 3.0 \quad (9)$$

ここで、

$\Phi_{\max}$ は、望遠端における入射瞳の最大直径であって、 $\Phi_{\max} = f_t / Fno_t$ で表され、

f_t は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離、

F_{no_t} は、望遠端における最小Fナンバー、

f_{Gn} は、前側レンズ群の焦点距離、

である。

[0068] 上述のように、光学系の小型化のためには、前側レンズ群の屈折力を大きくすることが好ましい。しかしながら、前側レンズ群の屈折力を大きくすると、主に、球面収差、像面湾曲、倍率色収差及び軸上色収差の発生量が大きくなる場合がある。そこで、これらの収差の発生を抑えて、Fナンバーを小さくするためには、条件式（9）を満足することが好ましい。条件式（9）を満足することで、Fナンバーが小さい光学系を実現することができる。

[0069] 条件式（9）の下限値を下回らないようにすることで、光学系の全長の短縮が容易になる。条件式（9）の上限値を上回らないようにすることで、前側レンズ群における収差の増大、主に、球面収差、像面湾曲、倍率色収差及び軸上色収差の発生量の増大を抑えることができる。この場合、第2レンズ群において、収差補正のためにレンズを増やす必要がないので、光学系の小型化が図れる。

[0070] また、本実施形態のズームレンズでは、前側レンズ群は、少なくとも負レンズと正レンズを有し、以下の条件式（6）を満足することが好ましい。

$$5.4 \leq \nu d_{Gn \max n} \quad (6)$$

ここで、

$\nu d_{2G \max n}$ は、前側レンズ群の負レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、

である。

[0071] 条件式（6）の技術的意義は既に説明したので、ここでの説明は省略する。

[0072] また、本実施形態のズームレンズでは、第1レンズ群は、少なくとも負レンズと正レンズを有し、以下の条件式（5）を満足することが好ましい。

$$70.3 \leq \nu d_{1G \max p} \quad (5)$$

ここで、

$\nu d_{1G \max p}$ は、第1レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、

である。

[0073] 条件式(5)の技術的意義は既に説明したので、ここでの説明は省略する。

[0074] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式(10)を満足することが好ましい。

$$-0.012 \leq T_{p_{Gn \max n}} \leq 0.06 \quad (10)$$

ここで、

$$T_{p_{Gn \max n}} = \theta g_{F_{Gn n}} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn n} + 0.6415),$$

$$\theta g_{F_{Gn n}} = (n_{g_{Gn n}} - n_{F_{Gn n}}) / (n_{F_{Gn n}} - n_{C_{Gn n}}),$$

$\nu d_{Gn n}$ は、前側レンズ群の所定の負レンズのアッベ数、

$n_{g_{Gn n}}$ 、 $n_{F_{Gn n}}$ 、 $n_{C_{Gn n}}$ は前側レンズ群の所定の負レンズの屈折率であって、各々、g線における屈折率、F線における屈折率、C線における屈折率、

前側レンズ群の所定の負レンズは、前側レンズ群の負レンズのうちでアッベ数が最も大きい負レンズ、
である。

[0075] 前側レンズ群では、主に、広角端付近で倍率色収差が発生し、望遠端付近で軸上色収差が発生する。負の屈折力を有する前側レンズ群の色収差の発生を抑えるには、前側レンズ群に用いられる正レンズのアッベ数をなるべく高分散側にすることが好ましい。

[0076] しかしながら、正レンズのアッベ数を高分散側にした状態で前側レンズ群の屈折力を大きくすると、それにより2次スペクトルが大きく発生する傾向が強まる。そのため、変倍域の全域で色収差を良好に抑えた状態を保つには、前側レンズ群内の負レンズに、2次スペクトルを補正できる特性を持つ硝材を使うことが有効となる。そこで、条件式(10)を満足することが好ま

しい。

[0077] 条件式（１０）の下限値を下回らないようにすることで、前側レンズ群内で発生する２次スペクトルを十分に補正できる。この場合、軸上色収差や倍率色収差の発生の増大を抑制できるので、良好な結像性能が得られる。条件式（１０）の上限値を上回らないようにすることで、前側レンズ群内での２次スペクトルの補正が過剰になるという傾向を弱めることができるので、軸上色収差と倍率色収差をバランスよく補正することができる。

[0078] また、本実施形態のズームレンズでは、物体側正レンズ群は、少なくとも負レンズと正レンズを有し、以下の条件式（１１）を満足することが好ましい。

$$60.0 \leq \nu d_{GBp1 \max p} \quad (11)$$

ここで、

$\nu d_{GBp1 \max p}$ は、物体側正レンズ群の正レンズのアッペ数のうち、最大となるアッペ数、である。

[0079] 光学系の全長を短縮するためには、物体側正レンズ群では屈折力を大きくすることが好ましい。しかしながら、物体側正レンズ群の屈折力を大きくすると、主に、望遠端付近で軸上色収差が発生する場合がある。正の屈折力を有する物体側正レンズ群の色収差を補正するためには、物体側正レンズ群に用いられる正レンズのアッペ数を低分散側にすると共に、負レンズのアッペ数を高分散側にすることが好ましい。そこで、条件式（１１）を満足することが好ましい。

[0080] 条件式（１１）の下限値を下回らないようにすることで、望遠端付近での軸上色収差を十分に補正することができる。その結果、良好な性能を得ることができる。又は、物体側正レンズ群の屈折力が小さくなりすぎないので、光学系の全長の短縮が容易になる。

[0081] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（１２）を満足することが好ましい。

$$0.005 \leq T_{p_{GBp1 \max p}} \leq 0.06 \quad (12)$$

ここで、

$$T_{p_{GBp1 \max p}} = \theta g F_{GBp1} - (-0.0016 \times \nu d_{GBp1} + 0.6415),$$

$$\theta g F_{GBp1} = (n_{g_{GBp1 p}} - n_{F_{GBp1 p}}) / (n_{F_{GBp1 p}} - n_{C_{GBp1}}),$$

$\nu d_{GBp1 p}$ は、物体側正レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$n_{g_{GBp1 p}}$ 、 $n_{F_{GBp1 p}}$ 、 $n_{C_{GBp1}}$ は物体側正レンズ群の所定の正レンズの屈折率であって、各々、 g 線における屈折率、 F 線における屈折率、 C 線における屈折率、

物体側正レンズ群の所定の正レンズは、物体側正レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も大きい正レンズ、である。

[0082] 光学系の全長を短縮するためには、物体側正レンズ群では屈折力を大きくすることが好ましい。しかしながら、物体側正レンズ群の屈折力を大きくすると、主に、望遠端付近で軸上色収差が発生する場合がある。正の屈折力を有する物体側正レンズ群の色収差を補正するには、物体側正レンズ群に用いられる正レンズのアッベ数を低分散側にすると共に、負レンズのアッベ数を高分散側にすることが好ましい。

[0083] しかしながら、このようにした状態で物体側正レンズ群の屈折力を大きくすると、それにより2次スペクトルと球面収差が大きく発生する傾向が強まる。そのため、変倍域の全域で色収差を良好に抑えた状態を保つには、物体側正レンズ群内の正レンズに、2次スペクトルの発生と球面収差の発生を軽減できる特性を持つ硝材を使うことが有効となる。そこで、条件式(12)を満足することが好ましい。

[0084] 条件式(12)の下限値を下回らないようにすることで、物体側正レンズ群内で発生する2次スペクトルを十分に補正できる。この場合、軸上色収差や倍率色収差の発生の増大を抑制できるので、良好な結像性能が得られる。条件式(12)の上限値を上回らないようにすることで、物体側正レンズ群内での2次スペクトルの補正が過剰になる傾向を弱めることができる。その

結果、少ないレンズ枚数で、2次スペクトルと球面収差をバランスよく補正することができる。

[0085] また、本実施形態のズームレンズでは、後側レンズ群は、負の屈折力を有する物体側負レンズ群を有し、物体側負レンズ群は、物体側正レンズ群の像側に配置され、物体側負レンズ群は、広角端より望遠端で物体側に位置するように移動することが好ましい。

[0086] このようにすることで、物体側負レンズ群における変倍作用を高めることができる。その結果、変倍比をより容易に大きくすることができる。

[0087] 本実施形態のズームレンズでは、各レンズ群の系のなかで第1レンズ群の径が最大になる。そこで、物体側負レンズ群の像側に、正の屈折力を有する像側レンズ群を配置することが好ましい。このようにすると、物体側負レンズ群が負の屈折力を有しているので、物体側負レンズ群とこの像側レンズ群とで拡大光学系を構成することができる。そのため、第1レンズ群におけるレンズ径の小径化が可能になる。

[0088] また、本実施形態のズームレンズでは、後側レンズ群は、負の屈折力を有する物体側負レンズ群を有し、物体側負レンズ群は、少なくとも負レンズと正レンズを有し、以下の条件式(13)を満足することが好ましい。

$$6. \quad 0 \leq \nu d_{GBn1 \max n} - \nu d_{GBn1 \min p} \leq 4.5 \quad (13)$$

ここで、

$\nu d_{GBn1 \max n}$ は、物体側負レンズ群の負レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、

$\nu d_{GBn1 \min p}$ は、物体側負レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最小となるアッベ数、

である。

[0089] 物体側負レンズ群の結像倍率が大きくなることで、主に、軸上色収差や球面収差の発生量が大きくなる場合がある。変倍域の全域で良好な結像性能を確保するためには、これらの収差の補正をすることが好ましい。そこで、条件式(13)を満足することが好ましい。

[0090] 条件式（１３）の下限値を下回らないようにすることで、軸上色収差を十分に補正することができる。その結果、良好な結像性能を得ることができる。条件式（１３）の上限値を上回らないようにすることで、色収差の補正と球面収差の補正を両立させることが容易になる。その結果、変倍域の全域で良好な性能が得られる。

[0091] また、上述のように、物体側負レンズ群の像側に、像側レンズ群を配置することが好ましい。負の屈折力を有する物体側負レンズ群では、像側レンズ群との組合せによって、主に、像面湾曲を補正する作用を強めることができる。これにより、変倍域の全域で、良好な結像性能を確保することが可能になる。

[0092] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（１４）を満足することが好ましい。

$$1. \quad 0 \leq LTL_t / f_t \leq 2.8 \quad (14)$$

ここで、

LTL_t は、望遠端におけるズームレンズ全系の全長、

f_t は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離、

である。

[0093] 条件式（１４）の下限値を下回らないようにすることで、変倍時に各レンズ群が移動する際のスペースを十分に得ることができる。その結果、例えば、６倍を超えるような高い変倍比を得ることができる。また、各レンズの群の屈折力を無理に大きくする必要がないので、収差の悪化を抑えることができる。

[0094] 条件式（１４）の上限値を上回らないようにすることで、望遠端での第１レンズ群の径の増大を抑えることができる。その結果、光学系の全長の短縮と光学系の径の小型化が容易になる。又は、第１レンズ群の移動量の増大を抑えると共に、移動するレンズ群の枠数が増えないようにできるので、光学系の小径化が容易になる。

[0095] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（１５）を満足するこ

とが好ましい。

$$0.7 \leq LTL_w / f_t \leq 2.2 \quad (15)$$

ここで、

LTL_w は、広角端におけるズームレンズ全系の全長、

f_t は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離、

である。

[0096] 条件式(15)の下限値を下回らないようにすることで、変倍時に各レンズ群が移動する際のスペースを十分に得ることができる。その結果、例えば、6倍を超えるような高い変倍比を得ることができる。また、第1レンズ群の移動量の増大を抑えると共に、移動するレンズ群の枚数が増えないようにできるので、光学系の小径化が容易になる。また、無理に各レンズの群の屈折力を大きくする必要がないので、収差の悪化を抑えることができる。

[0097] 条件式(15)の上限値を上回らないようにすることで、広角端での第1レンズ群の径の増大、又は、第2レンズ群の径の増大を抑えることができる。その結果、光学系の径の小型化が容易になる。

[0098] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式(16)を満足することが好ましい。

$$0.7 \leq f_1 / f_t \leq 1.6 \quad (16)$$

ここで、

f_1 は、第1レンズ群の焦点距離、

f_t は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離、

である。

[0099] 条件式(16)の下限値を下回らないようにすることで、第1レンズ群の屈折力が大きくなりすぎない。その結果、第1レンズ群の小径化が容易になる。また、第1レンズ群の屈折力が大きくなりすぎないので、色収差の発生を抑えることができる。条件式(16)の上限値を上回らないようにすることで、第1レンズ群の屈折力が小さくなりすぎない。そのため、光学系の全長の短縮が容易になる。

[0100] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（１７）を満足することが好ましい。

$$0.005 \leq T_{p_{1G \max p}} \leq 0.06 \quad (17)$$

ここで、

$$T_{p_{1G \max p}} = \theta g F_{1G p} - (-0.0016 \times \nu d_{1G p} + 0.6415),$$

$$\theta g F_{1G p} = (n_{g_{1G p}} - n_{F_{1G p}}) / (n_{F_{1G p}} - n_{C_{1G p}}),$$

$\nu d_{1G p}$ は、第１レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$n_{g_{1G p}}$ 、 $n_{F_{1G p}}$ 、 $n_{C_{1G p}}$ は第１レンズ群の所定の正レンズの屈折率であって、各々、 g 線における屈折率、 F 線における屈折率、 C 線における屈折率、

第１レンズ群の所定の正レンズは、第１レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も大きい正レンズ、である。

[0101] 光学系の全長を短縮するためには、第１レンズ群では屈折力を大きくすることが好ましい。しかしながら、第１レンズ群の屈折力を大きくすると、主に、望遠端付近で軸上色収差が発生する場合がある。正の屈折力を有する第１レンズ群の色収差を補正するには、第１レンズ群に用いられる正レンズのアッベ数を低分散側にすると共に、負レンズのアッベ数を高分散側にすることが好ましい。

[0102] しかしながら、このようにした状態で第１レンズ群の屈折力を大きくすると、それにより２次スペクトルと球面収差が大きく発生する傾向が強まる。そのため、変倍域の全域で色収差を良好に抑えた状態を保つには、第１レンズ群内の正レンズに、２次スペクトルの発生と球面収差の発生を軽減できる特性を持つ硝材を使うことが有効となる。そこで、条件式（１７）を満足することが好ましい。

[0103] 条件式（１７）の下限値を下回らないようにすることで、第１レンズ群内で発生する２次スペクトルを十分に補正できる。この場合、軸上色収差や倍率色収差の発生の増大を抑制できるので、良好な結像性能が得られる。条件

式（１７）の上限値を上回らないようにすることで、第１レンズ群内での２次スペクトルの補正が過剰になる傾向を弱めることができる。その結果、少ないレンズ枚数で、２次スペクトルの補正と球面収差の補正とのバランスを適切に確保することができる。

[0104] また、本実施形態のズームレンズでは、後側レンズ群は、負の屈折力を有する物体側負レンズ群を有し、物体側負レンズ群はフォーカスレンズ群であることが好ましい。

[0105] 物体側負レンズ群に入射する光束径は、物体側正レンズ群の正の屈折力によって小さくなっている。そのため、物体側負レンズ群は小型で軽量にすることができる。そこで、物体側負レンズ群をフォーカスレンズ群にすると、レンズ群を高速で移動させることができるので、高速でフォーカスができる。

[0106] 特に、条件式（１３）を満足する場合、物体側負レンズ群でフォーカスしても、球面収差と軸上色収差の変動を少なくできる。よって、至近距離に位置する物体にフォーカスした状態でも良好な結像性能が得られる。

[0107] また、物体側正レンズ群の屈折力と物体側負レンズ群の屈折力を、共に大きくすることが好ましい。このようにすることで、物体側負レンズ群におけるフォーカス感度を高めることができ、なお且つ、物体側負レンズ群を小径化することができる。その結果、小型で軽量のフォーカスユニットを実現できる。

[0108] また、本実施形態のズームレンズでは、前側レンズ群は、少なくとも２枚の負レンズと１枚の正レンズとを有することが好ましい。

[0109] 前側レンズ群の屈折力を大きくすることで、主に、ズームによる像面湾曲と球面収差の変動が大きくなる。そこで、前側レンズ群において、負の屈折力を複数の負レンズに分担させることで、これらの収差の変動を減らすことができる。分担させる負レンズの数は２枚が好ましい。

[0110] 負の屈折力を２枚の負レンズに分担させる場合、物体側に負レンズを２枚配置することが好ましい。このようにすることで、像面湾曲の補正をより容

易にすることができる。

[0111] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（１８）を満足することが好ましい。

$$1.73 \leq n_{d_{Gn\max n}} \leq 2.3 \quad (18)$$

ここで、

$n_{d_{Gn\max n}}$ は、前側レンズ群の負レンズの屈折率のうち、最大となる屈折率、
である。

[0112] 条件式（１８）を満足することで、像面湾曲の補正能力と球面収差の補正能力を高めることができる。条件式（１８）を満足することは、広角端での画角の広角化と高変倍化に更に有効となる。

[0113] 条件式（１８）の下限値を下回らないようにすることで、像面湾曲の補正効果を十分に得ることができる。条件式（１８）の上限値を上回らないようにすることで、像面が全体的にマイナス側に傾いてしまう傾向を小さくできる。その結果、良好な結像性能を得ることができる。

[0114] また、本実施形態のズームレンズでは、前側レンズ群は、像側に凹面を向けた負レンズを、最も物体側に有し、最も物体側の負レンズでは、像側面の曲率半径の絶対値が、物体側面の曲率半径の絶対値に比べて小さく、以下の条件式（１９）を満足することが好ましい。

$$1.73 \leq n_{d_{Gn\ n1}} \leq 2.3 \quad (19)$$

ここで、

$n_{d_{Gn\ n1}}$ は、前側レンズ群の最も物体側の負レンズの屈折率、
である。

[0115] Fナンバーを小さくすると共に、高変倍化と光学系の全長の短縮を図るには、前側レンズ群の屈折力を大きくすることが好ましい。しかしながら、前側レンズ群の最も物体側では、変倍時の光線高の変化が大きくなる。光線高の変化が大きいと、最も物体側のレンズにおける光線の屈折角の変化も急激になる。そのため、前側レンズ群の屈折力を大きくすると、これにより主に

、変倍時の像面湾曲の変動が大きくなる。

[0116] そこで、前側レンズ群の最も物体側に、像側に凹面を向けた負レンズを配置する。そして、この負レンズの像側面の曲率半径の絶対値を、物体側面の曲率半径の絶対値に比べて小さくする。このようにすることで、変倍時にレンズ面で光線の屈折角が急激に変化することを緩和できる。その結果、変倍時の像面湾曲の変動を少なくすることができる。

[0117] そして、条件式（１９）を満足することで、変倍時の像面湾曲の変動を更に少なくすることができる。その結果、良好な結像性能を維持しつつ、変倍域の全域でFナンバーを小さくすると共に、高変倍化を行うことができる。小さいFナンバーとは、例えば、5.0以下のFナンバー、高い変倍比とは、例えば、6倍を超える変倍比である。

[0118] 条件式（１９）の下限値を下回らないようにすることで、像面湾曲の補正効果を十分に得ることができる。条件式（１９）の上限値を上回らないようにすることで、像面が全体的にマイナス側に傾いてしまう傾向を小さくできる。その結果、良好な結像性能を得ることができる。

[0119] また、本実施形態のズームレンズでは、前側レンズ群は、物体側から像側に、像側に凹面を向けた負レンズと、負レンズと、像側に凸面を向けた正レンズと、を有し、像側に凹面を向けた負レンズでは、像側面の曲率半径の絶対値が、物体側面の曲率半径の絶対値に比べて小さいことが好ましい。

[0120] Fナンバーを小さくすると共に、高変倍化と光学系の全長の短縮を図るには、前側レンズ群の屈折力を大きくすることが好ましい。しかしながら、前側レンズ群の屈折力の増大は、変倍時に前側レンズ群で収差が変動する原因になり得る。具体的には、広角端から望遠端までの間で、主に、像面湾曲と球面収差が変動し得る。

[0121] そこで、前側レンズ群を上述の構成にすることで、変倍時にレンズ面で光線の屈折角が急激に変化することを防止できる。その結果、変倍域の全域で、像面湾曲と球面収差が共に良好に補正された状態を保つことができる。

[0122] このように、本実施形態のズームレンズによれば、良好な結像性能を維持

しつつ、変倍域の全域でFナンバーを小さくすると共に、高変倍化を行うことができる。小さいFナンバーとは、例えば、5.0以下のFナンバー、高い変倍比とは、例えば、6倍を超える変倍比である。

[0123] また、本実施形態のズームレンズでは、前側レンズ群は、負の屈折力を有する第1副群と、負の屈折力を有する第2副群と、を有し、第1副群は、物体側から像側に、像側に凹面を向けた負レンズと、負レンズと、像側に凸面を向けた正レンズと、を有し、像側に凹面を向けた負レンズでは、像側面の曲率半径の絶対値が、物体側面の曲率半径の絶対値に比べて小さいことが好ましい。

[0124] Fナンバーを小さくすると共に、高変倍化と光学系の全長の短縮を図るには、前側レンズ群の屈折力を大きくすることが好ましい。しかしながら、前側レンズ群の屈折力の増大は、変倍時に前側レンズ群で収差が変動する原因になり得る。具体的には、広角端から望遠端までの間で、主に、像面湾曲と球面収差が変動し得る。

[0125] そこで、第1副群を上述の構成にすることで、変倍時にレンズ面で光線の屈折角が急激に変化することを防止できる。その結果、変倍域の全域で、像面湾曲と球面収差が共に良好に補正された状態を保つことができる。

[0126] このように、本実施形態のズームレンズによれば、良好な結像性能を維持しつつ、変倍域の全域でFナンバーを小さくすると共に、高変倍化を行うことができる。小さいFナンバーとは、例えば、5.0以下のFナンバー、高い変倍比とは、例えば、6倍を超える変倍比である。

また、第1副群をこのように構成すると、第2副群を1枚の負レンズ、あるいは負レンズと正レンズの2枚のレンズで構成しても、第2副群で発生する収差を少なくできる。これにより、第2副群を移動させてフォーカスを行っても、第2副群の移動による収差変動が少なくなる。また、第2副群のレンズ枚数を少なくできるので、第2副群を軽量化できる。その結果、フォーカス速度を高速にすることができる。

[0127] また、本実施形態のズームレンズで、物体側から順に、正の屈折力を有す

る第1レンズ群と、前側レンズ群と、物体側正レンズ群と、負の屈折力を有する物体側負レンズ群と、正の屈折力を有する像側レンズ群と、を有し、変倍時に、各レンズ群の間隔が変化し、開口絞りを、前側レンズ群よりも像側で、且つ、物体側正レンズ群よりも物体側に位置させることが好ましい。

[0128] 上述のように、ズームレンズは、広角端における広い画角と、高い変倍比と、を有することが好ましい。広い画角とは、例えば、半画角で38度、更には40度を越える画角である。また、高い変倍比とは、例えば、6倍を超える変倍比である。ただし、画角の値や変倍比の値は、この値に限定されない。

[0129] 広角端において広い画角を確保すると共に、光学系の全長を短縮し、更に、高い変倍比を得るには、広角端から望遠端にかけて、光学系における屈折力配置を、より対称に近い配置にすることが好ましい。屈折力配置とは、屈折力の正負の並びのことである。

[0130] ズームレンズを上述のように構成することで、屈折力配置は、物体側正レンズ群より物体側で正屈折力、負屈折力となり、像側で負屈折力、正屈折力となる。すなわち、本実施形態のズームレンズでは、物体側正レンズ群を挟んで物体側の屈折力配置と像側の屈折力配置が対称になる。その結果、変倍域の全域で、光学系の全長の短縮と、主に像面湾曲やコマ収差を良好に補正することが可能になる。

[0131] また、本実施形態のズームレンズでは、各レンズ群の系のなかで第1レンズ群の径が最大になる。ここで、物体側負レンズ群が負の屈折力を有しているので、物体側負レンズ群と像側レンズ群とで拡大光学系を構成することができる。そのため、第1レンズ群におけるレンズ径の小径化が可能になる。

[0132] このように、本実施形態のズームレンズによれば、広角端における広い画角と、高い変倍比と、を有するズームレンズにおいて、光学系を小型化でき、また、良好な結像性能を確保することができる。

[0133] また、本実施形態のズームレンズでは、物体側正レンズ群は、手ブレ補正用の正レンズを有し、手ブレ補正用の正レンズを光軸と垂直方向にシフトす

ることで、手ブレによる像ズレの補正を行うことが好ましい。

[0134] 物体側正レンズ群は開口絞りの最も近くに位置するので、物体側正レンズ群を通過する光束の径は小さい。そのため、物体側正レンズ群のレンズを小型にすることができる。そこで、物体側正レンズ群内のレンズを、手ブレ補正用のレンズとして用いる。このようにすることで、小径で軽量な手ブレ補正ユニットを構成できる。

[0135] 手ブレ補正用のレンズは、1枚のレンズで構成することが好ましい。ただし、複数のレンズで手ブレ補正用のレンズを構成しても良い。手ブレ補正用のレンズには、単レンズや接合レンズを用いることができる。

[0136] また、手ブレ補正用のレンズの屈折力は、正の屈折力にすることが好ましい。このようにすることで、物体側正レンズ群の正の屈折力を効率的に大きくすることができ、また、手ブレ補正の高速化が実現できる。

[0137] また、本実施形態のズームレンズでは、物体側正レンズ群は、手ブレ補正用の負レンズを有し、以下の条件式(20)を満足することが好ましい。

$$1.7 \leq \nu d_{GBp1ISp} - \nu d_{GBp1ISn} \leq 6.5 \quad (20)$$

ここで、

$\nu d_{GBp1ISp}$ は、手ブレ補正用の正レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、

$\nu d_{GBp1ISn}$ は、手ブレ補正用の負レンズのアッベ数のうち、最小となるアッベ数、

である。

[0138] 条件式(20)を満足することで、手ブレ補正を行っている状態での色収差の発生を少なくすることができる。その結果、手ブレ補正を行っている状態でも、良好な結像性能が得られる。

[0139] また、本実施形態のズームレンズでは、後側レンズ群は、物体側負レンズ群を有し、物体側負レンズ群は、物体側正レンズ群の像側に配置され、物体側負レンズ群を光軸と垂直方向にシフトすることで、手ブレによる像ズレの補正を行うことが好ましい。

[0140] 物体側負レンズ群の物体側には、大きな正の屈折力を有する物体側正レンズ群が配置されている。そのため、物体側負レンズ群の小径化が可能である。そこで、物体側負レンズ群を手ブレ補正用のレンズ群とすることで、小径で軽量な手ブレ補正ユニットを構成できる。また、これにより、手ブレ補正の高速化が実現できる。

[0141] 更に、物体側負レンズ群は条件式（１３）を満足することが好ましい。これにより、手ブレ補正を行っている状態でも、結像性能の劣化を少なくすることができる。

[0142] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（２１）を満足することが好ましい。

$$0.05 \leq |f_{Gn}| / f_t \leq 0.5 \quad (21)$$

ここで、

f_{Gn} は、前側レンズ群の焦点距離、

f_t は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離、

である。

[0143] 条件式（２１）の下限値を下回らないようにすることで、前側レンズ群で、主に、像面湾曲、球面収差、倍率色収差及び軸上色収差の発生量が増大することを抑えることができる。その結果、良好な結像性能を得ることができる。条件式（２１）の上限値を上回らないようにすることで、前側レンズ群の径の増大を抑えることができる。その結果、光学系の小型化が図れる。

[0144] また、本実施形態のズームレンズは、前側レンズ群よりも物体側に、正の屈折力を有する第１レンズ群を有し、第１レンズ群は、１枚の負レンズと２枚の正レンズとを、少なくとも有することが好ましい。

[0145] Fナンバーを小さくすると共に、高変倍化と光学系の全長の短縮を図ると、第１レンズ群の径が大きくなり、また、屈折力も大きくなる。第１レンズ群の径や屈折力が大きくなると、第１レンズ群では、主に、望遠端付近で球面収差が発生する。そこで、第１レンズ群の径や屈折力が大きくなっても、この球面収差を良好に補正した状態を保つ必要がある。

- [0146] そのためには、第1レンズ群において、正の屈折力を少なくとも2枚の正レンズに分担させることが好ましい。分担させる正レンズの数は2枚が好ましい。
- [0147] 更に、第1レンズ群に、負レンズを配置することが好ましい。このようにすることで、色収差を良好に補正することができる。
- [0148] また、本実施形態のズームレンズは、前側レンズ群よりも物体側に、正の屈折力を有する第1レンズ群を有し、第1レンズ群は、広角端より望遠端で物体側に位置するように移動することが好ましい。
- [0149] 第1レンズ群をこのように移動させると、第1レンズ群は、望遠端で、広角端よりも物体側に繰り出された状態になる。そのため、第1レンズ群と前側レンズ群とによる変倍作用を高めることができる。その結果、高変倍化が容易となる。
- [0150] また、第1レンズ群が広角端より望遠端で物体側に位置することで、第1レンズ群よりも像側に広いスペースが形成される。そのため、広角端から望遠端までの間で、レンズ群を移動させるためのスペースの確保が容易となる。その結果、広角端付近における光学系の全長を短縮することが可能になる。
- [0151] また、本実施形態のズームレンズでは、開口絞りは、前側レンズ群と物体側正レンズ群との間に配置することが好ましい。
- [0152] このようにすることで、前側レンズ群の小径化が容易となる。また、前側レンズ群の物体側に正の屈折力を有する第1レンズ群を配置した場合、第1レンズ群の小径化も容易となる。
- [0153] また、本実施形態のズームレンズでは、物体側正レンズ群は、正の屈折力を有するレンズユニットを少なくとも2つ有することが好ましい。
- [0154] 物体側正レンズ群の屈折力を大きくすることで、物体側正レンズ群における変倍作用を高めることができる。しかしながら、物体側正レンズ群の屈折力を大きくすると、これにより物体側正レンズ群で球面収差が発生する。そこで、物体側正レンズ群において、正の屈折力を、複数の正の屈折力を有す

るレンズユニットに分担させることで、これらの球面収差の発生量を減らすことができる。レンズユニットは、レンズ成分と見なしても良い。レンズ成分は、単レンズ、接合レンズ、複合レンズである。

[0155] また、各レンズユニットは、互いに離れた位置に配置することが好ましい。隣り合うレンズユニットの間に空気間隔を設けることで、球面収差をより良好に補正することができる。

[0156] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（22）を満足することが好ましい。

$$-2.5 \leq f_t / \text{exp}_t \leq 0.6 \quad (22)$$

ここで、

f_t は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離、

exp_t は、近軸結像面から望遠端におけるズームレンズの射出瞳までの距離、

である。

[0157] 条件式（22）の下限値を下回らないようにすることで、望遠端付近での正の歪曲収差の増大を抑えることができる。条件式（22）の上限値を上回らないようにすることで、最終レンズ群におけるレンズ径の増大を抑えることができる。その結果、光学系の小型化が容易になる。

[0158] また、本実施形態のズームレンズでは、前側レンズ群は負レンズを有することが好ましい。

[0159] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（23）を満足することが好ましい。

$$1.1 \leq M_{G_{nt}} / M_{G_{nw}} \leq 2.5 \quad (23)$$

ここで、

$M_{G_{nt}}$ は、前側レンズ群の望遠端での横倍率、

$M_{G_{nw}}$ は、前側レンズ群の広角端端での横倍率、

である。

[0160] 前側レンズ群の変倍作用を高めることで、変倍比を高めることができる。

ただし、前側レンズ群の変倍作用を高めると、収差が悪化し易くなる。そこで、条件式（２３）を満足することが好ましい。

[0161] 条件式（２３）の下限値を下回らないようにすることで、変倍作用が小さくなりすぎない。そのため、高い変倍比、例えば、６倍を超えるような変倍比を得ることが容易になる。条件式（２３）の上限値を上回らないようにすることで、後側レンズ群での変倍作用が大きくなりすぎない。そのため、主に、中間状態から望遠端までの変倍域で、球面収差の変動の増大を抑えることができる。

[0162] また、本実施形態のズームレンズでは、第１レンズ群は負レンズを有することが好ましい。

[0163] 色収差の補正と球面収差の補正を、共に良好に行うことができる。その結果、良好な結像性能が得られる。

[0164] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（２”）を満足することが好ましい。

$$1.0 \leq \nu d_{Gn \min p} \leq 3.6 \quad (2'')$$

ここで、

$\nu d_{Gn \min p}$ は、前側レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最小となるアッベ数、
である。

[0165] 条件式（２”）の技術的意義は、条件式（２）の技術的意義と同じである。

[0166] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（３）を満足することが好ましい。

$$-0.03 \leq T_{p_{Gn \min p}} \leq 0.014 \quad (3)$$

ここで、

$$T_{p_{Gn \min p}} = \theta g F_{Gn p} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn p} + 0.6415),$$

$$\theta g F_{Gn p} = (n_{g_{Gn p}} - n_{F_{Gn p}}) / (n_{F_{Gn p}} - n_{C_{Gn p}}),$$

$\nu d_{Gn p}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$n_{g_{Gn\ p}}$ 、 $n_{F_{Gn\ p}}$ 、 $n_{C_{Gn\ p}}$ は、前側レンズ群の所定の正レンズの屈折率であって、各々、 g 線における屈折率、 F 線における屈折率、 C 線における屈折率、

前側レンズ群の所定の正レンズは、前側レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も小さい正レンズ、
である。

[0167] 条件式（３）の技術的意義は既に説明したので、ここでの説明は省略する。

[0168] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（２４）を満足することが好ましい。

$$1.7 \leq n_{d_{Gn\ max\ p}} \leq 2.3 \quad (24)$$

ここで、

$n_{d_{Gn\ max\ p}}$ は、第２レンズ群の正レンズの屈折率のうち、最大となる屈折率、
である。

[0169] 条件式（２４）の下限値を上回ると、望遠端近傍において球面収差の発生を抑制すると共に、広角端近傍において像面湾曲の発生を抑制することができる。条件式（２４）の上限値を下回ると、像面が全体的にプラス側に傾いてしまう傾向を小さくできる。その結果、良好な結像性能を得ることができる。

[0170] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（２５）を満足することが好ましい。

$$4 < |f_1 / f_{Gn}| < 10 \quad (25)$$

ここで、

f_1 は、第１レンズ群の焦点距離、

f_{Gn} は、前側レンズ群の焦点距離、

である。

[0171] 条件式（２５）の下限値を下回らないようにすることで、主に、第１レン

ズ群での球面収差の増大を抑えることができる。条件式（25）の上限値を上回らないようにすることで、主に、第2レンズ群での像面湾曲の増大を抑えることができる。その結果、良好な結像性能が得られる。

[0172] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（26）を満足することが好ましい。

$$0.2 < |f_{GBp1} / f_{GBn1}| < 1.3 \quad (26)$$

ここで、

f_{GBp1} は、物体側正レンズ群の焦点距離、

f_{GBn1} は、物体側負レンズ群の焦点距離、

である。

[0173] 条件式（26）下限値を下回らないようにすることで、主に、物体側正レンズ群での球面収差の増大やコマ収差の増大を抑えることができる。条件式（26）の上限値を上回らないようにすることで、主に、物体側負レンズ群での球面収差の増大やコマ収差の増大を抑えることができる。その結果、特に、望遠端付近での結像性能を十分に確保することが容易になる。

[0174] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（27）を満足することが好ましい。

$$0.3 < |f_{GBn1} / f_{GBp2}| < 1.5 \quad (27)$$

ここで、

f_{GBn1} は、物体側負レンズ群の焦点距離、

f_{GBp2} は、像側レンズ群の焦点距離、

である。

[0175] 条件式（27）の下限値を下回らないようにすることで、像側レンズ群での負の歪曲収差の増大を抑えることができる。条件式（27）の上限値を上回らないようにすることで、物体側負レンズ群よりも像側で光線の高さの増加を抑えることができる。その結果、光学系の小径化が容易になる。

[0176] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式（28）を満足することが好ましい。

$$4.9 < f_t / f_w < 10 \quad (28)$$

ここで、

f_t は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離、

f_w は、広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離、

である。

[0177] 条件式(28)の下限値を下回らないようにすることで、変倍比の低下を防止できる。これにより、光学系や撮像装置の商品性を高めることができる。条件式(28)の上限値を上回らないようにすることで、光学系の小型化が容易になる。

[0178] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式(29)を満足することが好ましい。

$$3 < F_{no_t} < 5.7 \quad (29)$$

ここで、

F_{no_t} は、望遠端における最小Fナンバー、

である。

[0179] 条件式(29)の下限値を下回らないようにすることで、球面収差、コマ収差及び像面湾曲の増大を抑えることができると共に、各レンズ群における径が増加を防止することができる。これにより、光学系の小径化が容易になるので、光学系や撮像装置の機動性を十分に確保することが容易になる。条件式(29)の上限値を上回らないようにすることで、夜などの暗いシーンでの撮影でもシャッタースピードの低下を防止できるので、手ブレや被写体ブレの発生を防止できる。また、十分な光量が得られるため、撮影した画像の画質が低下しない。

[0180] また、本実施形態のズームレンズは、以下の条件式(30)を満足することが好ましい。

$$0.1 < |f_{Gn} / f_{GB}| < 1.0 \quad (30)$$

ここで、

f_{Gn} は、前側レンズ群の焦点距離、

f_{GB} は、後側レンズ群の焦点距離、
である。

- [0181] 条件式(30)の下限値を下回らないようにすることで、前側レンズ群における像面湾曲の発生量の増加を抑えることができる。その結果、変倍域の全域で良好な結像性能が得られない。条件式(30)の上限値を上回らないようにすることで、前側レンズ群における変倍作用の低下を抑えることができる。その結果、高変倍化が容易になる。
- [0182] また、本実施形態のズームレンズでは、第1レンズ群は、物体側から像側に順に、負レンズと正レンズとからなる接合レンズと、正レンズと、からなることが好ましい。
- [0183] このようにすることで、色収差の補正と球面収差の補正を、共に良好に行うことができる。その結果、良好な結像性能が得られる。また、2つのレンズを接合することで、レンズを枠部材へ組み込む際の誤差が減るので、安定した結像性能が得られる。
- [0184] また、本実施形態のズームレンズでは、第1レンズ群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であることが好ましい。
- [0185] このようにすることで、第1レンズ群内を通過する周辺光線の急激な屈曲、特に、広角端付近での周辺光線の急激な屈曲を防ぐことができる。その結果、非点収差を良好に補正できる。
- [0186] また、本実施形態のズームレンズでは、第1レンズ群の最も像側のレンズは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズであることが好ましい。
- [0187] このようにすることで、第1レンズ群内を通過する周辺光線の急激な屈曲、特に、広角端付近での周辺光線の急激な屈曲を防ぐことができる。その結果、非点収差を良好に補正できる。
- [0188] また、本実施形態のズームレンズでは、第4レンズ群は、負レンズと正レンズとの接合レンズからなることが好ましい。
- [0189] このようにすることで、色収差を良好に補正することができる。その結果、変倍域の全域で、色収差の発生量を減らすことができる。

[0190] また、本実施形態のズームレンズでは、第4レンズ群は、像側面が像側に凹面を向けた負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、からなることが好ましい。

[0191] また、本実施形態の撮像装置は、上記のいずれかのズームレンズと、撮像面を有する撮像素子を備えることを特徴とする。

[0192] このようにすることで、広角側の画角や撮影可能な画角範囲が広く、ノイズの少ない画像が得られる撮像装置を提供できる。

[0193] なお、各条件式について、下限値、上限値の何れかまたは双方を限定することで、その機能をより確実にできるので好ましい。また、各条件式について、より限定した条件式の数値範囲の上限値あるいは下限値のみを限定しても構わない。また、条件式の数値範囲を限定するにあたっては、上記の各条件式の上限値又は下限値を、上記の他の条件式の上限値又は下限値としても良い。

[0194] 条件式(1)、(1')、(1'')の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：1.26、1.3、1.4、1.5、1.6、1.8。

上限値：6.0、5.9、5.0、4.7、4.0、3.6、3.5。

条件式(2)、(2')、(2'')の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：14.0、15.0、16.0、17.0、21.0。

上限値：34.0、33.0、32.0、30.0、27.0、26.0。

条件式(3)、(3')、(3'')の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：-0.021、-0.015、-0.013、-0.01、-0.005、-0.004。

上限値：0.015、0.014、0.013、0.012。

条件式(4)、(4')の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：2.4、2.6、2.7。

上限値：8.6、7.0、7.1、6.0、5.7、5.0。

条件式（5）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：70.5、71.4、72.5、73.6、74.0。

上限値：98.0、93.9、89.8、85.7、80.0。

条件式（6）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：55.0、58.0、60.0、70.5、76.0、80.0。

上限値：98.0、94.0、90.0、86.0。

条件式（7）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：0.32、0.34、0.35、0.36、0.4。

上限値：0.85、0.84、0.80、0.79、0.75。

条件式（8）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：2.9、3.0、3.1、3.2。

上限値：6.0、5.9、5.8、5.5、5.2。

条件式（9）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：1.1、1.2、1.3。

上限値：2.8、2.6、2.3。

条件式（10）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：-0.01、-0.005、0.002。

上限値：0.055、0.05、0.04、0.01。

条件式（11）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：61.0、62.1、63.1、70.5、74、80.0。

上限値：98.0、93.9、89.8、85.7。

条件式（12）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：0.007、0.015。

上限値：0.055、0.052、0.05、0.044、0.036。

条件式（13）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：8.0、8.5、11.0、12、13.5。

上限値：43、41.0、36.0、35.0、32.0、30.0。

条件式（１４）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：１．１５、１．２、１．３、１．４。

上限値：２．６、２．３、２．１。

条件式（１５）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：０．８０、０．８５、０．９１、１．０。

上限値：２．１、２．０、１．９、１．８。

条件式（１６）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：０．７６、０．８０、０．８２、０．８５、０．８８。

上限値：１．５、１．４、１．３、１．２。

条件式（１７）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：０．０１、０．０１５。

上限値：０．０５５、０．０５、０．０４。

条件式（１８）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：１．７５、１．７７、１．７８、１．８、１．８５。

上限値：２．２０、２．０９、１．９９、１．８５。

条件式（１９）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：１．７５、１．７７、１．７８、１．７９、１．８５。

上限値：２．２０、２．０９、１．９９、１．８５。

上限値：条件式（２０）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：２０．０、２１．０、２６．０、３０．０。

上限値：６３．０、６０．０、６０．０、５８．０。

条件式（２１）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：０．０７、０．０８、０．０９、０．１０。

上限値：０．４２、０．４０、０．３４、０．２６、０．２０。

条件式（２２）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：－２．４、－２．３、－１．７、－０．７。

上限値：０．５６、０．５２、０．４９、０．３、０．２、０．０。

条件式（２３）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：1.30、1.50、1.70、1.9。

上限値：20.0、19.4、15、13.9、8.3、8.0、4.0、3.0。

条件式（24）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：1.71、1.72。

上限値：2.23、2.2、2.15、2.08。

条件式（25）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：4.5、5.0、5.4。

上限値：9.6、9.1、8.7。

条件式（26）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：0.33、0.46、0.58。

上限値：1.28、1.26、1.24。

条件式（27）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：0.34、0.38、0.42。

上限値：1.46、1.43、1.39。

条件式（28）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：5.6、6.2、6.9。

上限値：9.5、9.0、8.5。

条件式（29）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：3.2、3.5、3.8。

上限値：5.5、5.4、5.2。

条件式（30）の好ましい下限値と上限値は以下のとおりである。

下限値：0.13、0.15、0.18。

上限値：0.88、0.75、0.63。

[0195] 以下に、本発明のある態様に係るズームレンズの実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、屈折力の正、負は近軸曲率半径に基づく。

[0196] 以下、ズームレンズの実施例1～7について説明する。実施例1～7のレ

レンズ断面図を、それぞれ図1～図7に示す。図中、(a)は、広角端におけるレンズ断面図、(b)は、中間焦点距離状態におけるレンズ断面図、(c)は、望遠端におけるレンズ断面図である。なお、(a)～(c)は、いずれも、無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

[0197] また、第1レンズ群はG1、第2レンズ群はG2、第3レンズ群はG3、第4レンズ群はG4、第5レンズ群はG5、第6レンズ群はG6、第7レンズ群はG7、開口絞り（明るさ絞り）はS、像面（撮像面）はIで示してある。また、フォーカスの際に移動するレンズ群を横方向の矢印、手ブレ補正の際に移動するレンズを縦方向の矢印で示している。

[0198] なお、最も像側に位置するレンズ群と像面Iとの間に、ローパスフィルタを構成する平行平板や、電子撮像素子のカバーガラスを配置しても良い。この場合、平行平板の表面に、赤外光を制限する波長域制限コートを施しても良い。また、カバーガラスの表面に波長域制限用の多層膜を施してもよい。また、そのカバーガラスにローパスフィルタ作用を持たせるようにしてもよい。

[0199] 実施例1～6では、第2レンズ群G2が前側レンズ群である。第3レンズ群FG3、第4レンズ群G4及び第5レンズ群G5が後側レンズ群である。第3レンズ群G3は物体側正レンズ群、第4レンズ群は物体側負レンズ群、第5レンズ群は像側レンズ群である。

[0200] 実施例6では、第2レンズ群G2は、第1副群G2aと第2副群G2bとで構成されている。

[0201] 実施例7では、第2レンズ群G2が前側レンズ群である。第3レンズ群FG3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、第6レンズ群G6及び第7レンズ群G7後側レンズ群である。第3レンズ群G3は物体側正レンズ群、第4レンズ群は物体側負レンズ群、第5レンズ群は像側レンズ群である。

[0202] 実施例1のズームレンズは、図1に示すように、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、負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、で構成されている。開口絞りSは、第2レンズ群G 2 と第3レンズ群G 3 との間に配置されている。

[0203] 第1レンズ群G 1 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 3 と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL 1 と正メニスカスレンズL 2 とが接合されている。

[0204] 第2レンズ群G 2 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 と、両凹負レンズL 5 と、両凸正レンズL 6 と、両凹負レンズL 7 と、両凸正レンズL 8 と、で構成されている。

[0205] 第3レンズ群G 3 は、両凸正レンズL 9 と、両凸正レンズL 10 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 11 と、両凸正レンズL 12 と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL 11 と両凸正レンズL 12 とが接合されている。

[0206] 第4レンズ群G 4 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 13 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 14 と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL 13 と正メニスカスレンズL 14 とが接合されている。

[0207] 第5レンズ群G 5 は、両凸正レンズL 15 で構成されている。

[0208] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G 1 は物体側に移動し、第2レンズ群G 2 は固定で、第3レンズ群G 3 は物体側に移動し、第4レンズ群G 4 は物体側に移動し、第5レンズ群G 5 は固定である。開口絞りSは、単独で物体側に移動する。

[0209] 合焦時、第4レンズ群G 4 が光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、第4レンズ群G 4 が像側に移動する。

[0210] 非球面は、負メニスカスレンズL 4 の両面と、両凹負レンズL 7 の両面と、両凸正レンズL 9 の両面と、両凸正レンズL 15 の両面との、合計8面に設けられている。

[0211] 実施例2のズームレンズは、図2に示すように、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、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、で構成されている。開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置されている。

[0212] 第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、両凸正レンズL2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL1と両凸正レンズL2とが接合されている。

[0213] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、両凹負レンズL5と、両凸正レンズL6と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL7と、で構成されている。

[0214] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL10と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、両凸正レンズL13と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL10と正メニスカスレンズL11とが接合されている。また、負メニスカスレンズL12と両凸正レンズL13とが接合されている。

[0215] 第4レンズ群G4は、両凹負レンズL14と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL15と、で構成されている。ここで、両凹負レンズL14と正メニスカスレンズL15とが接合されている。

[0216] 第5レンズ群G5は、両凸正レンズL16と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL17と、で構成されている。ここで、両凸正レンズL16と負メニスカスレンズL17とが接合されている。

[0217] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側に移動し、第3レンズ群G3は物体側に移動し、第4レンズ群G4は物体側に移動し、第5レンズ群G5は固定である。開口絞りS

は、単独で物体側に移動する。

[0218] 合焦時、第4レンズ群G4が光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、第4レンズ群G4が像側に移動する。

また、手ブレ補正時、第3レンズ群G3の負メニスカスレンズL12と両凸正レンズL13とが光軸と直交する方向に移動する。

[0219] 非球面は、両凹負レンズL5の両面と、負メニスカスレンズL7の両面と、両凸正レンズL8の両面と、両凸正レンズL13の像側面と、両凸正レンズL16の物体側面との、合計8面に設けられている。

[0220] 実施例3のズームレンズは、図3に示すように、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、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、で構成されている。開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置されている。

[0221] 第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた平凸正レンズL2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL1と平凸正レンズL2とが接合されている。

[0222] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、両凹負レンズL5と、両凸正レンズL6と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL7と、で構成されている。ここで、両凹負レンズL5と両凸正レンズL6とが接合されている。

[0223] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL10と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、両凸正レンズL13と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL10と正メニスカスレンズL11とが接合されている。また、負メニスカスレンズL12と両凸正レンズL13とが接合されている。

- [0224] 第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL15と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL14と正メニスカスレンズL15とが接合されている。
- [0225] 第5レンズ群G5は、両凸正レンズL16と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL17と、で構成されている。ここで、両凸正レンズL16と負メニスカスレンズL17とが接合されている。
- [0226] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側に移動し、第3レンズ群G3は物体側に移動し、第4レンズ群G4は物体側に移動した後、像側に移動し、第5レンズ群G5は固定である。開口絞りSは、第3レンズ群G3と共に移動する。
- [0227] 合焦時、第4レンズ群G4が光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、第4レンズ群G4が像側に移動する。また、手ブレ補正時、第3レンズ群G3の負メニスカスレンズL12と両凸正レンズL13とが光軸と直交する方向に移動する。
- [0228] 非球面は、負メニスカスレンズL4の両面と、両凸正レンズL8の両面と、両凸正レンズL13の像側面と、両凸正レンズL16の物体側面との、合計6面に設けられている。
- [0229] 実施例4のズームレンズは、図4に示すように、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、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、で構成されている。開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置されている。
- [0230] 第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL1と正メニスカスレンズL2とが接合されている。

- [0231] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、両凹負レンズL5と、両凸正レンズL6と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL7と、で構成されている。ここで、両凹負レンズL5と両凸正レンズL6とが接合されている。
- [0232] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL10と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、両凸正レンズL13と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL10と正メニスカスレンズL11とが接合されている。また、負メニスカスレンズL12と両凸正レンズL13とが接合されている。
- [0233] 第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL15と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL14と正メニスカスレンズL15とが接合されている。
- [0234] 第5レンズ群G5は、両凸正レンズL16と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL17と、で構成されている。ここで、両凸正レンズL16と負メニスカスレンズL17とが接合されている。
- [0235] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側に移動し、第3レンズ群G3は物体側に移動し、第4レンズ群G4は物体側に移動した後、像側に移動し、第5レンズ群G5は像側に移動する。開口絞りSは、第3レンズ群G3と共に移動する。
- [0236] 合焦時、第4レンズ群G4が光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、第4レンズ群G4が像側に移動する。また、手ブレ補正時、第3レンズ群G3の負メニスカスレンズL12と両凸正レンズL13とが光軸と直交する方向に移動する。
- [0237] 非球面は、負メニスカスレンズL4の両面と、両凸正レンズL8の両面と、両凸正レンズL13の像側面と、両凸正レンズL16の物体側面との、合計6面に設けられている。

[0238] 実施例5のズームレンズは、図5に示すように、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、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、で構成されている。開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置されている。

[0239] 第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL1と正メニスカスレンズL2とが接合されている。

[0240] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、両凹負レンズL5と、両凸正レンズL6と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL7と、で構成されている。ここで、両凹負レンズL5と両凸正レンズL6とが接合されている。

[0241] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL10と、両凹負レンズL11と、両凸正レンズL12と、で構成されている。ここで、両凸正レンズL9と負メニスカスレンズL10とが接合されている。また、両凹負レンズL11と両凸正レンズL12とが接合されている。

[0242] 第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL14と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL13と正メニスカスレンズL14とが接合されている。

[0243] 第5レンズ群G5は、両凹負レンズL15と、両凸正レンズL16と、で構成されている。

[0244] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G1は固定で、第2レンズ群G2は像側に移動し、第3レンズ群G3は物体側に移動し、第4レンズ群G4は物体側に移動した後、像側に移動し、第5レンズ群G5は像側に移動し

た後、物体側に移動する。開口絞りSは、第3レンズ群G3と共に移動する。

[0245] 合焦時、第4レンズ群G4が光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、第4レンズ群G4が像側に移動する。また、手ブレ補正時、第3レンズ群G3の両凹負レンズL11と両凸正レンズL12とが光軸と直交する方向に移動する。

[0246] 非球面は、負メニスカスレンズL4の両面と、負メニスカスレンズL7の両面と、両凸正レンズL8の両面と、両凸正レンズL16の両面との、合計8面に設けられている。

[0247] 実施例6のズームレンズは、図6に示すように、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、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、で構成されている。開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置されている。

[0248] 第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL1と正メニスカスレンズL2とが接合されている。

[0249] 第2レンズ群G2は、第1副群G2aと第2副群G2bとで構成されている。第1副群G2aは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、両凹負レンズL5と、両凸正レンズL6と、で構成されている。第2副群G2bは像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL7で構成されている。

[0250] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL10と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、両凸正レンズL13と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL10と正メニスカスレンズL11とが接合されている。

- [0251] 第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL15と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL14と正メニスカスレンズL15とが接合されている。
- [0252] 第5レンズ群G5は、両凸正レンズL16で構成されている。
- [0253] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第1副群G2aは像側に移動した後、物体側に移動し、第2副群G2bは像側に移動し、第3レンズ群G3は物体側に移動し、第4レンズ群G4は物体側に移動し、第5レンズ群G5は固定である。開口絞りSは、単独で物体側に移動する。
- [0254] 合焦時、第2副群G2bが光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、第2副群G2bが像側に移動する。また、手ブレ補正時、第3レンズ群G3の負メニスカスレンズL12と両凸正レンズL13とが光軸と直交する方向に移動する。
- [0255] 非球面は、負メニスカスレンズL4の両面と、負メニスカスレンズL7の両面と、両凸正レンズL8の両面と、両凸正レンズL13の両面と、負メニスカスレンズL14の物体側面と、両凸正レンズL16の両面との、合計11面に設けられている。
- [0256] 実施例7のズームレンズは、図7に示すように、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、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、負の屈折力を有する第6レンズ群G6と、正の屈折力を有する第7レンズ群G7と、で構成されている。開口絞りSは、第5レンズ群G5中に配置されている。
- [0257] 第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL1と正メニスカスレンズL2とが接合されている。

- [0258] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、両凹負レンズL5と、両凸正レンズL6と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL7と、で構成されている。
- [0259] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL8で構成されている。
- [0260] 第4レンズ群G4は、両凹負レンズL9で構成されている
- [0261] 第5レンズ群G5は、両凸正レンズL10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12と、両凸正レンズL13と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL11と正メニスカスレンズL12とが接合されている。
- [0262] 第6レンズ群G6は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL15と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL14と正メニスカスレンズL15とが接合されている。
- [0263] 第7レンズ群G7は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL16と、両凸正レンズL17と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL18と、で構成されている。
- [0264] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズG2は像側に移動した後、物体側に移動し、第3レンズ群G3は物体側に移動し、第4レンズ群G4は物体側に移動し、第5レンズ群G5は物体側に移動し、第6レンズ群G6は物体側に移動し、第7レンズ群G7は物体側に移動する。第5レンズ群G5と、第7レンズ群G7は、一体となって移動する。開口絞りSは、第5レンズ群と共に物体側に移動する。
- [0265] 合焦時、第4レンズ群G4が光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、第4レンズ群G4が物体側に移動する。また、手ブレ補正時、第6レンズ群G6が光軸と直交する方向に移動する。
- [0266] 非球面は、負メニスカスレンズL4の両面と、両凸正レンズL8の両面と、両凹負レンズL9の両面と、両凸正レンズL10の両面と、正メニスカス

レンズL15の像側面との、合計9面に設けられている。

次に、上記各実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを掲げる。なお、各実施例の数値データにおいて、 r_1 、 r_2 、…は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 d_2 、…は各レンズの肉厚または空気間隔、 nd_1 、 nd_2 、…は各レンズのd線での屈折率、 νd_1 、 νd_2 、…は各レンズの阿ッペ数、*印は非球面である。また、ズームデータにおいて、中間は中間焦点距離状態、焦点距離はズームレンズ全系の焦点距離、FNO. はFナンバー、 ω は半画角、FBはバックフォーカス、 f_1 、 f_2 …は各レンズ群の焦点距離である。なお、全長は、レンズ最前面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカスを加えたものである。バックフォーカスは、レンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算して表したものである。また、数値データは無限遠物体合焦時のデータある。

[0267] また、非球面形状は、光軸方向を z 、光軸に直交する方向を y にとり、円錐係数を k 、非球面係数を A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} としたとき、次の式で表される。

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + k) (y / r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

また、非球面係数において、「 $e-n$ 」(n は整数)は、「 10^{-n} 」を示している。なお、これら諸元値の記号は後述の実施例の数値データにおいても共通である。

[0268] 数値実施例1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd
物面	∞	∞		
1	57.514	1.400	1.90366	31.32
2	43.202	7.500	1.49700	81.61

3	344.317	0.200		
4	63.135	4.200	1.49700	81.61
5	222.298	可変		
6*	468.367	1.200	1.80139	45.45
7*	13.283	5.632		
8	-43.235	1.218	1.80400	46.58
9	94.296	0.150		
10	105.915	2.674	1.85478	24.80
11	-37.594	2.241		
12*	-14.220	0.900	1.49700	81.61
13*	1214.972	0.100		
14	78.971	2.200	1.80000	29.84
15	-105.866	可変		
16(絞り)	∞	可変		
17*	17.072	6.696	1.58913	61.14
18*	-41.817	0.379		
19	37.316	4.232	1.49700	81.61
20	-38.028	0.100		
21	7385.309	0.800	1.91082	35.25
22	11.565	6.395	1.49700	81.61
23	-39.166	可変		
24	888.684	0.700	1.71999	50.23
25	13.659	1.800	1.80810	22.76
26	18.913	可変		
27*	36.240	6.000	1.49700	81.61
28*	-44.083	15.700		
像面	∞			

非球面データ

第 6 面

$k=0.0000$

$A4=-2.5765e-006, A6=2.0798e-007, A8=-8.1344e-010,$
 $A10=1.2111e-012, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$

第 7 面

$k=0.0000$

$A4=-3.9505e-005, A6=2.7652e-007, A8=-1.5931e-009,$
 $A10=2.8563e-011, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$

第 1 2 面

$k=0.0000$

$A4=-1.3529e-005, A6=3.9708e-007, A8=6.2625e-010,$
 $A10=-1.5563e-011, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$

第 1 3 面

$k=0.0000$

$A4=-1.4948e-005, A6=4.4034e-007, A8=-2.8038e-009,$
 $A10=3.4123e-013, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$

第 1 7 面

$k=0.0000$

$A4=-3.1826e-005, A6=9.3015e-009, A8=2.7312e-010,$
 $A10=-2.3047e-012, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$

第 1 8 面

$k=0.0000$

$A4=3.7300e-005, A6=-1.2953e-008, A8=5.8604e-010,$
 $A10=-2.3311e-012, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$

第 2 7 面

$k=0.0000$

$A4=2.2320e-005, A6=1.2133e-008, A8=-2.4420e-010,$

A10=1.3290e-013, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第 2 8 面

k=0.0000

A4=3.2583e-005, A6=-3.6593e-008, A8=-1.9488e-010,

A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
f	12.250	34.428	98.042
F N O.	4.082	4.070	4.053
2 ω	83.4	34.1	12.2
F B	15.700	15.700	15.700
全長	109.613	129.583	155.109
d5	0.641	20.611	46.138
d15	19.976	6.650	1.513
d16	9.840	5.993	1.532
d23	1.993	8.426	16.174
d26	4.745	15.485	17.335

各群焦点距離

f1=95.323 f2= -13.174 f3=20.222 f4=-28.452 f5=41.036

[0269] 数値実施例 2

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d
物面	∞	∞		
1	85.868	2.250	1.85478	24.80

2	60.902	6.000	1.49700	81.54
3	-1493.460	0.150		
4	48.944	4.602	1.49700	81.54
5	134.439	可変		
6	174.592	1.500	1.88300	40.76
7	12.382	5.950		
8*	-61.925	1.600	1.49700	81.54
9*	34.608	1.091		
10	6000.000	5.664	1.85478	24.80
11	-20.382	0.997		
12*	-15.460	1.200	1.80610	40.92
13*	-33.768	可変		
14(絞り)	∞	可変		
15*	21.437	4.468	1.58313	59.38
16*	-302.665	3.401		
17	35.824	3.367	1.49700	81.54
18	-89.832	0.200		
19	55.128	1.000	1.91082	35.25
20	13.177	3.413	1.53996	59.46
21	26.168	1.200		
22	22.428	1.150	1.74077	27.79
23	18.137	6.467	1.49700	81.54
24*	-40.530	可変		
25	-409.537	0.900	1.80610	40.92
26	13.247	2.996	1.80810	22.76
27	25.765	可変		
28*	49.615	9.340	1.59201	67.02
29	-17.859	1.300	1.90366	31.32

30	-32.538	15.322
像面	∞	

非球面データ

第8面

k=0.0000

A4=-1.9753e-005, A6=-2.4680e-007, A8=3.0050e-010,
A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第9面

k=0.0000

A4=-3.5396e-005, A6=-2.9197e-007, A8=0.0000e+000,
A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第12面

k=0.0000

A4=1.3572e-005, A6=5.8250e-008, A8=0.0000e+000,
A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第13面

k=0.0000

A4=-1.2282e-005, A6=0.0000e+000, A8=0.0000e+000,
A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第15面

k=0.0000

A4=-8.8594e-006, A6=-8.6927e-009, A8=-4.7820e-011,
A10=-1.0166e-014, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第16面

k=0.0000

A4=1.3582e-005, A6=-1.4620e-008, A8=0.0000e+000,
A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第 2 4 面

$$k=0.0000$$

$$A4=1.7867e-005, A6=1.1887e-008, A8=-4.8566e-011,$$

$$A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$$

第 2 8 面

$$k=0.0000$$

$$A4=2.4885e-006, A6=2.0316e-008, A8=0.0000e+000,$$

$$A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$$

ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
f	12.238	34.627	97.981
F N O.	4.075	4.075	4.073
2 ω	84.5	34.2	12.3
F B	15.322	15.322	15.322
全長	131.582	137.230	166.417
d5	0.600	14.011	44.110
d13	17.691	6.972	1.000
d14	21.000	5.014	1.506
d24	2.500	13.300	19.586
d27	4.263	12.406	14.689

各群焦点距離

$$f1=91.703 \quad f2=-14.082 \quad f3=24.409 \quad f4=-30.024 \quad f5=46.269$$

[0270] 数値実施例 3

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d
物面	∞	∞		
1	90.000	2.300	1.85478	24.80
2	65.592	7.382	1.49700	81.54
3	∞	0.150		
4	59.096	5.131	1.49700	81.54
5	173.762	可変		
6*	464.875	1.500	1.88202	37.22
7*	14.784	7.450		
8	-20.119	1.200	1.61800	63.40
9	35.728	5.000	2.00069	25.46
10	-33.690	1.914		
11	-19.739	1.300	1.88300	40.76
12	-42.267	可変		
13(絞り)	∞	1.500		
14*	23.000	5.000	1.58313	59.38
15*	-262.448	3.259		
16	43.079	3.715	1.49700	81.54
17	-41.898	0.400		
18	85.095	1.000	1.91082	35.25
19	15.097	3.279	1.49700	81.54
20	45.596	1.200		
21	23.870	0.800	1.85478	24.80
22	17.905	5.079	1.58313	59.38
23*	-53.454	可変		
24	155.034	0.900	1.83481	42.73
25	10.571	3.278	1.80809	22.76
26	17.967	可変		

27*	59.278	9.078	1.49700	81.54
28	-17.171	1.300	2.00100	29.13
29	-22.118	16.052		
像面	∞			

非球面データ

第6面

k=0.0000

A4=-5.5689e-006, A6=1.3408e-007, A8=-4.4733e-010,
A10=7.1015e-013, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第7面

k=0.0000

A4=-2.8514e-005, A6=6.4243e-008, A8=1.9884e-010,
A10=2.2609e-012, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第14面

k=0.0000

A4=-5.3982e-006, A6=-2.4500e-008, A8=5.7642e-012,
A10=-3.0015e-014, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第15面

k=0.0000

A4=2.4015e-005, A6=-2.9581e-008, A8=2.3042e-011,
A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第23面

k=0.0000

A4=9.6902e-006, A6=1.3598e-008, A8=-1.8927e-012,
A10=3.3501e-013, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第27面

k=0.0000

A4=-3.7000e-006, A6=3.8872e-008, A8=-3.7481e-011,
A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
f	12.239	34.636	97.921
F N O.	4.080	4.080	4.080
2 ω	83.3	33.8	12.1
F B	16.052	16.052	16.052
全長	131.58	146.438	172.588
d5	0.600	22.300	51.610
d12	34.928	12.189	1.321
d23	2.400	9.868	17.863
d27	4.485	12.915	12.627

各群焦点距離

f1=104.212 f2=-13.280 f3=22.297 f4= -23.946 f5=41.573

[0271] 数値実施例4

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d
物面	∞	∞		
1	90.000	2.300	1.85478	24.80
2	65.592	7.382	1.53775	74.70
3	800.000	0.150		
4	63.000	5.131	1.53775	74.70
5	173.762	可変		

6*	464.875	1.500	1.88202	37.22
7*	14.784	7.450		
8	-20.119	1.200	1.59282	68.63
9	35.728	5.000	2.00100	29.13
10	-33.690	1.914		
11	-19.739	1.300	1.88300	40.76
12	-42.267	可変		
13(絞り)	∞	1.500		
14*	23.000	5.000	1.58313	59.38
15*	-262.448	3.259		
16	48.000	3.715	1.53996	59.46
17	-44.500	0.400		
18	85.095	1.000	1.91082	35.25
19	15.097	3.279	1.48749	70.23
20	45.596	1.200		
21	23.870	0.800	1.85478	24.80
22	17.905	5.079	1.58313	59.38
23*	-53.454	可変		
24	155.034	0.900	1.83481	42.73
25	10.571	3.278	1.80518	25.42
26	17.967	可変		
27*	59.278	9.078	1.49700	81.54
28	-17.171	1.300	1.95375	32.32
29	-22.118	可変		
像面	∞			

非球面データ

第 6 面

$$k=0.0000$$

$$A4=-5.5689e-006, A6=1.3408e-007, A8=-4.4733e-010, \\ A10=7.8000e-013, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$$

第 7 面

$$k=0.0000$$

$$A4=-3.7000e-005, A6=6.4243e-008, A8=1.0000e-011, \\ A10=2.2609e-012, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$$

第 1 4 面

$$k=0.0000$$

$$A4=-5.6000e-006, A6=-2.4500e-008, A8=2.2000e-011, \\ A10=-3.0015e-014, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$$

第 1 5 面

$$k=0.0000$$

$$A4=2.4015e-005, A6=-2.9581e-008, A8=2.3042e-011, \\ A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$$

第 2 3 面

$$k=0.0000$$

$$A4=9.6902e-006, A6=1.3598e-008, A8=-1.8927e-012, \\ A10=3.3501e-013, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$$

第 2 7 面

$$k=0.0000$$

$$A4=-1.0000e-005, A6=3.8872e-008, A8=-3.7481e-011, \\ A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$$

ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
f	12.584	34.890	95.501

F N O.	4.100	4.100	4.100
2 ω	79.4	33.0	12.3
F B	16.276	15.467	13.660
全長	131.804	145.853	170.1962
d5	0.600	22.300	51.610
d12	34.928	12.189	1.321
d23	2.400	9.868	17.863
d26	4.485	12.915	12.627
d29	16.276	15.467	13.660

各群焦点距離

f1=105.827 f2=-13.813 f3=22.426 f4=-23.868 f5=40.734

[0272] 数值実施例 5

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d
物面	∞	∞		
1	79.408	2.000	1.85478	24.80
2	59.668	5.539	1.49700	81.61
3	235.475	0.150		
4	53.577	4.446	1.49700	81.61
5	233.265	可変		
6*	198.906	1.800	1.80610	40.92
7*	14.495	11.300		
8	-22.422	1.200	1.49700	81.61
9	369.232	4.042	1.85478	24.80
10	-33.522	0.470		

11*	-30.265	1.200	1.80610	40.92
12*	-52.305	可変		
13(絞り)	∞	1.500		
14*	24.819	6.000	1.58313	59.38
15*	-59.945	0.966		
16	45.695	6.394	1.54814	45.79
17	-29.322	1.000	1.83481	42.73
18	-40.872	0.512		
19	-430.143	1.000	1.90366	31.32
20	16.022	8.019	1.49700	81.61
21	-29.237	可変		
22	76.020	1.000	1.88300	40.80
23	11.751	1.960	1.89286	20.36
24	15.630	可変		
25	-70.763	1.000	1.83481	42.73
26	110.058	0.300		
27*	33.654	7.739	1.49700	81.61
28*	-20.834	可変		
像面	∞			

非球面データ

第6面

k=0.0000

A4=-8.6297e-006, A6=2.5958e-008, A8=-2.1256e-011,
A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第7面

k=0.0000

A4=-2.0264e-005, A6=-9.4477e-008, A8=2.9605e-010,

$A_{10}=-2.2803e-012, A_{12}=0.0000e+000, A_{14}=0.0000e+000$

第 1 1 面

$k=0.0000$

$A_4=7.7031e-006, A_6=-6.1316e-008, A_8=2.1189e-012,$

$A_{10}=0.0000e+000, A_{12}=0.0000e+000, A_{14}=0.0000e+000$

第 1 2 面

$k=0.0000$

$A_4=6.7012e-007, A_6=-5.7023e-008, A_8=0.0000e+000,$

$A_{10}=0.0000e+000, A_{12}=0.0000e+000, A_{14}=0.0000e+000$

第 1 4 面

$k=0.0000$

$A_4=-8.1238e-006, A_6=2.4677e-008, A_8=-3.5824e-011,$

$A_{10}=5.0000e-014, A_{12}=0.0000e+000, A_{14}=0.0000e+000$

第 1 5 面

$k=0.0000$

$A_4=2.1718e-005, A_6=1.7140e-008, A_8=0.0000e+000,$

$A_{10}=0.0000e+000, A_{12}=0.0000e+000, A_{14}=0.0000e+000$

第 2 7 面

$k=0.0000$

$A_4=-2.1241e-005, A_6=1.3862e-008, A_8=0.0000e+000,$

$A_{10}=0.0000e+000, A_{12}=0.0000e+000, A_{14}=0.0000e+000$

第 2 8 面

$k=0.0000$

$A_4=5.1554e-006, A_6=-2.0026e-008, A_8=3.4886e-011,$

$A_{10}=0.0000e+000, A_{12}=0.0000e+000, A_{14}=0.0000e+000$

ズームデータ

広角端

中間

望遠端

f	12.241	34.633	98.028
F N O.	4.080	4.080	4.080
2 ω	85.6	34.1	12.1
F B	18.479	15.332	15.660
全長	160.398	160.398	160.398
d5	0.600	20.300	36.609
d12	63.803	28.711	1.000
d21	2.500	6.739	21.329
d24	5.478	19.778	16.262
d28	18.479	15.332	15.660

各群焦点距離

f1=102.083 f2=-17.283 f3=24.786 f4=-22.943 f5=49.460

[0273] 数値実施例 6

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d
物面	∞	∞		
1	67.413	1.800	1.90366	31.32
2	48.160	7.800	1.49700	81.61
3	253.492	0.150		
4	57.679	6.000	1.49700	81.61
5	314.896	可変		
6*	500.000	1.200	1.80139	45.45
7*	13.385	7.761		
8	-27.516	1.100	1.59282	68.63
9	83.774	0.150		

10	47.903	3.400	1.85478	24.80
11	-44.791	可変		
12*	-20.652	0.900	1.49700	81.61
13*	-145.840	可変		
14(絞り)	∞	可変		
15*	19.570	6.062	1.59201	67.02
16*	-55.071	0.150		
17	28.961	4.497	1.49700	81.61
18	-126.266	0.150		
19	183.932	0.800	1.88300	40.76
20	12.467	3.819	1.53775	74.70
21	26.753	0.900		
22	21.226	0.900	1.78470	26.29
23	17.061	0.100		
24*	16.510	5.000	1.49700	81.61
25*	-35.877	可変		
26*	164.252	0.800	1.80139	45.45
27	12.412	2.100	1.80810	22.76
28	16.675	可変		
29*	53.911	6.000	1.49700	81.61
30*	-29.498	15.450		
像面	∞			

非球面データ

第6面

k=0.0000

A4=-2.7693e-006, A6=2.9856e-008, A8=9.2328e-011,

A10=-6.4661e-013, A12=8.2818e-016, A14=0.0000e+000

第 7 面

 $k=0.0000$ $A4=-3.0202e-005, A6=1.1177e-007, A8=-4.1977e-009,$
 $A10=4.3705e-011, A12=-1.5057e-013, A14=0.0000e+000$

第 1 2 面

 $k=0.0000$ $A4=3.8209e-007, A6=4.2208e-008, A8=-5.1441e-011,$
 $A10=2.3087e-012, A12=-9.5042e-015, A14=0.0000e+000$

第 1 3 面

 $k=0.0000$ $A4=-3.4362e-006, A6=2.2580e-008, A8=1.0015e-011,$
 $A10=1.2156e-012, A12=-1.5774e-014, A14=0.0000e+000$

第 1 5 面

 $k=0.0000$ $A4=-2.0322e-005, A6=-2.5513e-009, A8=-1.1348e-011,$
 $A10=5.2270e-013, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$

第 1 6 面

 $k=0.0000$ $A4=1.1753e-005, A6=-3.1111e-009, A8=1.2603e-010,$
 $A10=4.1739e-013, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$

第 2 4 面

 $k=0.0000$ $A4=-1.4130e-005, A6=-8.1541e-008, A8=5.4993e-010,$
 $A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$

第 2 5 面

 $k=0.0000$ $A4=1.3412e-005, A6=-8.5609e-008, A8=5.9421e-010,$
 $A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$

第 2 6 面

$$k=0.0000$$

$$A4=-3.0277e-006, A6=-1.1757e-007, A8=3.7964e-009, \\ A10=-4.8507e-011, A12=2.5118e-013, A14=0.0000e+000$$

第 2 9 面

$$k=0.0000$$

$$A4=1.1025e-005, A6=-2.9814e-008, A8=5.1327e-010, \\ A10=-2.3174e-012, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$$

第 3 0 面

$$k=0.0000$$

$$A4=1.7518e-005, A6=-8.2120e-008, A8=8.0231e-010, \\ A10=-2.9795e-012, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$$

ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
f	12.244	33.999	97.913
F N O.	4.080	4.080	4.080
2 ω	84.5	35.3	12.6
F B	15.450	15.450	15.450
全長	126.771	145.217	168.771
d5	0.500	22.762	45.662
d11	3.800	4.474	5.453
d13	25.799	11.448	2.300
d14	10.000	4.500	1.300
d25	0.900	6.783	16.720
d28	8.784	18.262	20.348

各群焦点距離

f1=99.836 f2=-12.502 f3=20.943 f4=-23.456 f5=39.301

f2a= -24.26814 f2b= -48.5247

[0274] 数值実施例 7

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d
物面	∞	∞		
1	74.026	1.600	1.85478	24.80
2	54.444	7.700	1.49700	81.61
3	434.271	0.122		
4	53.485	6.200	1.49700	81.61
5	204.026	可変		
6*	500.000	1.000	1.82080	42.71
7*	12.067	6.947		
8	-30.851	0.900	1.77250	49.60
9	34.123	0.100		
10	27.807	5.329	1.85478	24.80
11	-24.708	0.340		
12	-21.398	0.900	1.80400	46.58
13	-197.100	可変		
14*	28.511	3.870	1.51633	64.14
15*	-31.125	可変		
16*	-20.915	0.850	1.69350	53.18
17*	86.262	可変		
18*	41.049	5.001	1.49700	81.61
19*	-21.730	1.224		
20(絞り)	∞	1.224		

21	65.714	0.700	1.85478	24.80
22	18.822	4.700	1.60562	43.70
23	621.557	0.200		
24	26.757	6.147	1.49700	81.61
25	-32.278	可変		
26	1077.672	0.700	1.88300	40.76
27	11.823	2.592	1.85478	24.80
28*	28.076	可変		
29	34.332	1.000	1.90366	31.32
30	17.490	0.500		
31	18.559	6.625	1.58267	46.42
32	-14.499	0.000		
33	-14.499	1.000	1.88300	40.76
34	-44.403	可変		
像面	∞			

非球面データ

第6面

k=0.0000

A4=9.0571e-006, A6=-2.5119e-008, A8=-1.0955e-011,
A10=1.8281e-013, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第7面

k=0.0000

A4=-9.1180e-006, A6=-1.2740e-007, A8=9.9066e-010,
A10=-1.7797e-011, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000

第14面

k=0.0000

A4=7.7091e-006, A6=-2.6934e-008, A8=-7.1452e-010,

$A10=1.6988e-012$, $A12=0.0000e+000$, $A14=0.0000e+000$

第 1 5 面

$k=0.0000$

$A4=2.7663e-005$, $A6=-1.5290e-007$, $A8=-1.3930e-011$,

$A10=1.9510e-012$, $A12=0.0000e+000$, $A14=0.0000e+000$

第 1 6 面

$k=0.0000$

$A4=2.8308e-005$, $A6=-1.1180e-007$, $A8=9.4490e-010$,

$A10=1.9475e-012$, $A12=0.0000e+000$, $A14=0.0000e+000$

第 1 7 面

$k=0.0000$

$A4=6.6121e-006$, $A6=2.6583e-008$, $A8=1.3915e-010$,

$A10=0.0000e+000$, $A12=0.0000e+000$, $A14=0.0000e+000$

第 1 8 面

$k=0.0000$

$A4=-2.9127e-005$, $A6=-7.2962e-009$, $A8=-3.0029e-011$,

$A10=0.0000e+000$, $A12=0.0000e+000$, $A14=0.0000e+000$

第 1 9 面

$k=0.0000$

$A4=1.4828e-005$, $A6=-4.2284e-008$, $A8=4.3046e-011$,

$A10=0.0000e+000$, $A12=0.0000e+000$, $A14=0.0000e+000$

第 2 8 面

$k=0.0000$

$A4=-6.0112e-006$, $A6=5.0241e-008$, $A8=-8.5341e-010$,

$A10=5.8265e-012$, $A12=0.0000e+000$, $A14=0.0000e+000$

ズームデータ

広角端

中間

望遠端

f	12.240	34.999	97.997
F N O.	4.100	4.100	4.100
2 ω	84.0	33.8	12.4
F B	15.855	30.685	45.797
全長	130.067	144.184	176.985
d5	0.700	21.635	45.583
d13	23.701	5.487	0.600
d15	4.378	3.975	4.775
d17	6.704	3.674	1.500
d25	1.673	6.627	8.657
d28	9.584	4.630	2.600
d34	15.855	30.685	45.797

各群焦点距離

f1=93.680 f2=-11.317 f3=29.471 f4=-24.194 f5=17.884
f6=-31.182 f7=165.165

- [0275] 以上の実施例 1 ～ 7 の収差図を、それぞれ図 8 ～ 図 14 に示す。各図中、” F I Y ” は最大像高を示す。
- [0276] これらの収差図において、(a)、(b)、(c)、(d) は、それぞれ、広角端における球面収差 (S A)、非点収差 (A S)、歪曲収差 (D T)、倍率色収差 (C C) を示す。
- [0277] また、(e)、(f)、(g)、(h) は、それぞれ、中間焦点距離状態における球面収差 (S A)、非点収差 (A S)、歪曲収差 (D T)、倍率色収差 (C C) を示す。
- [0278] また、(i)、(j)、(k)、(l) は、それぞれ、望遠端における球面収差 (S A)、非点収差 (A S)、歪曲収差 (D T)、倍率色収差 (C C) を示す。
- [0279] 次に、各実施例における条件式 (1) ～ (30) の値を掲げる。

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3
(1) $ MG_{Bt} $	2.087	1.984	2.089
(2) $\nu d_{Gn \min p}$	24.8	24.8	25.46
(3) $TP_{Gn \min p}$	0.01038	0.01038	0.012736
(4) $ MG_{Bt} / MG_{Bw} $	2.962	3.005	2.893
(5) $\nu d_{1G \max p}$	81.61	81.54	81.54
(6) $\nu d_{Gn \max n}$	81.61	81.54	63.4
(7) $ f_{Gn}/f_{GBp1} $	0.651	0.577	0.596
(8) f_1/f_{GBp1}	4.71	3.76	4.67
(9) $ \Phi_{\max t}/f_{Gn} $	1.84	1.71	1.81
(10) $TP_{Gn \max n}$	0.027876	0.027876	0.00004
(11) $\nu d_{GBp1 \max p}$	81.61	81.54	81.54
(12) $TP_{GBp1 \max p}$	0.027876	0.027876	0.027876
(13) $\nu d_{GBn1 \max n} - \nu d_{GBn1 \min p}$	27.47	18.16	19.97
(14) LTL_t/f_t	1.582	1.698	1.76
(15) LTL_w/f_t	1.118	1.343	1.34
(16) f_1/f_t	0.972	0.936	1.064
(17) $TP_{1G \max p}$	0.027876	0.027876	0.027876
(18) $nd_{Gn \max n}$	1.80139	1.883	1.883
(19) $nd_{Gn n1}$	1.80139	1.883	1.88202
(20) $\nu d_{GBp1 \text{ IS } p} - \nu d_{GBp1 \text{ IS } n}$	—	53.75	34.58
(21) $ f_{Gn} /f_t$	0.13	0.14	0.14
(22) $f_t/\exp_t$	-1.341	-0.174	-0.491
(23) MG_{Gnt}/MG_{Gnw}	2.702	2.664	2.721
(24) $nd_{Gn \max p}$	1.8548	1.8548	2.0007
(25) $ f_1/f_{Gn} $	7.24	6.51	7.85
(26) $ f_{GBp1}/f_{GBn1} $	0.71	0.81	0.93
(27) $ f_{GBn1}/f_{GBp2} $	0.69	0.65	0.58

(28) f_t/f_w	8.00	8.01	8.00
(29) Fno_t	4.05	4.07	5.07
(30) $ f_{Gn}/f_{GB} $	0.32	0.33	0.34

条件式	実施例 4	実施例 5	実施例 6
(1) $ MG_{Bt} $	1.992	2.234	2.366
(2) $\nu d_{Gn \min p}$	29.13	24.8	24.8
(3) $TP_{Gn \min p}$	0.00451	0.01038	0.01038
(4) $ MG_{Bt} / MG_{Bw} $	2.839	4.225	3.254
(5) $\nu d_{1G \max p}$	74.7	81.61	81.61
(6) $\nu d_{Gn \max n}$	68.63	81.61	81.61
(7) $ f_{Gn}/f_{GBp1} $	0.616	0.697	0.597
(8) f_1/f_{GBp1}	4.719	4.12	4.77
(9) $ \Phi_{\max t}/f_{Gn} $	1.6862	1.39	1.92
(10) $TP_{Gn \max n}$	0.01241	0.027876	0.027876
(11) $\nu d_{GBp1 \max p}$	70.23	81.61	81.61
(12) $TP_{GBp1 \max p}$	0.00087	0.027876	0.027876
(13) $\nu d_{GBn1 \max n} - \nu d_{GBn1 \min p}$	17.31	20.44	22.69
(14) LTL_t/f_t	1.782	1.636	1.738
(15) LTL_w/f_t	1.38	1.636	1.309
(16) f_1/f_t	1.108	1.041	1.02
(17) $TP_{1G \max p}$	0.01722	0.027876	0.027876
(18) $nd_{Gn \max n}$	1.883	1.8061	1.80139
(19) $nd_{Gn n1}$	1.88202	1.8061	1.80139
(20) $\nu d_{GBp1 \text{ IS } p} - \nu d_{GBp1 \text{ IS } n}$	34.58	50.29	55.32
(21) $ f_{Gn} /f_t$	0.1446	0.18	0.13
(22) $f_t/\exp_t$	0.4479	-1.479	-0.844
(23) MG_{Gnt}/MG_{Gnw}	2.6728	1.895	2.457

(24) $nd_{Gn \max p}$	2.001	1.8548	1.8548
(25) $ f_1/f_{Gn} $	7.66	5.91	7.99
(26) $ f_{GBp1}/f_{GBn1} $	0.94	1.08	0.89
(27) $ f_{GBn1}/f_{GBp2} $	0.59	0.46	0.60
(28) f_t/f_w	7.59	8.01	8.00
(29) Fno_t	4.10	4.08	4.08
(30) $ f_{Gn}/f_{GB} $	0.34	0.39	0.20

条件式

実施例 7

(1) $ MG_{Bt} $	2.463
(2) $\nu d_{Gn \min p}$	24.8
(3) $TP_{Gn \min p}$	0.01038
(4) $ MG_{Bt} / MG_{Bw} $	2.983
(5) $\nu d_{1G \max p}$	81.61
(6) $\nu d_{Gn \max n}$	—
(7) $ f_{Gn}/f_{GBp1} $	0.384
(8) f_1/f_{GBp1}	3.18
(9) $ \Phi_{maxt}/f_{Gn} $	2.11
(10) $TP_{Gn \max n}$	-0.01014
(11) $\nu d_{GBp1 \max p}$	—
(12) $TP_{GBp1 \max p}$	—
(13) $\nu d_{GBn1 \max n} - \nu d_{GBn1 \min p}$	15.96
(14) LTL_t/f_t	1.806
(15) LTL_w/f_t	1.327
(16) f_1/f_t	0.956
(17) $TP_{1G \max p}$	0.027876
(18) $nd_{Gn \max n}$	1.8208
(19) $nd_{Gn n1}$	1.8208

(20) $\nu d_{GBp1 IS p} - \nu d_{GBp1 IS n}$	-
(21) $ f_{Gn} /f_t$	0.12
(22) f_t/exp_t	-2.213
(23) $MG_{Gn t}/MG_{Gn w}$	2.684
(24) $nd_{Gn max p}$	1.8548
(25) $ f_1/f_{Gn} $	8.28
(26) $ f_{GBp1}/f_{GBn1} $	1.22
(27) $ f_{GBn1}/f_{GBp2} $	1.35
(28) f_t/f_w	8.01
(29) Fno_t	4.10
(30) $ f_{Gn}/f_{GB} $	0.50

[0280] 図15は、電子撮像装置としての一眼ミラーレスカメラの断面図である。

図15において、一眼ミラーレスカメラ1の鏡筒内には撮影光学系2が配置される。マウント部3は、撮影光学系2を一眼ミラーレスカメラ1のボディに着脱可能とする。マウント部3としては、スクリュタイプのマウントやバヨネットタイプのマウント等が用いられる。この例では、バヨネットタイプのマウントを用いている。また、一眼ミラーレスカメラ1のボディには、撮像素子面4、バックモニタ5が配置されている。なお、撮像素子としては、小型のCCD又はCMOS等が用いられている。

[0281] そして、一眼ミラーレスカメラ1の撮影光学系2として、例えば上記実施例1～7に示したズームレンズが用いられる。

[0282] 図16、図17は、実施例1～7に示したズームレンズを有する撮像装置の構成の概念図を示す。図16は撮像装置としてのデジタルカメラ40の外観を示す前方斜視図、図17は同後方斜視図である。このデジタルカメラ40の撮影光学系41に、本実施例のズームレンズが用いられている。

[0283] この実施形態のデジタルカメラ40は、撮影用光路42上に位置する撮影光学系41、シャッターボタン45、液晶表示モニター47等を含み、デジタルカメラ40の上部に配置されたシャッターボタン45を押圧すると、そ

れに連動して撮影光学系 4 1、例えば実施例 1 のズームレンズを通して撮影が行われる。撮影光学系 4 1 によって形成された物体像が、結像面近傍に設けられた撮像素子（光電変換面）上に形成される。この撮像素子で受光された物体像は、処理手段によって電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター 4 7 に表示される。また、撮影された電子画像は記録手段に記録することができる。

[0284] 図 1 8 は、デジタルカメラ 4 0 の主要部の内部回路を示すブロック図である。なお、以下の説明では、前述した処理手段は、例えば C D S / A D C 部 2 4、一時記憶メモリ 1 7、画像処理部 1 8 等で構成され、記憶手段は、記憶媒体部 1 9 等で構成される。

[0285] 図 1 8 に示すように、デジタルカメラ 4 0 は、操作部 1 2 と、この操作部 1 2 に接続された制御部 1 3 と、この制御部 1 3 の制御信号出力ポートにバス 1 4 及び 1 5 を介して接続された撮像駆動回路 1 6 並びに一時記憶メモリ 1 7、画像処理部 1 8、記憶媒体部 1 9、表示部 2 0、及び設定情報記憶メモリ部 2 1 を備えている。

[0286] 上記の一時記憶メモリ 1 7、画像処理部 1 8、記憶媒体部 1 9、表示部 2 0、及び設定情報記憶メモリ部 2 1 は、バス 2 2 を介して相互にデータの入力、出力が可能とされている。また、撮像駆動回路 1 6 には、C C D 4 9 と C D S / A D C 部 2 4 が接続されている。

[0287] 操作部 1 2 は、各種の入力ボタンやスイッチを備え、これらを介して外部（カメラ使用者）から入力されるイベント情報を制御部 1 3 に通知する。制御部 1 3 は、例えば C P U などからなる中央演算処理装置であって、不図示のプログラムメモリを内蔵し、プログラムメモリに格納されているプログラムにしたがって、デジタルカメラ 4 0 全体を制御する。

[0288] C C D 4 9 は、撮像駆動回路 1 6 により駆動制御され、撮影光学系 4 1 を介して形成された物体像の画素ごとの光量を電気信号に変換し、C D S / A D C 部 2 4 に出力する撮像素子である。

[0289] C D S / A D C 部 2 4 は、C C D 4 9 から入力する電気信号を増幅し、か

つ、アナログ／デジタル変換を行って、この増幅とデジタル変換を行っただけの映像生データ（ベイヤーデータ、以下RAWデータという。）を一時記憶メモリ17に出力する回路である。

[0290] 一時記憶メモリ17は、例えばSDRAM等からなるバッファであり、CDS／ADC部24から出力されるRAWデータを一時的に記憶するメモリ装置である。画像処理部18は、一時記憶メモリ17に記憶されたRAWデータ又は記憶媒体部19に記憶されているRAWデータを読み出して、制御部13にて指定された画質パラメータに基づいて歪曲収差補正を含む各種画像処理を電氣的に行う回路である。

[0291] 記憶媒体部19は、例えばフラッシュメモリ等からなるカード型又はスティック型の記録媒体を着脱自在に装着して、これらのフラッシュメモリに、一時記憶メモリ17から転送されるRAWデータや画像処理部18で画像処理された画像データを記録して保持する。

[0292] 表示部20は、液晶表示モニター47などにて構成され、撮影したRAWデータ、画像データや操作メニューなどを表示する。設定情報記憶メモリ部21には、予め各種の画質パラメータが格納されているROM部と、操作部12の入力操作によってROM部から読み出された画質パラメータを記憶するRAM部が備えられている。

[0293] このように構成されたデジタルカメラ40は、撮影光学系41として本実施例のズームレンズを採用することで、広角側の画角や撮影可能な画角範囲が広く、ノイズの少ない画像を得ることが可能となる。

[0294] なお、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変形例をとることができる。また、上記各実施例により示された形状枚数には必ずしも限定されない。また、上記各実施例において、カバーガラスCは必ずしも配置しなくても良い。また、各レンズ群内又は各レンズ群外に、上記各実施例に図示されていないレンズであって実質的に屈折力を有さないレンズを配置してもよい。上記各実施例は、実質的に5つのレンズ群からなるズームレンズということもできる。

産業上の利用可能性

[0295] 以上のように、本発明は、広い画角と高い変倍比を持ちながらも、諸収差が良好に補正され、なお且つ、全長が短いズームレンズ及びそれを備えた撮像装置に適している。

符号の説明

- [0296] G 1 第1レンズ群
G 2 第2レンズ群
G 3 第3レンズ群
G 4 第4レンズ群
G 5 第5レンズ群
G 6 第6レンズ群
G 7 第7レンズ群
G 2 a 第1副群
G 2 b 第2副群
S 明るさ（開口）絞り
C 平行平板
I 像面
1 コンパクトカメラ
2 撮影光学系
4 撮像素子面
5 バックモニタ
1 2 操作部
1 3 制御部
1 4、1 5 バス
1 6 撮像駆動回路
1 7 一時記憶メモリ
1 8 画像処理部
1 9 記憶媒体部

- 2 0 表示部
- 2 1 設定情報記憶メモリ部
- 2 2 バス
- 2 4 C D S / A D C 部
- 4 0 デジタルカメラ
- 4 1 撮影光学系
- 4 2 撮影用光路
- 4 5 シャッターボタン
- 4 7 液晶表示モニター
- 4 9 C C D

請求の範囲

[請求項1]

前側レンズ群と、後側レンズ群と、開口絞りと、を有し、

前記前側レンズ群は負の屈折力を有する1つのレンズ群又は負の屈折力を有する2つのレンズ群からなり、全体として負の屈折力を有し、

前記後側レンズ群は、前記前側レンズ群の像側に配置され、望遠端において全体として正の屈折力を有し、

前記後側レンズ群は複数のレンズ群で構成されると共に、正の屈折力を有する物体側正レンズ群を、最も物体側に備え、

前記前側レンズ群と前記物体側正レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で狭くなるように変化し、

前記開口絞りは前記前側レンズ群よりも像側に配置され、

以下の条件式(1)、(2)、(3)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$1. \quad 2 \leq |MG_{Bt}| \leq 6 \quad (1)$$

$$1.0 \leq \nu d_{Gn \min p} \leq 2.7 \quad (2)$$

$$-0.03 \leq Tp_{Gn \min p} \leq 0.014 \quad (3)$$

ここで、

MG_{Bt} は、前記後側レンズ群の望遠端での横倍率、

$\nu d_{Gn \min p}$ は、前記前側レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最小となるアッベ数、

$$Tp_{Gn \min p} = \theta gF_{Gn p} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn p} + 0.6415)$$

、

$$\theta gF_{Gn p} = (ng_{Gn p} - nF_{Gn p}) / (nF_{Gn p} - nC_{Gn p}),$$

$\nu d_{Gn p}$ は、前記前側レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$ng_{Gn p}$ 、 $nF_{Gn p}$ 、 $nC_{Gn p}$ は、前記前側レンズ群の前記所定の正レンズの屈折率であって、各々、 g 線における屈折率、 F 線における屈折率、 C 線における屈折率、

前記前側レンズ群の前記所定の正レンズは、前記前側レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も小さい正レンズ、である。

[請求項2]

前側レンズ群と、後側レンズ群と、開口絞りと、を有し、

前記前側レンズ群は負の屈折力を有する1つのレンズ群又は負の屈折力を有する2つのレンズ群からなり、全体として負の屈折力を有し、

前記後側レンズ群は、前記前側レンズ群の像側に配置され、望遠端において全体として正の屈折力を有し、

前記後側レンズ群は複数のレンズ群で構成されると共に、正の屈折力を有する物体側正レンズ群を、最も物体側に備え、

前記前側レンズ群と前記物体側正レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で狭くなるように変化し、

前記開口絞りは前記前側レンズ群よりも像側に配置され、

以下の条件式(1')、(3')、(4)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$1. \quad 2.6 \leq |MG_{Bt}| \leq 7 \quad (1')$$

$$-0.015 \leq T_{p_{Gnminp}} \leq 0.014 \quad (3')$$

$$2. \quad 3 \leq |MG_{Bt}| / |MG_{Bw}| \leq 7.0 \quad (4)$$

ここで、

MG_{Bt} は、前記後側レンズ群の望遠端での横倍率、

$$T_{p_{Gnminp}} = \theta g F_{Gnp} - (-0.0016 \times \nu d_{Gnp} + 0.6415)$$

、

$$\theta g F_{Gnp} = (n_{g_{Gnp}} - n_{F_{Gnp}}) / (n_{F_{Gnp}} - n_{C_{Gnp}}),$$

νd_{Gnp} は、前記前側レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$n_{g_{Gnp}}$ 、 $n_{F_{Gnp}}$ 、 $n_{C_{Gnp}}$ は、前記前側レンズ群の前記所定の正レンズの屈折率であって、各々、g線における屈折率、F線における屈折率、C線における屈折率、

前記前側レンズ群の前記所定の正レンズは、前記前側レンズ群の正レンズのうちでアッペ数が最も小さい正レンズ、

MG_{Bw} は、前記後側レンズ群の広角端端での横倍率、である。

[請求項3]

正の屈折力を有する第1レンズ群と、前側レンズ群と、後側レンズ群と、開口絞りと、を有し、

前記第1レンズ群は、前記前側レンズ群の物体側に配置され、

前記前側レンズ群は負の屈折力を有する1つのレンズ群又は負の屈折力を有する2つのレンズ群からなり、全体として負の屈折力を有し、

前記後側レンズ群は、前記前側レンズ群の像側に配置され、望遠端において全体として正の屈折力を有し、

前記後側レンズ群は複数のレンズ群で構成されると共に、正の屈折力を有する物体側正レンズ群を、最も物体側に備え、

前記第1レンズ群と前記前側レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で広くなるように変化し、

前記前側レンズ群と前記物体側正レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で狭くなるように変化し、

前記開口絞りは前記前側レンズ群よりも像側に配置され、

以下の条件式(2')、(3)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$1.5 \leq \nu d_{Gn \min p} \leq 2.7 \quad (2')$$

$$-0.03 \leq T_{p_{Gn \min p}} \leq 0.014 \quad (3)$$

ここで、

$\nu d_{Gn \min p}$ は、前記前側レンズ群の正レンズのアッペ数のうち、最小となるアッペ数、

$$T_{p_{Gn \min p}} = \theta g F_{Gn p} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn p} + 0.6415)$$

、

$$\theta g_{F_{Gn\ p}} = (n_{g_{Gn\ p}} - n_{F_{Gn\ p}}) / (n_{F_{Gn\ p}} - n_{C_{Gn\ p}}),$$

$\nu d_{Gn\ p}$ は、前記前側レンズ群の所定の正レンズのアップベ数、

$n_{g_{Gn\ p}}$ 、 $n_{F_{Gn\ p}}$ 、 $n_{C_{Gn\ p}}$ は、前記前側レンズ群の前記所定の正レンズの屈折率であって、各々、 g 線における屈折率、 F 線における屈折率、 C 線における屈折率、

前記前側レンズ群の前記所定の正レンズは、前記前側レンズ群の正レンズのうちでアップベ数が最も小さい正レンズ、である。

[請求項4]

正の屈折力を有する第1レンズ群と、前側レンズ群と、後側レンズ群と、開口絞りと、を有し、

前記第1レンズ群は、前記前側レンズ群の物体側に配置され、

前記前側レンズ群は負の屈折力を有する1つのレンズ群又は負の屈折力を有する2つのレンズ群からなり、全体として負の屈折力を有し、

前記後側レンズ群は、前記前側レンズ群の像側に配置され、望遠端において全体として正の屈折力を有し、

前記後側レンズ群は複数のレンズ群で構成されると共に、正の屈折力を有する物体側正レンズ群を、最も物体側に備え、

前記第1レンズ群と前記前側レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で広くなるように変化し、

前記前側レンズ群と前記物体側正レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で狭くなるように変化し、

前記開口絞りは前記前側レンズ群よりも像側に配置され、

以下の条件式(3'')、(5)、(6)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$-0.03 \leq T_{p_{Gn\ min\ p}} \leq 0.016 \quad (3'')$$

$$70.3 \leq \nu d_{1G\ max\ p} \quad (5)$$

$$54 \leq \nu d_{Gn\ max\ n} \quad (6)$$

ここで、

$$T_{p_{Gn\ min\ p}} = \theta g_{F_{Gn\ p}} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn\ p} + 0.6415)$$

、

$$\theta g_{F_{Gn\ p}} = (n_{g_{Gn\ p}} - n_{F_{Gn\ p}}) / (n_{F_{Gn\ p}} - n_{C_{Gn\ p}}),$$

$\nu d_{Gn\ p}$ は、前記前側レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、

$n_{g_{Gn\ p}}$ 、 $n_{F_{Gn\ p}}$ 、 $n_{C_{Gn\ p}}$ は、前記前側レンズ群の前記所定の正レンズの屈折率であって、各々、g線における屈折率、F線における屈折率、C線における屈折率、

前記前側レンズ群の前記所定の正レンズは、前記前側レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も小さい正レンズ、

$\nu d_{1G\ max\ p}$ は、前記第1レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、

$\nu d_{Gn\ max\ n}$ は、前記前側レンズ群の負レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、

である。

[請求項5]

正の屈折力を有する第1レンズ群を有し、

前記第1レンズ群は、前記前側レンズ群の物体側に配置され、

前記第1レンズ群と前記前側レンズ群との間隔は、広角端よりも望遠端で広くなるように変化することを特徴とする請求項1又は2にズームレンズ。

[請求項6]

前記前側レンズ群は、負の屈折力を有する第1副群と、負の屈折力を有する第2副群と、を有し、

フォーカス時に、前記第1副群と前記第2副群との間隔が変化することを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項7]

前記前側レンズ群は、負の屈折力を有する第1副群と、負の屈折力を有する第2副群と、を有し、

変倍時に、前記第1副群と前記第2副群との間隔が変化することを

特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項 8] 以下の条件式 (4') を満足することを特徴とする請求項 1、3 から 7 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$1. \quad 8 \leq |MG_{B_t}| / |MG_{B_w}| \leq 7.0 \quad (4')$$

ここで、

MG_{B_t} は、前記後側レンズ群の望遠端での横倍率、

MG_{B_w} は、前記後側レンズ群の広角端端での横倍率、

である。

[請求項 9] 以下の条件式 (1'') を満足することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$1. \quad 2 \leq |MG_{B_t}| \leq 7.0 \quad (1'')$$

ここで、

MG_{B_t} は、前記後側レンズ群の望遠端での横倍率、

である。

[請求項 10] 以下の条件式 (7) を満足することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$0.3 \leq |f_{Gn} / f_{GBp1}| \leq 0.89 \quad (7)$$

ここで、

f_{Gn} は、前記前側レンズ群の焦点距離、

f_{GBp1} は、前記物体側正レンズ群の焦点距離、

である。

[請求項 11] 正の屈折力を有する第 1 レンズ群を有し、
前記第 1 レンズ群は、前記前側レンズ群の物体側に配置され、
以下の条件式 (8) を満足することを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$2.8 \leq f_1 / f_{GBp1} \leq 6.3 \quad (8)$$

ここで、

f_1 は、前記第 1 レンズ群の焦点距離、

f_{GBp1} は、前記物体側正レンズ群の焦点距離、
である。

[請求項12] 以下の条件式（9）を満足することを特徴とする請求項1から11のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$1.05 \leq |\Phi_{max t} / f_{Gn}| \leq 3.0 \quad (9)$$

ここで、

$\Phi_{max t}$ は、望遠端における入射瞳の最大直径であって、 $\Phi_{max t} = f_t / Fno_t$ で表され、

f_t は、望遠端における前記ズームレンズ全系の焦点距離、

Fno_t は、望遠端における最小Fナンバー、

f_{Gn} は、前記前側レンズ群の焦点距離、

である。

[請求項13] 前記前側レンズ群は、少なくとも負レンズと正レンズを有し、
以下の条件式（6）を満足することを特徴とする請求項1から12のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$5.4 \leq \nu d_{Gn \max n} \quad (6)$$

ここで、

$\nu d_{Gn \max n}$ は、前記前側レンズ群の負レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、
である。

[請求項14] 前記第1レンズ群は、少なくとも負レンズと正レンズを有し、
以下の条件式（5）を満足することを特徴とする請求項1から3、5から13のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$70.3 \leq \nu d_{1G \max p} \quad (5)$$

ここで、

$\nu d_{1G \max p}$ は、前記第1レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、
である。

[請求項15] 以下の条件式 (10) を満足することを特徴とする請求項 1 から 14 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$-0.012 \leq T p_{Gn \max n} \leq 0.06 \quad (10)$$

ここで、

$$T p_{Gn \max n} = \theta g F_{Gn n} - (-0.0016 \times \nu d_{Gn n} + 0.6415)$$

、

$$\theta g F_{Gn n} = (n g_{Gn n} - n F_{Gn n}) / (n F_{Gn n} - n C_{Gn n}),$$

$\nu d_{Gn n}$ は、前記前側レンズ群の所定の負レンズのアッベ数、

$n g_{Gn n}$ 、 $n F_{Gn n}$ 、 $n C_{Gn n}$ は前記前側レンズ群の前記所定の負レンズの屈折率であって、各々、 g 線における屈折率、 F 線における屈折率、 C 線における屈折率、

前記前側レンズ群の前記所定の負レンズは、前記前側レンズ群の負レンズのうちでアッベ数が最も大きい負レンズ、である。

[請求項16] 前記物体側正レンズ群は、少なくとも負レンズと正レンズを有し、以下の条件式 (11) を満足することを特徴とする請求項 1 から 15 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$60.0 \leq \nu d_{GBp1 \max p} \quad (11)$$

ここで、

$\nu d_{GBp1 \max p}$ は、前記所定のレンズの正レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、である。

[請求項17] 以下の条件式 (12) を満足することを特徴とする請求項 1 から 16 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$0.005 \leq T p_{GBp1 \max p} \leq 0.06 \quad (12)$$

ここで、

$$T p_{GBp1 \max p} = \theta g F_{GBp1} - (-0.0016 \times \nu d_{GBp1} + 0.6415)$$

、

$$\theta g_{GBp1} = (n_{g_{GBp1p}} - n_{F_{GBp1p}}) / (n_{F_{GBp1p}} - n_{C_{GBp1}}),$$

νd_{GBp1p} は、前記物体側正レンズ群の所定の正レンズのアッベ数、
 $n_{g_{GBp1p}}$ 、 $n_{F_{GBp1p}}$ 、 $n_{C_{GBp1p}}$ は前記物体側正レンズ群の前記所定の正レンズの屈折率であって、各々、 g 線における屈折率、 F 線における屈折率、 C 線における屈折率、

前記物体側正レンズ群の前記所定の正レンズは、前記物体側正レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も大きい正レンズ、
 である。

[請求項18] 前記後側レンズ群は、負の屈折力を有する物体側負レンズ群を有し、
 、
 前記物体側負レンズ群は、前記物体側正レンズ群の像側に配置され、
 、
 前記物体側負レンズ群は、広角端より望遠端で物体側に位置するように移動することを特徴とする請求項1から17のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項19] 前記後側レンズ群は、負の屈折力を有する物体側負レンズ群を有し、
 、
 前記物体側負レンズ群は、少なくとも負レンズと正レンズを有し、
 以下の条件式(13)を満足することを特徴とする請求項1から15のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$6. \quad 0 \leq \nu d_{GBn1maxn} - \nu d_{GBn1minp} \leq 4.5 \quad (13)$$

ここで、

$\nu d_{GBn1maxn}$ は、前記物体側負レンズ群の負レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、

$\nu d_{GBn1minp}$ は、前記物体側負レンズ群の正レンズのアッベ数のうち、最小となるアッベ数、

である。

[請求項20] 以下の条件式(14)を満足することを特徴とする請求項1から1

9のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$1. \quad 0 \leq LTL_t / f_t \leq 2.8 \quad (14)$$

ここで、

LTL_t は、望遠端における前記ズームレンズ全系の全長、

f_t は、望遠端における前記ズームレンズ全系の焦点距離、

である。

[請求項21] 以下の条件式(15)を満足することを特徴とする請求項1から20のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$0.7 \leq LTL_w / f_t \leq 2.2 \quad (15)$$

ここで、

LTL_w は、広角端における前記ズームレンズ全系の全長、

f_t は、望遠端における前記ズームレンズ全系の焦点距離、

である。

[請求項22] 以下の条件式(16)を満足することを特徴とする請求項1から21のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$0.7 \leq f_1 / f_t \leq 1.6 \quad (16)$$

ここで、

f_1 は、前記第1レンズ群の焦点距離、

f_t は、望遠端における前記ズームレンズ全系の焦点距離、

である。

[請求項23] 以下の条件式(17)を満足することを特徴とする請求項1から22のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$0.005 \leq T_{p_{1G_{max p}}} \leq 0.06 \quad (17)$$

ここで、

$$T_{p_{1G_{max p}}} = \theta g F_{1G p} - (-0.0016 \times \nu d_{1G p} + 0.6415)$$

、

$$\theta g F_{1G p} = (n_{g_{1G p}} - n_{F_{1G p}}) / (n_{F_{1G p}} - n_{C_{1G p}}),$$

$\nu d_{1G p}$ は、前記第1レンズ群の所定の正レンズの阿ッペ数、

$n_{g\ 1G\ p}$ 、 $n_{F\ 1G\ p}$ 、 $n_{C\ 1G\ p}$ は前記第1レンズ群の前記所定の正レンズの屈折率であって、各々、 g 線における屈折率、 F 線における屈折率、 C 線における屈折率、

前記第1レンズ群の前記所定の正レンズは、前記第1レンズ群の正レンズのうちでアッベ数が最も大きい正レンズ、である。

[請求項24] 前記後側レンズ群は、負の屈折力を有する物体側負レンズ群を有し、

前記物体側負レンズ群はフォーカスレンズ群であることを特徴とする請求項1から23のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項25] 前記前側レンズ群は、少なくとも2枚の負レンズと1枚の正レンズとを有することを特徴とする請求項1から24のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項26] 以下の条件式(18)を満足することを特徴とする請求項1から25のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$1.73 \leq n_{d\ G\ n\ max\ n} \leq 2.3 \quad (18)$$

ここで、

$n_{d\ G\ n\ max\ n}$ は、前記前側レンズ群の負レンズの屈折率のうち、最大となる屈折率、である。

[請求項27] 前記前側レンズ群は、像側に凹面を向けた負レンズを、最も物体側に有し、

前記最も物体側の負レンズでは、像側面の曲率半径の絶対値が、物体側面の曲率半径の絶対値に比べて小さく、

以下の条件式(19)を満足することを特徴とする請求項1から26のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$1.73 \leq n_{d\ G\ n\ 1} \leq 2.3 \quad (19)$$

ここで、

$n_{d_{2G\ n1}}$ は、前記前側レンズ群の最も物体側の負レンズの屈折率、である。

[請求項28] 前記前側2レンズ群は、物体側から像側に、像側に凹面を向けた負レンズと、負レンズと、像側に凸面を向けた正レンズと、を有し、
前記像側に凹面を向けた負レンズでは、像側面の曲率半径の絶対値が、物体側面の曲率半径の絶対値に比べて小さいことを特徴とする請求項1から27のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項29] 前記前側レンズ群は、負の屈折力を有する第1副群と、負の屈折力を有する第2副群と、を有し、
前記第1副群は、物体側から像側に、像側に凹面を向けた負レンズと、負レンズと、像側に凸面を向けた正レンズと、を有し、
前記像側に凹面を向けた負レンズでは、像側面の曲率半径の絶対値が、物体側面の曲率半径の絶対値に比べて小さいことを特徴とする請求項1から28のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項30] 物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、前記前側レンズ群と、前記物体側正レンズ群と、負の屈折力を有する物体側負レンズ群と、正の屈折力を有する最終レンズ群と、を有し、
変倍時に、各レンズ群の間隔が変化し、
前記開口絞りを、前記前側レンズ群よりも像側で、且つ、前記物体側正レンズ群よりも物体側に位置させることを特徴とする請求項1から29のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項31] 前記物体側正レンズ群は、手ブレ補正用の正レンズを有し、
前記手ブレ補正用の正レンズを光軸と垂直方向にシフトすることで、手ブレによる像ズレの補正を行うことを特徴とする請求項1から30のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項32] 前記物体側正レンズ群は、手ブレ補正用の負レンズを有し、
以下の条件式(20)を満足することを特徴とする請求項31に記載のズームレンズ。

$$1.7 \leq \nu d_{\text{GBp1 IS p}} - \nu d_{\text{GBp1 IS n}} \leq 6.5 \quad (20)$$

ここで、

$\nu d_{\text{GBp1 IS p}}$ は、前記手ブレ補正用の正レンズのアッベ数のうち、最大となるアッベ数、

$\nu d_{\text{GBp1 IS n}}$ は、前記手ブレ補正用の負レンズのアッベ数のうち、最小となるアッベ数、

である。

[請求項33] 前記後側レンズ群は、物体側負レンズ群を有し、
前記物体側負レンズ群は、前記物体側正レンズ群の像側に配置され、
前記物体側負レンズ群を光軸と垂直方向にシフトすることで、手ブレによる像ズレの補正を行うことを特徴とする請求項1から32のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項34] 以下の条件式(21)を満足することを特徴とする請求項1から33のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$0.05 \leq |f_{\text{Gn}}| / f_{\text{t}} \leq 0.5 \quad (21)$$

ここで、

f_{Gn} は、前記前側レンズ群の焦点距離、

f_{t} は、望遠端における前記ズームレンズ全系の焦点距離、

である。

[請求項35] 前記前側レンズ群よりも物体側に、正の屈折力を有する第1レンズ群を有し、
前記第1レンズ群は、1枚の負レンズと2枚の正レンズとを、少なくとも有することを特徴とする請求項1から34のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項36] 前記前側レンズ群よりも物体側に、正の屈折力を有する第1レンズ群を有し、
前記第1レンズ群は、広角端より望遠端で物体側に位置するように

移動することを特徴とする請求項 1 から 3 5 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項37] 前記開口絞り、前記前側レンズ群と前記物体側正レンズ群との間に配置することを特徴とする請求項 1 から 3 6 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項38] 前記物体側正レンズ群は、正の屈折力を有するレンズユニットを少なくとも 2 つ有することを特徴とする請求項 1 から 3 7 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[請求項39] 以下の条件式 (22) を満足することを特徴とする請求項 1 から 3 8 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$-2.5 \leq f_t / \text{exp}_t \leq 0.6 \quad (22)$$

ここで、

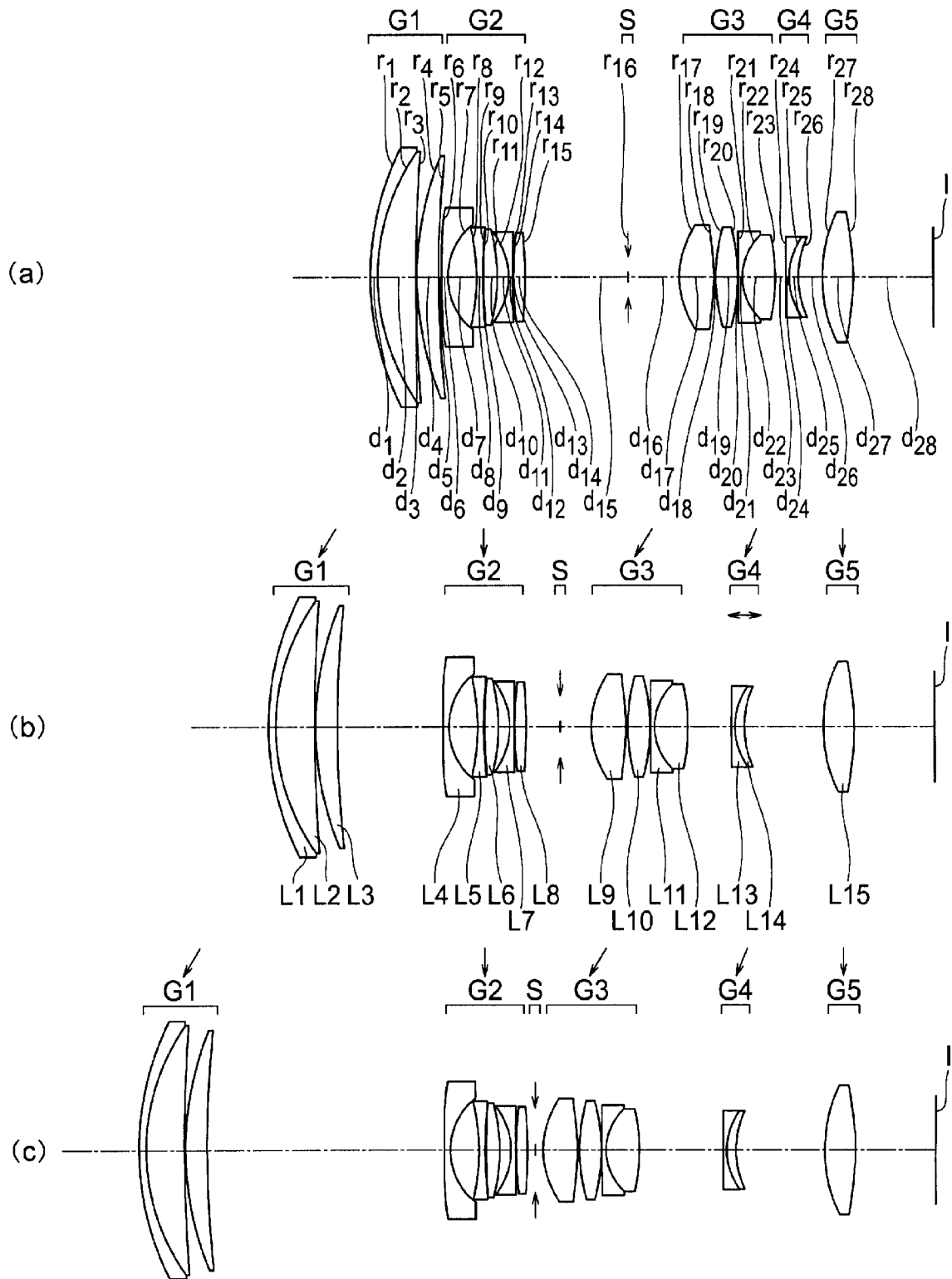
f_t は、望遠端における前記ズームレンズ全系の焦点距離、

exp_t は、近軸結像面から望遠端における前記ズームレンズの射出瞳までの距離、

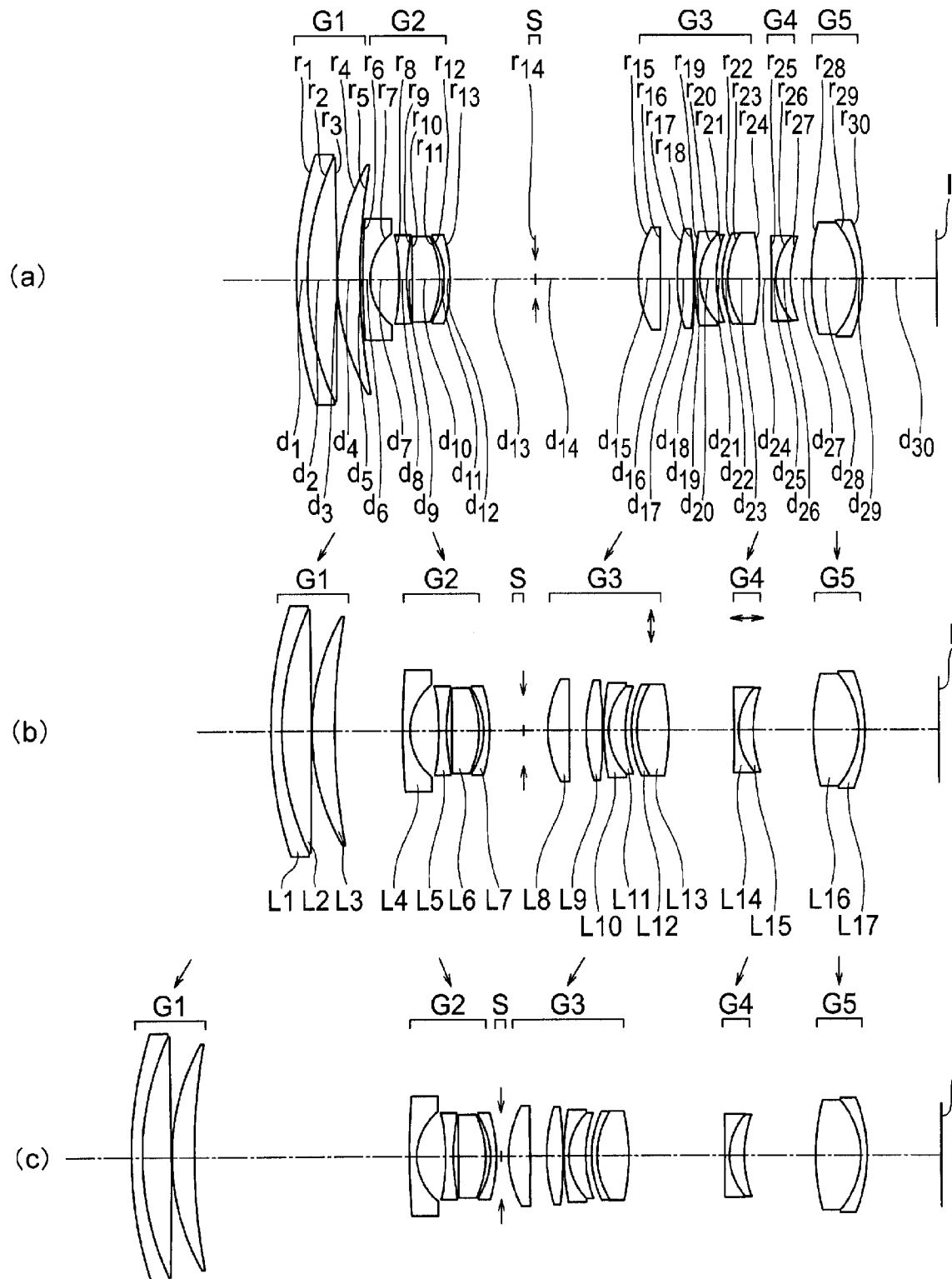
である。

[請求項40] 請求項 1 から 3 9 のいずれか一項に記載のズームレンズと、撮像面を有する撮像素子を備えたことを特徴とする撮像装置。

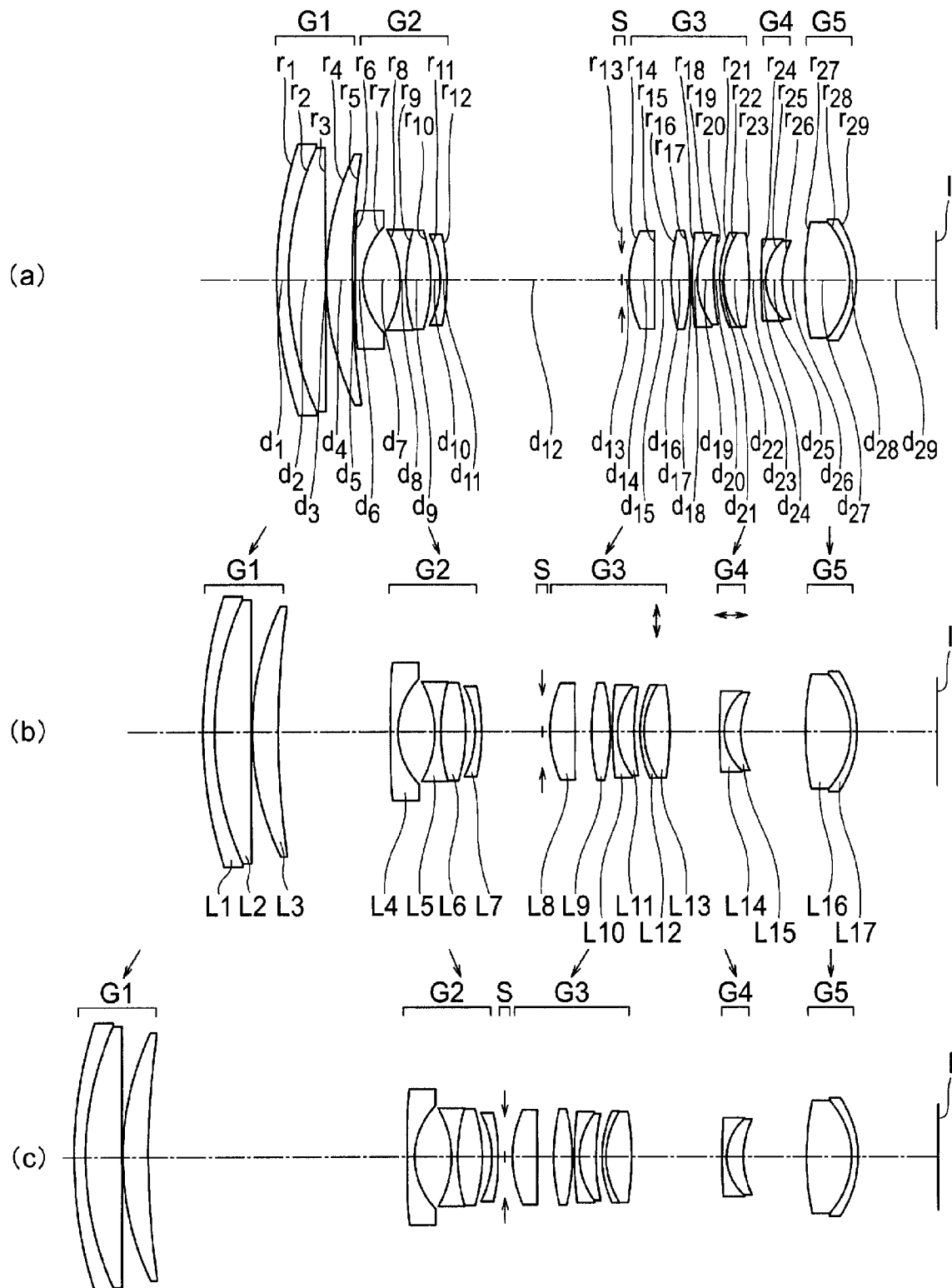
[図1]



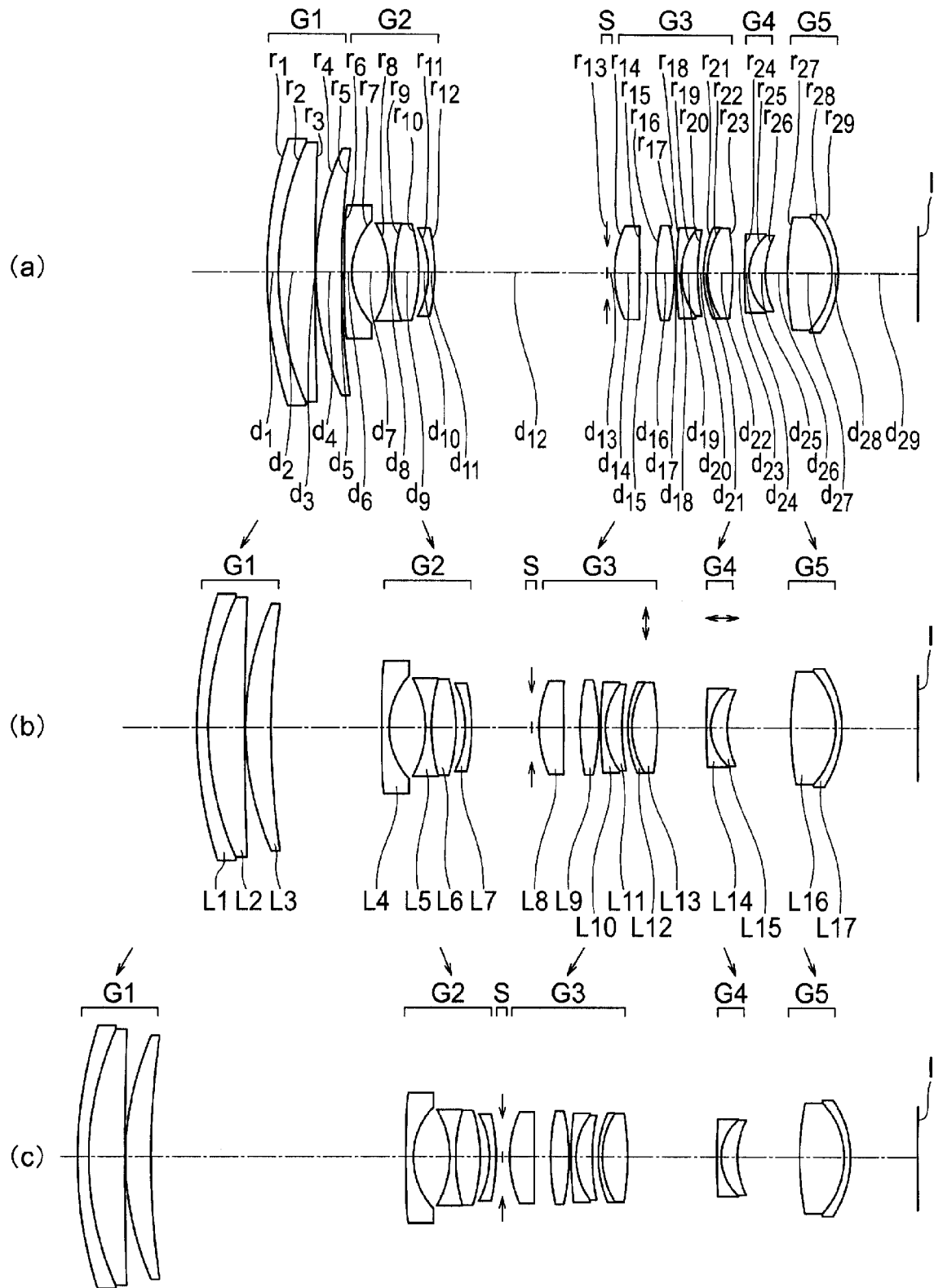
[図2]



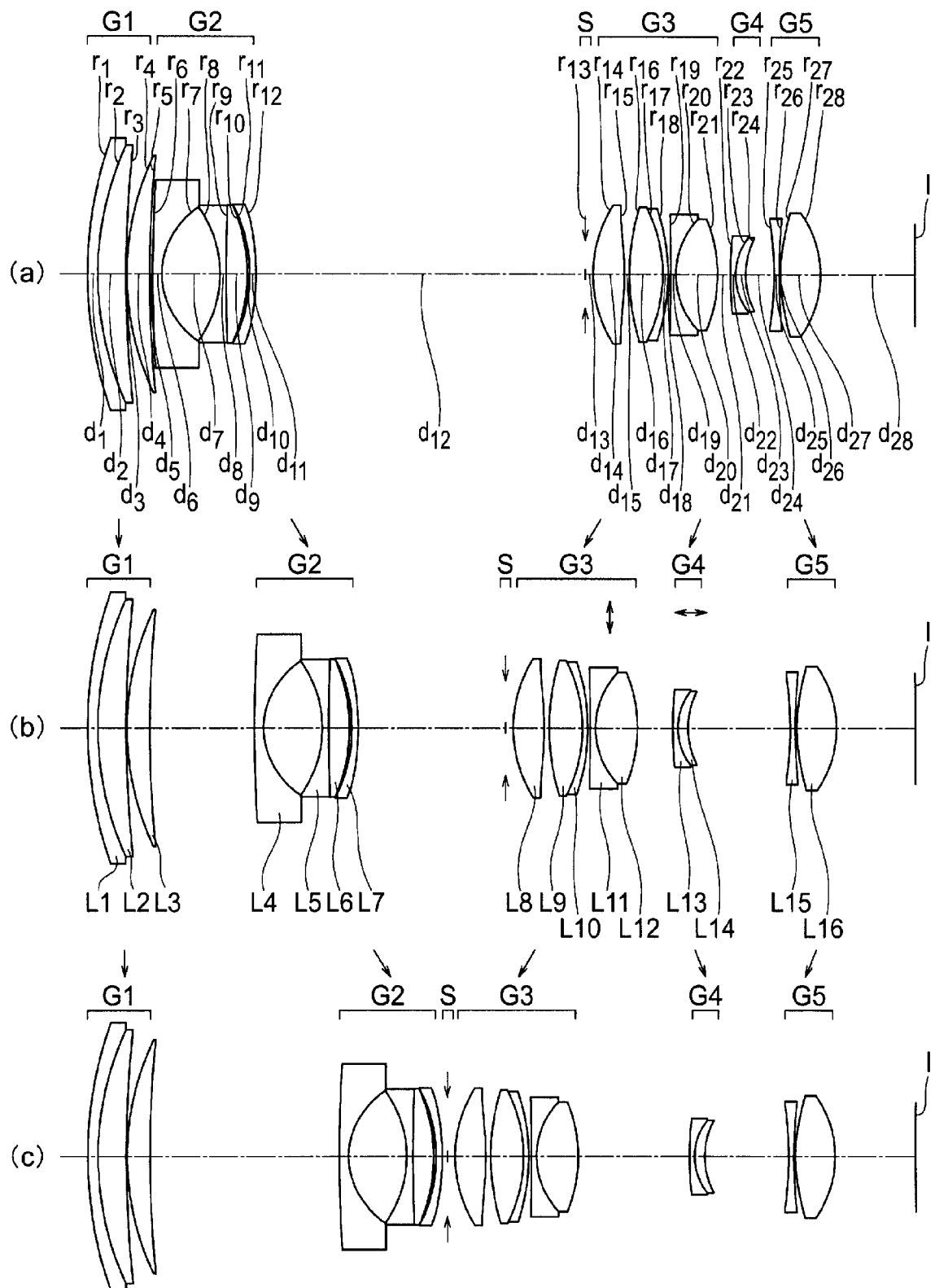
[図3]



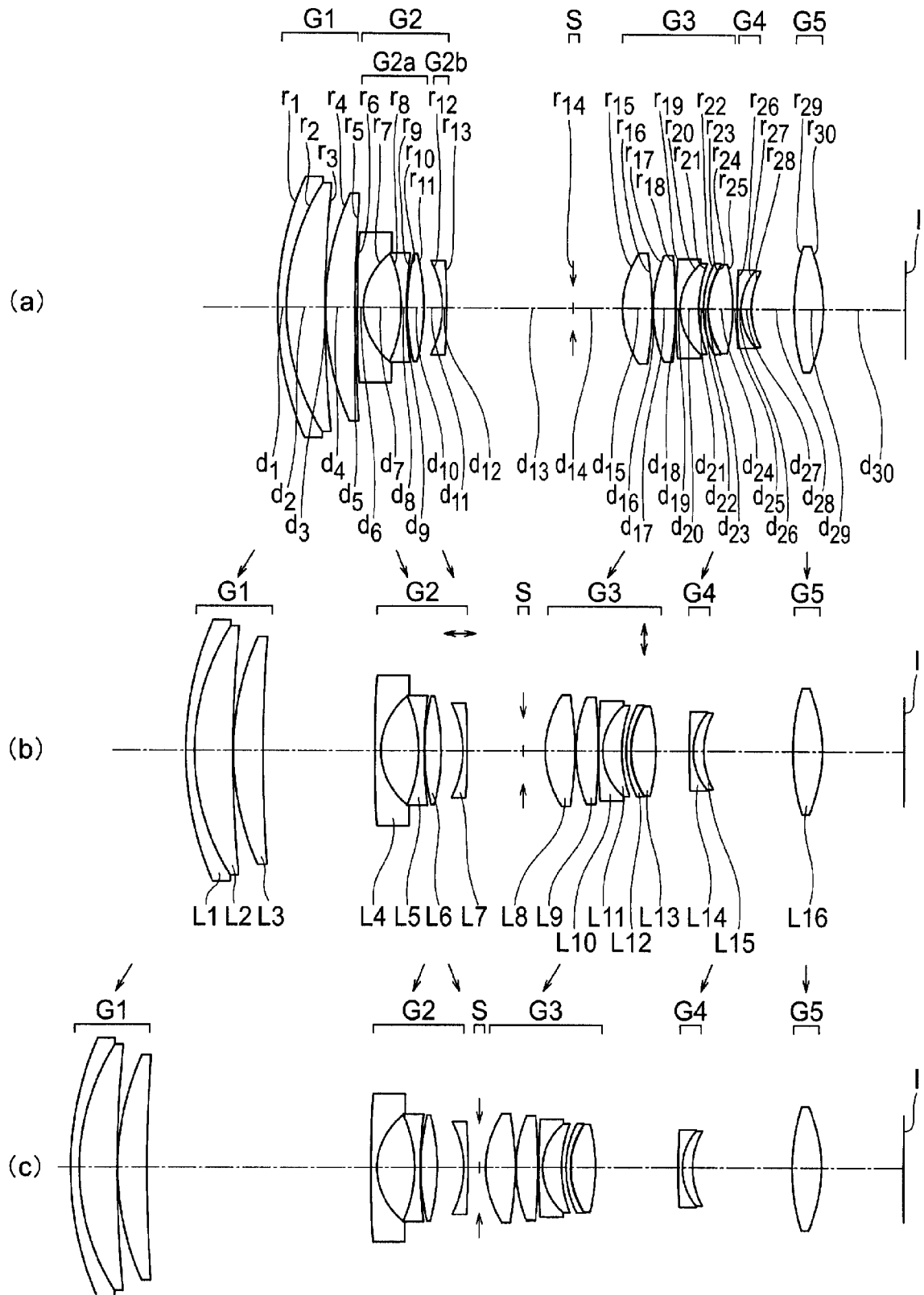
[図4]



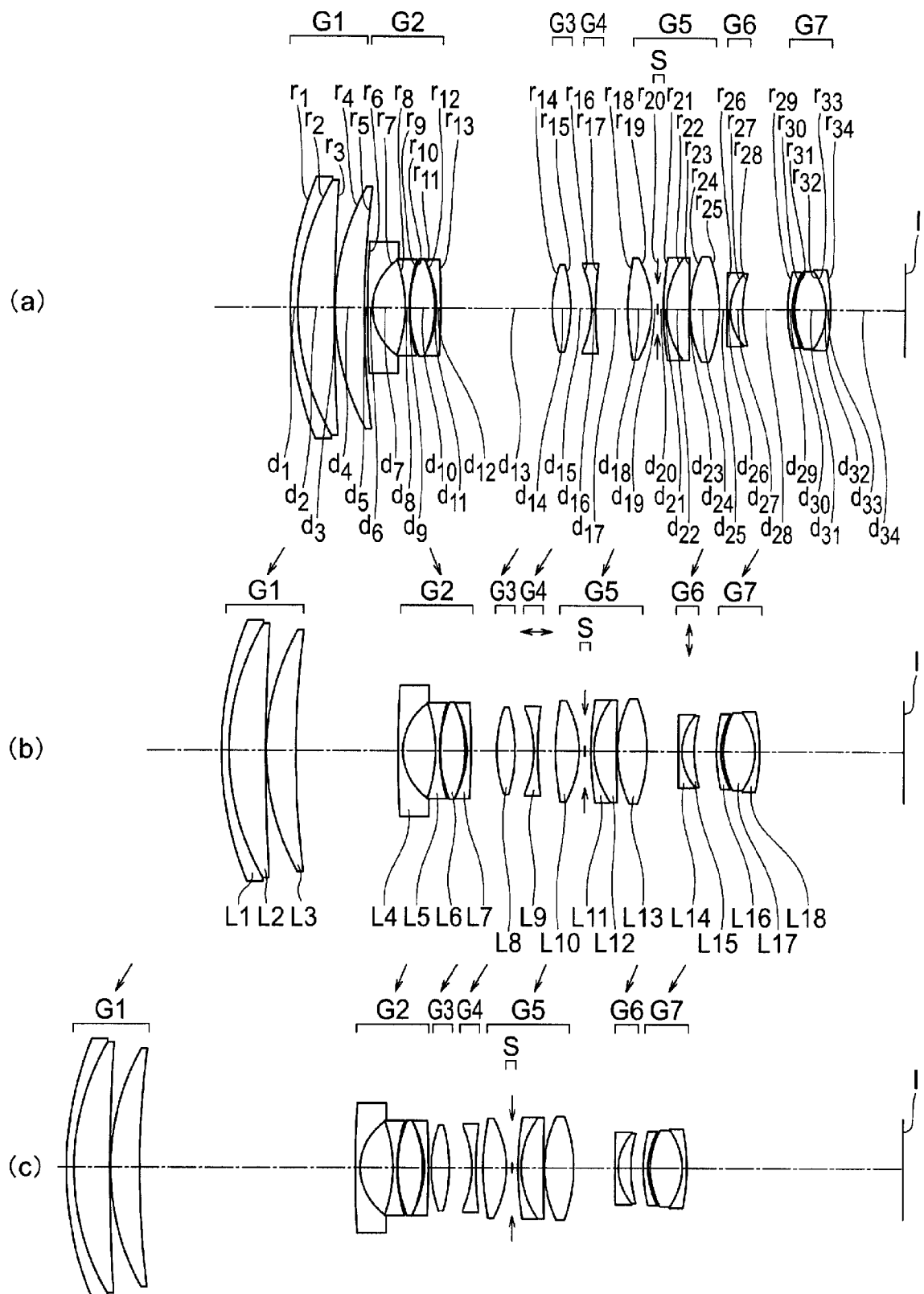
[図5]



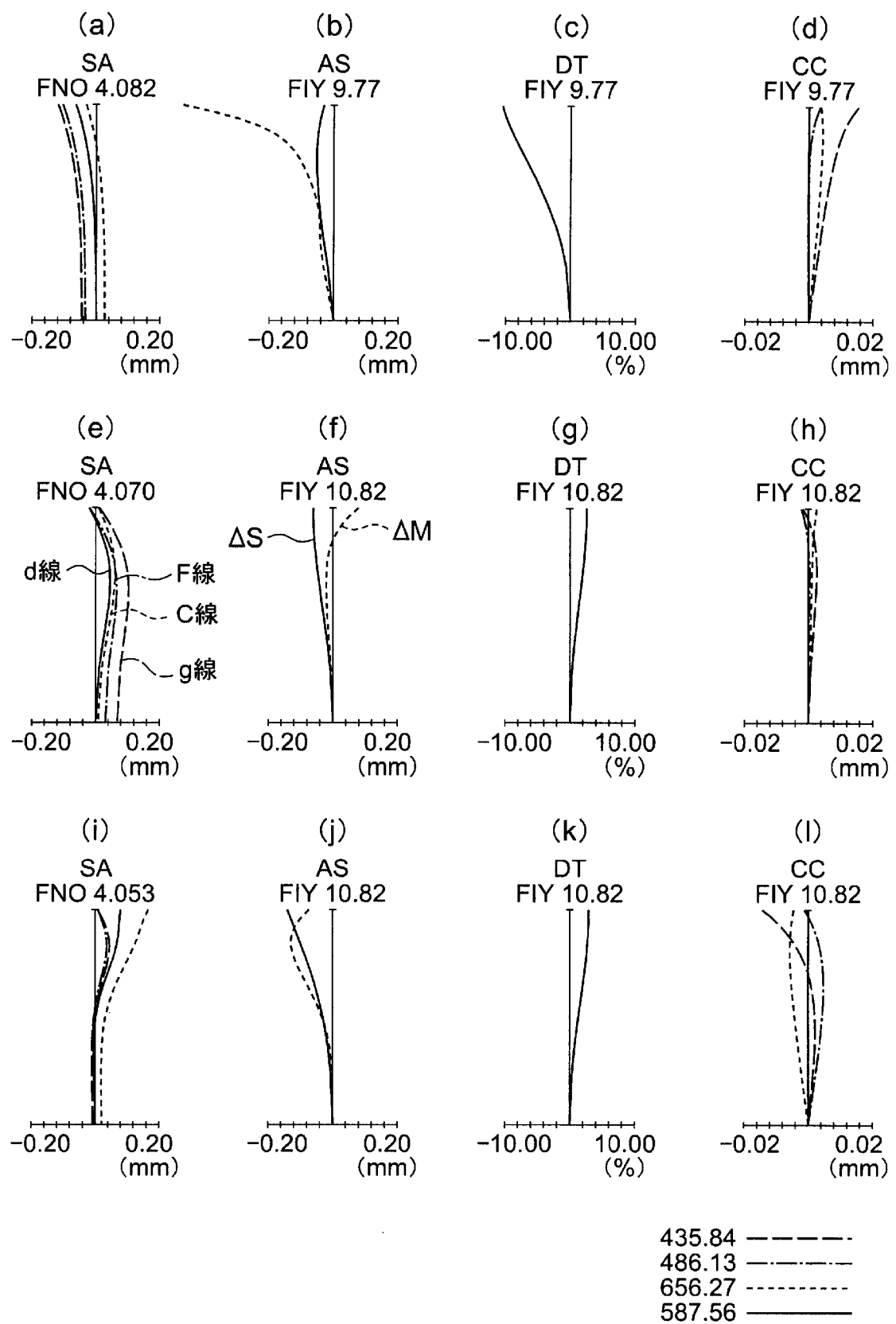
[図6]



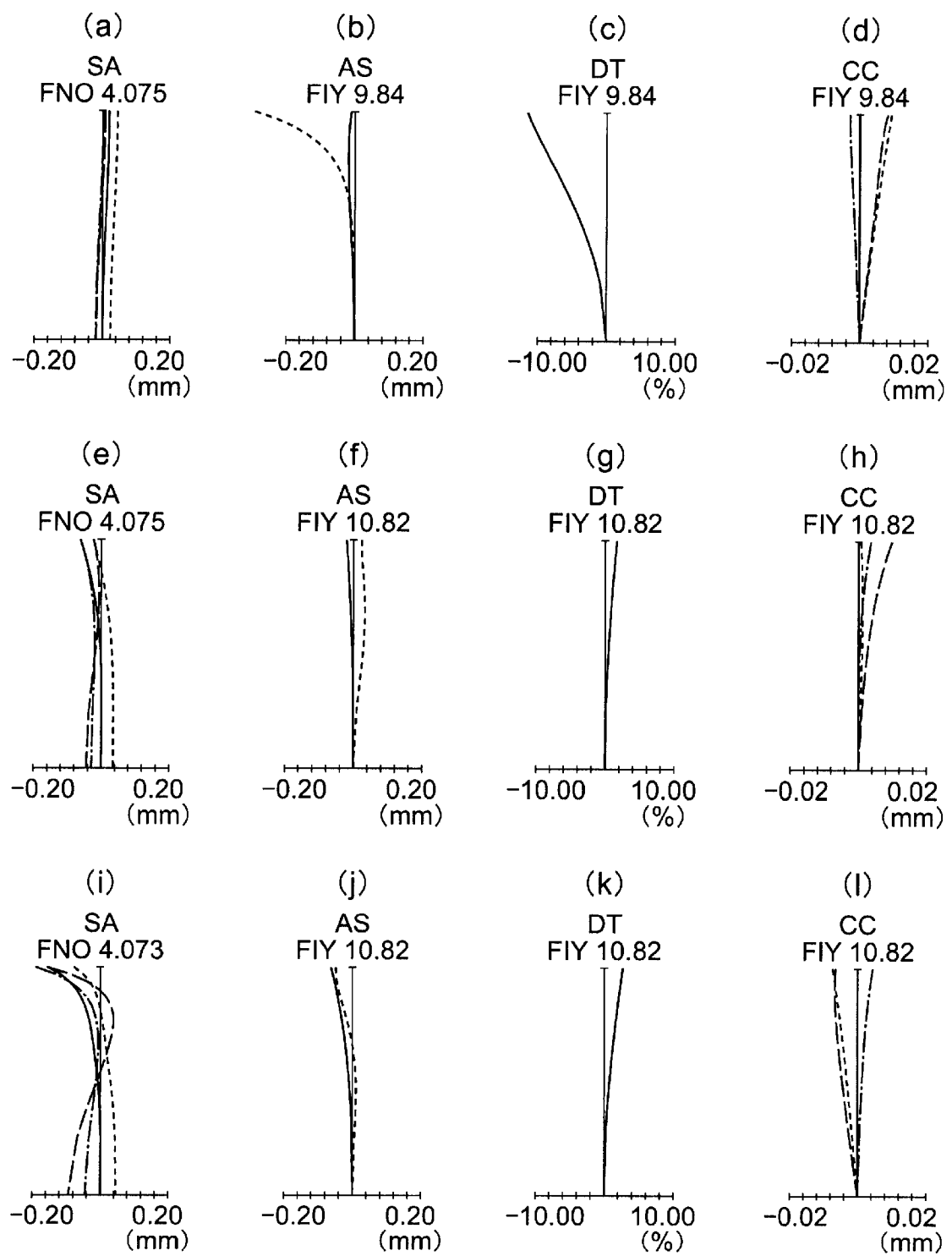
[図7]



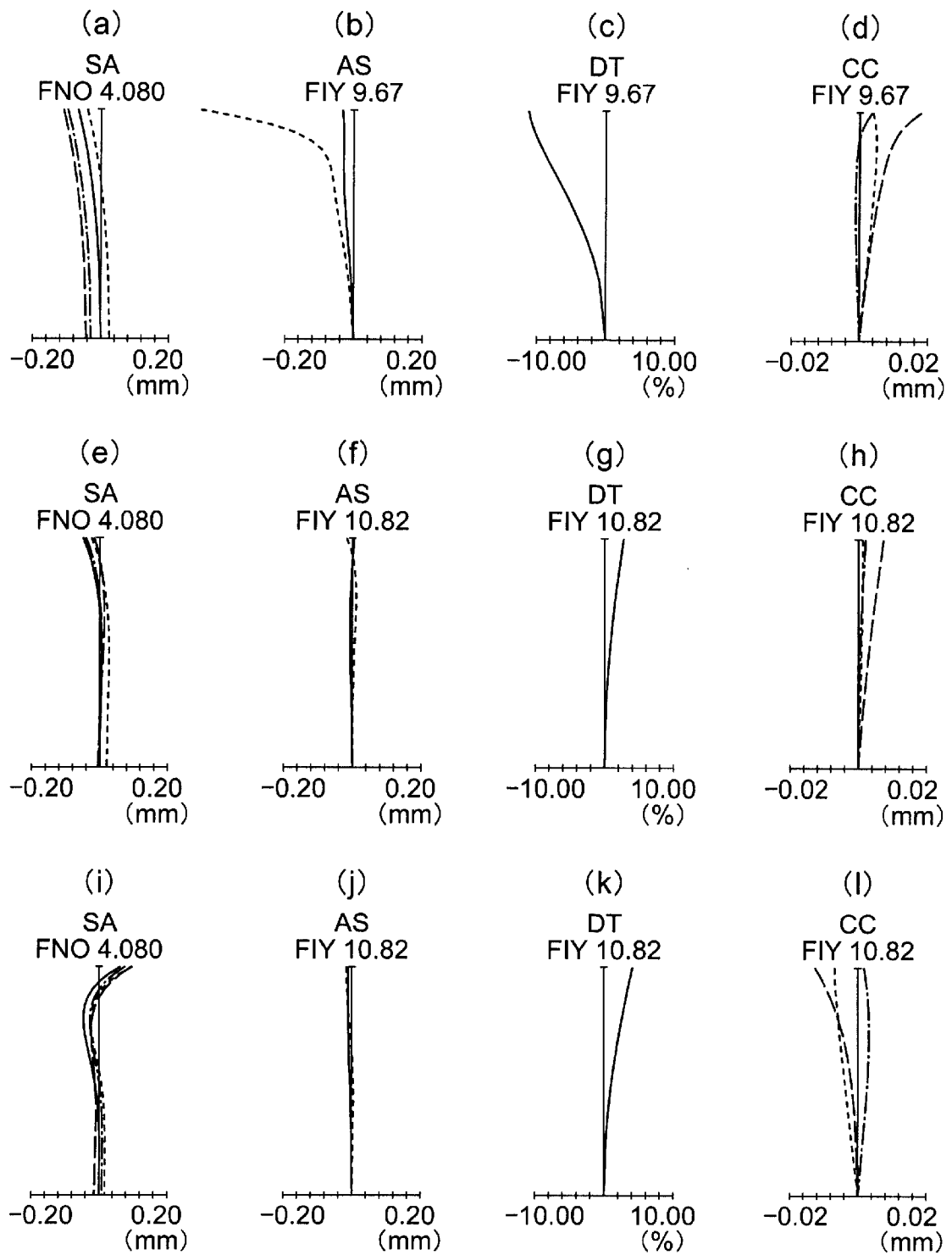
[図8]



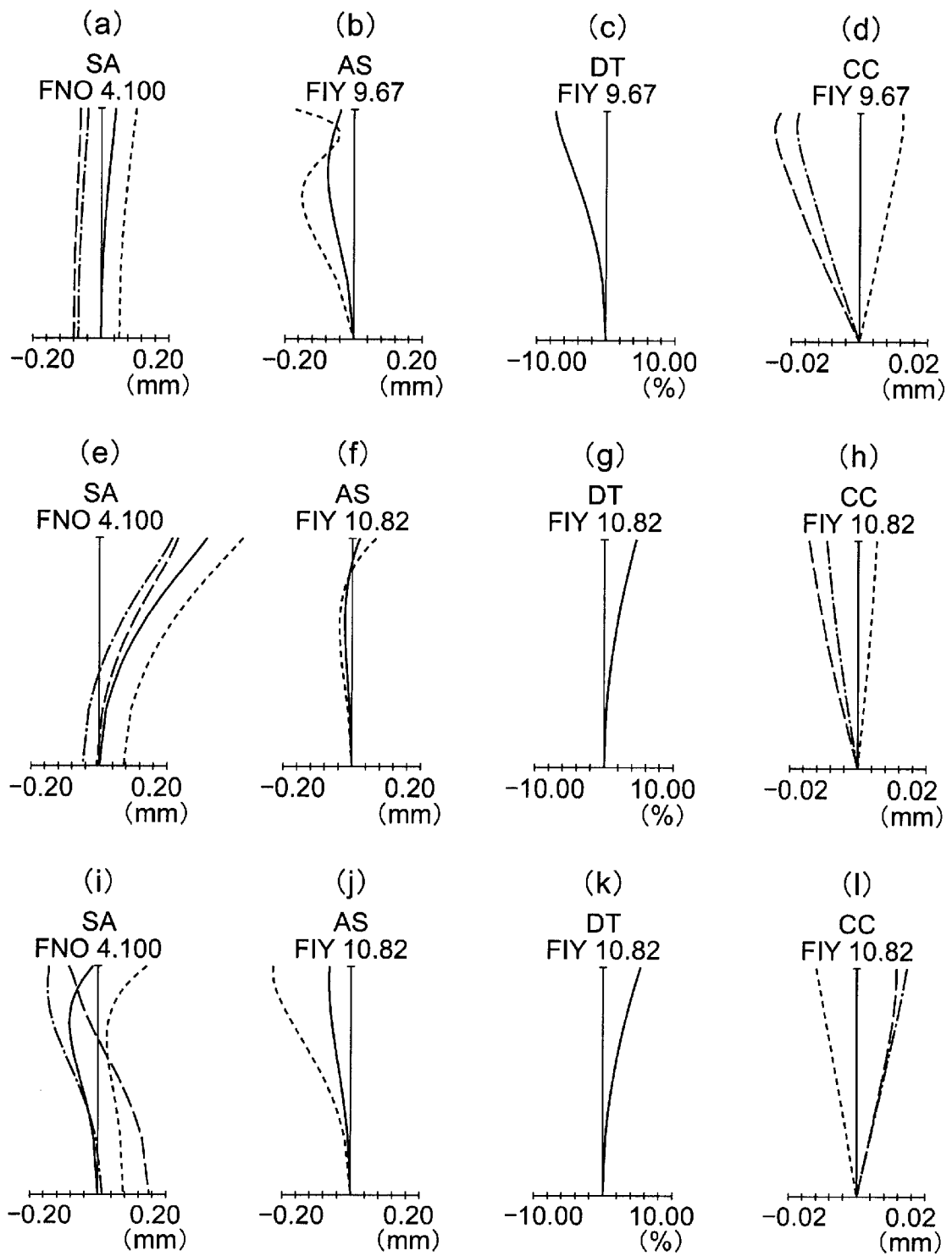
[図9]



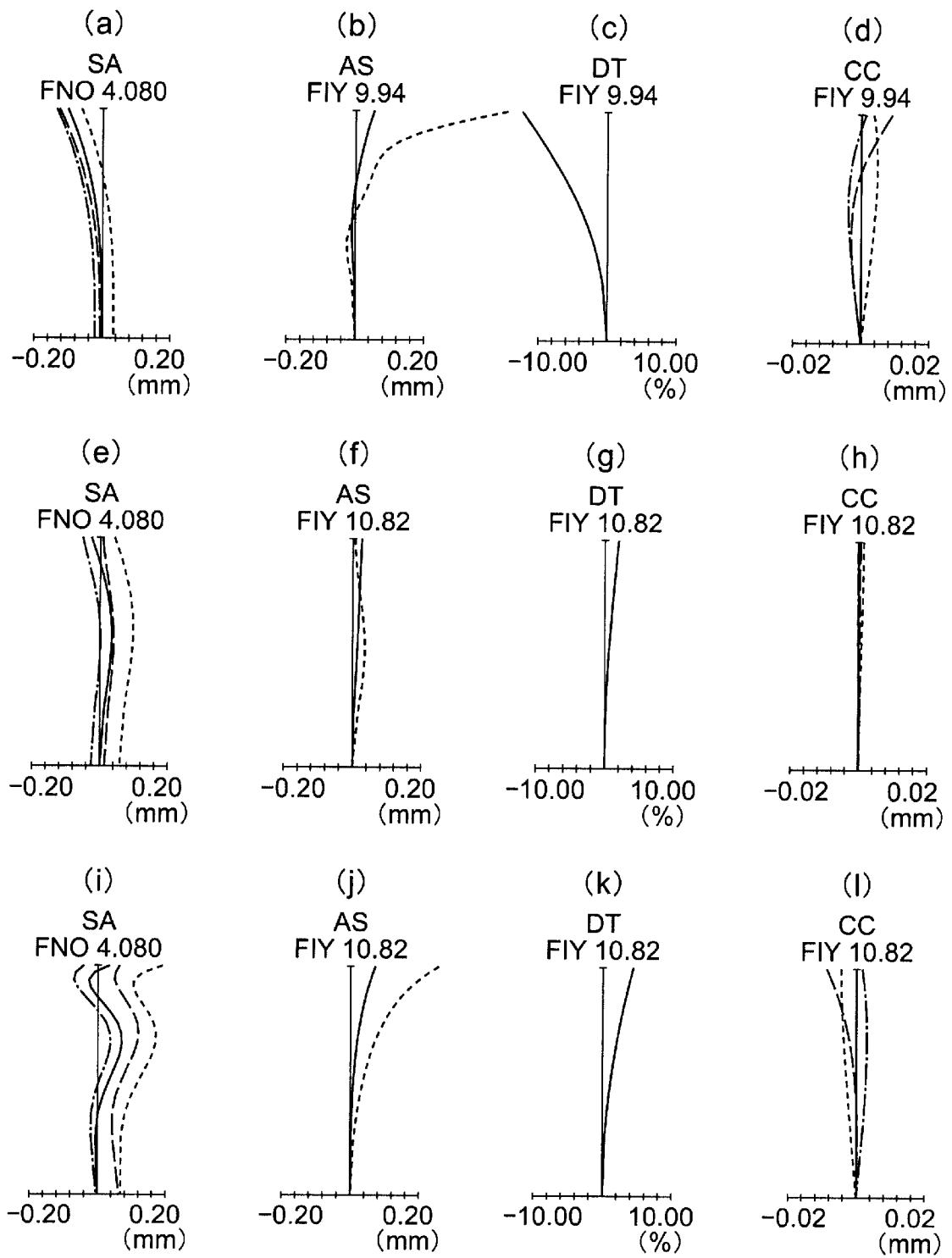
[図10]



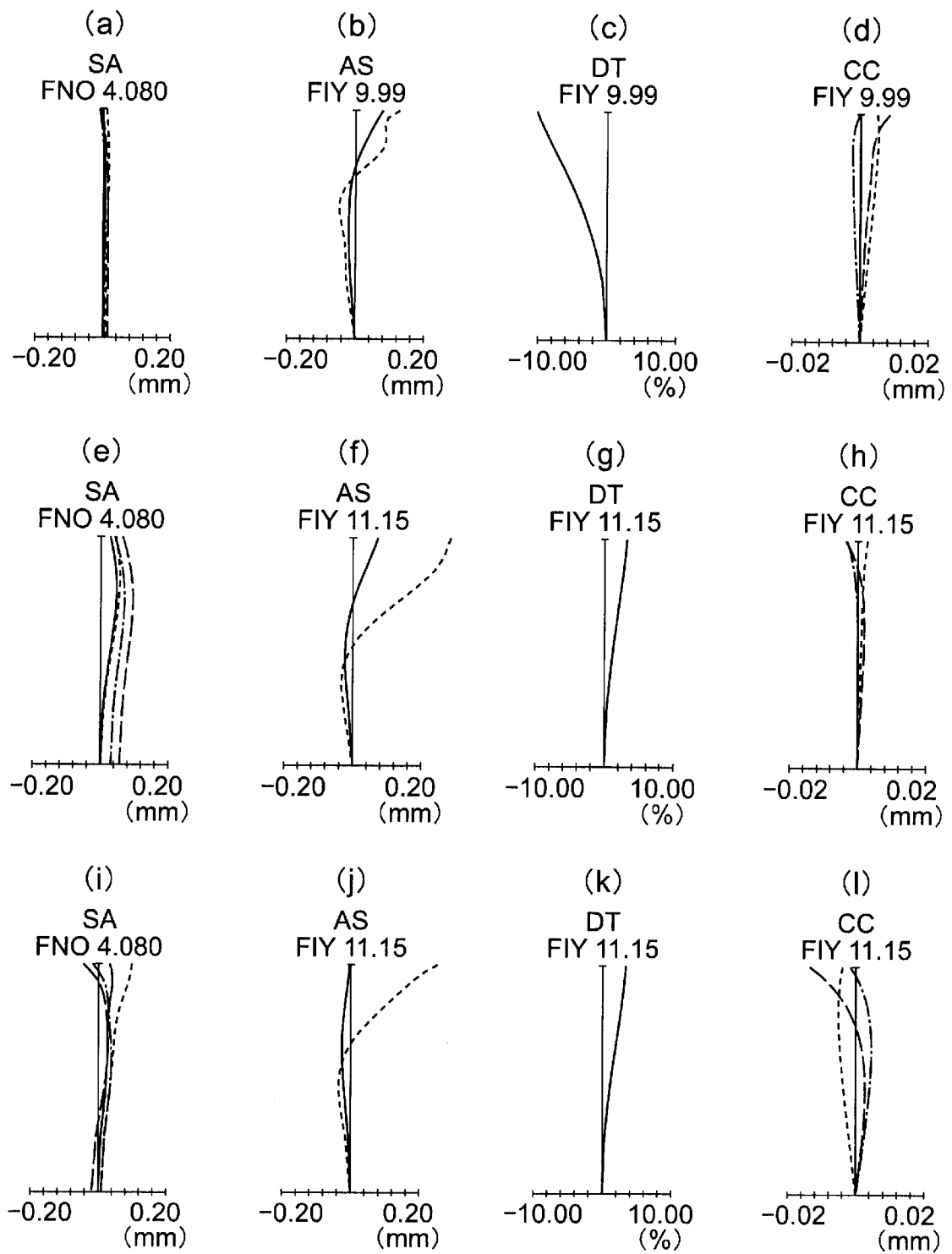
[図11]



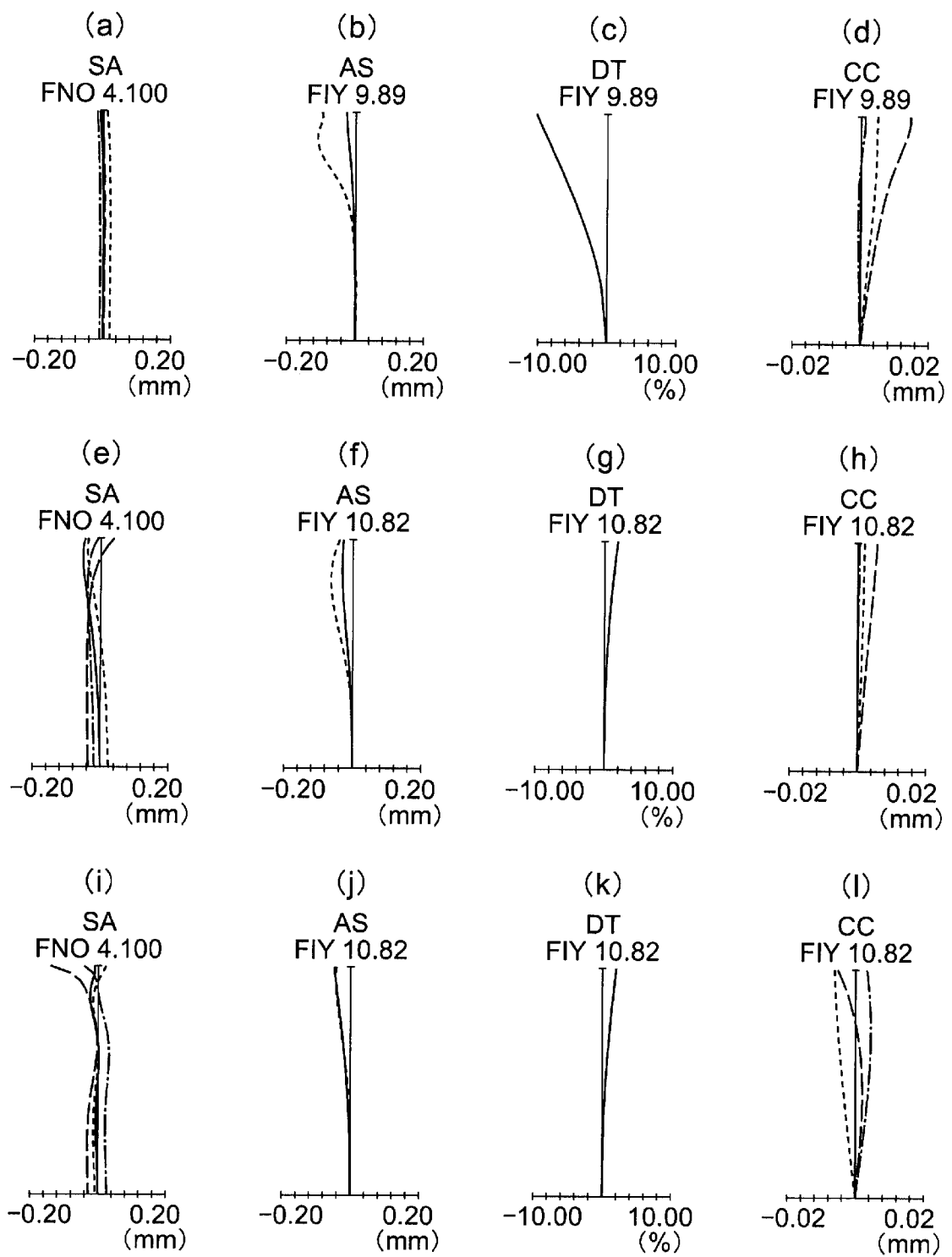
[図12]



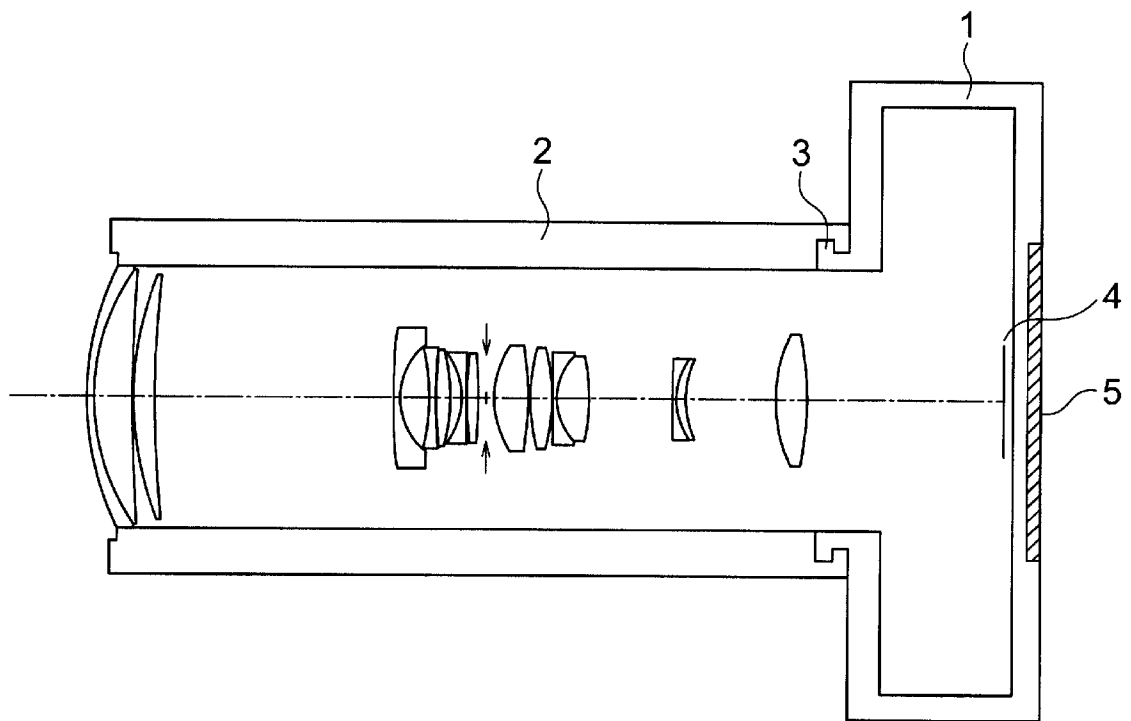
[図13]



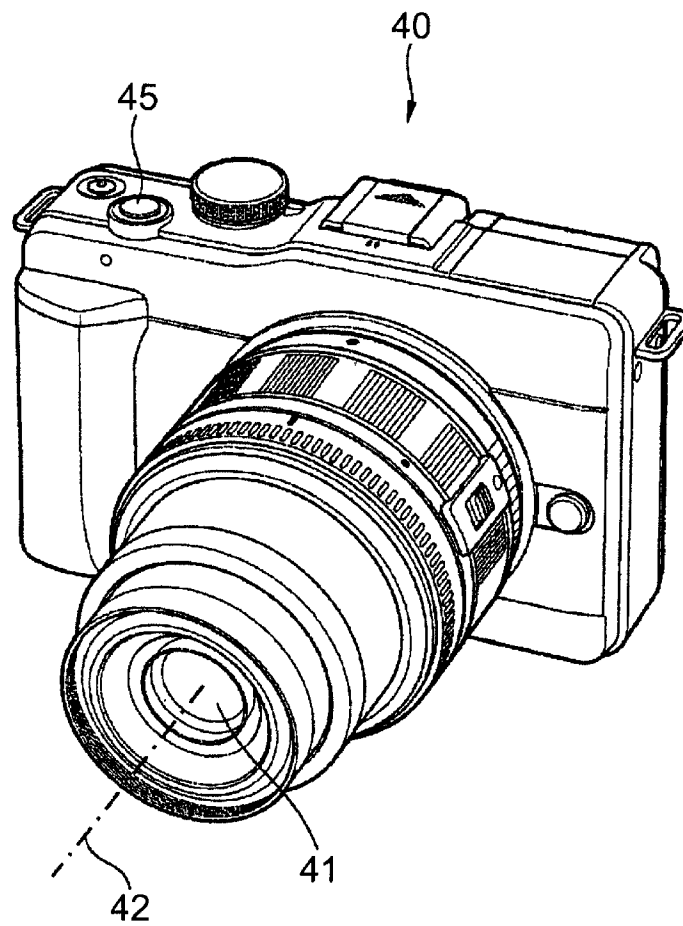
[図14]



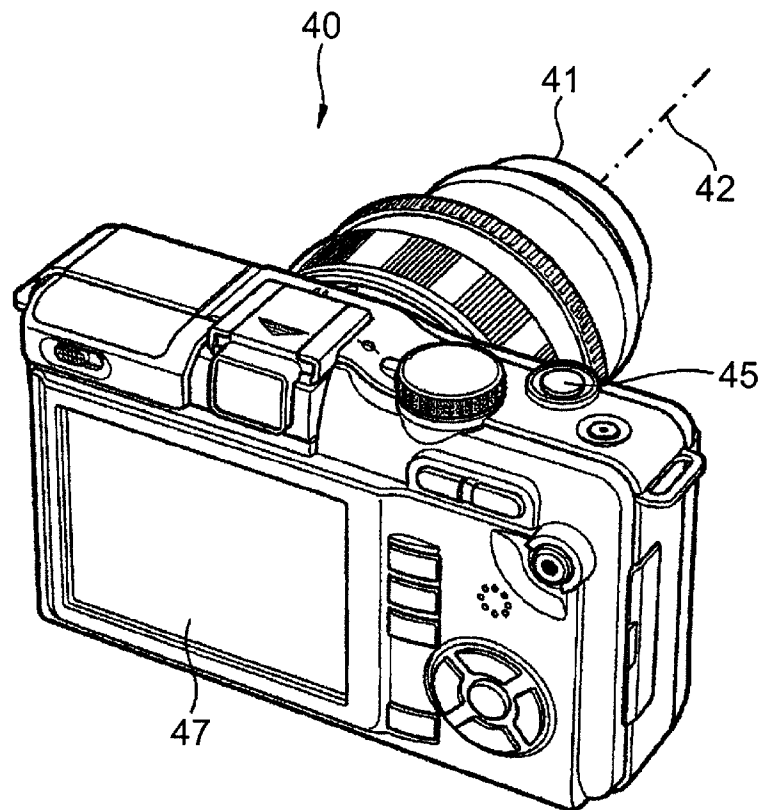
[図15]



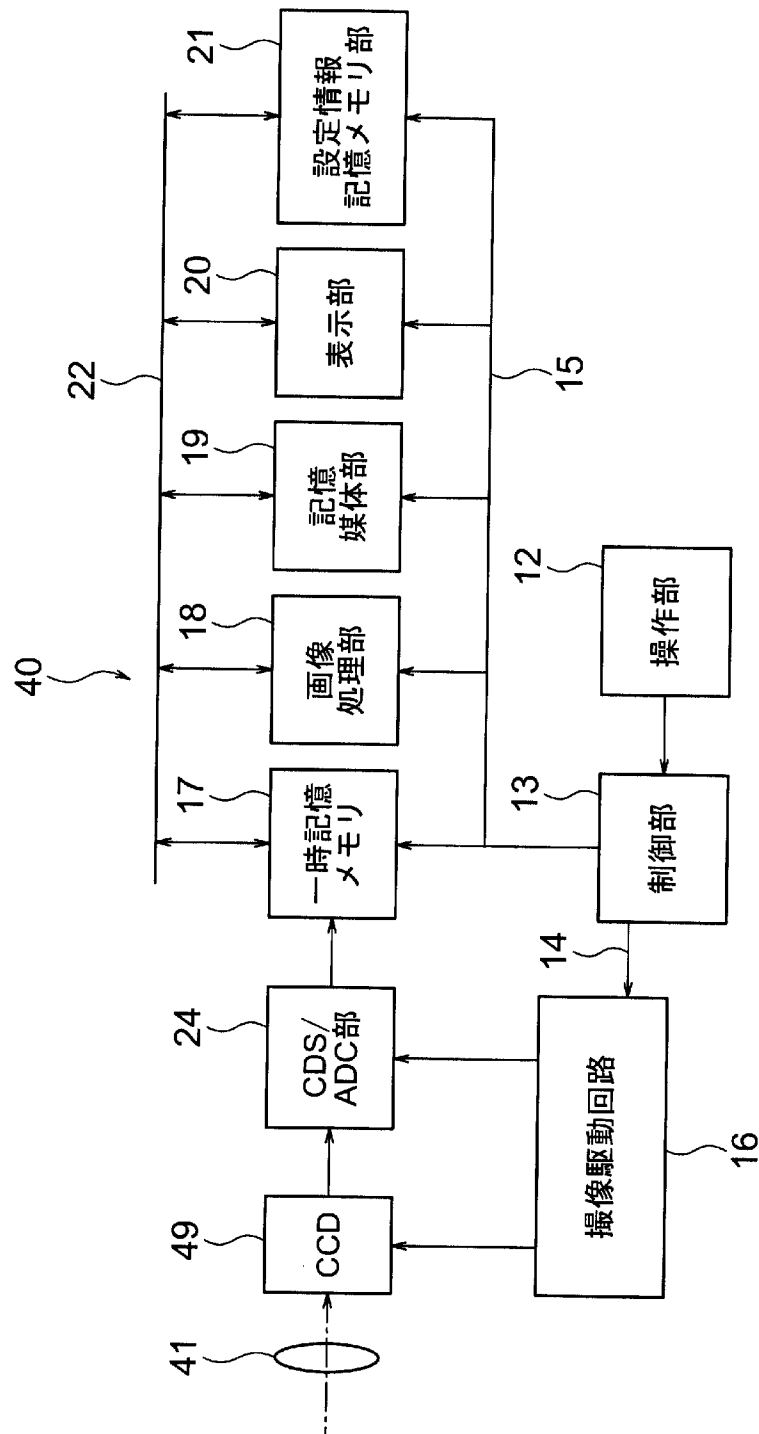
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/059794

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2014-235238 A (Sony Corp.), 15 December 2014 (15.12.2014), entire text (particularly, example 7) & US 2014/0354857 A1 & CN 104216098 A	1-5, 8-18, 20-40 6-7, 19
X A	JP 2010-191199 A (Nikon Corp.), 02 September 2010 (02.09.2010), entire text (particularly, example 2) (Family: none)	1-3, 5-6, 8-12, 14-19, 23-40 4, 7, 13, 20-22

☐ 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
12 June 2015 (12.06.15)

Date of mailing of the international search report
23 June 2015 (23.06.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 2014-235238 A（ソニー株式会社）2014. 12. 15, 全文（特に実施例 7） & US 2014/0354857 A1 & CN 104216098 A	1-5, 8-18, 20-40
A		6-7, 19

☒ 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

1 2 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 6 . 2 0 1 5

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

井 亀 諭

2 V

5 3 6 2

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	JP 2010-191199 A (株式会社ニコン) 2010.09.02, 全文 (特に実施例 2) (ファミリーなし)	1-3, 5-6, 8-12, 14-19, 23-40
A		4, 7, 13, 20-22