

(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8月18日(18.08.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/129055 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/053641
- (22) 国際出願日: 2015年2月10日(10.02.2015)
- (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番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 高田圭輔(TAKADA Keisuke); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4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), 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:

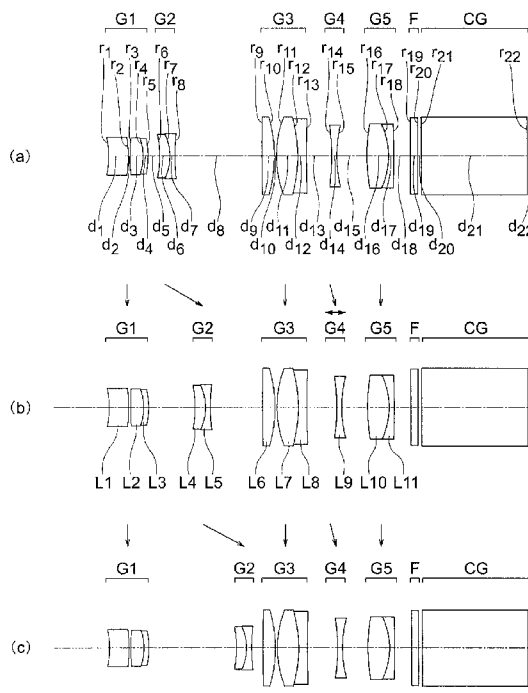
- 国際調査報告 (条約第21条(3))

[続葉有]

(54) Title: ZOOM IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: ズーム撮像装置

[図2]



(57) Abstract: Provided is a zoom imaging device comprising a mount section 21, a zoom lens 22 for forming an image of light that enters from the mount section 21, and an imaging element 23 arranged in an image formation position. The zoom lens 22 comprises, in order from the object side, a first lens group G1 having a positive refractive power, a second lens group G2 having a negative refractive power, a third lens group G3 having a positive refractive power, a fourth lens group G4 having a negative refractive power, and a fifth lens group G5 having a positive refractive power. The fourth lens group G4 is a focus lens group. The zoom imaging device is characterized in that when magnification is varied from the wide-angle end to the telephoto end, at least the second lens group G2 and the fourth lens group G4 move and satisfy the following conditional expression (1): $\varphi_{L1} < \varphi_{3GL1}$.

(57) 要約: 撮像装置は、マウント部21と、マウント部21から入射した光を結像するズームレンズ22と、結像位置に配置された撮像素子23と、を有し、ズームレンズ22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、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、を有し、第4レンズ群G4は、フォーカスレンズ群であり、広角端から望遠端への変倍時、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4が少なくとも移動し、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。 $\varphi_{L1} < \varphi_{3GL1}$ (1)



-
- 補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19 条(1)）

明 細 書

発明の名称：ズーム撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、光学機器の接眼部に接続可能なズーム撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 光学機器としては、例えば、内視鏡、顕微鏡、望遠鏡及び双眼鏡がある。
例えば内視鏡では、内視鏡の接眼部に、アダプターとテレビカメラを取り付けて、観察部位の画像の取得がしばしば行われる。取得した画像は、観察部位の診断や治療に利用される。また、取得した画像は、記録媒体に記録される。

[0003] 撮像には、テレビカメラやフィルムカメラ等が用いられる。特に最近は、CCD等の固体撮像素子を用いた小型テレビカメラによって、撮像が行われる。撮像によって得られた内視鏡画像は、例えば、テレビモニターに表示される。表示された内視鏡画像を用いて、診断や治療を行うことが多くなってきている。

[0004] これらテレビカメラに用いられる撮像素子では、最近の半導体技術の進歩に伴い、素子自体の小型化や、画素の高密度化がされてきている。そのため、このような撮像素子と組み合わせて使用される光学系も、高い光学性能を持っていなくてはならない。

[0005] 上述のように、内視鏡では、内視鏡の接眼部に、アダプターとテレビカメラを取り付ける。このような構成では、内視鏡の接眼レンズによって形成された物体像は、アダプター内の撮像光学系を介して、テレビカメラ内に設けられた撮像素子上に結像される。

[0006] 実際の撮像では、倍率の異なる数種類の異なるアダプターを用意し、使用する内視鏡の種類や目的等によってアダプターを使い分ける。そのために数多くのアダプターを必要とし、また、価格が高くなる。

[0007] また、使用途中で倍率を変えて観察部位の大きさを変えたい時には、その

都度アダプターを交換しなければならない。しかしながら、例えば、手術中にアダプターを交換することは困難である。また、アダプターの交換によって、観察部位の像の大きさを使用者（例えば、手術を行なう者）が望む大きさにすることは、実際には困難である。そのため、像の大きさについては、使用者はある程度のところで妥協しなければならない。

[0008] 使用者が望む大きさの像を得る方法として、アダプター内の光学系にズーム光学系を用いる方法がある。複数の内視鏡において、各内視鏡が同一の視度を持つ場合、アダプターに対する物点位置はどの内視鏡でも同じである。したがって、アダプター内の光学系がズーム光学系であっても、フォーカシング機構を設ける必要が無い。

[0009] しかしながら、各内視鏡で視度が異なる場合も当然ある。例えば、硬性内視鏡では、各硬性内視鏡で視度が異なることが多い。軟性内視鏡でも、各軟性内視鏡で視度が異なることは当然ある。

[0010] 個々の内視鏡で視度が異なる場合、物体位置によって視度が変化する。そのため、ズーム光学系と組み合わせる内視鏡が異なる場合や、観察部位までの距離によってその視度が異なる場合には、ズーム光学系にフォーカシング機構を設ける必要がある。

[0011] 以上、内視鏡を例にして説明したが、視度が異なる点は、顕微鏡、望遠鏡及び双眼鏡についても同様である。

[0012] フォーカシング方法としては、ズーム光学系全体を光軸方向に移動させる方法がある。動画撮影では、常時、変倍やフォーカシングをしながら撮影が行なわれる。変倍やフォーカシングが常時行われる場合、レンズの重さがフォーカススピードを左右する。また、フォーカシングの際にレンズの全長が変わると、光学系や撮像装置全体が大きくなってしまう。

[0013] そこで、光学系のうち、比較的小さなレンズを動かしてフォーカシングスピードを上げて、全体をコンパクトにしたズーム光学系が提案されている。特許文献1や特許文献2には、このようなズーム光学系が開示されている。

[0014] 特許文献1に開示されているズーム光学系は、物体側から順に、正の屈折

力を有する第1群と、負の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群と、で構成されている。第1群はフォーカスレンズ群であって、フォーカスレンズ群の移動により、正から負まで視度調整が可能になっている。

[0015] 特許文献2に開示されているズーム光学系は、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、第4レンズ群で構成されている。第1レンズ群はフォーカスレンズ群であって、レンズ群全体もしくはレンズ群中の一部のレンズが光軸方向に移動する。

先行技術文献

特許文献

[0016] 特許文献1：特開平9-325273号公報

特許文献2：特開平11-125770号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0017] 特許文献1や特許文献2では、フォーカス時の球面収差の変動が大きいため、良好な光学性能が得にくい。また、撮像素子の高密度化に対応するには軸上収差の発生を抑える必要があるが、特許文献1の光学系や特許文献2の光学系では、軸上収差の発生を十分に抑えることが難しい。

[0018] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、軸上収差の発生を十分に抑えると共に、フォーカス時の球面収差の変動が少ないズーム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

[0019] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明のズーム撮像装置は、

マウント部と、

マウント部から入射した光を結像するズームレンズと、

結像位置に配置された撮像素子と、を有し、

ズームレンズは、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、
負の屈折力を有する第4レンズ群と、
正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有し、
第4レンズ群は、フォーカスレンズ群であり、
広角端から望遠端への変倍時、第2レンズ群と第4レンズ群が少なくとも移動し、

第1物体に合焦した時の広角端にて、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$\phi_{L1} < \phi_{3GL1} \quad (1)$$

ここで、

ϕ_{L1} は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径、

ϕ_{3GL1} は、第3レンズ群の最も物体側に位置するレンズ面の有効径、

第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

物点距離は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

有効径は、対象とするレンズ面における、結像に寄与する光線が通過する範囲の最大径、

である。

[0020] また、本発明の別のズーム撮像装置は、
マウント部と、
マウント部から入射した光を結像するズームレンズと、
結像位置に配置された撮像素子と、を有し、
ズームレンズは、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、
 負の屈折力を有する第4レンズ群と、
 正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有し、
 第4レンズ群は、フォーカスレンズ群であり、
 広角端から望遠端への変倍時、第2レンズ群と第4レンズ群のみが移動し、
 第1レンズ群、第3レンズ群及び第5レンズ群は固定であり、
 以下の条件式(13)を満足することを特徴とする。

$$\left| (y_{w7d'} - y_{w7d}) / P \right| / (1 / N) < 250 \quad (13)$$

ここで、

マウント部側を物体側、撮像素子側を像側とし、

y_{w7d} と $y_{w7d'}$ は、所定の光線が像面と交わる位置における所定の光線の光線高であって、 y_{w7d} は、第1物体に合焦した状態での光線高、 $y_{w7d'}$ は、デフォーカスした状態での光線高、

デフォーカスした状態は、第1物体に合焦した状態において、フォーカスレンズ群を Δ_{s2} だけ移動させた状態であって、 $\Delta_{s2} = 10 \times P$ 、

$$0.0008 < P < 0.005, 0.05 < 1/N < 1,$$

N は、撮像素子の画素数(単位は100万)、

P は、撮像素子の画素ピッチ(単位はmm)、

所定の光線は、広角端における画角7度の光線であって、ズームレンズの最も物体側のレンズ面の中心を通過する光線、

第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

物点距離は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

である。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、軸上収差の発生を十分に抑えると共に、フォーカス時の球面収差の変動が少ないズーム撮像装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1] y_{w7d} と $y_{w7d'}$ を説明するための図であって、(a)はズームレンズ全体を示す図、(b)は像面近傍を示す拡大図である。

[図2]実施例1に係るズームレンズの第1物体合焦時における光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での断面図である。

[図3]実施例1に係るズームレンズの第1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)は望遠端での収差図である。

[図4]実施例2に係るズームレンズの第1物体合焦時における光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での断面図である。

[図5]実施例2に係るズームレンズの第1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)は望遠端での収差図である。

[図6]実施例3に係るズームレンズの第1物体合焦時における光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での断面図である。

[図7]実施例3に係るズームレンズの第1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)は望遠端での収差図である。

[図8]実施例4に係るズームレンズの第1物体合焦時における光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での断面図である。

[図9]実施例4に係るズームレンズの第1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)は望遠端での収差図である。

[図10]実施例5に係るズームレンズの第1物体合焦時における光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での断面図である。

[図11]実施例5に係るズームレンズの第1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)は望遠端での収差図である。

[図12]実施例6に係るズームレンズの第1物体合焦時における光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での断面図である。

[図13]実施例6に係るズームレンズの第1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)は望遠端での収差図である。

[図14]実施例7に係るズームレンズの第1物体合焦時における光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での断面図である。

[図15]実施例7に係るズームレンズの第1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)は望遠端での収差図である。

[図16]実施例8に係るズームレンズの第1物体合焦時における光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での断面図である。

[図17]実施例8に係るズームレンズの第1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)は望遠端での収差図である。

[図18]実施例9に係るズームレンズの第1物体合焦時における光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での断面図である。

[図19]実施例9に係るズームレンズの第1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)は望遠端での収差図である。

[図20]本実施形態のズーム撮像装置が光学機器に接続された様子を示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 本実施形態のズーム撮像装置は、マウント部と、マウント部から入射した光を結像するズームレンズと、結像位置に配置された撮像素子と、を有し、ズームレンズは、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、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有し、第4レンズ群は、フォーカスレンズ群であり、広角端から望遠端への変倍時、第2レンズ群と第4レンズ群が少なくとも移動し、第1物体に合焦した時の広角端にて、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$\phi_{L1} < \phi_{3GL1} \quad (1)$$

ここで、

ϕ_{L1} は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径、

ϕ_{3GL1} は、第3レンズ群の最も物体側に位置するレンズ面の有効径、

第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

物点距離は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

有効径は、対象とするレンズ面における、結像に寄与する光線が通過する

範囲の最大径、
である。

[0024] 本実施形態のズーム撮像装置では、ズームレンズは、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、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有する。

[0025] このように構成されたズームレンズは、内視鏡用撮像光学系として用いることができる。内視鏡用撮像光学系を内視鏡光学系と組み合わせると、入射瞳位置が制約される。通常、内視鏡用撮像光学系は、明るさ絞りを有していない。そのため、結像光束の開口は、内視鏡光学系の射出瞳径で定まる。内視鏡光学系のアイポイントは、一般に眼視観察に問題がない程度の位置、例えば、アイピース端面から数mmの位置である。

[0026] 第1レンズ群は内視鏡光学系の射出瞳位置に近いので、第1レンズ群の外径は小さくなる。この場合、第1レンズ群は小型になるので、大きさの面では、第1レンズ群はフォーカスレンズ群の候補になる。

[0027] しかしながら、第1レンズ群は球面収差の補正に効果的なレンズ群である。球面収差の補正に効果を発揮するということは、第1レンズ群が球面収差に大きく影響を及ぼすレンズ群であることを意味する。そのため、第1レンズ群をフォーカスレンズ群にすると、レンズ群の移動に伴って球面収差が大きく変動する。

[0028] そこで、フォーカスレンズ群を第4レンズ群にする。このようにすることで、移動するレンズ群の位置が、内視鏡光学系の射出瞳位置から遠くなる。また、第3レンズ群の屈折力が正屈折力であるので、第4レンズ群における光線高を低く抑えることができる。その結果、フォーカス時の球面収差の変動を抑えることができる。

[0029] 更に、フォーカスレンズ群の屈折力を負屈折力とすることで、フォーカス感度を高くすることができる。その結果、フォーカス時のフォーカスレンズ群の移動量の増大を抑えることができる。また、フォーカスレンズ群の移動

量の増大を抑えられることで、収差変動も抑えることができる。

[0030] 更に、第4レンズ群の像側に第5レンズ群を配置し、第5レンズ群の屈折力を正屈折力にしている。この場合、第5レンズ群は縮小光学系として機能するので、フォーカス時に変動した収差を第5レンズ群で小さくすることができる。

[0031] また、第2レンズ群と第3レンズ群とで大きな変倍作用が生じるので、第2レンズ群と第3レンズ群がメインバリエーターになる。ここで、フォーカスレンズ群をメインバリエーターよりも物体側に位置させると、フォーカスレンズ群の移動による像位置の変化量や像高の変化量が、メインバリエーターの移動状態に応じて大きく変化する。このように、フォーカスレンズ群の移動による像位置の変化や像高の変化は、メインバリエーターの移動状態に大きく影響される。

[0032] そこで、フォーカスレンズ群を第4レンズ群にすることで、メインバリエーターの後にフォーカスレンズ群が配置されることになる。そのため、メインバリエーターの影響を無視できるので、フォーカス感度が大きく変化することがなくなる。そして、フォーカス感度の変化が小さいことから、フォーカスレンズ群の移動を制御しやすくなる。

[0033] そして、条件式(1)を満足することで、第1レンズ群よりも像側の第3レンズ群の有効径を大きくしているので、内視鏡などの接眼部にズームレンズを接続したときの撮像面に至る軸外光束のケラレを軽減しやすくなる。

[0034] また、本実施形態のズーム撮像装置は、以下の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$-4.5 < f_4 / f_5 < -0.2 \quad (2)$$

ここで、

f_4 は、第4レンズ群の焦点距離、

f_5 は、第5レンズ群の焦点距離、

である。

[0035] 条件式(2)は、第4レンズ群の屈折力と第5レンズ群の屈折力との比を

規定する条件式である。条件式（２）を満足することで、第４レンズ群の屈折力と第５レンズ群の屈折力を、各々、適切に設定することができる。そのため、第４レンズ群で発生する収差を、第５レンズ群で良好に補正することができる。その結果、ズームレンズにおいて良好な光学性能を保つことができる。

[0036] 第４レンズ群の屈折力は負屈折力なので、第４レンズ群から出射する光線は、光軸から離れるように進む。条件式（２）の下限値を上回ることによって、光軸から離れるように進む光線によって発生する収差に対しても、第５レンズ群で良好な補正を行うことができる。特に、コマ収差の補正を良好に行うことができる。

[0037] 条件式（２）の上限値を下回ることによって、第４レンズ群の屈折力を適切に保ちつつ、収差補正を良好に行うことができる。また、条件式（２）の上限値を下回るとは、光学系の全長短縮に効果的である。

[0038] 条件式（２）に代えて、以下の条件式（２'）を満足すると良い。

$$-2.5 < f_4 / f_5 < -0.3 \quad (2')$$

さらに、条件式（２）に代えて、以下の条件式（２' '）を満足するとなお良い。

$$-1.6 < f_4 / f_5 < -0.5 \quad (2'')$$

[0039] また、本実施形態のズーム撮像装置は、以下の条件式（３）を満足することが好ましい。

$$0.55 < |\beta_{ctw}| < 5 \quad (3)$$

ここで、

$$\beta_{ctw} = (1 - \beta_{fcw} \times \beta_{fcw}') \times \beta_w' \times \beta_w',$$

β_{fcw} と β_w' は、第１物体に合焦した時の広角端での横倍率であって、 β_{fcw} は、第４レンズ群の横倍率、 β_w' は、第４レンズ群よりも像側に位置するレンズ群の横倍率、

第１物体は、物点距離が 1000 mm のときの物体、

物点距離は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体まで

の距離、

である。

[0040] 条件式(3)は、広角端でのフォーカス感度に関するものである。上述のように、フォーカス感度とは、フォーカスレンズ群の移動量に対する像面の移動量を示す量である。

[0041] 条件式(3)の下限値を上回ることによって、フォーカス時のフォーカスレンズ群の移動量の増大を抑えることができる。その結果、フォーカス時の非点収差の変動を抑えることができる。また、フォーカスレンズ群の移動量の増大を抑えることができるため、フォーカスレンズ群の移動スペースが少なくできる。その結果、ズームレンズの小型化とズーム撮像装置の小型化ができる。

[0042] 条件式(3)の上限値を下回ることによって、フォーカスレンズ群で非点収差が発生することを抑えることができる。

[0043] 条件式(3)に代えて、以下の条件式(3')を満足すると良い。

$$0.555 < |\beta_{ctw}| < 4 \quad (3')$$

さらに、条件式(3)に代えて、以下の条件式(3'')を満足するとなお良い。

$$0.555 < |\beta_{ctw}| < 3 \quad (3'')$$

[0044] また、本実施形態のズーム撮像装置は、以下の条件式(4)を満足する負の屈折力を有するレンズ群が、正の屈折力を有するレンズ群よりも物体側に位置することが好ましい。

$$0.1 < d_{ng}/d_{pg} < 0.9 \quad (4)$$

ここで、

d_{ng} と d_{pg} は、レンズ群の光軸上の厚みであって、

d_{ng} は、第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群の厚みのうち、負屈折力が最も大きいレンズ群の厚み、

d_{pg} は、第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群の厚みのうち、正屈折力が最も大きいレンズ群の厚み、

である。

[0045] 条件式(4)は、2つのレンズ群の光軸上の厚みの比に関するものである。一方は所定の正レンズ群の厚みで、他方は所定の負レンズ群の厚みである。所定の正レンズ群は、第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群のうちで、正屈折力が最も大きいレンズ群である。所定の負レンズ群は、第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群のうちで、負屈折力が最も大きいレンズ群である。

[0046] 物体側より、負屈折力のレンズ群、正屈折力のレンズ群の順に構成すると、負屈折力のレンズ群で光線は発散される。この場合、正屈折力のレンズ群には、光線の高さが高い位置で収差を補正することが求められる。特に、軸上光束については光束径が大きくなるので、正屈折力のレンズ群には球面収差の補正をすることが求められる。条件式(4)は、光学系の全長の増大を抑えつつ、球面収差を良好に補正するための条件式である。

[0047] 条件式(4)の下限値を上回ること、光学系の全長を短縮することができる。条件式(4)の上限値を下回ること、球面収差の補正を良好に行うことができる。

[0048] 条件式(4)に代えて、以下の条件式(4')を満足すると良い。

$$0.15 < d_{ng} / d_{pg} < 0.7 \quad (4')$$

さらに、条件式(4)に代えて、以下の条件式(4'')を満足するとなお良い。

$$0.17 < d_{ng} / d_{pg} < 0.55 \quad (4'')$$

[0049] また、本実施形態のズーム撮像装置は、以下の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$1 < \phi_{fc} / \phi_{L1} < 3 \quad (5)$$

ここで、

ϕ_{fc} と ϕ_{L1} は、第1物体に合焦した時の広角端における有効径であって、 ϕ_{fc} は、フォーカスレンズ群の最も物体側に位置するレンズ面の有効径、 ϕ_{L1} は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径、

第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

物点距離は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

有効径は、対象とするレンズ面における、結像に寄与する光線が通過する範囲の最大径、

である。

[0050] 条件式(5)は、2つの有効径の比に関するものである。一方はフォーカスレンズ群の最も物体側に位置するレンズ面の有効径で、他方はズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径である。ズームレンズの有効径は射出瞳の光路をケラレ無く、もしくは少ないケラレにて撮像素子に導くと共に、小型化を両立することが好ましい。

[0051] 条件式(5)の下限値を上回ること、第1レンズ群の大型化を防ぐことができる。このように、条件式(5)の下限値を上回るとは、光学系の小型化に有利である。その結果、光学系の小型化を達成しながら、球面収差の良好な補正を行うことができる。

[0052] 条件式(5)の上限値を下回ること、フォーカスレンズ群の大型化を防ぎつつ、フォーカスレンズ群での球面収差およびコマ収差の補正を行うことができる。

[0053] 条件式(5)に代えて、以下の条件式(5')を満足すると良い。

$$1 < \phi_{fc} / \phi_{L1} < 2.5 \quad (5')$$

さらに、条件式(5)に代えて、以下の条件式(5'')を満足するとなお良い。

$$1.1 < \phi_{fc} / \phi_{L1} < 2 \quad (5'')$$

[0054] また、本実施形態のズーム撮像装置は、以下の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$-4 < f_4 / f_{Lw} < -0.4 \quad (6)$$

ここで、

f_4 は、第4レンズ群の焦点距離、

f_{Lw} は、第1物体に合焦した時のズームレンズの広角端における焦点距離、
 第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、
 物点距離は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、
 である。

[0055] 条件式(6)は、2つの焦点距離の比をとったものである。一方は第4レンズ群の焦点距離で、他方はズームレンズの焦点距離である。このズームレンズの焦点距離は、第1物体に合焦した時の広角端における焦点距離である。

[0056] 条件式(6)の下限値を上回ること、第4レンズ群においてペッツバル和を良好に設定できるので、非点収差を良好に補正することができる。これにより、良好な光学性能を保つことが可能である。

[0057] 条件式(6)の上限値を下回することは、光学系の全長短縮に効果的であり、かつ、これにより、第4レンズ群の移動量を少なくすることができる。

[0058] 条件式(6)に代えて、以下の条件式(6')を満足すると良い。

$$-3 < f_{fc} / f_{Lw} < -0.5 \quad (6')$$

さらに、条件式(6)に代えて、以下の条件式(6'')を満足するとなお良い。

$$-1.2 < f_{fc} / f_{Lw} < -0.7 \quad (6'')$$

[0059] また、本実施形態のズーム撮像装置は、以下の条件式(7)を満足することが好ましい。

$$1 < f_5 / f_{Lw} < 3 \quad (7)$$

ここで、

f_5 は、第5レンズ群の焦点距離、

f_{Lw} は、第1物体に合焦した時のズームレンズの広角端における焦点距離、
 第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

物点距離は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

である。

[0060] 条件式 (7) は、2つの焦点距離の比をとったものである。一方は第5レンズ群の焦点距離で、他方はズームレンズの焦点距離である。このズームレンズの焦点距離は、第1物体に合焦した時の広角端における焦点距離である。

[0061] 第5レンズ群では、軸外光線によって発生する収差に対して、良好な補正を行うことができる。また、第5レンズ群に適切な屈折力を持たせることは、光学系の全長短縮に効果的である。

[0062] 条件式 (7) の下限値を上回ること、コマ収差の補正を良好に行うことができる。条件式 (7) の上限値を下回ること、光学系の全長短縮を達成することができる。

[0063] 条件式 (7) に代えて、以下の条件式 (7') を満足すると良い。

$$1 < f_5 / f_{LW} < 2.7 \quad (7')$$

さらに、条件式 (7) に代えて、以下の条件式 (7'') を満足するとなお良い。

$$1.1 < f_5 / f_{LW} < 2.2 \quad (7'')$$

[0064] また、本実施形態のズーム撮像装置は、以下の条件式 (8) を満足することが好ましい。

$$-5 < f_{ng} / f_{pg} < -0.5 \quad (8)$$

ここで、

f_{ng} は、第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群の焦点距離のうち、負屈折力が最も大きいレンズ群の焦点距離、

f_{pg} は、第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群の焦点距離のうち、正屈折力が最も大きいレンズ群の焦点距離、

である。

[0065] 条件式 (8) は、2つのレンズ群の焦点距離の比に関するものである。一方は所定の負レンズ群の焦点距離で、他方は所定の正レンズ群の焦点距離である。所定の負レンズ群は、第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群

のうちで、負屈折力が最も大きいレンズ群である。所定の正レンズ群は、第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群のうちで、正屈折力が最も大きいレンズ群である。

[0066] 例えば、第2レンズ群が所定の負レンズ群に対応し、第3レンズ群が所定の正レンズ群に対応する。この場合、条件式(8)は第2レンズ群と第3レンズ群の焦点距離の比に関する条件式になる。

[0067] 条件式(8)を満たすことで、所定の負レンズ群の屈折力と所定の正レンズ群の屈折力をバランスよくすることができる。この場合、ペッツバル和を良好に設定できるので、非点収差を良好に補正することができる。これにより、良好な光学性能を保つことが可能である。

[0068] 条件式(8)に代えて、以下の条件式(8')を満足すると良い。

$$-4 < f_{ng} / f_{pg} < -0.9 \quad (8')$$

さらに、条件式(8)に代えて、以下の条件式(8'')を満足するとなお良い。

$$-3.5 < f_{ng} / f_{pg} < -1 \quad (8'')$$

[0069] また、本実施形態のズーム撮像装置では、フォーカス時、第4レンズ群のみが移動し、以下の条件式(9)を満足することが好ましい。

$$0.8 < |\beta_{ctt}| / |\beta_{ctw}| < 1.8 \quad (9)$$

ここで、

$$\beta_{ctt} = (1 - \beta_{fct} \times \beta_{fct}) \times \beta_t' \times \beta_t',$$

$$\beta_{ctw} = (1 - \beta_{fcw} \times \beta_{fcw}) \times \beta_w' \times \beta_w',$$

β_{fct} と β_t' は、第1物体に合焦した時の望遠端での横倍率であって、 β_{fct} は、第4レンズ群の横倍率、 β_t' は、第4レンズ群よりも像側に位置するレンズ群の横倍率、

β_{fcw} と β_w' は、第1物体に合焦した時の広角端での横倍率であって、 β_{fcw} は、第4レンズ群の横倍率、 β_w' は、第4レンズ群よりも像側に位置するレンズ群の横倍率、

第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

物点距離は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、
である。

[0070] 条件式(9)は、望遠端でのフォーカス感度と広角端でのフォーカス感度の比に関するものである。上述のように、フォーカス感度とは、フォーカスレンズ群の移動量に対する像面の移動量を示す量である。

[0071] 条件式(9)を満足すると、望遠端と広角端の両方で、フォーカス感度の変動が抑えられる。このように、フォーカス感度の変化が小さいことから、フォーカスレンズ群の移動量に対する像面の移動量が、状態により大きく変わらない。そのため、フォーカスレンズ群の移動を制御しやすくなる。

[0072] 条件式(9)に代えて、以下の条件式(9')を満足すると良い。

$$0.9 < |\beta_{ctt}| / |\beta_{ctw}| < 1.5 \quad (9')$$

さらに、条件式(9)に代えて、以下の条件式(9'')を満足するとなお良い。

$$0.9 < |\beta_{ctt}| / |\beta_{ctw}| < 1.2 \quad (9'')$$

[0073] また、本実施形態のズーム撮像装置は、以下の条件式(10)を満足することが好ましい。

$$0.03 < \phi_{L1} / f_{Lt} < 0.2 \quad (10)$$

ここで、

ϕ_{L1} は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径であって、第1物体に合焦した時の広角端における有効径、

f_{Lt} は、第1物体に合焦した時のズームレンズの望遠端における焦点距離、

第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

物点距離は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

有効径は、対象とするレンズ面における、結像に寄与する光線が通過する範囲の最大径、

である。

[0074] 条件式 (10) は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径と第1物体に合焦した時のズームレンズの望遠端における焦点距離の比をとったものである。レンズの有効径は、第1物体に合焦した時の広角端における結像に寄与する光線が通過する範囲の最大径であり、すなわち周辺光線で規定した径である。

[0075] 条件式 (10) を満足すると、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径を小さくすることができるので、光学系の小型化を達成することができる。

[0076] 条件式 (10) に代えて、以下の条件式 (10') を満足すると良い。

$$0.04 < \phi_{L1} / f_{Lt} < 0.18 \quad (10')$$

さらに、条件式 (10) に代えて、以下の条件式 (10'') を満足するとなお良い。

$$0.05 < \phi_{L1} / f_{Lt} < 0.15 \quad (10'')$$

[0077] また、本実施形態のズーム撮像装置は、広角端から望遠端への変倍に際して、第2レンズ群と第4レンズ群のみが移動し、第1レンズ群、第3レンズ群及び第5レンズ群は固定であることが好ましい。

[0078] 第2レンズ群の物体側と第4レンズ群の物体側には、正屈折力のレンズ群が配置されている。第2レンズ群の位置と第4レンズ群の位置では光線が収斂されているため、第2レンズ群と第4レンズ群を小型にすることができる。そこで、第2レンズ群と第4レンズ群を可動レンズ群にすることで、光学系全体を小型に構成することができる。また、可動レンズ群の数を2つにしているので、可動レンズ群の制御やメカ構成を比較的簡単にすることができる。

[0079] また、本実施形態のズーム撮像装置では、第3レンズ群は、最も物体側に配置された正レンズと、最も像側に配置された接合レンズと、を有することが好ましい。

[0080] 内視鏡用撮像光学系を内視鏡光学系と組み合わせると、入射瞳位置が制約される。通常、内視鏡用撮像光学系は、明るさ絞りを有していない。そのた

め、結像光束の開口は、内視鏡光学系の射出瞳径で定まる。内視鏡光学系のアイポイントは、一般に眼視観察に問題がない程度の位置、例えば、アイピース端面から数mmの位置である。

[0081] 第3レンズ群に入射する光線は、負の屈折力を有する第2レンズ群で発散される。第3レンズ群における軸上光線の高さは高くなるので、球面収差の補正が困難になってくる。そこで、両側が空気接触面になっている正レンズを、最も物体側に配置する。これにより、2つの空気接触面でベンディングが可能になるので、球面収差を良好に補正することができる。また、接合レンズを最も像側に配置することで、軸上色収差を良好に補正することができる。

[0082] また、少なくとも一つの負の屈折力の接合面を、更に第3レンズ群中に設けても良い。このようにすることで、非点収差を良好に補正することができる。

[0083] また、本実施形態のズーム撮像装置は、最も像側に最終レンズ群が配置され、最終レンズ群は、最も物体側に配置された正レンズと、最も像側に配置された負レンズと、を有することが好ましい。

[0084] 最終レンズ群は、ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズ群である。最終レンズ群において、物体側から、正レンズ、負レンズの順でレンズを配置することにより、正レンズで収斂した光線を負レンズで発散させることができる。その結果、最終レンズ群を通過する光線の光軸に対する角度を、緩やかにすることが可能になる。そのため、特に、軸外収差の発生を抑えることができる。

[0085] また、本実施形態のズーム撮像装置は、以下の条件式(11)を満足することが好ましい。

$$-5 < (r_{4Gff} + r_{4Gfb}) / (r_{4Gff} - r_{4Gfb}) < 5 \quad (11)$$

ここで、

r_{4Gff} は、第4レンズ群において最も物体側に位置するレンズの物体側レンズ面の曲率半径、

r_{4fb} は、第4レンズ群において最も像側に位置するレンズの像側レンズ面の曲率半径、
である。

[0086] 条件式(11)は、フォーカスレンズ群の形状に関するものである。条件式(11)を満足すると、フォーカスレンズ群の形状が球面収差の補正に適した形状になる。そのため、フォーカス時の球面収差の変動を抑えることができる。

[0087] また、条件式(11)に代えて、以下の条件式(11')を満足すると良い。

$$-4 < (r_{4ff} + r_{4fb}) / (r_{4ff} - r_{4fb}) < 4 \quad (11')$$

さらに、条件式(11)に代えて、以下の条件式(11'')を満足するとなお良い。

$$-3 < (r_{4ff} + r_{4fb}) / (r_{4ff} - r_{4fb}) < 2 \quad (11'')$$

[0088] また、本実施形態のズーム撮像装置は、以下の条件式(12)を満足することが好ましい。

$$-5 < (r_{lf} + r_{lb}) / (r_{lf} - r_{lb}) < 5 \quad (12)$$

ここで、

r_{lf} は、最も像側に位置するレンズの物体側レンズ面の曲率半径、

r_{lb} は、最も像側に位置するレンズの像側レンズ面の曲率半径、

である。

[0089] 条件式(12)は、最も像側に位置するレンズの形状に関するものである。

[0090] 条件式(12)の下限値を上回ること、非点収差を良好に補正することができる。その結果、良好な光学性能を保つことが可能である。条件式(12)の上限値を下回ること、球面収差を良好に補正することができる。その結果、良好な光学性能を保つことが可能である。

[0091] また、条件式(12)に代えて、以下の条件式(12')を満足すると良い。

$$-3 < (r_{lf} + r_{lb}) / (r_{lf} - r_{lb}) < 3 \quad (12')$$

さらに、条件式(12)に代えて、以下の条件式(12'')を満足するとなお良い。

$$-2 < (r_{lf} + r_{lb}) / (r_{lf} - r_{lb}) < 2 \quad (12'')$$

[0092] また、本実施形態のズーム撮像装置は、マウント部と、マウント部から入射した光を結像するズームレンズと、結像位置に配置された撮像素子と、を有し、ズームレンズは、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、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有し、第4レンズ群はフォーカスレンズ群であり、広角端から望遠端への変倍時、第2レンズ群と第4レンズ群のみが移動し、第1レンズ群、第3レンズ群及び第5レンズ群は固定であり、以下の条件式(13)を満足することを特徴とする。

$$|(y_{w7d'} - y_{w7d}) / P| / (1 / N) < 250 \quad (13)$$

ここで、

マウント部側を物体側、撮像素子側を像側とし、

y_{w7d} と $y_{w7d'}$ は、所定の光線が像面と交わる位置における所定の光線の光線高であって、 y_{w7d} は、第1物体に合焦した状態での光線高、 $y_{w7d'}$ は、デフォーカスした状態での光線高、

デフォーカスした状態は、第1物体に合焦した状態において、フォーカスレンズ群を Δ_{s2} だけ移動させた状態であって、 $\Delta_{s2} = 10 \times P$ 、

$0.0008 < P < 0.005$ 、 $0.05 < 1 / N < 1$ 、

Nは、撮像素子の画素数(単位は100万)、

Pは、撮像素子の画素ピッチ(単位はmm)、

所定の光線は、広角端における画角7度の光線であって、ズームレンズの最も物体側のレンズ面の中心を通過する光線、

第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

物点距離は、ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体まで

の距離、
である。

[0093] 本実施形態のズーム撮像装置に用いられるズームレンズは、いずれも内視鏡用撮像光学系として用いることができる。内視鏡用撮像光学系を内視鏡光学系と組み合わせると、入射瞳位置が制約される。通常、内視鏡用撮像光学系は、明るさ絞りを有していない。そのため、結像光束の開口は、内視鏡光学系の射出瞳径で定まる。内視鏡光学系のアイポイントは、一般に眼視観察に問題がない程度の位置、例えば、アイピース端面から数mmの位置である。

[0094] 上述のように、第1レンズ群は内視鏡光学系の射出瞳位置に近いので、外径は小さくなる。しかしながら、第1レンズ群は球面収差に大きく影響を及ぼすため、フォーカシングに適さない。そこで、第4レンズ群をフォーカスレンズ群にすることで、フォーカスレンズ群の位置が入射瞳位置から遠くなる。また、第3レンズ群の屈折力が正屈折力であるので、フォーカスレンズ群における光線高を低く抑えることができる。その結果、フォーカシングによる球面収差の変動を抑えることができる。

[0095] さらに、フォーカスレンズ群の屈折力は負屈折力なので、フォーカス感度を高くすることができる。その結果、フォーカス時のフォーカスレンズ群の移動量の増大を抑えることができる。

[0096] また、フォーカスレンズ群（第4レンズ群）の像側に正の屈折力を有する第5レンズ群が配置され、第3の構成では、フォーカスレンズ群（第3レンズ群）の像側に正の屈折力を有する第4レンズ群が配置されている。いずれの構成においても、負の屈折力を有するレンズ群（フォーカスレンズ群）に続いて、正の屈折力を有するレンズ群が配置されることになる。そのため、フォーカス時の画角変動を抑えることができる。

[0097] また、第2レンズ群と第3レンズ群とで大きな変倍作用が生じるので、第2レンズ群と第3レンズ群がメインバリエーターになる。ここで、フォーカスレンズ群をメインバリエーターよりも物体側に位置させると、フォーカス

レンズ群の移動による像位置の変化量や像高の変化量が、メインバリエータの移動状態に応じて大きく変化する。このように、フォーカスレンズ群の移動による像位置の変化や像高の変化は、メインバリエータの移動状態に大きく影響される。

[0098] そこで、フォーカスレンズ群を第4レンズ群にすることで、メインバリエータの後に、フォーカスレンズ群が配置されることになる。そのため、メインバリエータの影響を無視できるので、フォーカス感度が大きく変化することがなくなる。そして、フォーカス感度の変化が小さいことから、フォーカスレンズ群の移動を制御しやすくなる。

[0099] 条件式(13)は、像高の変化量に関する条件式である。条件式(13)における y_{w7d} と $y_{w7d'}$ について、図1を用いて説明する。図1において、(a)はズームレンズ全体を示す図、(b)は像面近傍を示す拡大図である。また、 L_{w7} は所定の光線を示し、 L_A はズームレンズの最も物体側のレンズ、 F_o はフォーカスレンズ群を表している。

[0100] 図1は、フォーカスレンズ群 F_o の移動によって像高が変化する様子を示す図である。図1において、 P_1 は、第1物体にフォーカスした状態でのフォーカスレンズ群 F_o の位置である。 P_2 は、フォーカスレンズ群 F_o を微小量 ΔS だけ移動させた位置である。移動の様子を分かりやすくするために、図1ではフォーカスレンズ群 F_o の移動を誇張して描いている。

[0101] 所定の光線 L_{w7} は、広角端における画角7度の光線である。所定の光線 L_{w7} は、レンズ L_A の物体側のレンズ面の中心を通過する。

[0102] フォーカスレンズ群 F_o の位置が P_1 と一致している状態では、フォーカスレンズ群 F_o に入射した光線は、実線で示すように進み、像位置に到達する。この時の像高は y_{w7d} になる。この状態から、フォーカスレンズ群 F_o にウォブリング動作を行わせる。これにより、フォーカスレンズ群 F_o は P_2 の位置に移動する。

[0103] フォーカスレンズ群 F_o の位置が P_2 と一致している状態では、フォーカスレンズ群 F_o に入射した光線は、破線で示すように進み、像位置に到達す

る。この時の像高は $y_{w7d'}$ になる。図 1 に示すように、広角端における画角 7 度の光線については、フォーカスレンズ群 F o の位置に応じて像高が y_{w7d} と $y_{w7d'}$ との間で変動する。

[0104] オートフォーカスでは、フォーカスレンズ群 F o にウォブリング動作を行わせて、常にピントが合った状態を維持している。そのため、オートフォーカスでは、フォーカスレンズ群 F o の移動時に、像高の変化量が小さいことが求められる。

[0105] 条件式 (13) は、フォーカスレンズ群が微小変動した際に、撮像素子上でどのくらい像高の変化が目立つかを表している。像高の変化量を画素ピッチで割っているので画素ピッチが細かいほど、像高の変化が目立つことになる。また、同じセンササイズだと総画素数が大きいほど画素ピッチが細くなるので、撮像素子の画素数が大きいほど像高の変化が目立つことを、条件式 (13) は反映している。

[0106] 条件式 (13) を満足することで、フォーカス時の像高 (y 方向) の変化量の増大を抑えることができる。これにより、例えば、内視鏡画像をテレビモニタ等に拡大して観察する際にも、違和感なく内視鏡を使用することができる。

[0107] 条件式 (13) に代えて、以下の条件式 (13') を満足すると良い。

$$| (y_{w7d'} - y_{w7d}) / P | / (1 / N) < 200 \quad (13')$$

さらに、条件式 (13) に代えて、以下の条件式 (13'') を満足するとなお良い。

$$| (y_{w7d'} - y_{w7d}) / P | / (1 / N) < 150 \quad (13'')$$

[0108] 以下に、本発明に係るズーム撮像装置に用いられ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。

[0109] また、以下の各実施例のズームレンズは、使用時に光学機器の接眼部に接続される。通常、光学機器側の光学系に開口絞りが配置されているので、ズームレンズ側に開口絞りは設けられない。ただし、ズームレンズを設計する

ためには、開口絞りが必要になる。以下の実施例の説明における仮想絞りとは、設計のために設けた開口絞りである。よって、実際のズームレンズでは、開口絞りは物理的に存在していない。ただし、不要な光線を遮光するための絞り（例えば、フレアー絞り）が、仮想絞りの位置に配置されることはある。

[0110] また、第1物体の位置は、物点距離が1000mmのときの位置である。また、第2物体の位置は、物点距離が333.33mmのときの位置で、第2物体の位置では、物体は最もズームレンズに近づいている。

[0111] 実施例1のズームレンズについて説明する。図2は、実施例1のズームレンズの第1物体合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図（レンズ断面図）であって、(a)は広角端での断面図、(b)は中間焦点距離状態での断面図、(c)は望遠端での断面図である。なお、以下全ての実施例において、断面図中、Fはフィルタ、CGはカバーガラス、Iは撮像素子の撮像面（像面）を示している。例えば、3つの撮像素子を用いる方式（三板式）の場合、CGはカバーガラスではなく、色分解プリズムを表している。

[0112] 図3は、実施例1に係るズームレンズの第1物体合焦時における収差図である。ここで、 ω は半画角である。なお、収差図における記号は、後述の実施例においても共通である。

[0113] また、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(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示している。

[0114] 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(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示している。

[0115] また、(i)、(j)、(k)、(l)は、それぞれ、望遠端における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示している。

[0116] 実施例1のズームレンズは、図2に示すように、物体側より順に、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、からなる。

[0117] 第1レンズ群G1は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、両凸レンズL2と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3と、からなる。ここで、両凸レンズL2と負メニスカスレンズL3とが接合されている。仮想絞りは、負メニスカスレンズL3の像側面に設定されている。

[0118] 第2レンズ群G2は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4と、両凹負レンズL5と、からなる。ここで、正メニスカスレンズL4と両凹負レンズL5とが接合されている。

[0119] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL6と、両凸正レンズL7と、両凹負レンズL8と、からなる。ここで、両凸正レンズL7と両凹負レンズL8とが接合されている。

[0120] 第4レンズ群G4は、両凹負レンズL9からなる。

[0121] 第5レンズ群G5は、両凸正レンズL10と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、からなる。ここで、両凸正レンズL10と負メニスカスレンズL11とが接合されている。

[0122] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G1は固定であり、第2レンズ群G2は像側に移動し、第3レンズ群G3は固定であり、第4レンズ群G4は像側に移動し、第5レンズ群G5は固定である。

[0123] また、被写体への合焦は第4レンズ群G4の移動によって行われる。第1物体から第2物体への合焦時、両凹負レンズL9は像側へ移動する。

[0124] 次に、実施例2のズームレンズについて説明する。図4は、実施例2のズームレンズの第1物体合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。図5は実施例2のズームレンズの第1物体合焦時における収差図である。

[0125] 実施例2のズームレンズは、図4に示すように、物体側より順に、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、からなる。

[0126] 第1レンズ群G 1 は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1 と、両凸レンズL 2 と、両凹負レンズL 3 と、からなる。ここで、両凸レンズL 2 と両凹負レンズL 3 とが接合されている。仮想絞りは、両凹負レンズL 3 の像側面に設定されている。

[0127] 第2レンズ群G 2 は、両凹負レンズL 4 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 5 と、からなる。ここで、両凹負レンズL 4 と正メニスカスレンズL 5 とが接合されている。

[0128] 第3レンズ群G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 6 と、両凸正レンズL 7 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 8 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 9 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 10 と、からなる。ここで、両凸正レンズL 7 と負メニスカスレンズL 8 とが接合されている。また、負メニスカスレンズL 9 と正メニスカスレンズL 10 とが接合されている。

[0129] 第4レンズ群G 4 は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 11 と、両凹負レンズL 12 と、からなる。ここで、負メニスカスレンズL 11 と両凹負レンズL 12 とが接合されている。

[0130] 第5レンズ群G 5 は、両凸正レンズL 13 と、両凹負レンズL 14 と、からなる。

[0131] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G 1 は固定であり、第2レンズ群G 2 は像側に移動し、第3レンズ群G 3 は固定であり、第4レンズ群G 4 は像側に移動し、第5レンズ群G 5 は固定である。

[0132] また、被写体への合焦は第4レンズ群G 4 の移動によって行われる。第1物体から第2物体への合焦時、負メニスカスレンズL 11 と両凹負レンズL 12 は像側へ移動する。

[0133] 次に、実施例3のズームレンズについて説明する。図6は、実施例3のズームレンズの第1物体合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。図7は実施例3のズームレンズの第1物体合焦時における収差図である。

- [0134] 実施例3のズームレンズは、図6に示すように、物体側より順に、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、からなる。
- [0135] 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、両凸レンズL2と、両凹負レンズL3と、からなる。ここで、両凸レンズL2と両凹負レンズL3とが接合されている。仮想絞りは、両凹負レンズL3の像側面に設定されている。
- [0136] 第2レンズ群G2は、両凹負レンズL4と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5と、からなる。ここで、両凹負レンズL4と正メニスカスレンズL5とが接合されている。
- [0137] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL6と、両凸正レンズL7と、両凹負レンズL8と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、両凸正レンズL10と、からなる。ここで、両凸正レンズL7と両凹負レンズL8とが接合されている。また、負メニスカスレンズL9と両凸正レンズL10とが接合されている。
- [0138] 第4レンズ群G4は、両凹負レンズL11からなる。
- [0139] 第5レンズ群G5は、両凸正レンズL12と、両凸正レンズL13と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL15と両凹負レンズL16と、からなる。ここで、両凸正レンズL13と負メニスカスレンズL14とが接合されている。
- [0140] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G1は固定であり、第2レンズ群G2は像側に移動し、第3レンズ群G3は固定であり、第4レンズ群G4は像側に移動し、第5レンズ群G5は固定である。第4レンズ群G4の位置は、中間焦点距離状態と望遠端とで同じである。
- [0141] また、被写体への合焦は第4レンズ群G4の移動によって行われる。第1物体から第2物体への合焦時、両凹負レンズL11は像側へ移動する。
- [0142] 次に、実施例4のズームレンズについて説明する。図8は、実施例4のズ

ームレンズの第1物体合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。図9は実施例4のズームレンズの第1物体合焦時における収差図である。

[0143] 実施例4のズームレンズは、図9に示すように、物体側より順に、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、からなる。

[0144] 第1レンズ群G1は、両凸レンズL1と、両凹負レンズL2と、からなる。ここで、両凸レンズL1と両凹負レンズL2とが接合されている。仮想絞り、は、両凹負レンズL2の像側面に設定されている。

[0145] 第2レンズ群G2は、両凹負レンズL3と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4と、からなる。ここで、両凹負レンズL3と正メニスカスレンズL4とが接合されている。

[0146] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL5と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6と、両凸正レンズL7と、からなる。ここで、負メニスカスレンズL6と両凸正レンズL7とが接合されている。

[0147] 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L8からなる。

[0148] 第5レンズ群G5は、両凸正レンズL9と、両凸正レンズL10と、両凹負レンズL11と、からなる。ここで、両凸正レンズL10と両凹負レンズL11とが接合されている。

[0149] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G1は固定であり、第2レンズ群G2は像側に移動し、第3レンズ群G3は固定であり、第4レンズ群G4は像側に移動し、第5レンズ群G5は固定である。

[0150] また、被写体への合焦は第4レンズ群G4の移動によって行われる。第1物体から第2物体への合焦時、負メニスカスレンズL8は像側へ移動する。

[0151] 非球面は、両凸正レンズL5の両面の合計2面に設けられている。

[0152] 次に、実施例5のズームレンズについて説明する。図10は、実施例5のズームレンズの第1物体合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

図 1 1 は実施例 5 のズームレンズの第 1 物体合焦時における収差図である。

[0153] 実施例 5 のズームレンズは、図 1 0 に示すように、物体側より順に、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、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、からなる。

[0154] 第 1 レンズ群 G 1 は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 と、両凸レンズ L 2 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 3 と、からなる。ここで、両凸レンズ L 2 と負メニスカスレンズ L 3 とが接合されている。仮想絞りは、負メニスカスレンズ L 3 の像側面に設定されている。

[0155] 第 2 レンズ群 G 2 は、両凹負レンズ L 4 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 5 と、からなる。ここで、両凹負レンズ L 4 と正メニスカスレンズ L 5 とが接合されている。

[0156] 第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 6 と、両凸正レンズ L 7 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 8 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 9 と、両凸正レンズ L 1 0 と、からなる。ここで、両凸正レンズ L 7 と負メニスカスレンズ L 8 とが接合されている。また、負メニスカスレンズ L 9 と両凸正レンズ L 1 0 とが接合されている。

[0157] 第 4 レンズ群 G 4 は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 と、両凹負レンズ L 1 2 と、からなる。

[0158] 第 5 レンズ群 G 5 は、両凸正レンズ L 1 3 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 4 と、からなる。

[0159] 広角端から望遠端への変倍時、第 1 レンズ群 G 1 は固定であり、第 2 レンズ群 G 2 は像側に移動し、第 3 レンズ群 G 3 は固定であり、第 4 レンズ群 G 4 は像側に移動し、第 5 レンズ群 G 5 は固定である。

[0160] また、被写体への合焦は第 4 レンズ群 G 4 の移動によって行われる。第 1 物体から第 2 物体への合焦時、負メニスカスレンズ L 1 1 と両凹負レンズ L 1 2 は像側へ移動する。

[0161] 次に、実施例6のズームレンズについて説明する。図12は、実施例6のズームレンズの第1物体合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

図13は実施例6のズームレンズの第1物体合焦時における収差図である。

[0162] 実施例6のズームレンズは、図12に示すように、物体側より順に、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、からなる。

[0163] 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、両凸レンズL2と、両凹負レンズL3と、からなる。ここで、両凸レンズL2と両凹負レンズL3とが接合されている。仮想絞りは、両凹負レンズL3の像側面に設定されている。

[0164] 第2レンズ群G2は、両凹負レンズL4と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5と、からなる。ここで、両凹負レンズL4と正メニスカスレンズL5とが接合されている。

[0165] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL6と、両凸正レンズL7と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL8と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL10と、からなる。ここで、両凸正レンズL7と負メニスカスレンズL8とが接合されている。また、負メニスカスレンズL9と正メニスカスレンズL10とが接合されている。

[0166] 第4レンズ群G4は、両凹負レンズL11からなる。

[0167] 第5レンズ群G5は、両凸正レンズL12と、両凸正レンズL13と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL15と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL16と、からなる。

[0168] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G1は固定であり、第2レンズ群G2は像側に移動し、第3レンズ群G3は固定であり、第4レンズ群G4は像側に移動し、第5レンズ群G5は固定である。

[0169] また、被写体への合焦は第4レンズ群G4の移動によって行われる。第1物体から第2物体への合焦時、両凹負レンズL11は像側へ移動する。

[0170] 次に、実施例7のズームレンズについて説明する。図14は、実施例7のズームレンズの第1物体合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。図15は実施例7のズームレンズの第1物体合焦時における収差図である。

実施例7のズームレンズは、図14に示すように、物体側より順に、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、からなる。

[0171] 第1レンズ群G1は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、両凸レンズL2と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3と、からなる。ここで、両凸レンズL2と負メニスカスレンズL3とが接合されている。仮想絞り、負メニスカスレンズL3の像側面に設定されている。

[0172] 第2レンズ群G2は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4と、両凹負レンズL5と、からなる。ここで、正メニスカスレンズL4と両凹負レンズL5とが接合されている。

[0173] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL6と、両凸正レンズL7と、両凹負レンズL8と、からなる。ここで、両凸正レンズL7と両凹負レンズL8とが接合されている。

[0174] 第4レンズ群G4は、両凹負レンズL9からなる。

[0175] 第5レンズ群G5は、両凸正レンズL10と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、からなる。ここで、両凸正レンズL10と負メニスカスレンズL11とが接合されている。

[0176] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G1は固定であり、第2レンズ群G2は像側に移動し、第3レンズ群G3は固定であり、第4レンズ群G4は像側に移動し、第5レンズ群G5は固定である。

[0177] また、被写体への合焦は第4レンズ群G4の移動によって行われる。第1物体から第2物体への合焦時、両凹負レンズL9は像側へ移動する。

[0178] 次に、実施例 8 のズームレンズについて説明する。図 1 6 は、実施例 8 のズームレンズの第 1 物体合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

図 1 7 は実施例 8 のズームレンズの第 1 物体合焦時における収差図である。

[0179] 実施例 8 のズームレンズは、図 1 6 に示すように、物体側より順に、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、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、からなる。

[0180] 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、両凸レンズ L 2 と、両凹負レンズ L 3 と、からなる。ここで、両凸レンズ L 2 と両凹負レンズ L 3 とが接合されている。仮想絞りは、両凹負レンズ L 3 の像側面に設定されている。

[0181] 第 2 レンズ群 G 2 は、両凹負レンズ L 4 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 5 と、からなる。ここで、両凹負レンズ L 4 と正メニスカスレンズ L 5 とが接合されている。

[0182] 第 3 レンズ群 G 3 は、両凸正レンズ L 6 と、両凸正レンズ L 7 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 8 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 9 と、両凸正レンズ L 1 0 と、からなる。ここで、両凸正レンズ L 7 と負メニスカスレンズ L 8 とが接合されている。また、負メニスカスレンズ L 9 と両凸正レンズ L 1 0 とが接合されている。

[0183] 第 4 レンズ群 G 4 は、両凹負レンズ L 1 1 からなる。

[0184] 第 5 レンズ群 G 5 は、両凸正レンズ L 1 2 と、両凸正レンズ L 1 3 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 4 と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 5 と、両凹負レンズ L 1 6 と、からなる。

[0185] 広角端から望遠端への変倍時、第 1 レンズ群 G 1 は固定であり、第 2 レンズ群 G 2 は像側に移動し、第 3 レンズ群 G 3 は固定であり、第 4 レンズ群 G 4 は像側に移動し、第 5 レンズ群 G 5 は固定である。

[0186] また、被写体への合焦は第 4 レンズ群 G 4 の移動によって行われる。第 1 物体から第 2 物体への合焦時、両凹負レンズ L 1 1 は像側へ移動する。

[0187] 次に、実施例9のズームレンズについて説明する。図18は、実施例9のズームレンズの第1物体合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

図19は実施例9のズームレンズの第1物体合焦時における収差図である。

[0188] 実施例9のズームレンズは、図18に示すように、物体側より順に、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、からなる。

[0189] 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、両凸正レンズL3と、からなる。ここで、正メニスカスレンズL2と両凸正レンズL3とが接合されている。仮想絞りは、両凸正レンズL3の像側面に設定されている。

[0190] 第2レンズ群G2は、両凹負レンズL4と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5と、からなる。ここで、両凹負レンズL4と正メニスカスレンズL5とが接合されている。

[0191] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL6と、両凸正レンズL7と、両凹負レンズL8と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL10と、からなる。ここで、両凸正レンズL7と両凹負レンズL8とが接合されている。また、負メニスカスレンズL9と正メニスカスレンズL10とが接合されている。

[0192] 第4レンズ群G4は、両凹負レンズL11からなる。

[0193] 第5レンズ群G5は、両凸正レンズL12と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14と、からなる。ここで、両凸正レンズL12と負メニスカスレンズL13とが接合されている。

[0194] 広角端から望遠端への変倍時、第1レンズ群G1は固定であり、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は固定であり、第5レンズ群G5は固定である。

[0195] また、被写体への合焦は第4レンズ群G4の移動によって行われる。第1

物体から第2物体への合焦時、両凹負レンズL11は像側へ移動する。

[0196] 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、 ER は有効径、*印は非球面である。また、ズームデータにおいて、 f はズームレンズ全系の焦点距離、 FNO はFナンバー、 FB はバックフォーカス、 lH は像高、 ω は半画角、 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。

[0197] また、広角1、中間1及び望遠1は、各々、第1物体に合焦した状態における広角端、中間焦点距離状態及び望遠端である。広角2、中間2及び望遠2は、各々、第2物体に合焦した状態における広角端、中間焦点距離状態及び望遠端である。また、 lH と ω の値は、各状態の焦点距離での値ではない。

[0198] 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。

[0199] 数値実施例1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd	ER
-----	-----	-----	------	---------	------

物面	∞	∞			
1	-12.214	2.70	1.58144	40.75	2.1728
2	-20.622	0.30			2.1487
3	38.082	1.80	1.48749	70.23	2.1132
4	-8.106	0.70	1.78590	44.20	2.0107
5	-12.145	可変			
6	-15.671	1.42	1.92286	18.90	2.0982
7	-7.610	0.70	1.74951	35.33	2.2171
8	25.752	可変			2.3026
9	258.336	1.75	1.75500	52.32	4.802
10	-19.896	0.30			4.9185
11	15.793	3.00	1.72916	54.68	4.9117
12	-20.119	1.20	1.80518	25.42	4.6805
13	130.235	可変			4.4587
14	-32.675	0.70	1.72916	54.68	3.83
15	18.164	可変			3.7522
16	28.066	3.00	1.88300	40.76	3.9661
17	-10.669	0.70	1.78472	25.68	3.8877
18	-151.242	可変			3.8001
19	∞	1.00	1.52113	66.54	
20	∞	0.50			
21	∞	14.90	1.51633	64.14	
22	∞	0.70			
像面	∞				

ズームデータ

ズーム比 1.97

	広角 1	中間 1	望遠 1	広角 2	中間 2	望遠 2
f	15.83	21.69	31.22	15.74	21.41	30.24

F N O.	4.41	6.04	8.69	4.38	5.96	8.42
F B	19.44	19.44	19.44	19.44	19.44	19.44
全長	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28	59.28
d5	1.60	6.49	12.20	1.60	6.49	12.20
d8	12.23	7.34	1.62	12.23	7.34	1.62
d13	3.55	4.17	4.22	3.82	4.70	5.36
d15	4.20	3.57	3.52	3.92	3.04	2.38
d18	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34
I H	1.92	2.73	3.00	1.92	2.73	3.00
ω	7.03	7.28	5.46	7.1	7.36	5.46

各群焦点距離

f1=35.30 f2=-15.16 f3=12.75 f4=-15.85 f5=22.17

[0200] 数值实施例 2

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d	ER
物面	∞	∞			
1	-15.012	0.70	1.88300	40.76	3.5678
2	-16.475	0.50			3.6075
3	52.044	1.70	1.80610	40.92	3.5081
4	-16.001	0.70	1.72151	29.23	3.4058
5	4134.942	可変			
6	-35.115	0.70	1.80610	40.92	3.3334
7	10.106	1.87	1.84666	23.78	3.4484
8	35.596	可変			3.5458
9	-1832.152	2.27	1.80610	40.92	7.4671
10	-28.959	0.50			7.6195
11	58.441	4.00	1.57135	52.95	7.6161

12	-15.741	0.70	1.74077	27.79	7.5389
13	-87.401	0.78			7.5633
14	12.676	0.80	1.69895	30.13	7.4011
15	9.422	4.41	1.49700	81.61	6.9479
16	199.193	可変			6.6287
17	-50.492	2.15	1.92286	18.90	5.9176
18	-29.717	0.70	1.58144	40.75	5.7288
19	9.709	可変			5.2644
20	14.909	4.00	1.72916	54.68	5.7444
21	-24.171	5.94			5.4936
22	-22.094	0.70	1.80518	25.42	2.8635
23	68.660	可変			2.7234
24	∞	1.00	1.52113	66.54	
25	∞	0.50			
26	∞	0.70	1.51633	64.14	
27	∞	0.50			
像面	∞				

ズームデータ

ズーム比 1.97

	広角 1	中間 1	望遠 1	広角 2	中間 2	望遠 2
f	16.30	22.01	32.14	16.10	21.43	29.95
F N O.	2.49	3.36	4.91	2.46	3.27	4.58
F B	4	4	4	4	4	4
全長	63.50	63.50	63.50	63.50	63.50	63.50
d5	0.68	8.00	17.19	0.68	8.00	17.19
d8	18.22	10.89	1.71	18.22	10.89	1.71
d16	2.70	3.33	3.70	3.09	4.06	5.35
d19	4.78	4.15	3.78	4.39	3.43	2.13

d23	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
I H	1.92	2.73	3.00	1.92	2.73	3.00
ω	6.83	7.17	5.25	6.95	7.35	5.33

各群焦点距離

f1=58.87 f2=-23.06 f3=15.86 f4=-14.67 f5=18.15

[0201] 数值実施例3

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d	ER
物面	∞	∞			
1	50.195	0.70	1.57135	52.95	3.8202
2	14.605	1.84			3.7125
3	16.895	3.10	1.80400	46.57	3.6868
4	-28.288	0.70	1.69895	30.13	3.4197
5	69.580	可変			
6	-41.811	0.70	1.88300	40.76	3.3333
7	13.843	1.76	1.84666	23.78	3.4287
8	58.330	可変			3.5461
9	82.739	2.52	1.88300	40.76	7.6069
10	-34.283	0.30			7.6897
11	32.941	3.78	1.69680	55.53	7.517
12	-19.967	0.70	2.00330	28.27	7.2943
13	385.813	0.30			7.1693
14	13.921	0.70	1.72825	28.46	6.9624
15	10.726	3.77	1.48749	70.23	6.6331
16	-412.981	可変			6.3211
17	-210.166	0.70	1.58913	61.14	5.2422
18	8.832	可変			4.8053

19	14.758	3.40	1.49700	81.61	5.1012
20	-20.808	0.30			4.9371
21	27.266	3.59	1.88300	40.76	4.5942
22	-10.640	0.70	1.72916	54.68	4.0655
23	-38.106	0.48			3.6802
24	-20.137	1.00	1.72825	28.46	3.435
25	-16.275	0.32			3.1938
26	-14.358	1.00	1.72825	28.46	2.9512
27	11.916	可変			2.5692
28	∞	1.00	1.52113	66.54	
29	∞	0.50			
30	∞	0.70	1.51633	64.14	
31	∞	0.50			
像面	∞				

ズームデータ

ズーム比 1.97

	広角 1	中間 1	望遠 1	広角 2	中間 2	望遠 2
f	15.79	21.32	31.14	15.56	20.69	28.96
F N O.	2.39	3.23	4.72	2.36	3.14	4.39
F B	3.44	3.44	3.44	3.44	3.44	3.44
全長	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
d5	0.68	8.84	19.15	0.68	8.84	19.15
d8	19.27	11.11	0.80	19.27	11.11	0.80
d16	3.13	3.53	3.53	3.49	4.20	5.03
d18	6.12	5.72	5.72	5.76	5.06	4.22
d27	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
I H	1.92	2.73	3.00	1.92	2.73	3.00
ω	7.04	7.41	5.45	7.21	7.65	5.59

各群焦点距離

f1=62.65 f2=-25.80 f3=14.80 f4=-14.31 f5=19.10

[0202] 数值实施例4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	ν d	ER
物面	∞	∞			
1	30.662	2.72	1.80400	46.57	3.6956
2	-22.684	0.70	1.80100	34.97	3.4261
3	64.717	可変			
4	-38.528	0.70	1.80610	40.92	3.3288
5	11.707	1.87	1.84666	23.78	3.4425
6	38.468	可変			3.5547
7*	15.786	3.87	1.58913	61.14	8.3436
8*	-78.080	0.30			8.1822
9	19.438	0.70	1.78472	25.68	7.9479
10	10.466	5.71	1.48749	70.23	7.4128
11	-27.757	可変			7.1991
12	34.286	0.70	1.69680	55.53	5.679
13	9.038	可変			5.1727
14	13.594	2.88	1.77250	49.60	5.1601
15	-34.478	0.30			4.8934
16	12.804	3.59	1.51633	64.14	4.2396
17	-18.940	0.70	1.74951	35.33	3.1091
18	6.368	可変			2.602
19	∞	1.00	1.52113	66.54	
20	∞	0.50			
21	∞	0.70	1.51633	64.14	

22 ∞ 0.50

像面 ∞

非球面データ

第7面

k=0.000

A4=-9.21106e-06, A6=6.75309e-08, A8=1.55922e-09

第8面

k=0.000

A4=7.46114e-05, A6=1.19205e-07, A8=1.16426e-09

ズームデータ

ズーム比 1.97

	広角 1	中間 1	望遠 1	広角 2	中間 2	望遠 2
f	15.83	21.69	31.22	15.51	20.82	28.31
F N O.	2.28	3.13	4.50	2.24	3.00	4.08
F B	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82
全長	59.74	59.74	59.74	59.74	59.74	59.74
d3	0.59	9.15	18.94	0.59	9.15	18.94
d6	19.22	10.66	0.87	19.22	10.66	0.87
d11	2.91	3.60	4.09	3.32	4.40	5.94
d13	8.46	7.77	7.28	8.04	6.96	5.43
d18	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
I H	1.92	2.73	3.00	1.92	2.73	3.00
ω	7.03	7.28	5.38	7.22	7.57	5.58

各群焦点距離

f1=68.55 f2=-24.98 f3=14.86 f4=-17.74 f5=26.57

[0203] 数値実施例 5

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	ν d	ER
物面	∞	∞			
1	-14.562	1.68	1.88300	40.76	3.2034
2	-17.237	0.50			3.2719
3	66.245	1.65	1.80610	40.92	3.185
4	-13.676	0.70	1.72151	29.23	3.093
5	-165.866	可変			
6	-30.624	0.70	1.80610	40.92	3.0285
7	10.283	1.82	1.84666	23.78	3.1446
8	37.753	可変			3.257
9	-277.278	2.18	1.80610	40.92	7.1005
10	-27.086	0.50			7.2694
11	61.882	2.90	1.57135	52.95	7.3011
12	-23.873	0.70	1.74077	27.79	7.2573
13	-76.315	0.50			7.2606
14	11.993	0.70	1.69895	30.13	7.0477
15	8.513	4.63	1.49700	81.61	6.5643
16	-547.927	可変			6.2284
17	-28.802	1.69	1.80518	25.42	5.4826
18	-42.509	0.30			5.3091
19	-37.850	0.70	1.58144	40.75	5.2329
20	10.790	可変			4.9631
21	17.656	4.00	1.72916	54.68	5.4951
22	-19.207	6.51			5.3212
23	-16.688	0.70	1.80518	25.42	2.6391
24	-158.795	可変			2.5319
25	∞	1.00	1.52113	66.54	
26	∞	0.50			

27 ∞ 0.70 1.51633 64.14

28 ∞ 0.50

像面 ∞

ズームデータ

ズーム比 1.97

	広角 1	中間 1	望遠 1	広角 2	中間 2	望遠 2
f	15.00	20.25	29.58	14.84	19.80	27.89
F N O.	2.62	3.54	5.17	2.60	3.46	4.88
F B	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20
全長	61.85	61.85	61.85	61.85	61.85	61.85
d5	0.50	7.61	16.28	0.50	7.61	16.28
d8	17.52	10.41	1.74	17.52	10.41	1.74
d16	2.60	3.25	3.91	2.86	3.73	5.01
d20	4.98	4.33	3.67	4.72	3.85	2.57
d24	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
I H	1.92	2.73	3.00	1.92	2.73	3.00
ω	7.43	7.81	5.72	7.55	7.99	5.82

各群焦点距離

f1=57.89 f2=-21.98 f3=14.12 f4=-12.37 f5=17.24

[0204] 数値実施例 6

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	ν d	ER
物面	∞	∞			
1	68.855	1.05	1.57135	52.95	3.895
2	15.829	1.91			3.759
3	18.450	3.84	1.80400	46.57	3.7329
4	-29.377	0.70	1.69895	30.13	3.4079

5	98.570	可変			
6	-42.649	0.70	1.88300	40.76	3.3369
7	14.728	1.67	1.84666	23.78	3.4329
8	57.254	可変			3.548
9	88.682	2.53	1.88300	40.76	9.3055
10	-48.966	0.30			9.3736
11	33.990	4.00	1.51633	64.14	9.224
12	-27.094	0.70	1.80518	25.42	9.0672
13	-81.961	0.30			8.9749
14	13.885	0.74	1.78472	25.68	8.3044
15	10.591	4.08	1.49700	81.61	7.7434
16	67.637	可変			7.394
17	-107.673	0.70	1.67003	47.23	6.1122
18	10.162	可変			5.5699
19	15.470	3.62	1.49700	81.61	5.9803
20	-19.677	1.62			5.8377
21	30.113	4.00	1.80610	40.92	4.9025
22	-6.601	0.70	1.77250	49.60	4.4299
23	-44.340	0.69			3.7974
24	-13.842	1.00	1.72151	29.23	3.5295
25	-26.023	0.34			3.287
26	42.532	1.00	1.88300	40.76	2.9757
27	11.022	可変			2.6451
28	∞	1.00	1.52113	66.54	
29	∞	0.50			
30	∞	0.70	1.51633	64.14	
31	∞	0.50			
像面	∞				

ズームデータ

ズーム比 2.50

	広角 1	中間 1	望遠 1	広角 2	中間 2	望遠 2
f	15.79	23.69	39.48	15.59	22.92	35.20
F N O.	2.40	3.60	5.99	2.37	3.48	5.35
F B	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47
全長	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00
d5	0.67	12.17	26.50	0.67	12.17	26.50
d8	26.64	15.13	0.80	26.64	15.13	0.80
d16	3.60	4.30	4.41	3.90	4.98	6.49
d18	6.42	5.72	5.61	6.12	5.04	3.52
d27	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
I H	1.92	2.73	3.00	1.92	2.73	3.00
ω	7.08	6.73	4.26	7.29	7.05	4.43

各群焦点距離

f1=68.65 f2=-26.01 f3=15.88 f4=-13.76 f5=19.45

[0205] 数値実施例 7

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d	ER
物面	∞	∞			
1	-11.701	2.79	1.88300	40.76	2.0965
2	-15.802	0.30			2.156
3	42.274	1.71	1.49700	81.61	2.1142
4	-9.698	0.70	1.88300	40.76	2.01
5	-13.684	可変			
6	-13.944	1.48	1.92286	18.90	2.0974
7	-6.064	0.70	1.80100	34.97	2.2253

8	27.196	可変			2.3294
9	34.781	2.30	1.78800	47.37	5.6313
10	-24.168	3.65			5.6898
11	14.811	3.00	1.72916	54.68	5.1501
12	-15.411	1.20	1.92286	18.90	4.8761
13	229.642	可変			4.5686
14	-19.258	0.70	1.49700	81.61	4.1099
15	9.619	可変			3.9054
16	82.597	3.00	1.69680	55.53	4.2179
17	-6.836	0.70	1.56883	56.36	4.2416
18	-33.232	可変			4.1506
19	∞	1.00	1.52113	66.54	
20	∞	0.50			
21	∞	14.20	1.51633	64.14	
22	∞	1.00			
像面	∞				

ズームデータ

ズーム比 2.45

	広角 1	中間 1	望遠 1	広角 2	中間 2	望遠 2
f	15.50	24.33	37.98	15.42	23.92	35.91
F N O.	4.41	6.93	10.81	4.39	6.81	10.22
F B	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
全長	65.53	65.53	65.53	65.53	65.53	65.53
d5	1.60	8.00	13.99	1.60	8.00	13.99
d8	14.00	7.59	1.61	14.00	7.59	1.61
d13	2.13	3.46	4.40	2.29	3.88	5.52
d15	5.57	4.24	3.30	5.41	3.82	2.18
d18	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30

I H	1.92	2.73	3.00	1.92	2.73	3.00
ω	7.19	6.46	4.43	7.27	6.58	4.47

各群焦点距離

f1=35.13 f2=-13.07 f3=12.13 f4=-12.77 f5=22.87

[0206] 数值実施例8

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d	ER
物面	∞	∞			
1	50.358	1.83	1.57135	52.95	3.8019
2	14.675	1.94			3.5814
3	16.999	1.78	1.80400	46.57	3.5442
4	-29.018	0.70	1.69895	30.13	3.4172
5	70.056	可変			
6	-39.988	0.70	1.88300	40.76	3.3325
7	14.043	1.76	1.84666	23.78	3.4295
8	62.753	可変			3.5483
9	79.109	2.42	1.88300	40.76	7.6446
10	-38.911	0.30			7.7223
11	28.814	4.00	1.69680	55.53	7.5858
12	-21.528	0.70	2.00330	28.27	7.3319
13	-390.775	0.30			7.2042
14	16.073	0.80	1.72825	28.46	6.9075
15	10.936	3.78	1.48749	70.23	6.5115
16	-173.628	可変			6.1797
17	-50.070	0.70	1.54814	45.79	5.1843
18	10.428	可変			4.7986
19	1839.511	3.03	1.49700	81.61	4.7871

20	-14.622	0.30			4.7816
21	14.953	3.57	1.80100	34.97	4.4519
22	-8.710	0.70	1.74400	44.78	3.9885
23	-31.819	0.56			3.5903
24	-21.100	1.00	2.00330	28.27	3.2453
25	-20.588	0.31			3.0496
26	-18.715	1.00	1.84666	23.78	2.8381
27	12.652	可変			2.5147
28	∞	1.00	1.52113	66.54	
29	∞	0.50			
30	∞	0.70	1.51633	64.14	
31	∞	0.50			
像面	∞				

ズームデータ

ズーム比 1.97

	広角 1	中間 1	望遠 1	広角 2	中間 2	望遠 2
f	15.79	21.34	31.14	15.50	20.58	28.60
F N O.	2.42	3.26	4.76	2.37	3.15	4.38
F B	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39
全長	64.75	64.75	64.75	64.75	64.75	64.75
d5	0.68	9.03	19.44	0.68	9.03	19.44
d8	19.56	11.21	0.80	19.56	11.21	0.80
d16	2.95	3.41	3.53	3.30	4.06	5.02
d18	5.98	5.52	5.40	5.64	4.87	3.91
d27	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
I H	1.92	2.73	3.00	1.92	2.73	3.00
ω	7.01	7.33	5.37	7.18	7.60	5.58

各群焦点距離

f1=63.55 f2=-25.88 f3=14.54 f4=-15.60 f5=24.66

[0207] 数值実施例 9

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d	ER
物面	∞	∞			
1	97.896	1.37	1.69895	30.13	3.1746
2	15.202	2.03			3.0305
3	16.965	1.72	1.69680	55.53	3.0133
4	52.126	1.32	1.88300	40.76	2.8922
5	-115.435	可変			
6	-32.291	0.70	1.71999	50.23	2.8547
7	10.846	1.59	1.80518	25.42	2.9563
8	27.963	可変			3.042
9	50.985	3.00	1.88300	40.76	6.6735
10	-52.856	0.30			6.7707
11	17.820	4.00	1.69680	55.53	6.7128
12	-22.230	0.70	1.80518	25.42	6.3974
13	129.859	0.50			6.1327
14	9.526	1.05	2.00330	28.27	5.6208
15	6.583	2.37	1.49700	81.61	4.946
16	9.602	可変			4.5772
17	-65.368	0.70	1.88300	40.76	4.3026
18	38.537	可変			4.2419
19	15.191	3.89	1.88300	40.76	4.1943
20	-8.424	0.71	1.69895	30.13	3.8693
21	-120.958	1.78			3.518
22	-10.009	0.70	1.60300	65.44	2.9368

23	-39.319	可変		2.8197
24	∞	1.00	1.52113	66.54
25	∞	0.50		
26	∞	0.70	1.51633	64.14
27	∞	0.50		
像面	∞			

ズームデータ

ズーム比 1.97

	広角 1	中間 1	望遠 1	広角 2	中間 2	望遠 2
f	14.82	20.01	29.23	14.73	19.76	28.07
F N O.	2.82	3.80	5.56	2.80	3.76	5.34
F B	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
全長	58.97	58.97	58.97	58.97	58.97	58.97
d5	0.80	6.52	13.32	0.80	6.52	13.32
d8	16.97	10.07	1.70	16.97	10.07	1.70
d16	2.94	4.12	5.69	3.65	5.44	8.72
d18	5.43	5.43	5.43	4.72	4.11	2.40
d23	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
I H	1.92	2.73	3.00	1.92	2.73	3.00
ω	7.48	7.84	5.81	7.59	7.98	5.90

各群焦点距離

f1=57.42 f2=-22.84 f3=16.10 f4=-27.21 f5=19.70

[0208] 次に、各実施例における条件式(2)～(13)の値を掲げる。

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3
(2) f_4/f_5	-0.71	-0.81	-0.75
(3) $ \beta_{ctw} $	1.79	1.33	1.34
(4) d_{ng}/d_{pg}	0.34	0.19	0.20
(5) ϕ_{fc}/ϕ_{L1}	1.76	1.66	1.37

(6) f_4/f_{Lw}	-1.00	-0.90	-0.91
(7) f_5/f_{Lw}	1.40	1.11	1.21
(8) f_{ng}/f_{pg}	-1.19	-1.45	-1.74
(9) $ \beta_{ctt} / \beta_{ctw} $	0.98	0.97	0.98
(10) ϕ_{L1}/f_{Lt}	0.07	0.11	0.12
(11) $(r_{4Gff}+r_{4Gfb})/(r_{4Gff}-r_{4Gfb})$	0.29	0.68	0.92
(12) $(r_{Lf}+r_{Lb})/(r_{Lf}-r_{Lb})$	-1.15	-0.51	0.09
(13) $ (y_{w7d'}-y_{w7d})/P /(1/N)$	75.02	105.18	152.38

条件式

实施例 4

实施例 5

实施例 6

(2) f_4/f_5	-0.67	-0.72	-0.71
(3) $ \beta_{ctw} $	1.18	1.68	1.58
(4) d_{ng}/d_{pg}	0.24	0.21	0.19
(5) ϕ_{fc}/ϕ_{L1}	1.54	1.71	1.57
(6) f_4/f_{Lw}	-1.12	-0.82	-0.87
(7) f_5/f_{Lw}	1.68	1.15	1.23
(8) f_{ng}/f_{pg}	-1.68	-1.56	-1.64
(9) $ \beta_{ctt} / \beta_{ctw} $	0.94	0.96	0.97
(10) ϕ_{L1}/f_{Lt}	0.12	0.11	0.10
(11) $(r_{4Gff}+r_{4Gfb})/(r_{4Gff}-r_{4Gfb})$	1.72	0.45	0.83
(12) $(r_{Lf}+r_{Lb})/(r_{Lf}-r_{Lb})$	0.50	-1.23	1.70
(13) $ (y_{w7d'}-y_{w7d})/P /(1/N)$	144.29	109.78	186.46

条件式

实施例 7

实施例 8

实施例 9

(2) f_4/f_5	-0.56	-0.63	-1.38
(3) $ \beta_{ctw} $	2.86	1.38	0.60
(4) d_{ng}/d_{pg}	0.22	0.20	0.19
(5) ϕ_{fc}/ϕ_{L1}	1.96	1.36	1.36
(6) f_4/f_{Lw}	-0.82	-0.99	-1.84
(7) f_5/f_{Lw}	1.48	1.56	1.33

(8) f_{ng}/f_{pg}	-1.08	-1.78	-1.42
(9) $ \beta_{ctt} / \beta_{ctw} $	0.93	0.97	1.00
(10) ϕ_{L1}/f_{Lt}	0.06	0.12	0.11
(11) $(r_{4Gff}+r_{4Gfb})/(r_{4Gff}-r_{4Gfb})$	0.33	0.66	0.26
(12) $(r_{lf}+r_{lb})/(r_{lf}-r_{lb})$	-1.52	0.19	-1.68
(13) $ (y_{w7d}-y_{w7d})/P /(1/N)$	86.76	162.91	121.79

[0209] 本実施形態のズーム撮像装置が光学機器に接続された様子を、図20に示す。図20は、光学機器が硬性内視鏡の場合を示している。

[0210] 硬性内視鏡10は、スコープ側ライトガイド1と、対物レンズ2と、リレーレンズ3と、接眼レンズ4と、光学素子5と、を備える。硬性内視鏡10の接眼部6には、接眼レンズ4が配置されている。また、硬性内視鏡10には、ライトガイドケーブル7を介して、光源装置8が接続される。

[0211] 光源装置8から出射した光は、ライトガイドケーブル7によってスコープ側ライトガイド1の入射部まで伝送される。ここで、ライトガイドケーブル7とスコープ側ライトガイド1は直接接続されるか、又は光学素子5を介して接続される。光学素子5は、ライトガイドケーブル7から出射する光のNAを変換する素子である。

[0212] スコープ側ライトガイド1に入射した照明光は、硬性内視鏡10の先端に伝送される。硬性内視鏡10の先端から、照明光が被写体に照射される。

[0213] 対物レンズ2によって、被写体像 I_1 が形成される。被写体像 I_1 はリレーレンズ3によってリレーされ、所定の位置に被写体像 I_2 が形成される。使用者は、接眼部6を介して被写体を目視で観察することができる。

[0214] 被写体の画像を取得する場合は、接眼部6に本実施形態のズーム撮像装置20が接続される。ズーム撮像装置20は、マウント部21と、ズームレンズ22と、撮像素子23と、を備える。図31では、ズームレンズ22に実施例1のズームレンズが用いられている。実施例1のズームレンズは、3つの撮像素子を用いて撮像を行う方式（三板式）に適した光学系であるので、撮像素子23の前にはプリズムが配置されている。他の実施例のズームレン

ズを用いることで、１つの撮像素子を用いて撮像を行う方式（単板式）を用いることができる。

[0215] マウント部２１としては、スクリー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。接眼部６にも、スクリータイプのマウントやバヨネットタイプのマウント等を用いることで、硬性内視鏡１０とズーム撮像装置２０を接続することができる。

[0216] 硬性内視鏡１０とズーム撮像装置２０とが接続されることで、マウント部２１を介して、被写体からの光が、接眼レンズ４からズームレンズ２２に入射する。ズームレンズ２２に入射した光はズームレンズ２２によって結像され、結像位置に被写体の像が形成される。結像位置には撮像素子２３が配置されているので、撮像素子２３によって被写体像が撮像される。このようにして、被写体の画像を取得することができる。

[0217] 被写体の画像は、処理装置３０に送られる。処理装置３０では、必要に応じて各種の処理が行われる。被写体の画像は、最終的にテレビモニター３１に表示される。

[0218] 被写体の画像の表示では、図２０に示すように、観察される画像の周辺部のうちの装置上部に対応する側が内側に窪む画像となる構成としてもよい。そのために、硬性内視鏡内の視野絞りの開口の一部に突起を設ければ良い。このようにすることで、接眼部６を通過した光線により得られる画像と装置の上部との関係が分かり易くなる。

[0219] 軟性内視鏡内の場合はファイバー束の配置を工夫することで、同様の効果を得ることができる。また、望遠鏡や顕微鏡では、同様の形状の視野絞りをを用いれば良い。束の配置により、観察される画像の周辺部のうちの装置上部に対応する側が内側に窪む画像となる構成としてもよい。接眼部を通過した光線により得られる画像と装置の上部との関係が分かり易くなる。

[0220] 被写体像 1_2 の大きさは、対物レンズ２とリレーレンズ３によって決まっている。よって、ズーム撮像装置２０では、予め決まった大きさの像を、ズームレンズ２２によって撮像素子２３上に形成することになる。よって、ズー

ムレンズの倍率に応じて、撮像素子23上に形成される像の大きさが変化する。

[0221] 撮像素子23の受光面の大きさは一定なので、望遠端では、撮像素子23の受光面上には、受光面よりも大きな像が形成される。この場合、被写体像 I_2 の一部が撮像されるので、被写体の一部を拡大した画像が取得される。

[0222] 広角端では、撮像素子23の受光面上には、被写体像 I_2 が受光面の長辺の幅に収まるように形成される。よって、被写体の全体の画像が取得される。このとき、短辺方向では、被写体像 I_2 の周辺部が受光面からはみ出した状態になる。そのため、テレビモニター31に表示される画像は四隅が欠けた画像、例えば、外形が横長小判型の画像になる。

[0223] この例では、ズームレンズ22に本実施形態のズームレンズが用いられている。よって、使用者が望む大きさの像が得られる。その際、収差が良好に補正された像を取得することができる。更に、フォーカス時に像高の変動が少ないので、オートフォーカスを動作させた状態であっても、違和感のない画像を常時得ることができる。

産業上の利用可能性

[0224] 以上のように、本発明は、軸上収差の発生を十分に抑えると共に、フォーカス時の球面収差の変動が少ないズーム撮像装置に適している。

符号の説明

- [0225] G1 第1レンズ群
G2 第2レンズ群
G3 第3レンズ群
G4 第4レンズ群
G5 第5レンズ群
F フィルタ
CG カバーガラス
I 撮像素子の撮像面（像面）
 I_1 、 I_2 被写体像

- 1 スコープ側ライトガイド
- 2 対物レンズ
- 3 リレーレンズ
- 4 接眼レンズ
- 5 光学素子
- 6 接眼部
- 7 ライトガイドケーブル
- 8 光源装置
- 10 硬性内視鏡
- 20 ズーム撮像装置
- 21 マウント部
- 22 ズームレンズ
- 23 撮像素子
- 30 処理装置
- 31 テレビモニター

請求の範囲

[請求項1]

マウント部と、
前記マウント部から入射した光を結像するズームレンズと、
結像位置に配置された撮像素子と、を有し、
前記ズームレンズは、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、
負の屈折力を有する第4レンズ群と、
正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有し、
前記第4レンズ群は、フォーカスレンズ群であり、
広角端から望遠端への変倍時、前記第2レンズ群と前記第4レンズ群が少なくとも移動し、
第1物体に合焦した時の広角端にて、以下の条件式（1）を満足することを特徴とするズーム撮像装置。
$$\phi_{L1} < \phi_{3GL1} \quad (1)$$

ここで、
 ϕ_{L1} は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径、
 ϕ_{3GL1} は、前記第3レンズ群の最も物体側に位置するレンズ面の有効径、
前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、
前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、
有効径は、対象とするレンズ面における、結像に寄与する光線が通過する範囲の最大径、
である。

[請求項2]

以下の条件式（2）を満足することを特徴とする請求項1に記載の

ズーム撮像装置。

$$-4.5 < f_4 / f_5 < -0.2 \quad (2)$$

ここで、

f_4 は、前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 は、前記第5レンズ群の焦点距離、

である。

[請求項3] 以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項1または2に記載のズーム撮像装置。

$$0.55 < |\beta_{ctw}| < 5 \quad (3)$$

ここで、

$$\beta_{ctw} = (1 - \beta_{fcw} \times \beta_{fcw}') \times \beta_w' \times \beta_w',$$

β_{fcw} と β_w' は、第1物体に合焦した時の広角端での横倍率であって、 β_{fcw} は、前記第4レンズ群の横倍率、 β_w' は、前記第4レンズ群よりも像側に位置するレンズ群の横倍率、

前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

である。

[請求項4] 以下の条件式(4)を満足する負の屈折力を有するレンズ群が、前記正の屈折力を有するレンズ群よりも物体側に位置することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$0.1 < d_{ng} / d_{pg} < 0.9 \quad (4)$$

ここで、

d_{ng} と d_{pg} は、レンズ群の光軸上の厚みであって、

d_{ng} は、前記第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群の厚みのうち、負屈折力が最も大きいレンズ群の厚み、

d_{pg} は、前記第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群の厚みのうち、正屈折力が最も大きいレンズ群の厚み、

である。

[請求項5] 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４のいずれか１項に記載のズーム撮像装置。

$$1 < \phi_{fc} / \phi_{L1} < 3 \quad (5)$$

ここで、

ϕ_{fc} と ϕ_{L1} は、第１物体に合焦した時の広角端における有効径であって、

ϕ_{fc} は、前記フォーカスレンズ群の最も物体側に位置するレンズ面の有効径、

ϕ_{L1} は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径、

前記第１物体は、物点距離が１０００ｍｍのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

有効径は、対象とするレンズ面における、結像に寄与する光線が通過する範囲の最大径、

である。

[請求項6] 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５のいずれか１項に記載のズーム撮像装置。

$$-4 < f_4 / f_{Lw} < -0.4 \quad (6)$$

ここで、

f_4 は、前記第４レンズ群の焦点距離、

f_{Lw} は、第１物体に合焦した時の前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

前記第１物体は、物点距離が１０００ｍｍのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

である。

[請求項7] 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6のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$1 < f_5 / f_{Lw} < 3 \quad (7)$$

ここで、

f_5 は、前記第5レンズ群の焦点距離、

f_{Lw} は、第1物体に合焦した時の前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

である。

[請求項8] 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7のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$-5 < f_{ng} / f_{pg} < -0.5 \quad (8)$$

ここで、

f_{ng} は、前記第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群の焦点距離のうち、負屈折力が最も大きいレンズ群の焦点距離、

f_{pg} は、前記第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群の焦点距離のうち、正屈折力が最も大きいレンズ群の焦点距離、

である。

[請求項9] フォーカス時、前記第4レンズ群のみが移動し、

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8のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$0.8 < |\beta_{ctt}| / |\beta_{ctw}| < 1.8 \quad (9)$$

ここで、

$$\beta_{ctt} = (1 - \beta_{fct} \times \beta_{fct}) \times \beta_t' \times \beta_t' ,$$

$$\beta_{ctw} = (1 - \beta_{fcw} \times \beta_{fcw}) \times \beta_w' \times \beta_w' ,$$

β_{fct} と β_t' は、第1物体に合焦した時の望遠端での横倍率であつ

て、 β_{fct} は、前記第4レンズ群の横倍率、 β_{t}' は、前記第4レンズ群よりも像側に位置するレンズ群の横倍率、

β_{fcw} と β_{w}' は、前記第1物体に合焦した時の広角端での横倍率であって、 β_{fcw} は、前記第4レンズ群の横倍率、 β_{w}' は、前記第4レンズ群よりも像側に位置するレンズ群の横倍率、

前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

である。

[請求項10] 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9のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$0.03 < \phi_{\text{L1}} / f_{\text{Lt}} < 0.2 \quad (10)$$

ここで、

ϕ_{L1} は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径であって、第1物体に合焦した時の広角端における有効径、

f_{Lt} は、前記第1物体に合焦した時の前記ズームレンズの望遠端における焦点距離、

前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

有効径は、対象とするレンズ面における、結像に寄与する光線が通過する範囲の最大径、

である。

[請求項11] 広角端から望遠端への変倍に際して、前記第2レンズ群と前記第4レンズ群のみが移動し、前記第1レンズ群、前記第3レンズ群及び前記第5レンズ群は固定であることを特徴とする請求項1から10のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

[請求項12] 前記第3レンズ群は、最も物体側に配置された正レンズと、最も像

側に配置された接合レンズと、を有することを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載のズーム撮像装置。

[請求項13] 最も像側に最終レンズ群が配置され、
前記最終レンズ群は、最も物体側に配置された正レンズと、最も像側に配置された負レンズと、を有することを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載のズーム撮像装置。

[請求項14] 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 13 のいずれか 1 項に記載のズーム撮像装置。

$$-5 < (r_{4Gff} + r_{4Gfb}) / (r_{4Gff} - r_{4Gfb}) < 5 \quad (11)$$

ここで、

r_{4Gff} は、前記第 4 レンズ群において最も物体側に位置するレンズの物体側レンズ面の曲率半径、

r_{4Gfb} は、前記第 4 レンズ群において最も像側に位置するレンズの像側レンズ面の曲率半径、

である。

[請求項15] 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 14 のいずれか 1 項に記載のズーム撮像装置。

$$-5 < (r_{lf} + r_{lb}) / (r_{lf} - r_{lb}) < 5 \quad (12)$$

ここで、

r_{lf} は、最も像側に位置するレンズの物体側レンズ面の曲率半径、

r_{lb} は、最も像側に位置するレンズの像側レンズ面の曲率半径、

である。

[請求項16] マウント部と、
前記マウント部から入射した光を結像するズームレンズと、
結像位置に配置された撮像素子と、を有し、
ズームレンズは、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、
 負の屈折力を有する第4レンズ群と、
 正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有し、
 前記第4レンズ群は、フォーカスレンズ群であり、
 広角端から望遠端への変倍時、前記第2レンズ群と前記第4レンズ群のみが移動し、前記第1レンズ群、前記第3レンズ群及び前記第5レンズ群は固定であり、
 以下の条件式(13)を満足することを特徴とするズーム撮像装置。

$$|(y_{w7d'} - y_{w7d}) / P| / (1 / N) < 250 \quad (13)$$

ここで、

前記マウント部側を物体側、前記撮像素子側を像側とし、

y_{w7d} と $y_{w7d'}$ は、所定の光線が像面と交わる位置における前記所定の光線の光線高であって、 y_{w7d} は、第1物体に合焦した状態での光線高、 $y_{w7d'}$ は、デフォーカスした状態での光線高、

前記デフォーカスした状態は、前記第1物体に合焦した状態において、前記フォーカスレンズ群を Δ_{s2} だけ移動させた状態であって、 $\Delta_{s2} = 10 \times P$ 、

$$0.0008 < P < 0.005, 0.05 < 1 / N < 1,$$

N は、前記撮像素子の画素数(単位は100万)、

P は、前記撮像素子の画素ピッチ(単位はmm)、

前記所定の光線は、広角端における画角7度の光線であって、前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面の中心を通過する光線、

前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、
 である。

補正された請求の範囲
[2015年9月2日 (02.09.2015) 国際事務局受理]

- [請求項 1] マウント部と、
前記マウント部から入射した光を結像するズームレンズと、
結像位置に配置された撮像素子と、を有し、
前記ズームレンズは、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、
負の屈折力を有する第 4 レンズ群と、
正の屈折力を有する第 5 レンズ群と、を有し、
前記第 4 レンズ群は、フォーカスレンズ群であり、
広角端から望遠端への変倍時、前記第 2 レンズ群と前記第 4 レンズ群が少なくとも移動し、
第 1 物体に合焦した時の広角端にて、以下の条件式 (1) を満足することを特徴とするズーム撮像装置。
- $$\phi_{L1} < \phi_{3GL1} \quad (1)$$
- ここで、
 ϕ_{L1} は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径、
 ϕ_{3GL1} は、前記第 3 レンズ群の最も物体側に位置するレンズ面の有効径、
前記第 1 物体は、物点距離が 1 0 0 0 mm のときの物体、
前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、
有効径は、対象とするレンズ面における、結像に寄与する光線が通過する範囲の最大径、
である。

- [請求項 2] 以下の条件式 (2) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の

ズーム撮像装置。

$$-4.5 < f_4 / f_5 < -0.2 \quad (2)$$

ここで、

f_4 は、前記第4レンズ群の焦点距離、

f_5 は、前記第5レンズ群の焦点距離、

である。

[請求項3] 以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項1または2に記載のズーム撮像装置。

$$0.55 < |\beta_{ctw}| < 5 \quad (3)$$

ここで、

$$\beta_{ctw} = (1 - \beta_{fcw} \times \beta_{fcw}') \times \beta_w' \times \beta_w',$$

β_{fcw} と β_w' は、第1物体に合焦した時の広角端での横倍率であって、

β_{fcw} は、前記第4レンズ群の横倍率、 β_w' は、前記第4レンズ群よりも像側に位置するレンズ群の横倍率、

前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

である。

[請求項4] (補正後) 以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$0.1 < d_{ng} / d_{pg} < 0.9 \quad (4)$$

ここで、

d_{ng} と d_{pg} は、レンズ群の光軸上の厚みであって、

d_{ng} は、負屈折力を有する前記第2レンズ群の厚み、

d_{pg} は、正屈折力を有する前記第3レンズ群の厚み、

である。

[請求項5] 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4のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$1 < \phi_{fc} / \phi_{L1} < 3 \quad (5)$$

ここで、

ϕ_{fc} と ϕ_{L1} は、第1物体に合焦した時の広角端における有効径であつて、

ϕ_{fc} は、前記フォーカスレンズ群の最も物体側に位置するレンズ面の有効径、

ϕ_{L1} は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径

、
前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

有効径は、対象とするレンズ面における、結像に寄与する光線が通過する範囲の最大径、

である。

[請求項6] 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5のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$-4 < f_4 / f_{Lw} < -0.4 \quad (6)$$

ここで、

f_4 は、前記第4レンズ群の焦点距離、

f_{Lw} は、第1物体に合焦した時の前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

である。

[請求項7] 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6のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$1 < f_5 / f_{Lw} < 3 \quad (7)$$

ここで、

f_5 は、前記第5レンズ群の焦点距離、

f_{Lw} は、第1物体に合焦した時の前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

である。

[請求項8] 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7のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$-5 < f_{ng} / f_{pg} < -0.5 \quad (8)$$

ここで、

f_{ng} は、前記第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群の焦点距離のうち、負屈折力が最も大きいレンズ群の焦点距離、

f_{pg} は、前記第4レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群の焦点距離のうち、正屈折力が最も大きいレンズ群の焦点距離、

である。

[請求項9] フォーカス時、前記第4レンズ群のみが移動し、

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8のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$0.8 < |\beta_{ctt}| / |\beta_{ctw}| < 1.8 \quad (9)$$

ここで、

$$\beta_{ctt} = (1 - \beta_{fct} \times \beta_{fct}) \times \beta_t' \times \beta_t',$$

$$\beta_{ctw} = (1 - \beta_{fcw} \times \beta_{fcw}) \times \beta_w' \times \beta_w',$$

β_{fct} と β_t' は、第1物体に合焦した時の望遠端での横倍率であって、 β_{fct} は、前記第4レンズ群の横倍率、 β_t' は、前記第4レンズ群よりも像側に位置するレンズ群の横倍率、

β_{fcw} と β_w' は、前記第1物体に合焦した時の広角端での横倍率であ

って、 β_{fw} は、前記第4レンズ群の横倍率、 β_w' は、前記第4レンズ群よりも像側に位置するレンズ群の横倍率、

前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

である。

[請求項10] 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9のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$0.03 < \phi_{L1} / f_{Lt} < 0.2 \quad (10)$$

ここで、

ϕ_{L1} は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面の有効径であって、第1物体に合焦した時の広角端における有効径、

f_{Lt} は、前記第1物体に合焦した時の前記ズームレンズの望遠端における焦点距離、

前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

有効径は、対象とするレンズ面における、結像に寄与する光線が通過する範囲の最大径、

である。

[請求項11] 広角端から望遠端への変倍に際して、前記第2レンズ群と前記第4レンズ群のみが移動し、前記第1レンズ群、前記第3レンズ群及び前記第5レンズ群は固定であることを特徴とする請求項1から10のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

[請求項12] 前記第3レンズ群は、最も物体側に配置された正レンズと、最も像側に配置された接合レンズと、を有することを特徴とする請求項1から11のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

[請求項13] 最も像側に最終レンズ群が配置され、

前記最終レンズ群は、最も物体側に配置された正レンズと、最も像側に配置された負レンズと、を有することを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

[請求項14] 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13のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$-5 < (r_{4ff} + r_{4fb}) / (r_{4ff} - r_{4fb}) < 5 \quad (11)$$

ここで、

r_{4ff} は、前記第4レンズ群において最も物体側に位置するレンズの物体側レンズ面の曲率半径、

r_{4fb} は、前記第4レンズ群において最も像側に位置するレンズの像側レンズ面の曲率半径、

である。

[請求項15] 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14のいずれか1項に記載のズーム撮像装置。

$$-5 < (r_{1f} + r_{1b}) / (r_{1f} - r_{1b}) < 5 \quad (12)$$

ここで、

r_{1f} は、最も像側に位置するレンズの物体側レンズ面の曲率半径、

r_{1b} は、最も像側に位置するレンズの像側レンズ面の曲率半径、

である。

[請求項16] マウント部と、

前記マウント部から入射した光を結像するズームレンズと、

結像位置に配置された撮像素子と、を有し、

ズームレンズは、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、

負の屈折力を有する第4レンズ群と、

正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有し、

前記第4レンズ群は、フォーカスレンズ群であり、

広角端から望遠端への変倍時、前記第2レンズ群と前記第4レンズ群のみが移動し、前記第1レンズ群、前記第3レンズ群及び前記第5レンズ群は固定であり、

以下の条件式(13)を満足することを特徴とするズーム撮像装置

。

$$\left| (y_{w7d'} - y_{w7d}) / P \right| / (1/N) < 250 \quad (13)$$

ここで、

前記マウント部側を物体側、前記撮像素子側を像側とし、

y_{w7d} と $y_{w7d'}$ は、所定の光線が像面と交わる位置における前記所定の光線の光線高であって、 y_{w7d} は、第1物体に合焦した状態での光線高、 $y_{w7d'}$ は、デフォーカスした状態での光線高、

前記デフォーカスした状態は、前記第1物体に合焦した状態において、前記フォーカスレンズ群を Δ_{s2} だけ移動させた状態であって、 $\Delta_{s2} = 10 \times P$ 、

$0.0008 < P < 0.005$ 、 $0.05 < 1/N < 1$ 、

N は、前記撮像素子の画素数(単位は100万)、

P は、前記撮像素子の画素ピッチ(単位はmm)、

前記所定の光線は、広角端における画角7度の光線であって、前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面の中心を通過する光線、

前記第1物体は、物点距離が1000mmのときの物体、

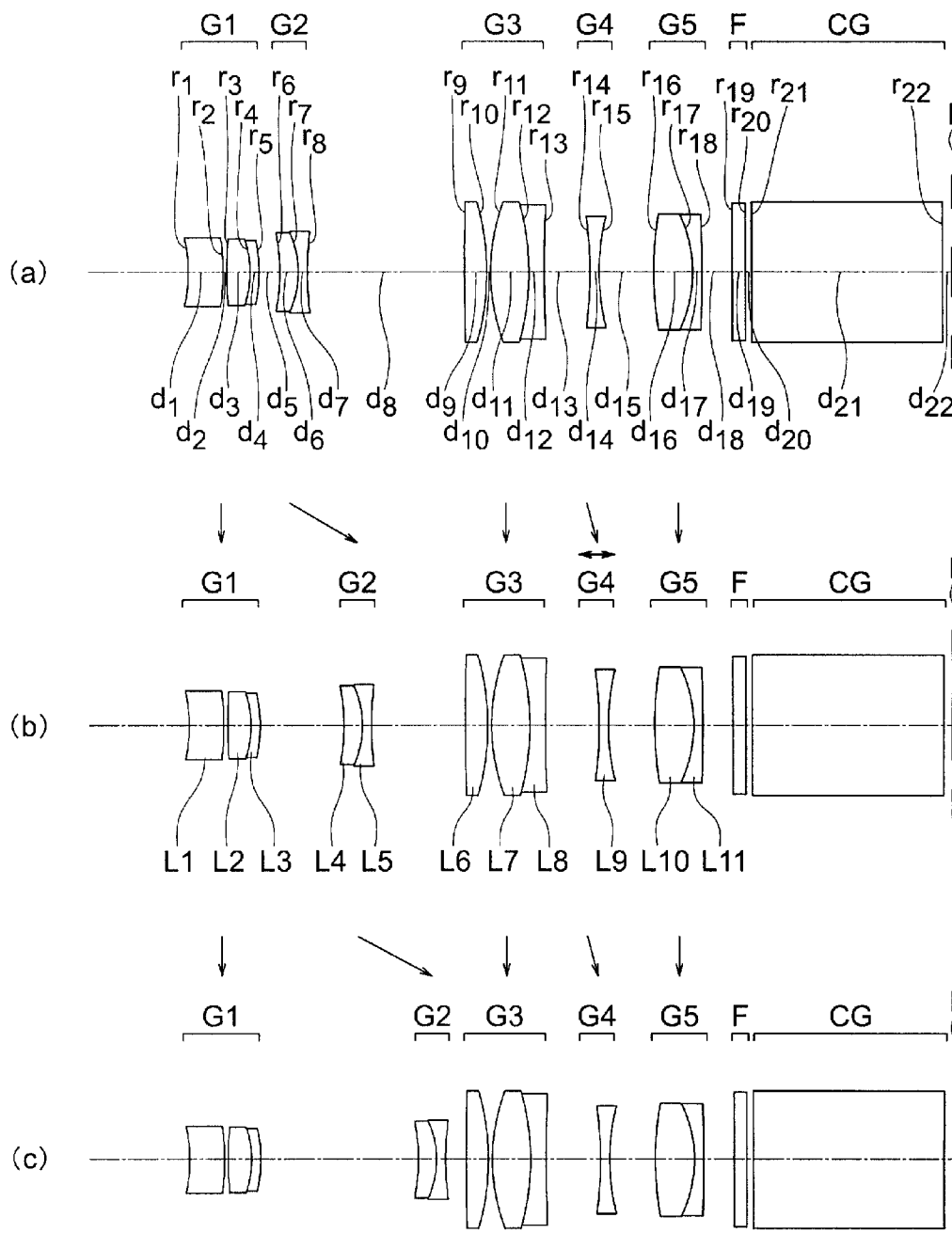
前記物点距離は、前記ズームレンズの最も物体側に位置するレンズ面から物体までの距離、

である。

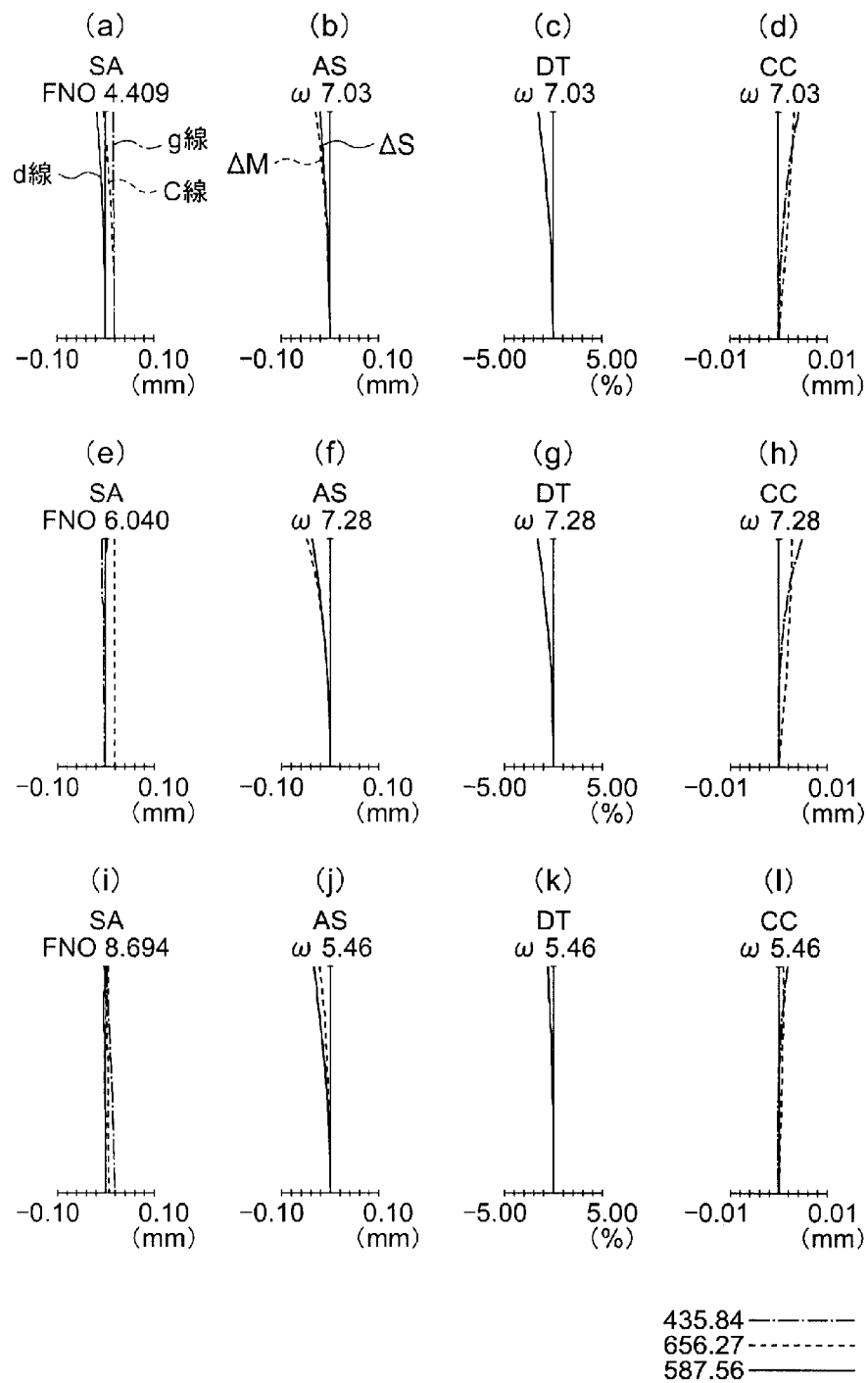
条約第19条(1)に基づく説明書

請求の範囲第4項は、「負の屈折力を有するレンズ群が、前記正の屈折力を有するレンズ群よりも物体側に位置する」を削除すると共に、 d_{ng} と d_{pg} の定義を明確にした。

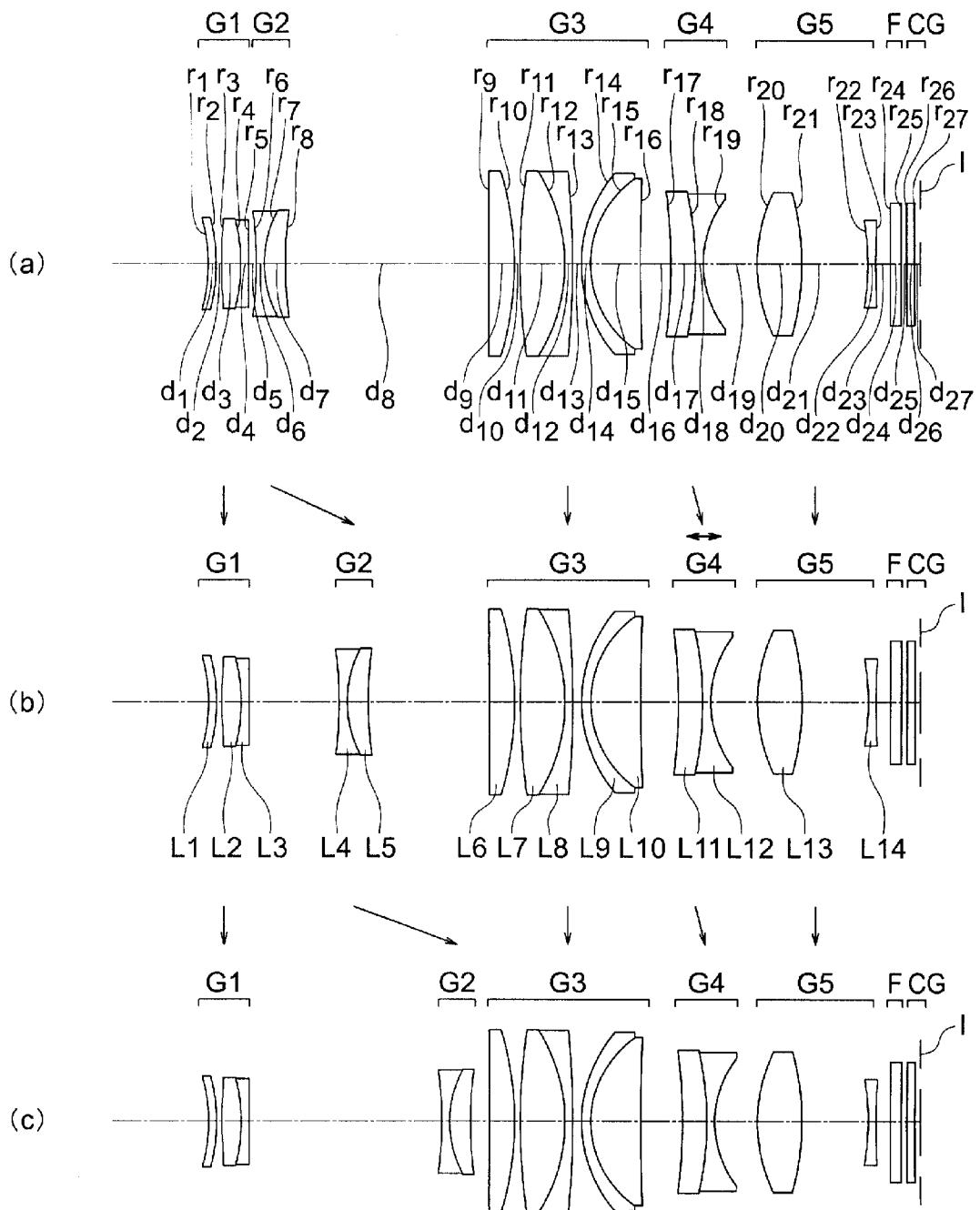
[図2]



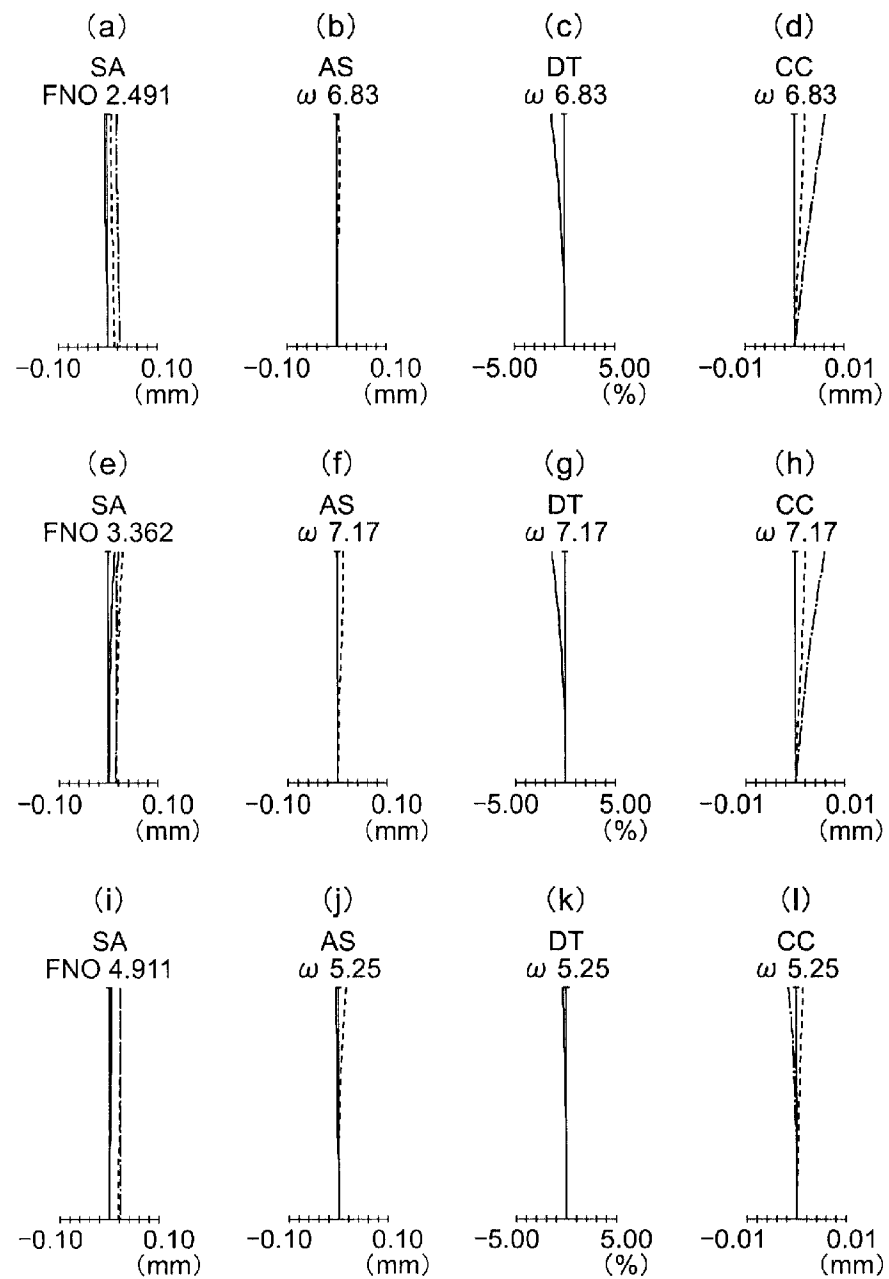
[図3]



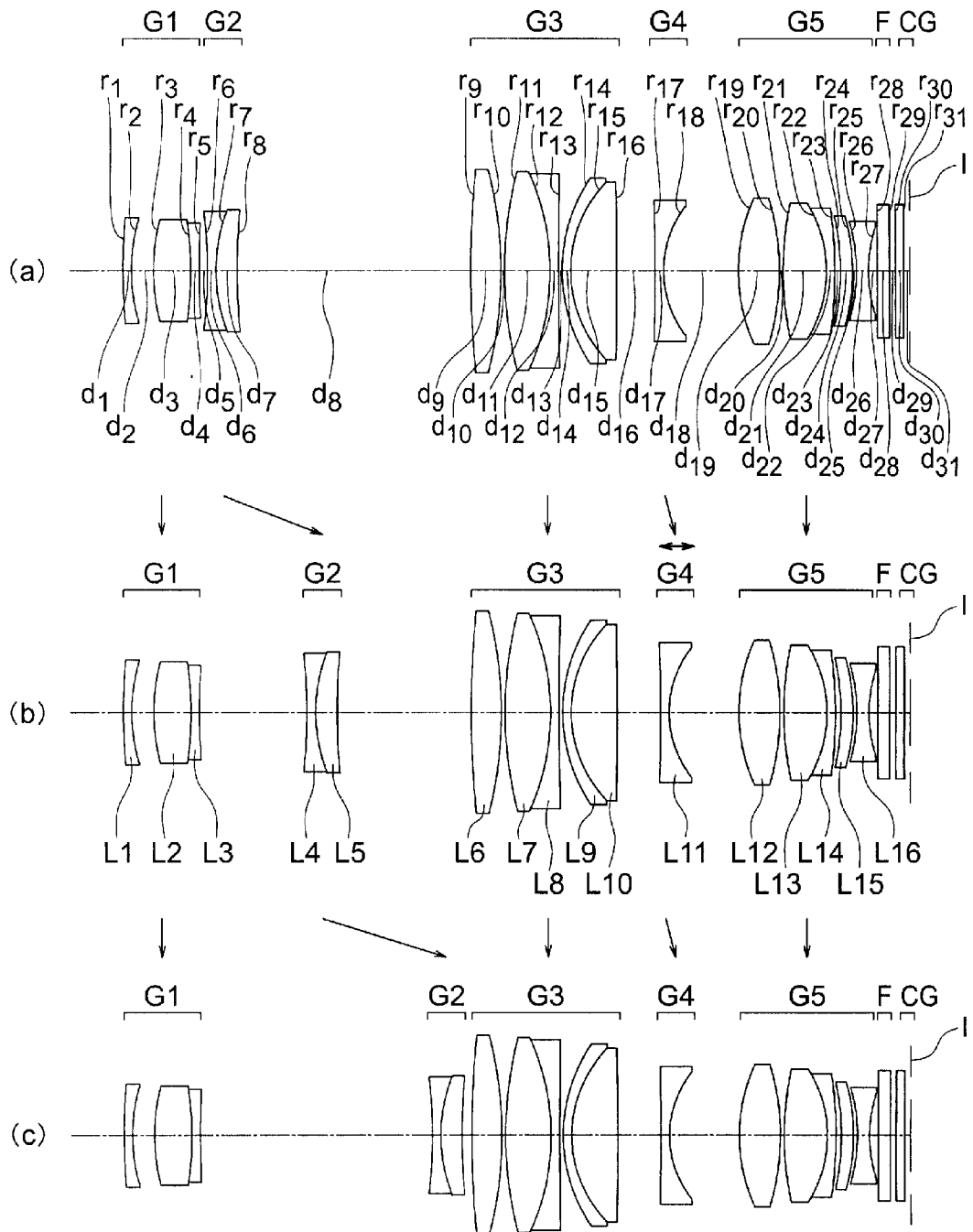
[図4]



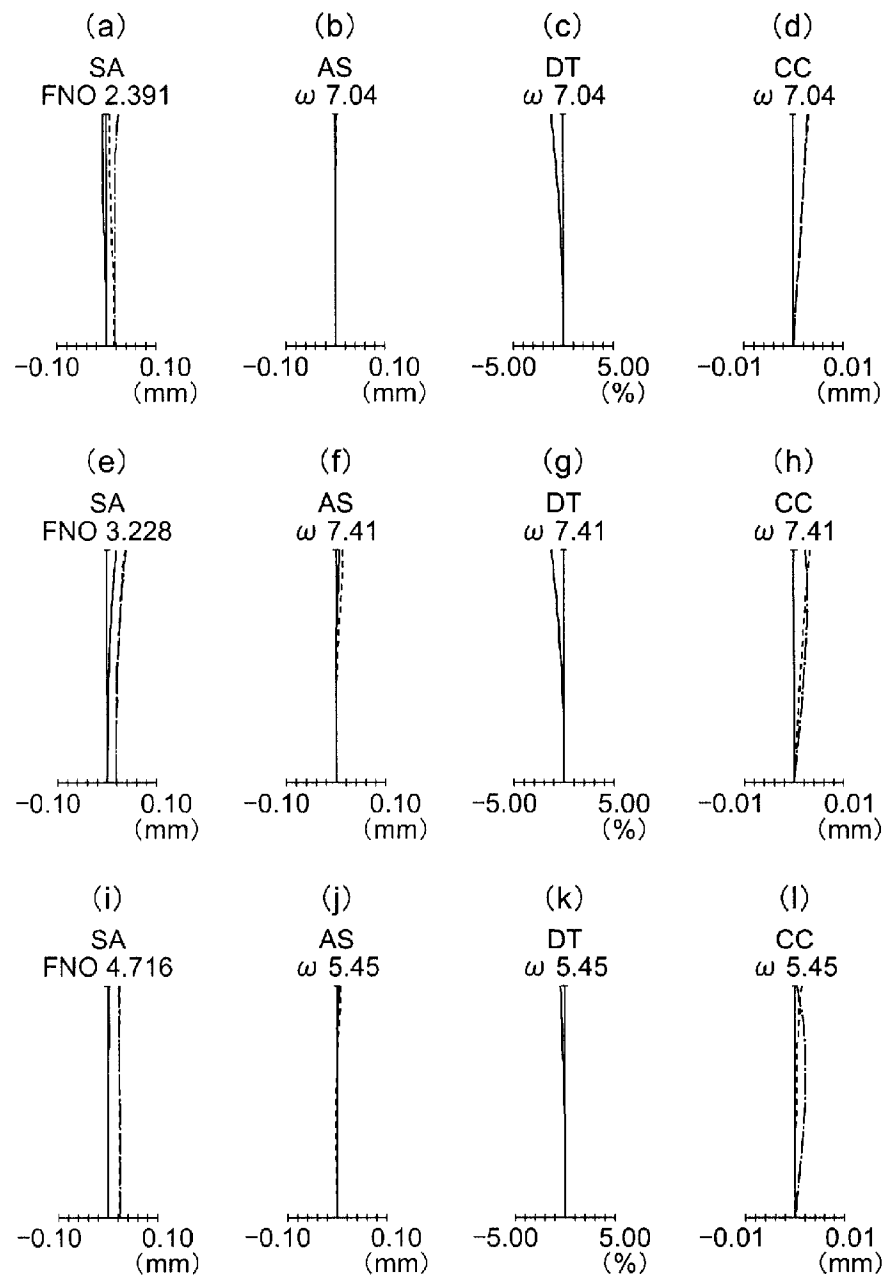
[図5]



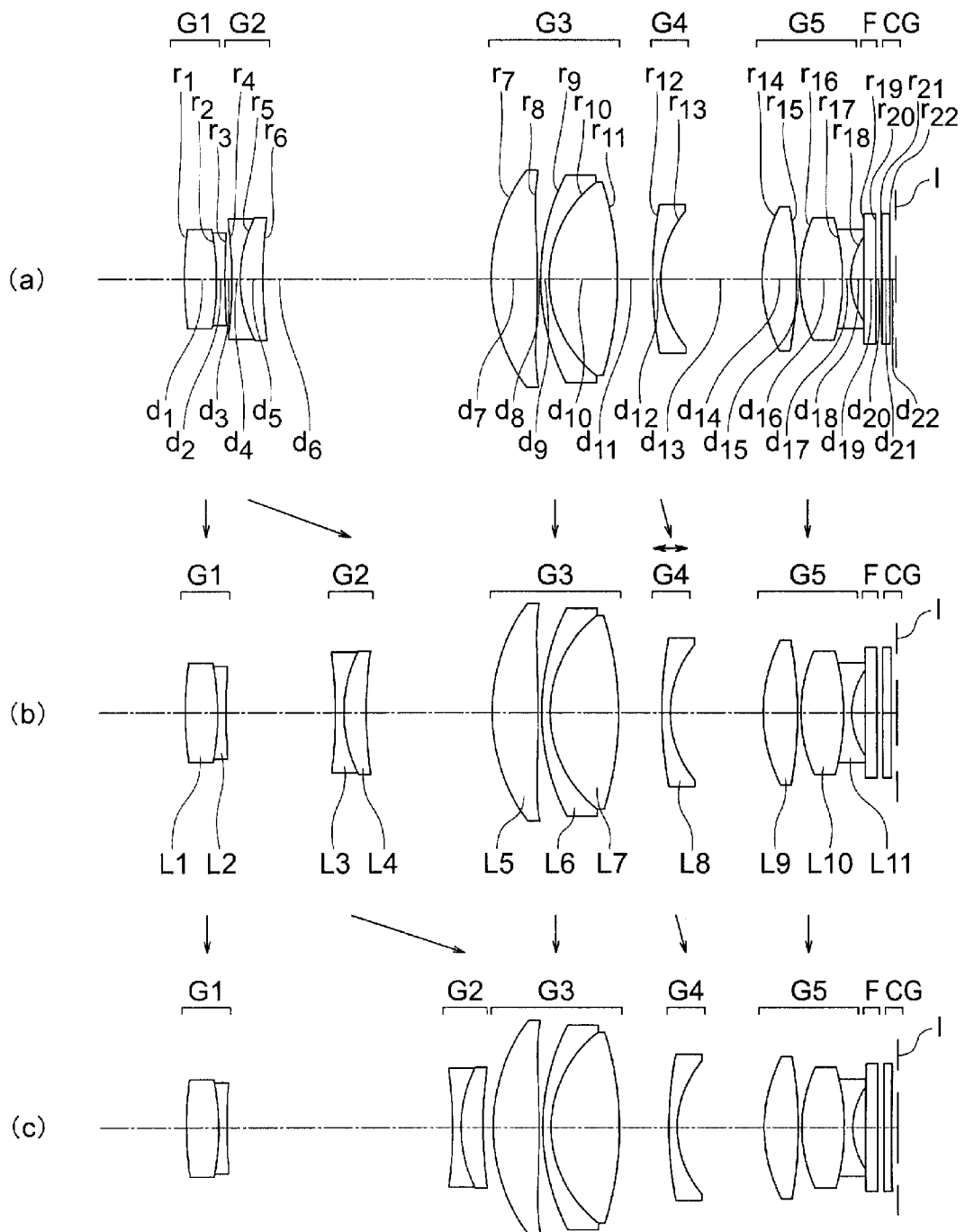
[図6]



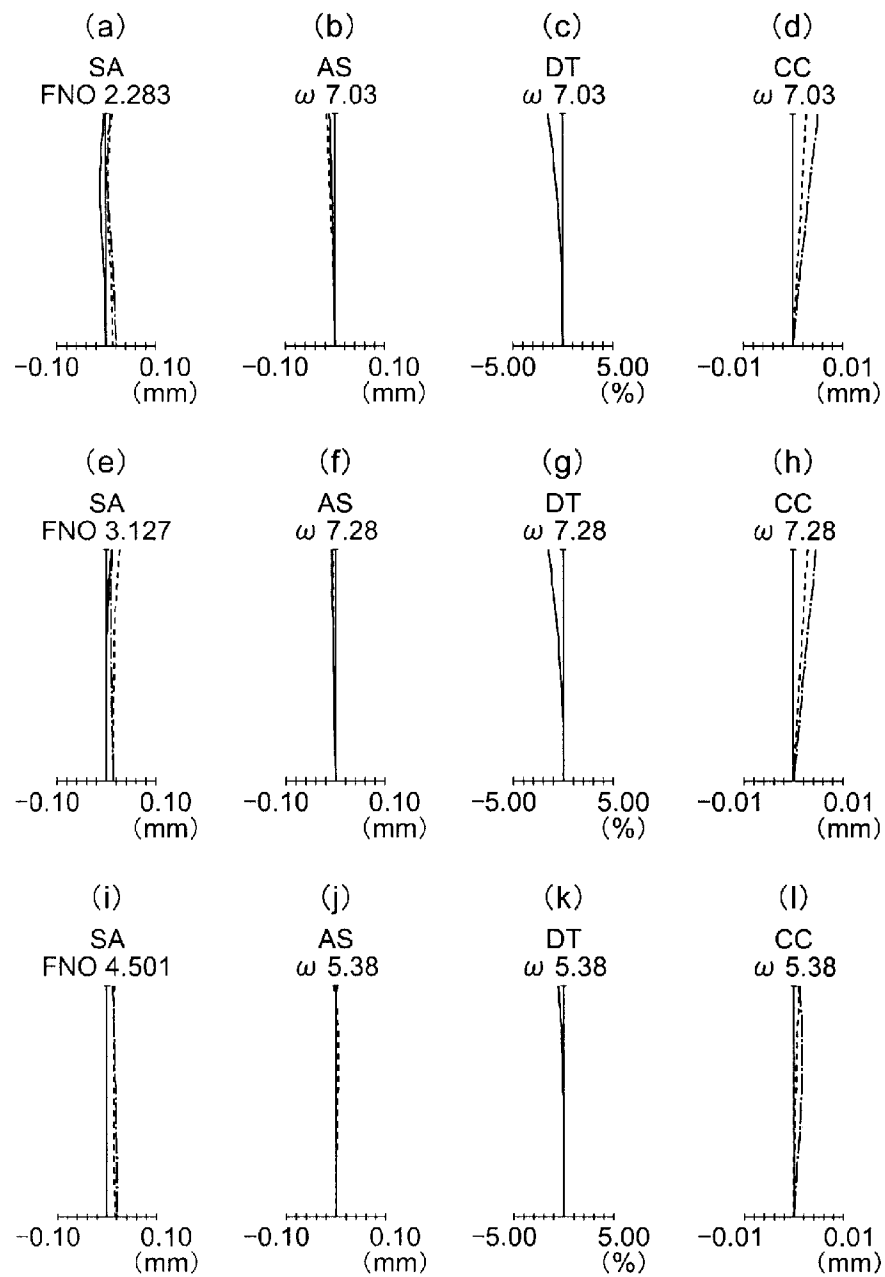
[図7]



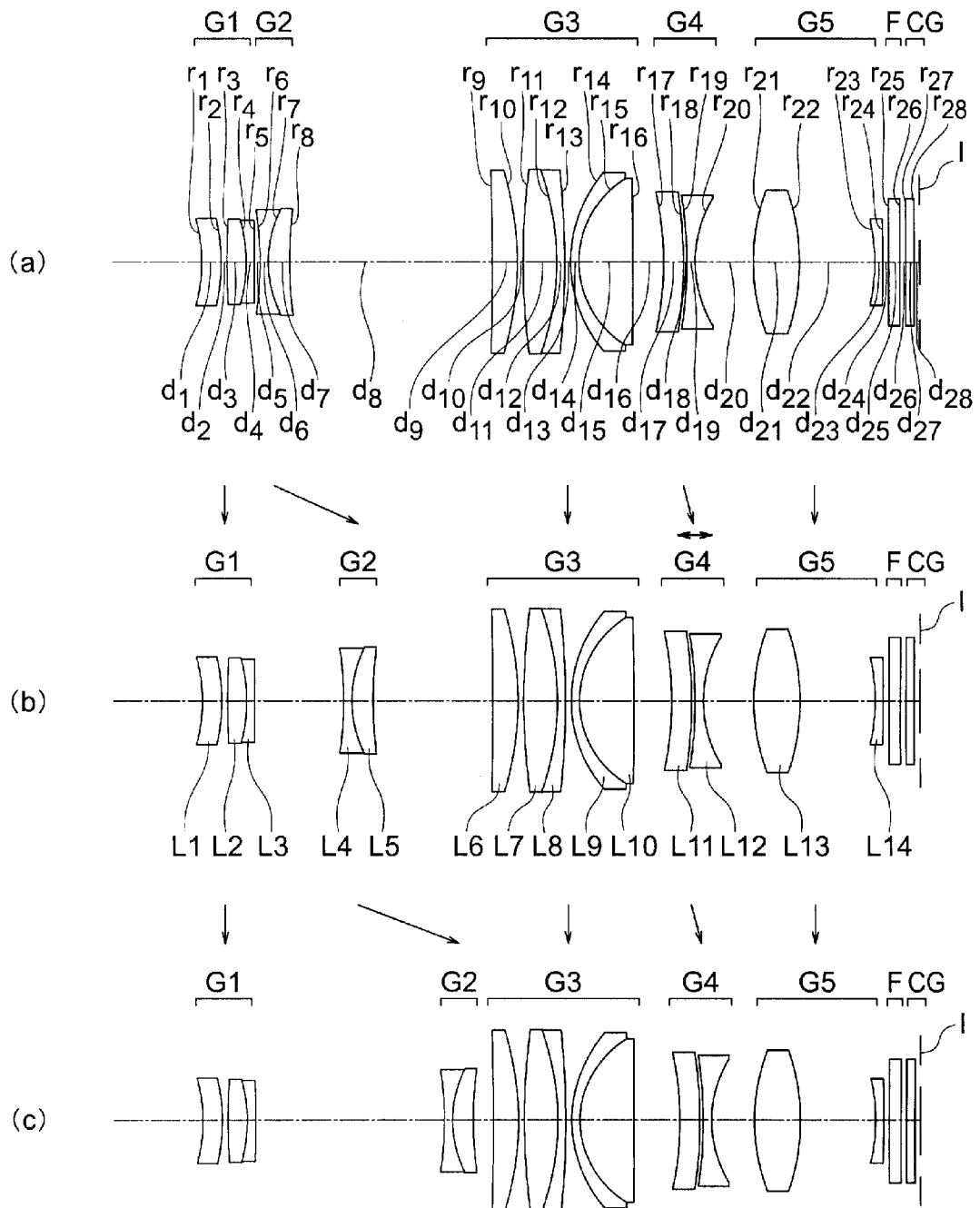
[図8]



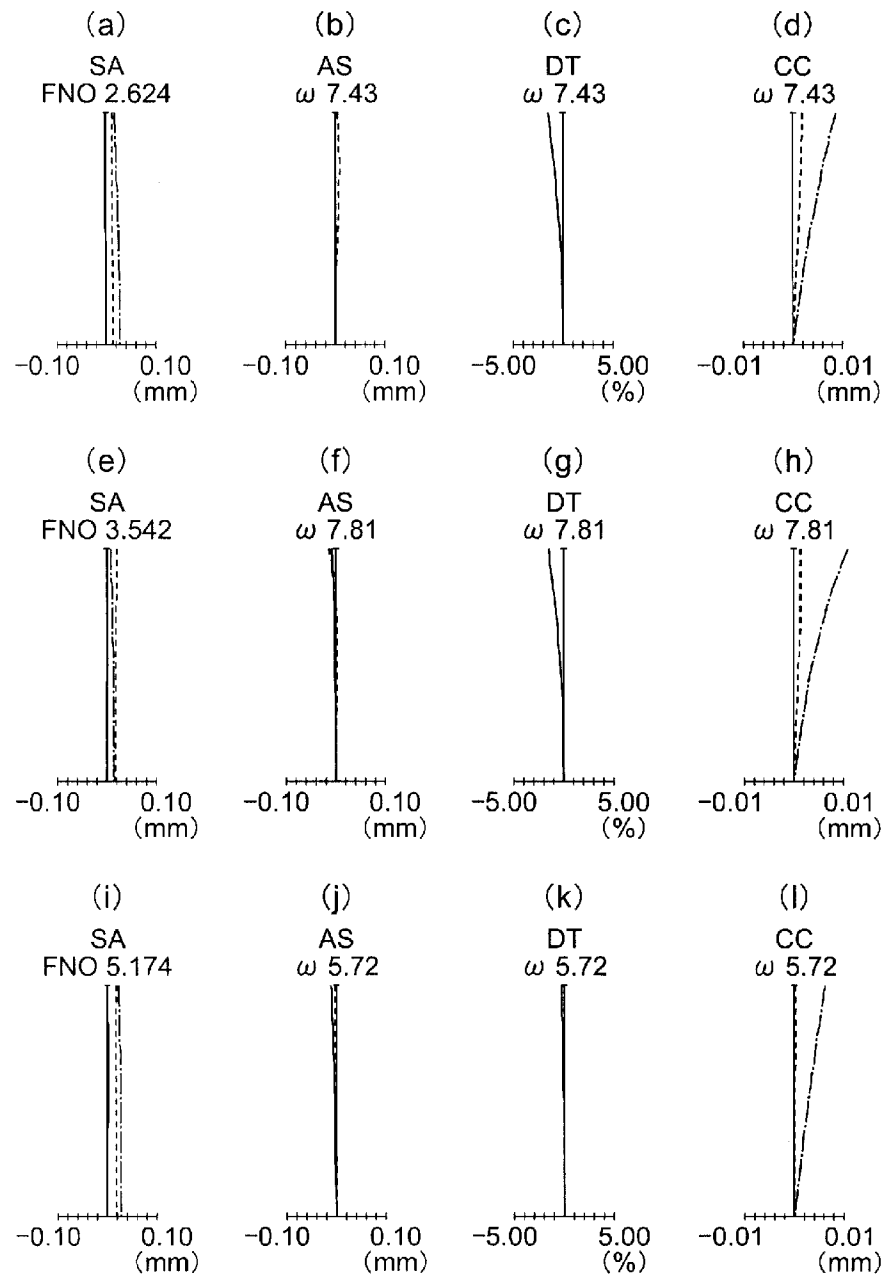
[図9]



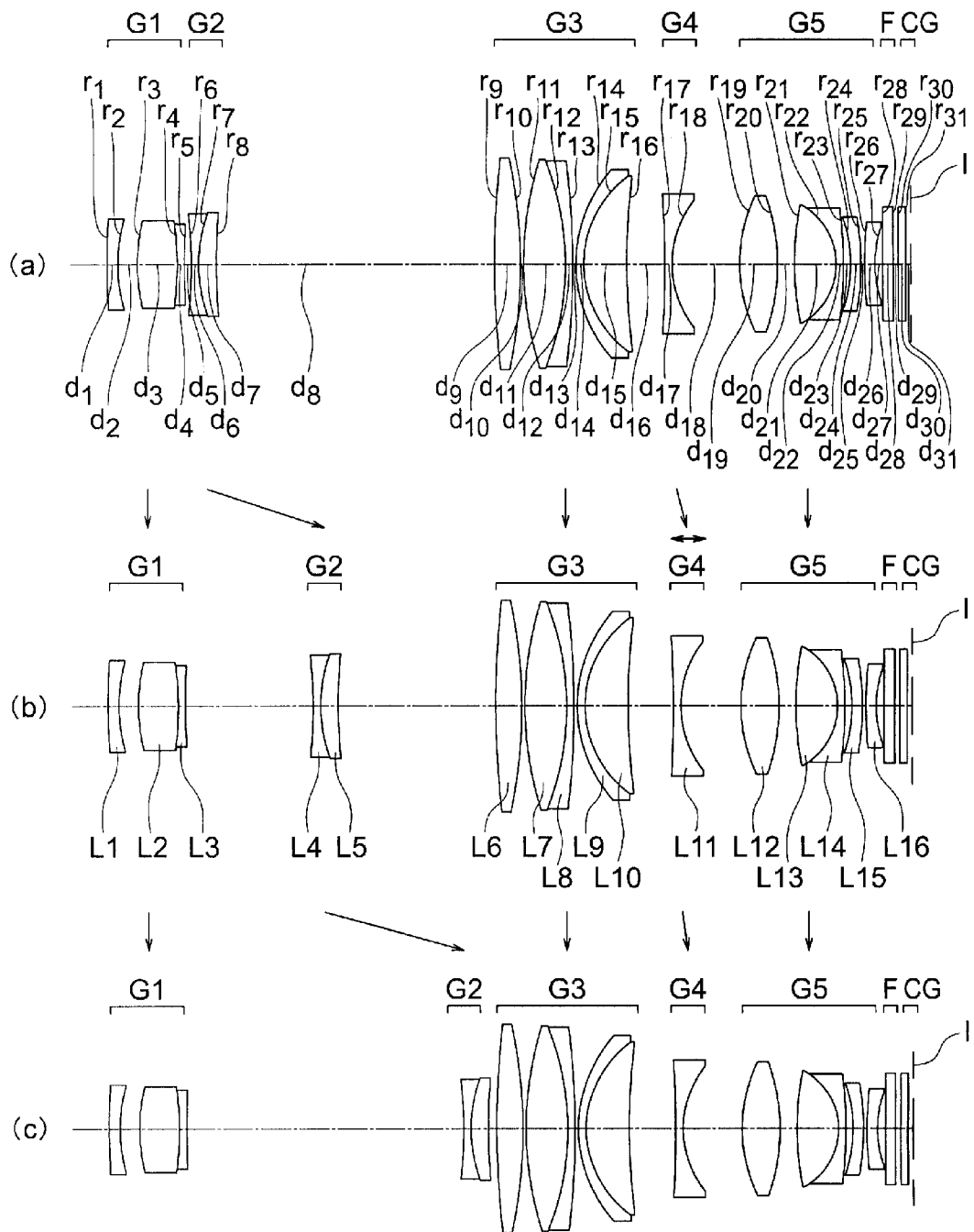
[図10]



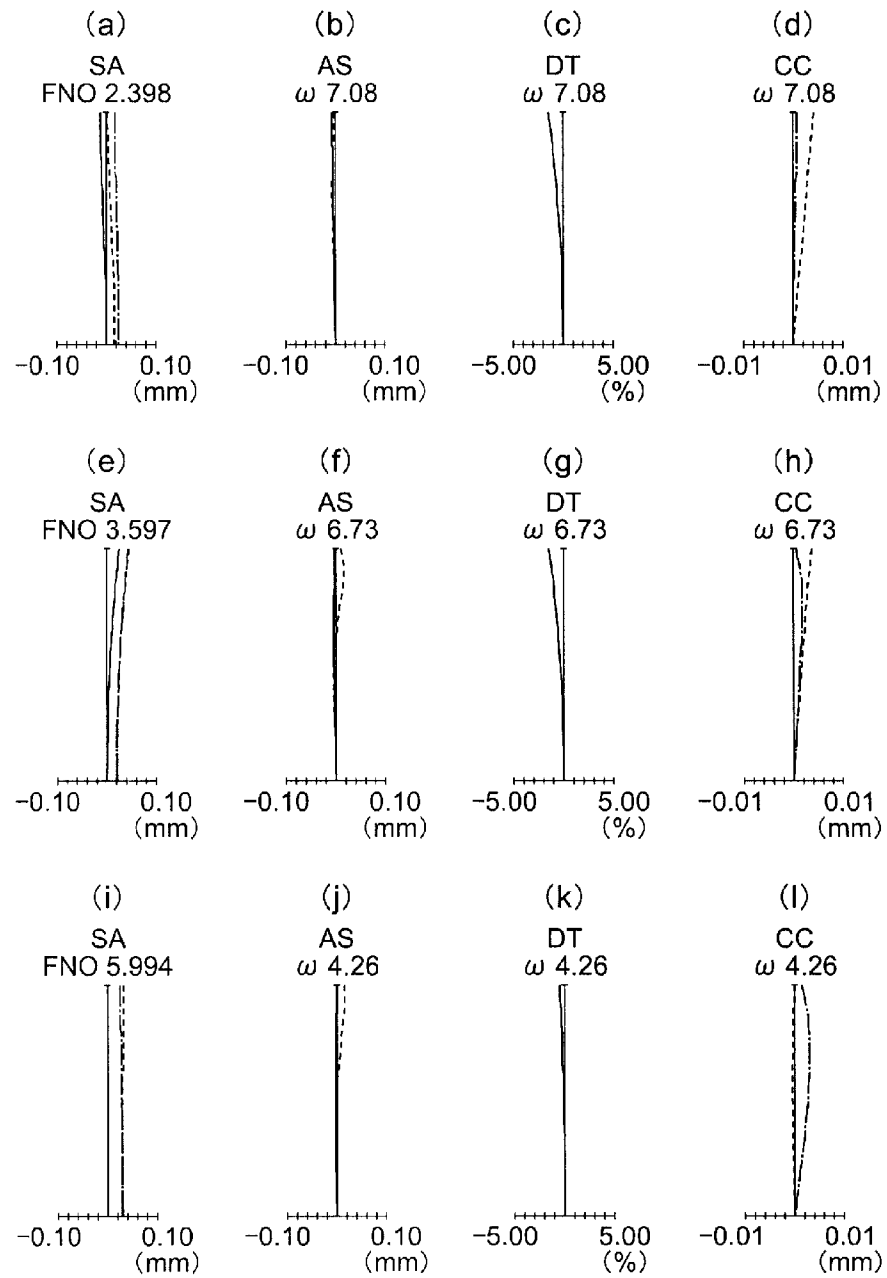
[図11]



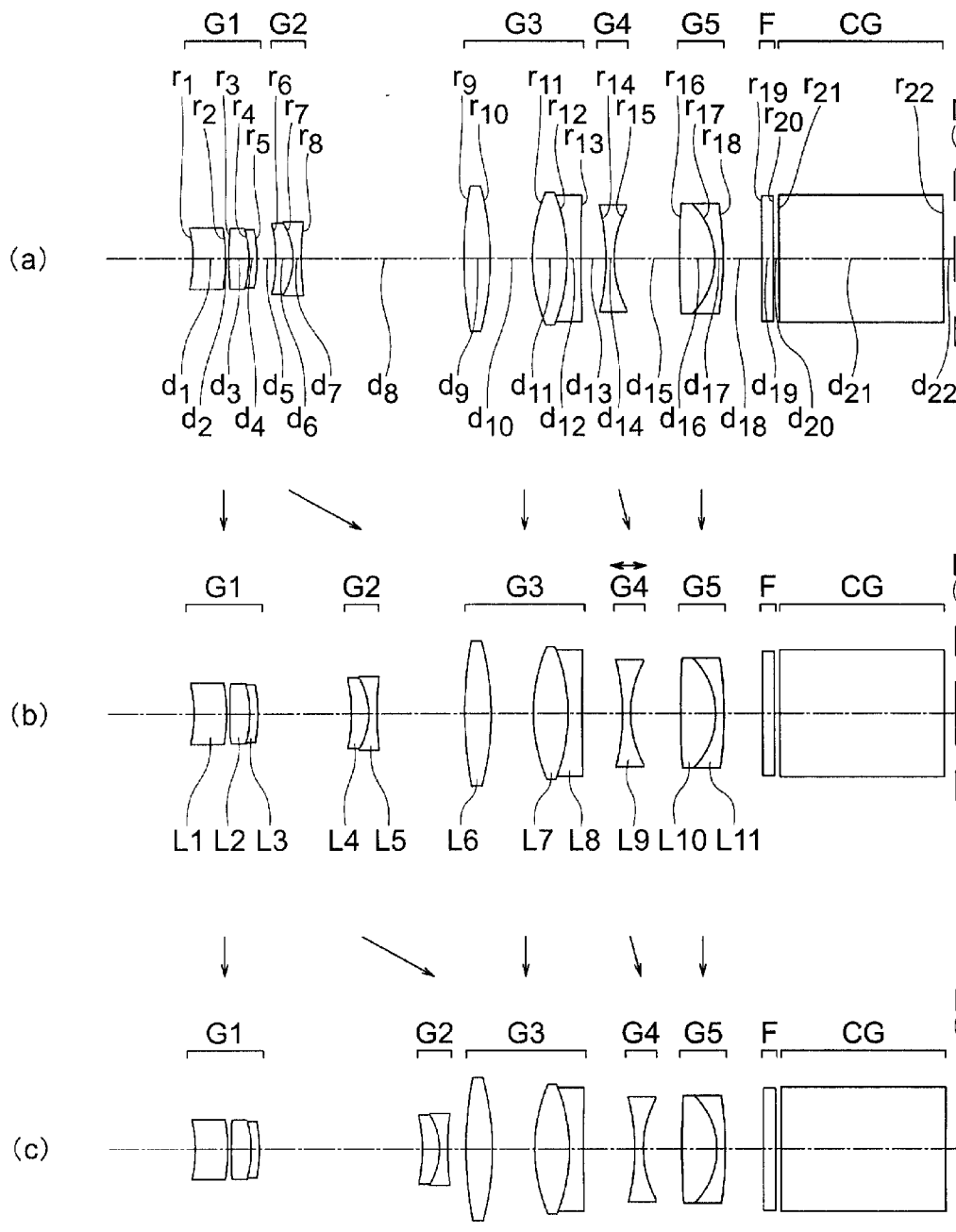
[図12]



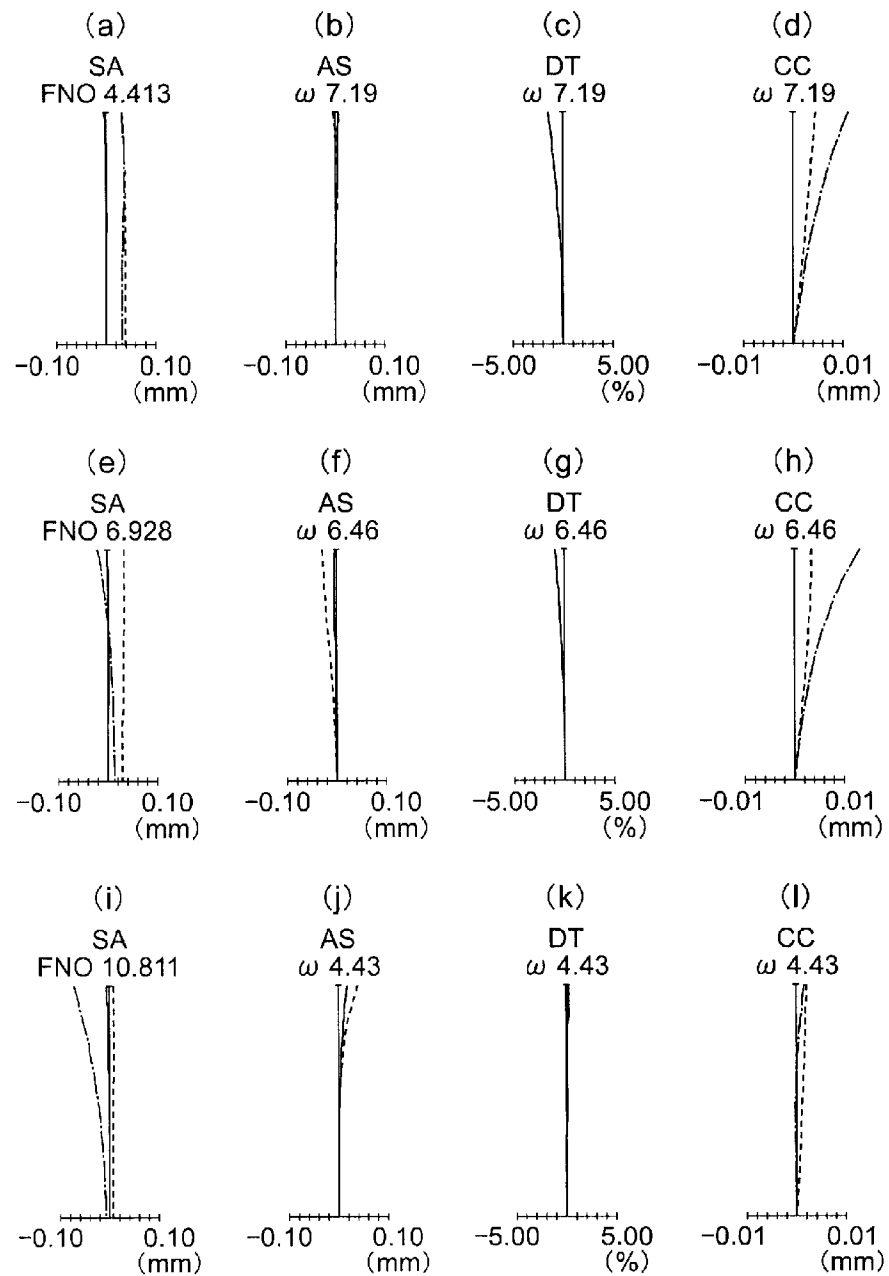
[図13]



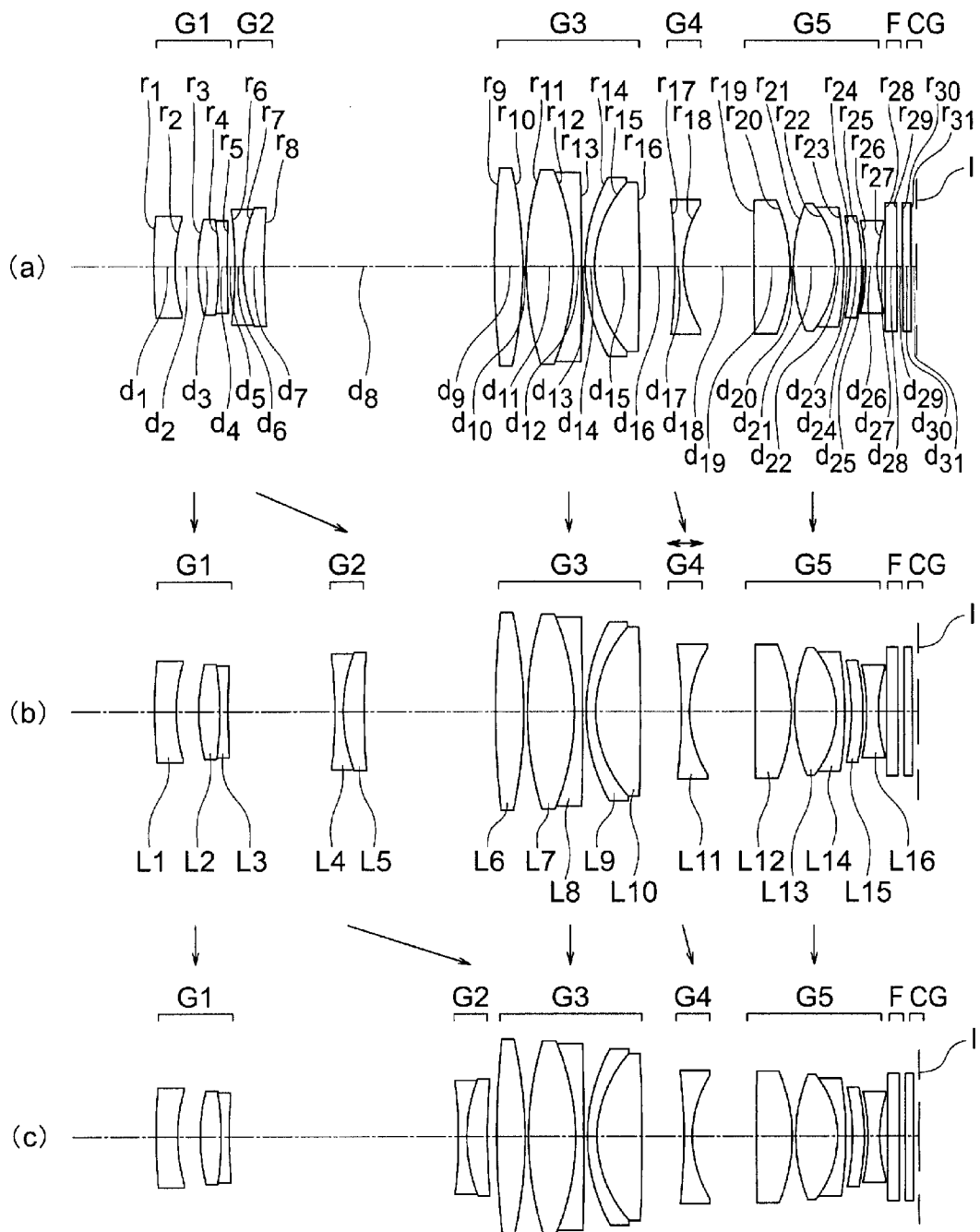
[図14]



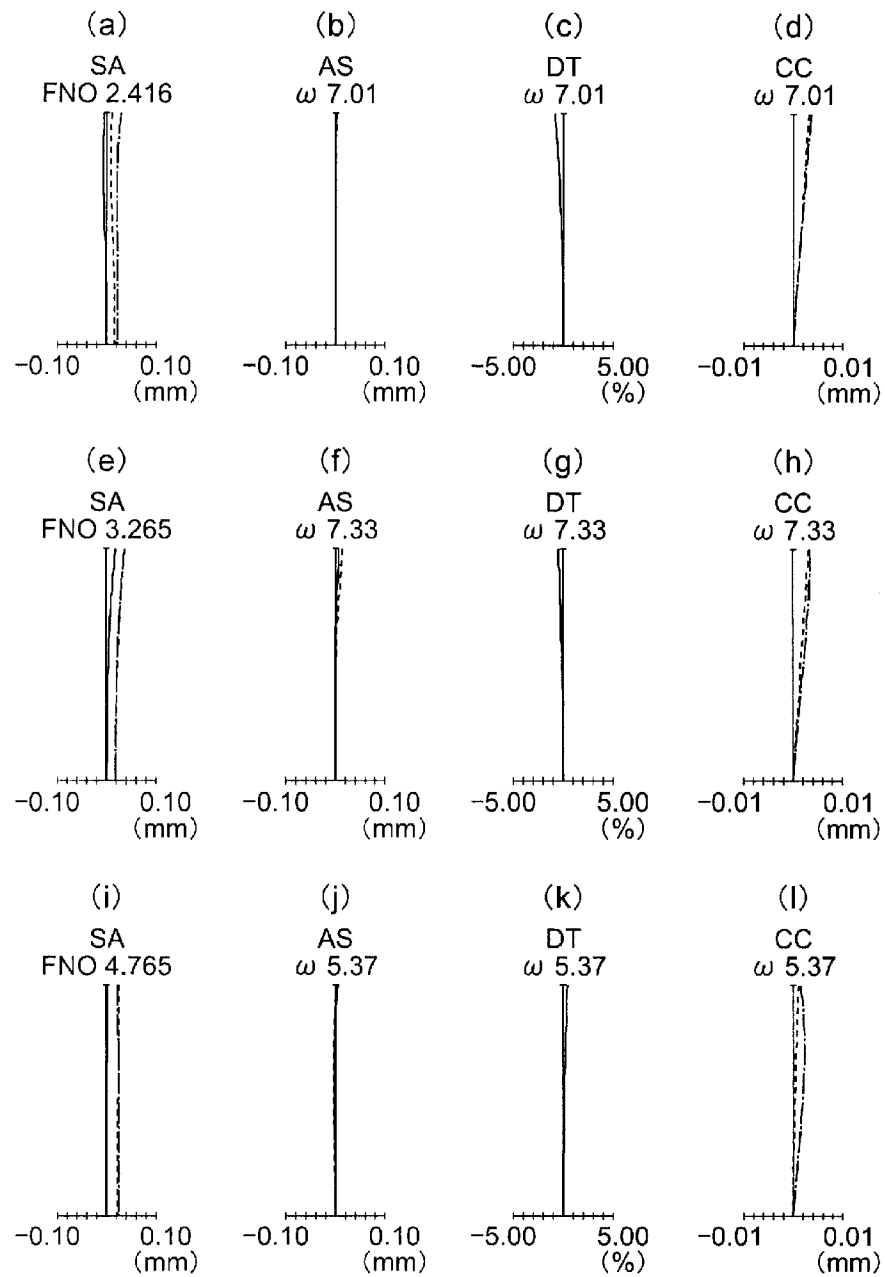
[図15]



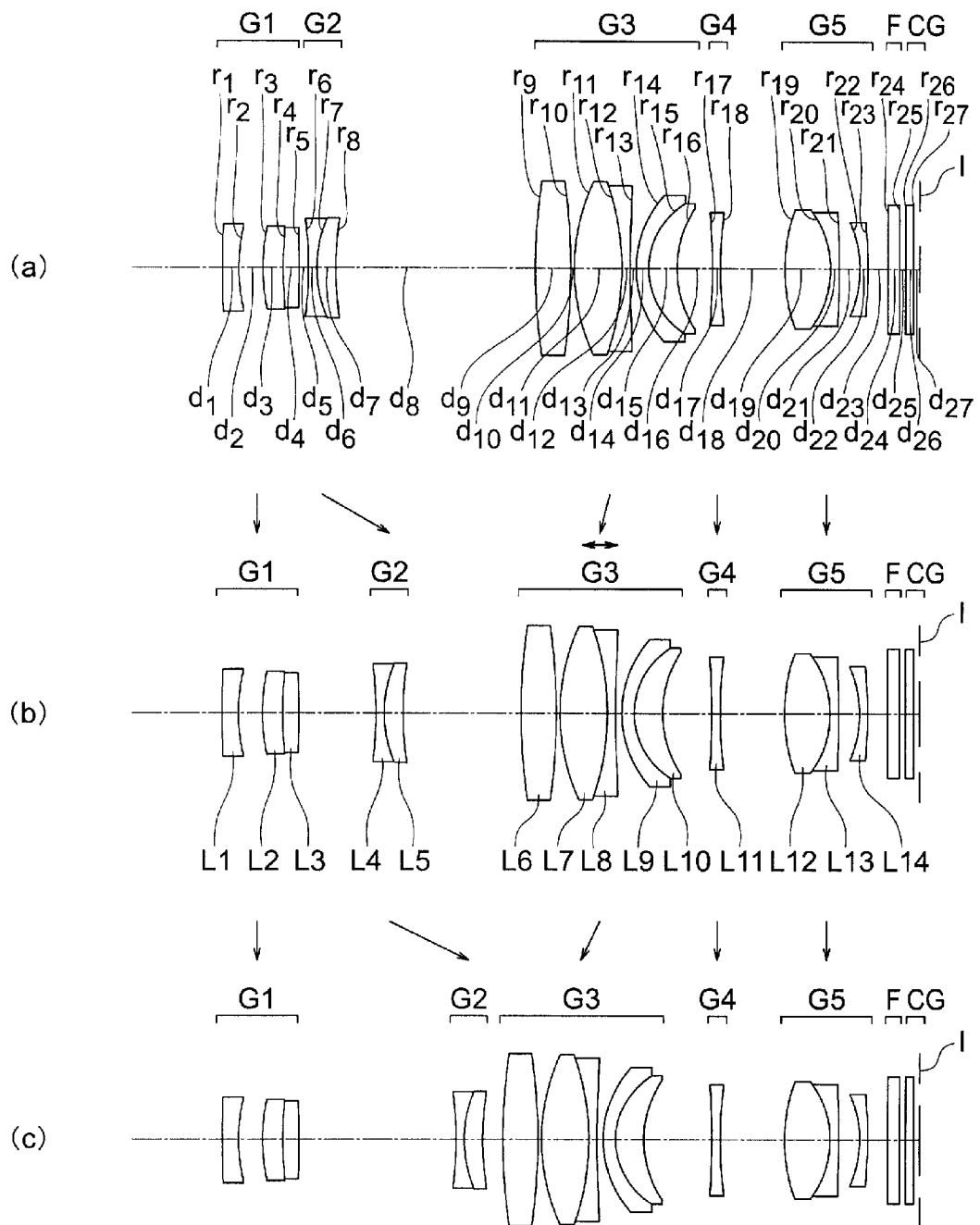
[図16]



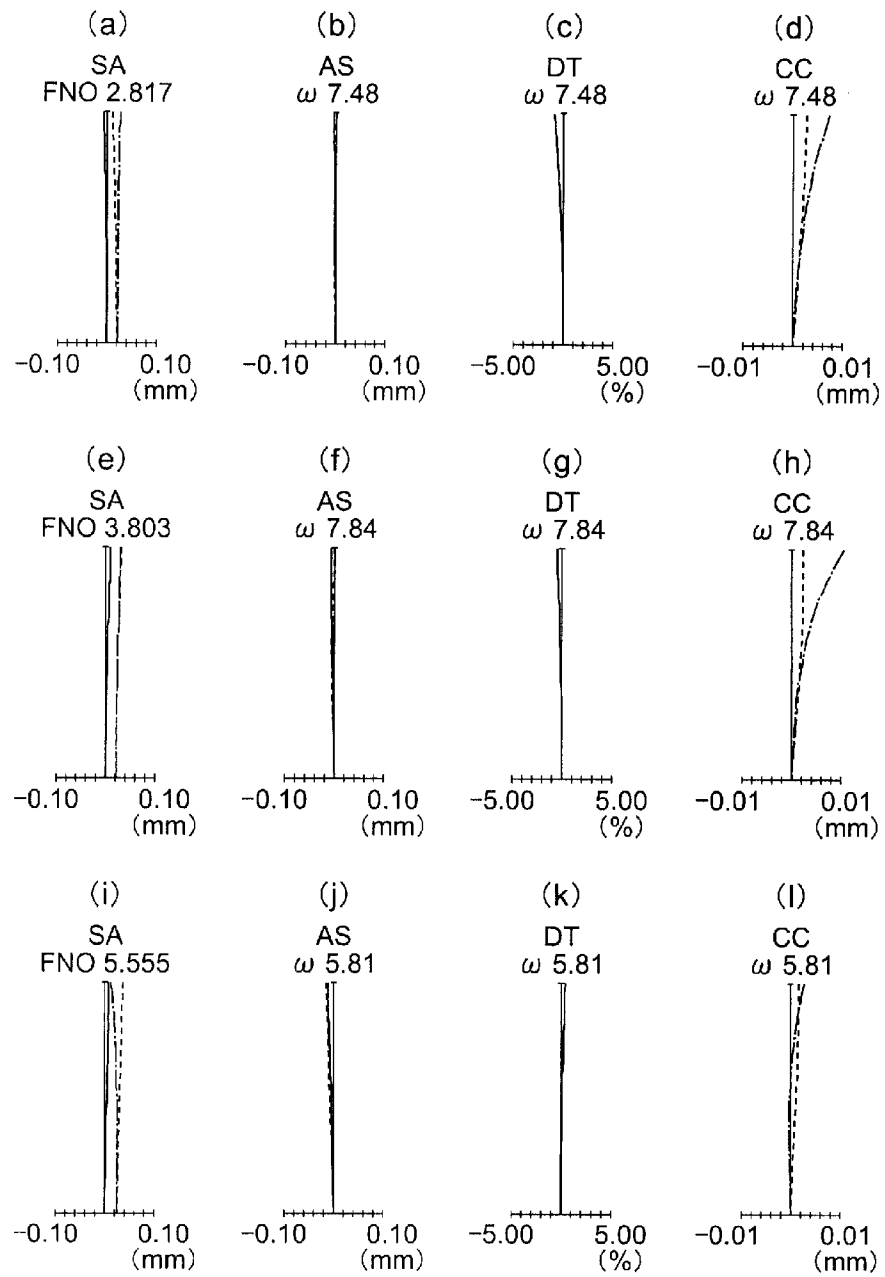
[図17]



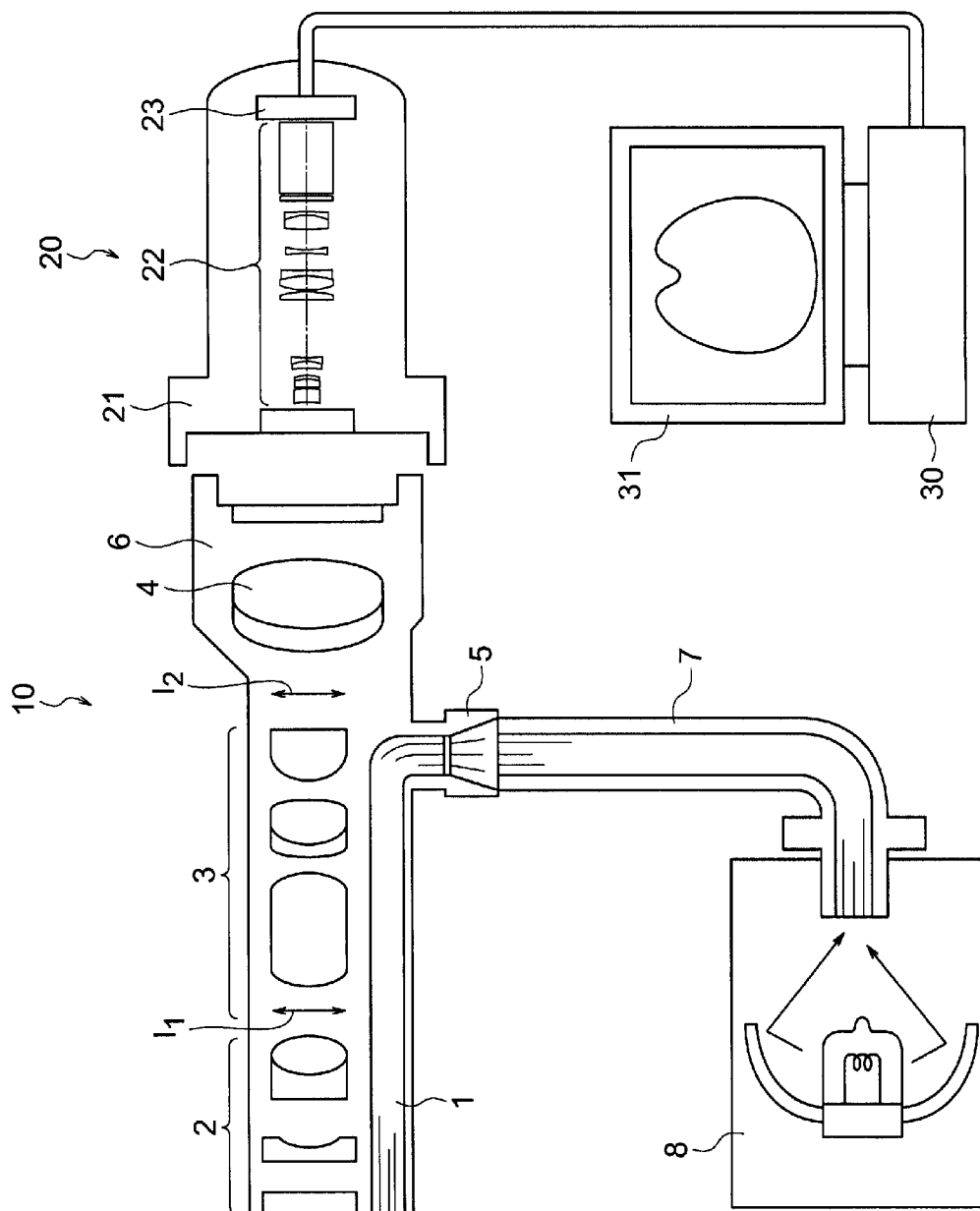
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/053641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/00(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)

G02B15/00

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.
Y A	JP 2005-352183 A (Sony Corp.), 22 December 2005 (22.12.2005), claim 1; examples 1 to 3 (Family: none)	16 1-15
Y A	JP 2010-197860 A (Tamron Co., Ltd.), 09 September 2010 (09.09.2010), paragraphs [0021], [0022]; examples 1 to 3 (Family: none)	16 1-15
Y A	JP 2006-215257 A (Canon Inc.), 17 August 2006 (17.08.2006), paragraphs [0082] to [0086]; examples 3, 4 (Family: none)	16 1-15



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
30 April 2015 (30.04.15)

Date of mailing of the international search report
19 May 2015 (19.05.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/053641

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-136477 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 14 May 2002 (14.05.2002), entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0012] to [0078]; fig. 1 to 10 & US 2003/0169333 A1	16 1-15
Y A	JP 5-257054 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 08 October 1993 (08.10.1993), entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0013] to [0030], [0061] to [0072]; fig. 1 to 10, 13 to 15 & US 5371566 A	16 1-15
Y A	JP 11-125770 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 11 May 1999 (11.05.1999), entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0004], [0005]; fig. 19 (Family: none)	16 1-15
Y A	JP 2001-503159 A (Smith & Nephew, Inc.), 06 March 2001 (06.03.2001), entire text; all drawings & US 5808813 A & WO 1998/019200 A1 & EP 935774 A	16 1-15
Y	JP 2012-083601 A (Olympus Imaging Corp.), 26 April 2012 (26.04.2012), entire text; all drawings; particularly, claims 1, 4, 6; paragraphs [0032] to [0043]; fig. 1 & US 2012/0092777 A1	16
Y	JP 2012-027262 A (Olympus Imaging Corp.), 09 February 2012 (09.02.2012), entire text; all drawings; particularly, claims 1 to 3; paragraphs [0016] to [0034]; fig. 1 & US 2012/0019931 A1	16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G02B15/00(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. G02B15/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y A	JP 2005-352183 A（ソニー株式会社）2005.12.22, [請求項1]、実施例1-実施例3（ファミリーなし）	16 1-15	
Y A	JP 2010-197860 A（株式会社タムロン）2010.09.09, 段落[0021]、[0022]、実施例1-実施例3（ファミリーなし）	16 1-15	
Y A	JP 2006-215257 A（キヤノン株式会社）2006.08.17, 段落[0082]-[0086]、実施例3、実施例4（ファミリーなし）	16 1-15	
☒ 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 30.04.2015		国際調査報告の発送日 19.05.2015	
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 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	2V 4748

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
Y A	JP 2002-136477 A (オリンパス光学工業株式会社) 2002.05.14, 全文、全図、特に、段落[0012]-[0078]、図1-図10 & US 2003/0169333 A1	16 1-15
Y A	JP 5-257054 A (オリンパス光学工業株式会社) 1993.10.08, 全文、全図、特に、段落[0013]-[0030]、[0061]-[0072]、図1-図10、図13-図15 & US 5371566 A	16 1-15
Y A	JP 11-125770 A (オリンパス光学工業株式会社) 1999.05.11, 全文、全図、特に、段落[0004]、[0005]、図19 (ファミリーなし)	16 1-15
Y A	JP 2001-503159 A (スミス アンド ネフュー インコーポレーテッド) 2001.03.06, 全文、全図 & US 5808813 A & WO 1998/019200 A1 & EP 935774 A	16 1-15
Y	JP 2012-083601 A (オリンパスイメージング株式会社) 2012.04.26, 全文、全図、特に、[請求項1, 4, 6]、段落[0032]-[0043]、図1 & US 2012/0092777 A1	16
Y	JP 2012-027262 A (オリンパスイメージング株式会社) 2012.02.09, 全文、全図、特に、[請求項1-3]、段落[0016]-[0034]、図1 & US 2012/0019931 A1	16