

(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  
2024年8月29日(29.08.2024)

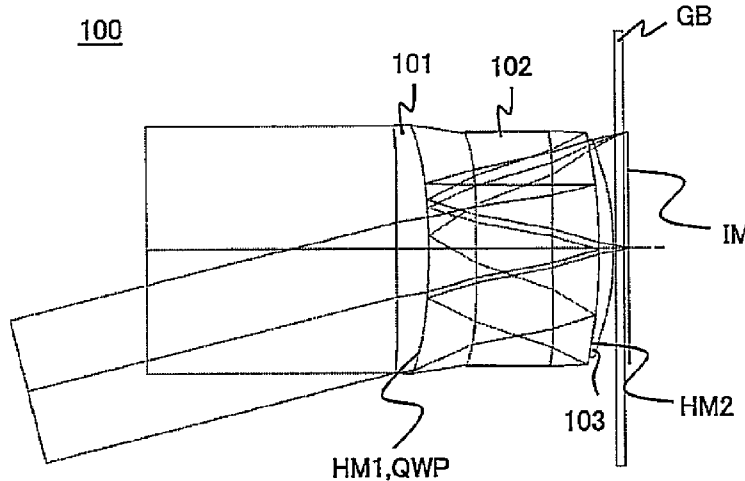


(10) 国際公開番号  
**WO 2024/176938 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*G02B 17/08* (2006.01)    *G02B 13/18* (2006.01)  
*G02B 5/30* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                    PCT/JP2024/005232
- (22) 国際出願日:                    2024年2月15日(15.02.2024)
- (25) 国際出願の言語:                    日本語
- (26) 国際公開の言語:                    日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2023-026970    2023年2月24日(24.02.2023) JP  
特願 2024-020143    2024年2月14日(14.02.2024) JP
- (71) 出願人: キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3-30-2 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小林 優真 (KOBAYASHI Yuma); 〒1468501 東京都大田区下丸子3-30-2 キヤノン株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 藤元 亮輔 (FUJIMOTO Ryosuke); 〒1000006 東京都千代田区有楽町1-6-4 千代田ビル9階藤元国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,

(54) Title: OPTICAL SYSTEM AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 光学系および撮像装置



(57) Abstract: PROBLEM: To provide a compact optical system having high optical performance. SOLUTION: An optical system 100 has a first transmissive/reflective surface HM1, a 1/4 wavelength plate QWP, and a second transmissive/reflective surface HM2, that are arranged in order from the object side to the image side. The optical system is a primary imaging system. Light from the object side sequentially passes through the first transmissive/reflective surface and the 1/4 wavelength plate, is reflected to the object side by the second transmissive/reflective surface, passes through the 1/4 wavelength plate, is reflected to the image side by the first transmissive/reflective surface, and sequentially passes through the 1/4 wavelength plate and the second transmissive reflective surface and directed to the image side. The distance  $z_{m1}$  on the optical axis from the first transmissive/reflective surface to the image surface and the focal distance  $f$  of the optical system satisfy a prescribed conditional expression.



WO 2024/176938 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))
  - 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))
- 

(57) 要約: 【課題】 小型かつ高い光学性能を有する光学系を提供する。【解決手段】 光学系100は、物体側から像側へ順に配置された、第1の透過反射面HM1、1/4波長板QWP、第2の透過反射面HM2を有する。光学系は一次結像系である。物体側からの光は、第1の透過反射面と1/4波長板とを順に透過し、第2の透過反射面で物体側へ反射し、1/4波長板を透過し、第1の透過反射面で像側へ反射し、1/4波長板と第2の透過反射面とを順に透過して像側へ向かう。第1の透過反射面から像面までの光軸上での距離 $z_{m1}$ 、光学系の焦点距離 $f$ は、所定の条件式を満足する。

## 明 細 書

**発明の名称**：光学系および撮像装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、光学系に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、スマートフォンやミラーレスカメラなどの撮像装置においては、小型でありながら良好な光学性能を有する光学系が求められている。良好な光学性能を保ったまま光学全長を短くした光学系として、特許文献1に開示されているペリスコープ光学系や、特許文献2に開示されているカタディオプトリック光学系がある。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2019/156933号  
特許文献2：特開2013-015712号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1に開示されているペリスコープ光学系は、光軸と垂直な方向における小型化が困難である。また、特許文献2に開示されているカタディオプトリック光学系では、主鏡における透過穴部に対して受光素子を大きくすることが難しく、光学系の大きさに比して高い光学性能を得ることが困難である。

[0005] 本発明は、小型かつ高い光学性能を有する光学系を提供する。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一側面としての光学系は、物体側から像側へ順に配置された、第1の透過反射面、1/4波長板、第2の透過反射面を有する光学系であって、光学系は一次結像系であり、物体側からの光は、第1の透過反射面と1/4波長板とを順に透過し、第2の透過反射面で物体側へ反射し、1/4波長板を透過

し、第1の透過反射面で像側へ反射し、 $1/4$ 波長板と第2の透過反射面とを順に透過して像側へ向かい、第1の透過反射面から像面までの光軸上での距離を  $z_{m1}$ 、光学系の焦点距離を  $f$  とするとき、

$$0.10 \leq z_{m1} / f \leq 0.68$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

[0007] 本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施例において説明される。

### 発明の効果

[0008] 本発明によれば、小型かつ高い光学性能を有する光学系を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]光学系の光路を表す模式図である。

[図2]光学系の光路を表す模式図である。

[図3]実施例1における光学系の断面図である。

[図4]実施例1における光学系の収差図である。

[図5]実施例2における光学系の断面図である。

[図6]実施例2における光学系の収差図である。

[図7]実施例3における光学系の断面図である。

[図8]実施例3における光学系の収差図である。

[図9]実施例4における光学系の断面図である。

[図10]実施例4における光学系の収差図である。

[図11]実施例5における光学系の断面図である。

[図12]実施例5における光学系の収差図である。

[図13]実施例6における光学系の断面図である。

[図14]実施例6における光学系の収差図である。

[図15]実施例7における光学系の断面図である。

[図16]実施例7における光学系の収差図である。

[図17]実施例8における光学系の断面図である。

[図18]実施例8における光学系の収差図である。

[図19]実施例9における光学系の断面図である。

[図20]実施例9における光学系の収差図である。

[図21]実施例10における光学系の断面図である。

[図22]実施例10における光学系の収差図である。

[図23]実施例11における光学系の断面図である。

[図24]実施例11における光学系の収差図である。

[図25]実施例12における光学系の断面図である。

[図26]実施例12における光学系の収差図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0011] 各実施例の結像光学系は、物体の像を像面に結像させる光学系であって、像面に配置された固体撮像素子や感光フィルムなどにより画像を取得するための光学系である。

[0012] 各実施例の結像光学系は、物体側から像側へ順に配置された、第1の透過反射面と、1/4波長板(QWP)と、第2の透過反射面とを有している。物体側からの光は、第1の透過反射面、QWPを順に透過し、第2の透過反射面で反射する。その後その光は、QWPを透過して第1の透過反射面で反射した後に、QWP、第2の透過反射面を透過し、固体撮像素子や感光フィルムなどの撮像部に向かう。

[0013] ここで、第1の透過反射面および第2の透過反射面は、必ずしも透過率が50%で、反射率が50%である必要はない。ランダム偏光に対しての透過率と反射率の比は1:3から3:1の範囲にあるのが好ましい。ランダム偏光とは、ストークスパラメータ $S_0=1$ 、 $S_1=S_2=S_3=0$ の光である。また、第1の透過反射面、第2の透過反射面は光を吸収してもよい。

[0014] また、それぞれの透過反射面の両側ないし片側にレンズが形成あるいは接合されていてもよい。

[0015] QWPとしては、例えば複屈折を有するポリマーフィルムや液晶配向層を使用することができる。また、このようなポリマーフィルムや液晶配向層を積

層させたものをQWPとして使用することもできる。これらを適切に積層することで、広い波長範囲で波長の四分の一に近い位相差を得ることができる。また、QWPとしては上記のほかにも例えばデクセリアルズ株式会社の無機波長板を使用することができる。

[0016] QWPは、例えば第1の透過反射面あるいは第2の透過反射面と貼り合わせて配置されることができる。また、QWPはこれらの透過反射面とは別体として配置されることができる。例えば、フィルムをそのまま光路に挿入したり、あるいはフィルムをガラス板に貼合したものを光路に挿入してもよい。また、QWPの両側ないし片側にレンズが形成あるいは接合されていてもよい。例えば、無機波長板を基板としてウエハレベルオプティクス技術を用いてその無機波長板の片側ないし両側にレンズを成型することができる。

[0017] 各実施例の結像光学系は、以下の条件式(1)を満足する。ここで、第1の透過反射面から像面までの光軸上での距離を $z_{m1}$ 、結像光学系の焦点距離を $f$ とする。

$$[0018] \quad 0.10 \leq z_{m1} / f \leq 0.68 \quad \dots (1)$$

条件式(1)の下限値を下回ると、光線が折り返される部分の光路長が十分に確保されず、結像光学系の全長が長くなってしまふ。条件式(1)の上限値を上回ると、第1の透過反射面および第2の透過反射面のパワー(屈折力)を大きくすることができない。これら透過反射面のパワーが小さいと、屈折によるパワーの比率が高くなる。このため、色収差が大きくなり、画質が低下してしまふ。また、これら透過反射面のパワーが小さいと、軸外から入射した光を大きく曲げることが難しくなる。このため、イメージサークルが小さくなってしまひ、広角化および撮像システムとしての高画質化が困難になる。

[0019] なお、焦点距離については、松居吉哉著「結像光学系入門 光学系取扱いの基礎」日本オプトメカトロニクス協会、1988年、p. 45-48などに記載されているように、近軸領域における無限遠からの光軸に平行な入射光線の光線高さ $h$ と、その光線の光学系出射時の出射角 $\theta$ の比として定義している。上記

文献で定義されているように、中間像を形成する（中間結像する）光学系、すなわち二次結像系の焦点距離の符号は負となる。

[0020] 結像光学系のみ性能と小型化を両立するだけであれば、結像光学系全体を可能な限り小さくしていけばよい。歪曲収差以外の収差も小型化に比例して小さくなり、小型かつ高い光学性能を有する結像光学系を実現できる。しかし、そのような結像光学系においては撮像面も小さくなってしまい、撮像システム全体としては高い光学性能が得られない。撮像面には固体撮像素子や感光フィルムなどが配置されるが、固体撮像素子の画素密度や感光フィルムの面積当たりの解像度には技術的な限界があるためである。また、回折限界によって意味のある最小画素サイズが規定されてしまう。このため、撮像システムとしての高画質化を実現するためには、結像光学系は大きなイメージサークルに対応しながら低収差であることが好ましいのである。

[0021] また、各実施例の結像光学系は、以下の条件式（2）を満足することが好ましい。ここで、絞りを除いた結像光学系の全長を $L_a$ 、イメージサークル半径を $h$ 、結像光学系のFナンバーを $F_{no}$ とする。

[0022]  $0.0 \leq L_a \times h \times F_{no} / f^2 \leq 2.6 \quad \dots (2)$

絞りを除いた結像光学系の全長とは、最も物体側に開口絞りあるいは径が固定の遮光マスクとして作用する絞りが配置されるような結像光学系においては、その絞りを除いた結像光学系の全長である。そうでない結像光学系においては、結像光学系の全長である。結像光学系の全長とは、最も物体側の光学面から像面までの光軸上での距離である。すなわち、絞りを除いた結像光学系の全長とは、最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上での距離ともいえる。

[0023] 定義上、条件式（2）の下限値を下回ることはない。条件式（2）の上限値を上回ると、軸外光の像面への入射角が大きくなる。これにより、軸外領域に対する射出瞳が小さくなり回折によって解像度が低下してしまう、あるいは、全長が長くなってしまいうため好ましくない。また、像面への入射角が大きくな

ると、撮像素子として固体撮像素子を用いた際に周辺の画素において光学的クロストークが生じやすくなってしまいうため好ましくない。

[0024] 各実施例の結像光学系は、以下の条件式（3）を満足することが好ましい。ここで、開口絞りから像面までの光軸上での距離を  $z_p$  とする。

$$[0025] \quad 0.1 \leq z_p / f \leq 1.2 \quad \dots (3)$$

なお、結像光学系が開口絞りを有さない場合は、光線の径を制約する面を最も物体側の面として、該最も物体側の面から像面までの光軸上での距離を  $z_p$  とする。なお、ここで開口絞りとは光が透過する面積を可変できる絞りであり、例えば虹彩絞りやウォーターハウス絞りである。開口絞りは必ずしも物理的な遮蔽を必要とするわけではなく、例えばエレクトロクロミック素子を用いて電圧印加によって着色濃度分布を制御するような形態のものであってもよい。

[0026] 条件式（3）の下限値を下回ると、結像光学系が開口絞りを有する場合は、開口絞りによって上線のケラレが生じやすくなってしまいうため好ましくない。結像光学系が開口絞りを有さない場合は、レンズの外径によって上線のケラレが生じやすくなってしまいうため好ましくない。条件式（3）の上限値を上回ると、結像光学系が開口絞りを有する場合は、開口絞りによって下線のケラレが生じやすくなってしまいうため好ましくない。結像光学系が開口絞りを有さない場合は、レンズの外径によって下線のケラレが生じやすくなってしまいうため好ましくない。結像光学系の径を大きくすることでケラレを低減することが可能ではあるが、そのような対策をとると結像光学系全体が大型化してしまいう。このような光線のケラレは、周辺光量の低下およびイメージサークルの縮小といったデメリットがある。また、射出瞳の面積が小さくなるため、回折現象によってメリジオナル方向の周波数特性が悪化し、画質の低下が生じてしまいう。

[0027] 各実施例の結像光学系は、以下の条件式（4）を満足することが好ましい。ここで、第1の透過反射面の直径を  $\Phi_{m1}$ 、第2の透過反射面の直径を  $\Phi_{m2}$

とする。ここでの「直径」とは、透過反射面の有効領域（結像に寄与する有効光線が通過する領域）の直径である。

$$[0028] \quad 0.50 \leq \Phi_{m1} / \Phi_{m2} \leq 1.25 \quad \dots (4)$$

条件式（４）の下限値を下回ると、軸外光の像面への入射角が大きくなり、軸外領域に対する射出瞳が小さくなり、回折によって解像度が低下してしまうため好ましくない。また、像面への入射角が大きくなると、撮像素子として固体撮像素子を用いた際に周辺の画素において光学的クロストークが生じやすくなってしまいうため好ましくない。条件式（４）の上限値を上回ると、第２の透過反射面によって軸外光線がケラレてしまい、軸外領域に対する射出瞳が小さくなり、回折によって解像度が低下してしまうため好ましくない。

また、条件式（４）の上限値を上回ると、イメージサークルが小さくなり、撮像システムとしての画質が低下してしまうため好ましくない。

[0029] 各実施例の結像光学系は、以下の条件式（５）を満足することが好ましい。

$$[0030] \quad 0.1 \leq h / (\Phi_{m2} / 2) / F_{no} \leq 1.2 \quad \dots (5)$$

条件式（５）の下限値を下回ると、レンズの径が撮像面のサイズに対して小さくなりすぎてしまう。そのため、結像光学系が大きくなる割に撮像システムとしての光学性能を高めることが困難となってしまうため好ましくない。また、小さな撮像部により可能な範囲で高画質化を実現しようとする、各面の敏感度が高くなり、製造時の歩留まりが悪化してしまうため好ましくない。条件式（５）の上限値を上回ると、軸外光の像面への入射角が大きくなり、軸外領域に対する射出瞳が小さくなり、回折によって解像度が低下してしまう、あるいは、全長が長くなってしまいうため好ましくない。また、像面への入射角が大きくなると、撮像素子として固体撮像素子を用いた際に周辺の画素において光学的クロストークが生じやすくなってしまいうため好ましくない。

[0031] 各実施例の結像光学系は、以下の条件式（６）を満足することが好ましい。ここで、第２の透過反射面から像面までの光軸上での距離を  $z_{m2}$  とする。

$$[0032] \quad 0.0 \leq z_{m2} / L_a \leq 0.5 \quad \dots (6)$$

定義上、条件式（6）の下限値を下回ることはない。条件式（6）の上限値を上回ると、光線が折り返す光路長が短くなり、ひいては全長が長くなってしまいうため好ましくない。

[0033] 各実施例の結像光学系は、以下の条件式（7）を満足することが好ましい。ここで、第2の透過反射面を含むレンズの屈折力の絶対値を $\Phi_{m1L}$ とする。

$$[0034] \quad 0. \quad 0 \leq \Phi_{m1L} \times f \leq 1. \quad 0 \quad \dots \quad (7)$$

定義上、条件式（7）の下限値を下回ることはない。条件式（7）の上限値を上回ると、光線高の高い位置における屈折力が大きくなってしまい、軸上色収差が大きく発生し、画質が悪くなってしまいうため好ましくない。

[0035] 各実施例の結像光学系は、以下の条件式（8）を満足することが好ましい。ここで、結像光学系に含まれる複数のレンズの夫々の屈折力の絶対値の平均値を $A\Phi_r$ 、第1の透過反射面と第2の透過反射面のパワー（屈折力）の絶対値の平均値を $A\Phi_m$ とする。なお、反射面のパワー（反射パワー）とは、反射面の近軸焦点距離の逆数に対応し、例えば球面であれば近軸の曲率半径の値の逆数に $-2$ をかけたものをいう。なお、裏面鏡として反射面を使用する場合であっても、そのパワーの反射成分は（例えば形状が球面であれば）近軸の曲率半径の値の逆数に $-2$ をかけたものであるため、 $A\Phi_r$ を計算する際はその値を用いる。

$$[0036] \quad 0. \quad 0 \leq A\Phi_r / A\Phi_m \leq 0. \quad 5 \quad \dots \quad (8)$$

なお、第1の透過反射面と第2の透過反射面との間に配置されるレンズでは該レンズを光線が3回透過するが、 $A\Phi_r$ を計算する際は光線が該レンズを1回のみ透過したとする。

[0037] 定義上、条件式（8）の下限値を下回ることはない。条件式（8）の上限値を上回ると、結像光学系全体において反射パワーよりも屈折力のほうが主体となる。反射面はその性質上、反射の際に色収差を生じない。一方でレンズの屈折においては色収差が生じてしまう。このため、全系中の屈折力が大きくなると軸上色収差および倍率色収差が発現してしまい、画質を損ねてしまいうため好

ましくない。また、条件式（８）を満たすようにすることで、上記の理由により色収差が生じにくくなるため、結像光学系を例えば可視域から赤外領域まで撮像可能な光学系、または赤外の広い波長範囲を撮像可能な光学系とすることもできる。この場合、 $1/4$ 波長板や透過反射面については、使用する波長域でそれぞれの機能を十分に発揮できるものを用いるのが好ましい。

[0038] 各実施例の結像光学系は、以下の条件式（９）を満足することが好ましい。

$$[0039] \quad 0.0 \leq L_a \times h / f^2 \leq 2.0 \quad \dots (9)$$

定義上、条件式（９）の下限値を下回ることはない。条件式（９）の上限値を上回ると、軸外光の像面への入射角が大きくなり、軸外領域に対する射出瞳が小さくなり、回折によって解像度が低下してしまう、あるいは、全長が長くなってしまいうため好ましくない。

また、像面への入射角が大きくなると、撮像素子として固体撮像素子を用いた際に周辺の画素において光学的クロストークが生じやすくなってしまいうため好ましくない。

[0040] 各実施例の結像光学系においては、第１および第２の透過反射面によって光量ロスが生じる。このため、Fナンバーが大きいと撮像素子に到達する光量が非常に小さくなってしまいう。そのため、各実施例の結像光学系は、以下の条件式（１０）を満足することが好ましい。

$$[0041] \quad 0.5 \leq F_{no} \leq 8.0 \quad \dots (10)$$

各実施例の結像光学系においては、第１の透過反射面と第２の透過反射面のうち一方、または第１の透過反射面と第２の透過反射面の両方は、平面であることが好ましい。これにより、結像光学系の製造がより容易となるため好ましい。

[0042] 条件式（１）～（１０）の数値範囲を、以下の条件式（１a）～（１0a）の範囲とすることがより好ましい。

$$[0043] \quad 0.10 \leq z_{m1} / f \leq 0.67 \quad \dots (1a)$$

$$0.0 \leq L_a \times h \times F_{no} / f^2 \leq 2.5 \quad \dots (2a)$$

$$0.1 \leq z_p / f \leq 1.0 \quad \dots (3a)$$

$$0.60 \leq \Phi_{m1} / \Phi_{m2} \leq 1.20 \quad \dots (4a)$$

$$0.1 \leq h / (\Phi_{m2} / 2) / F_{no} \leq 1.1 \quad \dots (5a)$$

$$0.00 \leq z_{m2} / L_a \leq 0.48 \quad \dots (6a)$$

$$0.0 \leq \Phi_{m1} L \times f \leq 0.7 \quad \dots (7a)$$

$$0.0 \leq A\Phi_r / A\Phi_m \leq 0.3 \quad \dots (8a)$$

$$0.0 \leq L_a \times h / f^2 \leq 1.8 \quad \dots (9a)$$

$$0.8 \leq F_{no} \leq 6.0 \quad \dots (10a)$$

条件式 (1) ~ (10) の数値範囲を、以下の条件式 (1b) ~ (10b) の範囲とすることがさらに好ましい。

[0044]  $0.10 \leq z_{m1} / f \leq 0.65 \quad \dots (1b)$

$$0.0 \leq L_a \times h \times F_{no} / f^2 \leq 2.4 \quad \dots (2b)$$

$$0.1 \leq z_p / f \leq 0.95 \quad \dots (3b)$$

$$0.60 \leq \Phi_{m1} / \Phi_{m2} \leq 1.10 \quad \dots (4b)$$

$$0.1 \leq h / (\Phi_{m2} / 2) / F_{no} \leq 1.0 \quad \dots (5b)$$

$$0.00 \leq z_{m2} / L_a \leq 0.46 \quad \dots (6b)$$

$$0.0 \leq \Phi_{m1} L \times f \leq 0.5 \quad \dots (7b)$$

$$0.00 \leq A\Phi_r / A\Phi_m \leq 0.25 \quad \dots (8b)$$

$$0.0 \leq L_a \times h / f^2 \leq 1.7 \quad \dots (9b)$$

$$1.0 \leq F_{no} \leq 4.0 \quad \dots (10b)$$

条件式 (1) ~ (10) の数値範囲を、以下の条件式 (1c) ~ (10c) の範囲とすることがさらに好ましい。

[0045]  $0.10 \leq z_{m1} / f \leq 0.55 \quad \dots (1c)$

$$0.0 \leq L_a \times h \times F_{no} / f^2 \leq 2.0 \quad \dots (2c)$$

$$0.1 \leq z_p / f \leq 0.65 \quad \dots (3c)$$

$$0.60 \leq \Phi_{m1} / \Phi_{m2} \leq 1.05 \quad \dots (4c)$$

$$0.1 \leq h / (\Phi_{m2} / 2) / F_{no} \leq 0.8 \quad \dots (5c)$$

$$0.00 \leq z_{m2} / L_a \leq 0.15 \quad \dots (6c)$$

$$0.0 \leq \Phi_{m1} L \times f \leq 0.35 \quad \dots (7c)$$

$$0.00 \leq A\Phi_r / A\Phi_m \leq 0.15 \quad \dots (8c)$$

$$0.0 \leq L_a \times h / f^2 \leq 1.0 \quad \dots (9c)$$

$$1.0 \leq F_{no} \leq 2.5 \quad \dots (10c)$$

第1の透過反射面または第2の透過反射面のいずれか一方は、偏光状態に応じて入射光を反射光と透過光とに分離する面であることが好ましい。具体的には、後述のように、第1の透過反射面または第2の透過反射面のいずれか一方として偏光選択性透過反射素子を用いるのが好ましい。偏光選択性透過反射素子としては、例えば、旭化成株式会社製、商品名「WGF」や、3M Company製の商品名「IQPE」や、MOXTEK社製の商品名「ProFlux」などがある。他方の透過反射面としては例えばハーフミラーを使用することができる。ハーフミラーを使用した場合、物体側から入射したランダム偏光の光量は、像面上に到達するまでに12.5%以下となる。

[0046] また、透過反射面としてはコレステリック液晶やホログラフィック光学素子を用いてもよい。

[0047] 各実施例の結像光学系においては、偏光選択性透過反射素子として、レンズの成型時においてレンズ反射面にグリッドを形成しておき、その上に金属または誘電体を蒸着またはプリントまたはリソグラフィすることで作成される光学素子を使用してもよい。

[0048] また、各実施例の結像光学系に含まれる複数のレンズ面の夫々の有効領域の形状は、光軸に対して回転対称であることが好ましい。結像光学系が各光学面の有効領域において回転対称である場合には、各光学素子の位置決め方法などを簡素化することができる。また、各光学素子の外形まで含めて結像光学系が回転対称である場合には、さらに製造容易性を向上することができる。

[0049] また、各実施例の結像光学系において、例えば下記構成をとることで、正規の結像光路の光量低下を抑制しつつ、透過反射面を1度も反射することなく透過する光路からのゴースト光（不要光漏れ）を低減することができる。

[0050] [偏光利用の構成1]

図1を参照して、偏光を利用した構成について説明する。本構成の結像光学系は、2面の透過反射面を有する。ここで、本構成の結像光学系の物体側に配置される透過反射面を偏光選択性透過反射素子（PBS）：Aを配置することで構成する。本構成の結像光学系の像面側に配置される透過反射面をハーフミラー（HM）：Cを配置することで構成する。また、偏光選択性透過反射素子PBSとハーフミラーHMの間に第1の4分の1波長板（QWP1）：Bを配置する。ハーフミラーHMと撮像面IMの間に、物体側から像側へ順に、第2の4分の1波長板（QWP2）：D、直線偏光板（POL）：Eを配置する。

[0051] ここで、偏光選択性透過反射素子Aは、直線偏光板Eを透過した際と同じ方向に偏光した直線偏光を反射し、これに直交した直線偏光を透過するように構成された素子である。偏光選択性透過反射素子Aは、例えばワイヤーグリッド偏光子や位相差フィルム積層構成の反射型偏光子である。このとき、偏光選択性透過反射素子Aのワイヤーグリッド形成面や位相差フィルム面が透過反射面として機能する。なお、ワイヤーグリッド偏光子については必ずしも金属ワイヤーを整列させたものである必要はなく、所定の間隔で細い金属または誘電体の層を有し、偏光選択性透過反射素子として機能するものであればよい。例えば、蒸着によって金属または誘電体の層を整列させた素子を使用できる。

[0052] また、第1の4分の1波長板Bと第2の4分の1波長板Dとは、直線偏光板Eの偏光透過軸に対して遅相軸が $45^\circ$ 傾いた状態で配置される。ここで、第1の4分の1波長板Bと第2の4分の1波長板Dとは、それぞれの遅相軸が $90^\circ$ 傾いた状態で配置されることが好ましい。この配置によれば、第1の4分の1波長板Bと第2の4分の1波長板Dを光線が透過したとき波長板の波長分散特性が相殺される。

[0053] また、ハーフミラーCは、例えば誘電体多層膜や金属蒸着により形成されたハーフミラーであり、ハーフミラーCのミラー面が透過反射面として機能する。直線偏光板Eは、例えば吸収型の直線偏光子である。

[0054] 次に、偏光利用構成における光路選択、並びに作用について説明する。

- [0055] 物体側から結像光学系に入射した光は、偏光選択性透過反射素子Aで直線偏光となり、第1の4分の1波長板Bによって円偏光となり、ハーフミラーCに入射する。ハーフミラーCに到達した光の一部は反射されて逆回りの円偏光となり、第1の4分の1波長板Bに戻る。
- [0056] 第1の4分の1波長板Bに戻った逆回り円偏光の光は、第1の4分の1波長板Bによって、最初に偏光選択性透過反射素子Aを通過した際と直交した方向に偏光した直線偏光として偏光選択性透過反射素子Aに戻る。偏光選択性透過反射素子Aに戻った光は偏光選択性透過反射素子Aで反射される。ここで、偏光選択性透過反射素子Aの偏光選択性により、最初に偏光選択性透過反射素子Aを通過した際と直交した方向に偏光した直線偏光が反射される。
- [0057] 一方、ハーフミラーCに到達した光の一部は透過して、第2の4分の1波長板Dによって偏光選択性透過反射素子Aを通過した際と同じ方向に偏光した直線偏光となって、直線偏光板Eに入射して直線偏光板Eに吸収される。
- [0058] 偏光選択性透過反射素子Aで反射された光は、第1の4分の1波長板Bによって円偏光となり、ハーフミラーCに入射する。ハーフミラーCに到達した光の一部は透過して、第2の4分の1波長板Dに入射する。第2の4分の1波長板Dによって、入射した光は偏光選択性透過反射素子Aで反射した直線偏光と平行な向きの直線偏光となる。第2の4分の1波長板Dを通過した光は直線偏光板Eに入射する。ここで光の偏光と直線偏光板Eの透過軸は一致しているため、ほとんどの光が透過し、撮像面IMに導かれる。
- [0059] 以上の作用により、偏光選択性透過反射素子PBSを透過し、ハーフミラーCで反射し、偏光選択性透過反射素子PBSで反射し、ハーフミラーCを透過した光のみが撮像面IMに導かれることとなる。
- [0060] また、撮像面IMとして用いることができる固体撮像素子やCCD (Charge Coupled Device) などは一般に表面の反射率が高い。この構成においては、撮像面IMで反射した光は再び直線偏光子Eを透過し、第2の4分の1波長板Dにより円偏光に変換される。その後、第2の4分の1波長板Dを出た光はハーフミラーCで反射して逆向きの円偏光となり、再び第

2の4分の1波長板Dを通過する。このとき該円偏光は、第2の4分の1波長板Dによって直前に直線偏光子Eを透過した直後とは垂直方向の直線偏光に変換される。この直線偏光の向きは直線偏光子Eの透過軸と直交しているため、直線偏光子Eで光のほとんどが吸収される。このように、この構成においては撮像面IM、ハーフミラーCと順に反射する光は殆どカットされるため、撮像面IMが関わるゴーストやフレアが目立ちにくくなる。なお、このような反射低減効果を得るためには複屈折を利用した光学ローパスフィルタが撮像面IMと直線偏光子Eの間に存在しないことが好ましい。光学ローパスフィルタによって、所望の偏光状態から偏光状態がずれてしまうためである。

[0061] また、この構成において、偏光選択性透過反射素子Aと物体の間に1/4波長板を配置してもよい。このとき、1/4波長板の進相軸または遅相軸が偏光選択性透過反射素子Aの透過軸となす角が45°となるように配置する。このようにすることで、物体側から入射する光が直線偏光であっても、その偏光方向によらずに撮像することが可能となる。また、1/4波長板の代わりに偏光解消素子を配置してもよい。偏光解消素子としては例えば、東洋紡株式会社の「コスモシャインSRF」を用いることができる。

[0062] [偏光利用の構成2]

図2を参照して、偏光を利用した構成について説明する。

本構成の結像光学系は、2面の透過反射面を有する。ここで、本構成の結像光学系の物体側に配置される透過反射面をハーフミラー(HM) : Cを配置することで構成する。また、本構成の結像光学系の撮像面側に配置される透過反射面を偏光選択性透過反射素子(PBS) : Aを配置することで構成する。また、偏光選択性透過反射素子PBSとハーフミラーHMの間に第1の4分の1波長板(QWP1) : Bを配置する。ハーフミラーHMと物体面の間、物体側から像側へ順に、直線偏光板(POL) : E、第2の4分の1波長板(QWP2) : Dを配置する。

[0063] ここで、各偏光素子の構成や光学軸方位の好適な配置は、偏光利用の構成1と同様である。

- [0064] 次に、偏光利用構成における光路選択、並びに作用について説明する。
- [0065] 物体側から結像光学系に入射した光は、直線偏光板Eで直線偏光となり、第2の4分の1波長板Dによって円偏光となり、ハーフミラーCに入射する。ハーフミラーCに到達した光の一部は反射されて逆回りの円偏光となり、第2の4分の1波長板Dに戻る。
- [0066] ハーフミラーCに到達して反射された光は、入射時と逆向きの円偏光となっている。この光は第2の4分の1波長板Dによって直線偏光板Eを通過した際と直交した方向に偏光した直線偏光となって、直線偏光板Eに入射して直線偏光板Eに吸収される。
- [0067] 一方、ハーフミラーCを透過した光は、第1の4分の1波長板Bによって直線偏光子Eを透過した直後と同じ方向に偏光した直線偏光となる。この直線偏光は偏光選択性透過反射素子Aによって反射され、第1の4分の1波長板Bに戻る。この後、第1の4分の1波長板Bによって光は円偏光に変換され、ハーフミラーCでその一部が反射される。ハーフミラーCで反射された光は再び第1の4分の1波長板Bに入射し、偏光選択性透過反射素子Aで反射した際とは偏光方向が直交している直線偏光に変換される。この直線偏光は偏光選択性透過反射素子Aを透過し、撮像面IMへと導かれる。
- [0068] 以上の作用により、ハーフミラーCを透過し、偏光選択性透過反射素子PBSで反射し、ハーフミラーCで反射し、偏光選択性透過反射素子PBSを透過した光のみが撮像面IMに導かれることとなる。
- [0069] この配置において、偏光選択性透過反射素子Aと撮像面IMの間に直線偏光子A'を配置してもよい。このとき、直線偏光子A'と偏光選択性透過反射素子Aの透過軸は一致させる。このようにすることで、撮像面IMで反射し、さらに偏光選択性透過反射素子Aで反射し、さらに再び撮像面IMに入射してゴースト・フレアとなる光を吸収することができる。
- [0070] また、この構成において、直線偏光子Eと物体の間に1/4波長板を配置してもよい。このとき、1/4波長板の進相軸または遅相軸が直線偏光子Eの透過軸となす角が45°となるように配置する。このようにすることで、物体側

から入射する光が直線偏光であっても、その偏光方向によらずに撮像することが可能となる。また、 $1/4$ 波長板の代わりに偏光解消素子を配置してもよい。偏光解消素子としては例えば、東洋紡株式会社の「コスモシャインSRF」を用いることができる。

[0071] なお、以上の構成の説明において、直交、平行、 $45^\circ$ などの用語を用いているが、これらは厳密に $90^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $45^\circ$ である必要はない。ただし、これらは所望の角度から $\pm 5^\circ$ 以内となっているべきであり、 $\pm 2^\circ$ 以内であるとさらに好ましく、 $\pm 1^\circ$ 以内であるとより好ましい。

[0072] 各実施例の結像光学系においては、レンズの構成材料として、ポリマー材料を用いてもガラス材料を用いてもよい。ただし、第1の透過反射面と第2の透過反射面の間に配置されるレンズについては、低複屈折であることが好ましい。

[0073] また、上記二つの構成において、 $4$ 分の $1$ 波長板としては、例えばポリマーフィルムである日本化薬株式会社製の商品名「WA-140T」やカラーリンクジャパン株式会社製の商品名「CP3」、日本ゼオン株式会社製の商品名「ゼオノアフィルム」などを使用することができる。このほか、例えばAstroprior社製の商品名「APAW」「APSAW-5」「APSAW-7」やThorlabs社の商品名「スーパーアクロマティック波長板」（型番：SAQWP05M-700、SAQWP05M-1700など）「アクロマティック波長板」（型番：AQWP05M-600、AQWP05M-580、AQWP10M-580、など）を使用することができる。

[0074] 二つの透過反射面の間に配置する $4$ 分の $1$ 波長板については、特性が十分でない（すなわち $4$ 分の $1$ 波長ちょうどの位相遅延のみを与えるという理想的な特性から外れ、与える位相差が大きすぎるまたは小さすぎる、あるいは偏光解消子や旋光子として働く成分を有するなどの）場合、ゴースト・フレアが増加する。具体的に、例えば位相差が $4$ 分の $1$ 波長からずれると、二つの透過反射面でそれぞれ2回反射した光がゴースト・フレアとなって像面に到達してしまう。光軸上を入射する光について、 $4$ 分の $1$ 波長板の与える位相差を $\delta$ （度）

としたとき、そのゴースト光の強度は  $\{(1 - \cos(2\delta))^2\} \times (1 + \cos(2\delta)) \times a / 64$  で表される ( $a$  は光学系の各レンズの吸収や反射などの要素をまとめた定数)。なお、ここで偏光板については理想的な特性 (すなわち、吸収軸方向の偏光を全て吸収し、透過軸方向の偏光を全て透過する) を仮定して計算している。このゴースト光を仮に5重パスゴーストと呼ぶこととする。

[0075] 上記の構成の説明で説明した正規光路 (望ましくは光線がそのように通過する光路) の光量は  $(1 - \cos(2\delta))^2 \times a / 16$  であるため、正規光と5重パスゴースト光路の光量の比は  $4 / (1 + \cos(2\delta))$  である。これより、4分の1波長板の与える位相差が  $90^\circ$  からずれると、正規光に対する5重パスゴーストの光量が急激に増加していき、強いゴーストとなってしまう。

[0076] このため、使用波長帯域 (主として使用する波長帯域) において、二つの透過反射面の間に配置される4分の1波長板に対応する Mueller 行列の2行2列要素を  $a_{22}$ 、3行2列要素を  $a_{32}$  とすると、以下の条件式 (11a)、(12a) を満たすことが望ましい。

$$\begin{aligned}
 [0077] \quad & -0.25 \leq a_{22} \leq 0.25 && \dots (11a) \\
 & -0.25 \leq a_{32} \leq 0.25 && \dots (12a)
 \end{aligned}$$

このようにすることで、5重パスゴーストを十分に抑制することができる。なお、上記の Mueller 行列は、直線偏光が4分の1波長板に垂直入射する際に4分の1波長板を入射側から見たときのもので、その進相軸 (または遅相軸) に相当する軸と入射偏光の角度が  $45^\circ$  の場合の表現である。また、主として使用する波長領域とは、撮像素子や感光フィルムなどの受光部に十分な感度を有しており、かつ、光学系中での反射や吸収が十分に小さい領域のことである。また、入射光の波長が限定される場合は、入射光の分光スペクトルも考慮する。具体的には、受光部の感度と光学系の効率・入射光のスペクトルの積が、そのピークに対して10%以上または20%以上の領域を使用する波長領域とする。

[0078] また、条件式 (11a)、(12a) はそれぞれ順に条件式 (11b)、(12b)、条件式 (11c)、(12c)、条件式 (11d)、(12d) とするとなお好ましい。

[0079]  $-0.20 \leq a_{22} \leq 0.20 \quad \dots (11b)$   
 $-0.20 \leq a_{32} \leq 0.20 \quad \dots (12b)$   
 $-0.10 \leq a_{22} \leq 0.10 \quad \dots (11c)$   
 $-0.10 \leq a_{32} \leq 0.10 \quad \dots (12c)$   
 $-0.05 \leq a_{22} \leq 0.05 \quad \dots (11d)$   
 $-0.05 \leq a_{32} \leq 0.05 \quad \dots (12d)$

このような条件を可視域全域（例えば420nmから680nm）で満たす4分の1波長板の構成として、例えば入射偏光方向に対して各光学軸を約15°傾けた半波長板と約75°傾けた4分の1波長板を重ね合わせたHQタイプの4分の1波長板や、半波長板2枚と4分の1波長板1枚を所定の角度で組み合わせた（例えば、典型的には入射偏光方向に対して各光学軸が6.5°、34.57°、101.13°）Pancharatnamタイプの4分の1波長板があり、本発明において使用する4分の1波長板として好適である。

[0080] 先述した「CP3」、「APSAW-5」、「APSAW-7」「スーパーアクロマティック波長板」はこのようなPancharatnamタイプの波長板である。

[0081] また、もう一方の4分の1波長板（すなわち、図1および図2におけるD）としては、上記の波長板と特性が近いものを使用することが好ましい。2枚の透過反射面で一度も反射しない光については、これら2枚の4分の1波長板がそれぞれ一度ずつ、相互に作用を打ち消すように作用することで像面に到達しないようにしている。このため、二つの4分の1波長板の特性は同一に近いほど、特性相殺が完全に近い状態となるため好ましい。

[0082] また、本実施例の光学系は、中間像を形成しない（中間結像しない）光学系、すなわち一次結像系であることが望ましい。一次結像系においては、入射光が初めて集光される位置に像面が形成される。このようにすることで、光

光学系の全長を短く保つことができる。また、一次結像系によれば、中間像を形成する（中間結像する）光学系、すなわち二次結像系と比較して各レンズのパワーを強くする必要がないため、二次結像系よりも収差補正が容易になる。

[0083] 以下、各実施例における結像光学系の構成について説明する。

### 実施例 1

[0084] 図3を参照して、実施例1における結像光学系100について説明する。図3は、結像光学系100の断面図である。結像光学系100は、物体側から像側へ順に配置された、第1の透過反射面HM1を有する第1レンズ101と、第2レンズ102と、第2の透過反射面HM2を有する第3レンズ103と、センサー保護ガラスGBにより構成されている。第1レンズ101は、第1の透過反射面HM1の像側に1/4波長板QWPを有している。

[0085] 図4は、結像光学系100の無限遠に合焦した場合の収差図であり、d線、F線、C線、g線の波長での結像光学系100の収差図である。

[0086] この結像光学系100においては、第1レンズ101、第2レンズ102、第3レンズ103を一体として光軸方向に移動させることで、フォーカシングを行う。

### 実施例 2

[0087] 図5を参照して、実施例2における結像光学系200について説明する。図5は、結像光学系200の断面図である。結像光学系200は、物体側から像側へ順に配置された、第1の透過反射面HM1を有する第1レンズ201と、第2レンズ202と、第2の透過反射面HM2を有する第3レンズ203と、センサー保護ガラスGBにより構成されている。第1レンズ201は、第1の透過反射面HM1の像側に1/4波長板QWPを有している。

[0088] 図6は、結像光学系200の無限遠に合焦した場合の収差図であり、d線、F線、C線、g線の波長での結像光学系200の収差図である。

[0089] この結像光学系200においては、第1レンズ201、第2レンズ202、第3レンズ203を一体として光軸方向に移動させることで、フォーカシングを行う。

### 実施例 3

[0090] 図7を参照して、実施例3における結像光学系300について説明する。図7は、結像光学系300の断面図である。結像光学系300は、物体側から像側へ順に配置された、第1レンズ301と、開口絞りSPと、第1の透過反射面HM1を有する第2レンズ302と、第3レンズ303と、第2の透過反射面HM2を有する第4レンズ304と、センサー保護ガラスGBにより構成されている。第2レンズ302は、第1の透過反射面HM1の像側に1/4波長板QWPを有している。

[0091] 図8は、結像光学系300の無限遠に合焦した場合の収差図であり、d線、F線、C線、g線の波長での収差図である。

[0092] この結像光学系300においては、第1レンズ301、第2レンズ302、第3レンズ303、第4レンズ304を一体として光軸方向に移動させることで、フォーカシングを行う。

### 実施例 4

[0093] 図9を参照して、実施例4における結像光学系400について説明する。図9は、結像光学系400の断面図である。結像光学系400は、物体側から像側へ順に配置された、第1レンズ401と、開口絞りSPと、第1の透過反射面HM1を有する第2レンズ402と、第3レンズ403と、第2の透過反射面HM2を有する第4レンズ404と、センサー保護ガラスGBにより構成されている。第2レンズ402は、第1の透過反射面HM1の像側に1/4波長板QWPを有している。

[0094] 図10は、結像光学系400の無限遠に合焦した場合の収差図であり、d線、F線、C線、g線の波長での収差図である。

[0095] この結像光学系400においては、第1レンズ401、第2レンズ402、第3レンズ403、第4レンズ404を一体として光軸方向に移動させることで、フォーカシングを行う。

### 実施例 5

- [0096] 図11を参照して、実施例5における結像光学系500について説明する。  
図11は、結像光学系500の断面図である。結像光学系500は、物体側から像側へ順に配置された、第1レンズ501と、開口絞りSPと、第1の透過反射面HM1を有する第2レンズ502と、第3レンズ503と、第2の透過反射面HM2を有する第4レンズ504と、センサー保護ガラスGBにより構成されている。第2レンズ502は、第1の透過反射面HM1の像側に1/4波長板QWPを有している。
- [0097] 図12は、結像光学系500の無限遠に合焦した場合の収差図であり、d線、F線、C線、g線の波長での収差図である。
- [0098] この結像光学系500においては、第1レンズ501、第2レンズ502、第3レンズ503、第4レンズ504を一体として光軸方向に移動させることで、フォーカシングを行う。

## 実施例 6

- [0099] 図13を参照して、実施例6における結像光学系600について説明する。  
図13は、結像光学系600の断面図である。結像光学系600は、物体側から像側へ順に配置された、第1レンズ601と、開口絞りSPと、第2レンズ602と、第1の透過反射面HM1を有する第3レンズ603と、第4レンズ604と、第2の透過反射面HM2を有する第5レンズ605と、センサー保護ガラスGBにより構成されている。また、第3レンズ603は、第1の透過反射面HM1の像側に1/4波長板QWPを有している。
- [0100] 図14は、結像光学系600の無限遠に合焦した場合の収差図であり、d線、F線、C線、g線での波長の収差図である。
- [0101] この結像光学系600においては、第1レンズ601、第2レンズ602、第3レンズ603、第4レンズ604、第5レンズ605を一体として光軸方向に移動させることで、フォーカシングを行う。

## 実施例 7

- [0102] 図15を参照して、実施例7における結像光学系700について説明する。  
図15は、結像光学系700の断面図である。結像光学系700は、物体側か

ら像側へ順に配置された、第1の透過反射面HM1を有する第1レンズ701と、第2レンズ702と、第2の透過反射面HM2を有する第3レンズ703と、センサー保護ガラスGBにより構成されている。第1レンズ701は、第1の透過反射面HM1の像側に1/4波長板QWPを有している。

[0103] 図16は、結像光学系700の無限遠に合焦した場合の収差図であり、d線、F線、C線、g線での波長の収差図である。

[0104] この結像光学系700においては、第1レンズ701、第2レンズ702、第3レンズ703を一体として光軸方向に移動させることで、フォーカシングを行う。また、第3レンズ703を移動させてフォーカシングを行ってもよい。

## 実施例 8

[0105] 図17を参照して、実施例8における結像光学系800について説明する。

図17は、結像光学系800の断面図である。結像光学系800は、物体側から像側へ順に配置された、第1の透過反射面HM1を有する第1レンズ801、第2レンズ802がこの順に一体となった接合レンズと、第3レンズ803と、第2の透過反射面HM2を有する第4レンズ804と、センサー保護ガラスGBにより構成されている。第1レンズ801は、第1の透過反射面HM1の像側に1/4波長板QWPを有している。

[0106] 図18は、結像光学系800の無限遠に合焦した場合の収差図であり、d線、F線、C線、g線での波長の収差図である。

[0107] この結像光学系800においては、第1レンズ801、第2レンズ802、第3レンズ803、第4レンズ804を一体として光軸方向に移動させることで、フォーカシングを行う。

## 実施例 9

[0108] 図19を参照して、実施例9における結像光学系900について説明する。

図19は、結像光学系900の断面図である。結像光学系900は、物体側から像側へ順に配置された、第1レンズ901と、第1の透過反射面HM1を有する第2レンズ902と、第3レンズ903と、開口絞りSPと、第2の透過

反射面HM2を有する第4レンズ904とにより構成されている。第2レンズ902は、第1の透過反射面HM1の像側に1/4波長板QWPを有している。

[0109] 図20は、結像光学系900の無限遠に合焦した場合の収差図であり、d線、F線、C線、g線での波長の収差図である。

[0110] この結像光学系900においては、第1レンズ901、第2レンズ902、第3レンズ903、第4レンズ904を一体として光軸方向に移動させることで、フォーカシングを行う。

### 実施例 10

[0111] 図21を参照して、実施例10における結像光学系1000について説明する。図21は、結像光学系1000の断面図である。結像光学系1000は、物体側から像側へ順に配置された、第1の透過反射面HM1を有する第1レンズ1001と、開口絞りSPと、第2レンズ1002と、第2の透過反射面HM2を有する第3レンズ1003とにより構成されている。第1レンズ1001は、第1の透過反射面HM1の像側に1/4波長板QWPを有している。

[0112] 図22は、無限遠に合焦した場合の収差図であり、d線、F線、C線、g線での波長の収差図である。

[0113] この結像光学系1000においては、第1レンズ1001、第2レンズ1002、第3レンズ1003を一体として光軸方向に移動させることで、フォーカシングを行う。

### 実施例 11

[0114] 図23を参照して、実施例11における結像光学系1100について説明する。図23は、結像光学系1100の断面図である。結像光学系1100は、物体側から像側へ順に配置された、第1の透過反射面HM1を有する第1レンズ1101と、開口絞りSPと、第2の透過反射面HM2を有する第2レンズ1102と、センサー保護ガラスGBとにより構成されている。第1レンズ1101は、第1の透過反射面HM1の像側に1/4波長板QWPを有している。

[0115] 図24は、結像光学系1100無限遠に合焦した場合の収差図であり、d線、F線、C線、g線での波長の収差図である。

[0116] この結像光学系1100においては、第1レンズ1101、第2レンズ1102を一体として光軸方向に移動させることで、フォーカシングを行う。

## 実施例 12

[0117] 図25を参照して、実施例12における結像光学系1200について説明する。図235、結像光学系1200の断面図である。結像光学系1200は、物体側から像側へ順に配置された、第1レンズ1201と、第1の透過反射面HM1を有する第2レンズ1202と、開口絞りSPと、第3レンズ1203と、第2の透過反射面HM2を有する第4レンズ1204とにより構成されている。第2レンズ1202は、第1の透過反射面HM1の像側に1/4波長板QWPを有している。

[0118] 図26は、結像光学系1200の無限遠に合焦した場合の収差図であり、d線、F線、C線、g線での波長の収差図である。

[0119] この結像光学系1200においては、第1レンズ1201、第2レンズ1202、第3レンズ1203、第4レンズ1204を一体として光軸方向に移動させることで、フォーカシングを行う。

[0120] 以下、実施例1～12にそれぞれ対応する数値実施例1～12を示す。各数値実施例の面データにおいて、面番号*i*は物体側からの光路順の第*i*番目の面を示す。*r*は*i*番目の面の曲率半径(mm)、*d*は*i*番目と(*i*+1)番目の面間のレンズ厚または空気間隔(mm)、*n<sub>d</sub>*は*i*番目の光学部材の材料のd線における屈折率である。*ν<sub>d</sub>*は*i*番目の光学部材の材料のd線を基準としたアッベ数である。アッベ数*ν<sub>d</sub>*は、フラウンホーファ線のd線(587.6nm)、F線(486.1nm)、C線(656.3nm)における屈折率を*N<sub>d</sub>*、*N<sub>F</sub>*、*N<sub>C</sub>*とすると、 $\nu_d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$ で表される。媒質が空気の領域については屈折率・アッベ数の記載は省略している。

[0121] 面番号に付された「\*」は、その面が非球面形状を有する面であることを意味する。非球面形状は、光軸からの高さ*h*の位置での光軸方向の変位を面頂点

を基準にして  $x$  とし、 $R$  を近軸曲率半径、 $k$  を円錐定数、 $A_i$  ( $i = 2, 4, 6, 8 \dots$ ) を各次数の非球面係数とすると、以下の式で表される。

[0122] [数1]

$$x(h) = \frac{\left(\frac{h^2}{r}\right)}{1 + \sqrt{1 - (1+k)\left(\frac{h}{r}\right)^2}} + A_2 h^2 + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + \dots$$

[0123] また、有効径については、第1の透過反射面および第2の透過反射面について記載している。このとき、これらの透過反射面は複数回光線に作用するが、これらのうち最大の有効径となる径について記載している。

[0124] また、各種データには、焦点距離 (mm)、Fナンバー、半画角 (°)、像高 (mm) 等を示す。なお、ここでのレンズ全長については、光学面により反射する前後の光路の長さを合算した値を示している。一方、上述した各条件式における「光軸上での距離」については、反射光路を含めた光路長を示しているわけではなく、光軸上における物理的な距離を示している。

(数値実施例1)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	$\nu d$	有効径
1*	-18.387	0.75	1.54658	55.9	
2*	-15.290	1.09			5.74
3*	-8301.893	1.75	1.54658	55.9	
4*	32.231	1.09			
5*	-12.715	-1.09			5.37
6*	32.231	-1.75	1.54658	55.9	
7*	-8301.893	-1.09			
8*	-15.290	1.09			
9*	-8301.893	1.75	1.54658	55.9	

10*	32.231	1.09		
11*	-12.715	0.32	1.54658	55.9
12*	24.036	0.05		
13	$\infty$	0.20	1.51633	64.1
14	$\infty$	(可変)		
像面	$\infty$			

## 非球面データ

## 第1面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_2 = 2.93156e-02 \quad A_4 = -2.44711e-04$$

$$A_6 = -9.53633e-05 \quad A_8 = 3.71660e-07$$

## 第2面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -1.19829e-03 \quad A_6 = -1.21820e-04$$

$$A_8 = 6.09483e-06 \quad A_{10} = -1.20923e-07$$

## 第3面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -4.35935e-03 \quad A_6 = -6.60834e-05$$

$$A_8 = -1.18728e-06 \quad A_{10} = 1.31629e-06 \quad A_{12} = -4.73569e-08$$

## 第4面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -3.41190e-03 \quad A_6 = 1.89881e-05$$

$$A_8 = -2.44660e-06 \quad A_{10} = 6.47853e-07$$

## 第5面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 1.93169e-05 \quad A_6 = -1.00030e-05$$

$$A_8 = 4.60648e-06 \quad A_{10} = -4.74183e-07 \quad A_{12} = 8.23996e-09$$

## 第6面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -3.41190e-03 \quad A_6 = 1.89881e-05$$

$$A_8 = -2.44660e-06 \quad A_{10} = 6.47853e-07$$

## 第7面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -4.35935e-03 \quad A_6 = -6.60834e-05$$

A 8=-1.18728e-06 A10= 1.31629e-06 A12=-4.73569e-08

第8面

K = 0.00000e+00 A 4=-1.19829e-03 A 6=-1.21820e-04

A 8= 6.09483e-06 A10=-1.20923e-07

第9面

K = 0.00000e+00 A 4=-4.35935e-03 A 6=-6.60834e-05

A 8=-1.18728e-06 A10= 1.31629e-06 A12=-4.73569e-08

第10面

K = 0.00000e+00 A 4=-3.41190e-03 A 6= 1.89881e-05

A 8=-2.44660e-06 A10= 6.47853e-07

第11面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.93169e-05 A 6=-1.00030e-05

A 8= 4.60648e-06 A10=-4.74183e-07 A12= 8.23996e-09

第12面

K = 0.00000e+00 A 2=-6.31717e-02 A 4=-2.01465e-02

A 6= 3.87149e-03 A 8=-2.23890e-04

各種データ

焦点距離 10.27

F ナンバー 1.80

半画角 (°) 14.73

像高 2.70

レンズ全長 13.21

BF 0.10

d14 0.10

入射瞳位置 0.00  
 射出瞳位置 -7.82  
 前側主点位置 -3.05  
 後側主点位置 -10.17

#### 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	26.30
2	3	-58.74
3	6	-58.74
4	9	-58.74
5	11	267.01
6	13	0.00

(数値実施例 2)

単位 mm

#### 面データ

面番号	r	d	nd	$\nu$ d	有効径
1*	-22.719	0.89	1.54658	55.9	
2*	-12.674	2.06			8.50
3*	-82.066	0.89	1.54658	55.9	
4*	260.016	0.99			
5*	-28.026	-0.99			8.78
6*	260.016	-0.89	1.54658	55.9	
7*	-82.066	-2.06			
8*	-12.674	2.06			
9*	-82.066	0.89	1.54658	55.9	

10*	260.016	0.99		
11*	-28.026	0.30	1.54658	55.9
12*	3.059	0.07		
13	$\infty$	0.20	1.51633	64.1
14	$\infty$	(可変)		
像面	$\infty$			

## 非球面データ

## 第1面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_2 = 6.44766e-03 \quad A_4 = -2.00927e-03$$

$$A_6 = -3.97094e-05 \quad A_8 = -3.63375e-10$$

## 第2面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_2 = 5.44285e-03 \quad A_4 = -1.31498e-03$$

$$A_6 = -5.55271e-05 \quad A_8 = 1.13341e-06 \quad A_{10} = -1.84643e-08$$

## 第3面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 7.82567e-04 \quad A_6 = -1.40770e-04$$

$$A_8 = 3.13547e-06 \quad A_{10} = -1.31494e-07 \quad A_{12} = 3.12347e-10$$

## 第4面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 3.11322e-04 \quad A_6 = -1.02677e-04$$

$$A_8 = 1.74990e-06 \quad A_{10} = -1.75766e-08$$

## 第5面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_2 = -2.02253e-02 \quad A_4 = -1.15206e-04$$

$$A_6 = -2.11799e-06 \quad A_8 = 5.06262e-07 \quad A_{10} = -3.28619e-08$$

$$A_{12} = 5.43529e-10$$

## 第6面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 3.11322e-04 \quad A_6 = -1.02677e-04$$

$$A_8 = 1.74990e-06 \quad A_{10} = -1.75766e-08$$

## 第7面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 7.82567e-04$   $A_6 = -1.40770e-04$   
 $A_8 = 3.13547e-06$   $A_{10} = -1.31494e-07$   $A_{12} = 3.12347e-10$

第8面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = 5.44285e-03$   $A_4 = -1.31498e-03$   
 $A_6 = -5.55271e-05$   $A_8 = 1.13341e-06$   $A_{10} = -1.84643e-08$

第9面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 7.82567e-04$   $A_6 = -1.40770e-04$   
 $A_8 = 3.13547e-06$   $A_{10} = -1.31494e-07$   $A_{12} = 3.12347e-10$

第10面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 3.11322e-04$   $A_6 = -1.02677e-04$   
 $A_8 = 1.74990e-06$   $A_{10} = -1.75766e-08$

第11面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = -2.02253e-02$   $A_4 = -1.15206e-04$   
 $A_6 = -2.11799e-06$   $A_8 = 5.06262e-07$   $A_{10} = -3.28619e-08$   
 $A_{12} = 5.43529e-10$

第12面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = -2.14048e-01$   $A_4 = -5.68547e-03$   
 $A_6 = 1.10815e-03$   $A_8 = -1.66701e-04$

各種データ

ズーム比	1.00
焦点距離	10.59
Fナンバー	1.30
半画角 (°)	14.30
像高	2.70
レンズ全長	13.39
BF	0.10

d14            0.10

入射瞳位置    4.39

射出瞳位置    -6.95

前側主点位置  -0.94

後側主点位置 -10.49

#### 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	48.71
2	3	-114.02
3	6	-114.02
4	9	-114.02
5	11	70.66
6	13	0.00

(数値実施例3)

単位 mm

#### 面データ

面番号	r	d	nd	$\nu$ d	有効径
1*	3.914	0.74	1.54658	55.9	
2*	15.583	1.58			
3(絞り)	$\infty$	0.50			
4*	-13.030	0.51	1.54658	55.9	
5	-10.033	1.24			
6*	-13.927	0.50	1.54658	55.9	

7*	-17.172	1.24			
8	-9.966	-1.24			
9*	-17.172	-0.50	1.54658	55.9	
10*	-13.927	-1.24			
11	-10.033	1.24			6.05
12*	-13.927	0.50	1.54658	55.9	
13*	-17.172	1.24			
14	-9.966	0.30	1.54658	55.9	7.57
15	-8.324	0.05			
16	$\infty$	0.24	1.51633	64.1	
17	$\infty$	(可変)			
像面	$\infty$				

## 非球面データ

## 第1面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_2 = -9.35147e-02 \quad A_4 = -7.52625e-03$$

$$A_6 = -2.21557e-04 \quad A_8 = 1.07810e-05$$

## 第2面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -5.74115e-03 \quad A_6 = -8.84359e-05$$

$$A_8 = 1.76716e-05$$

## 第4面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 4.10588e-04 \quad A_6 = -4.73325e-05$$

$$A_8 = 4.02713e-06$$

## 第6面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -1.03372e-03 \quad A_6 = 2.09064e-04$$

$$A_8 = 2.54380e-06 \quad A_{10} = -9.43289e-08 \quad A_{12} = -4.31995e-09$$

## 第7面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -5.62087e-04 \quad A_6 = 1.60507e-04$$

$$A_8 = 8.13802e-07 \quad A_{10} = -1.76377e-09$$

第9面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -5.62087e-04 \quad A_6 = 1.60507e-04$$

$$A_8 = 8.13802e-07 \quad A_{10} = -1.76377e-09$$

第10面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -1.03372e-03 \quad A_6 = 2.09064e-04$$

$$A_8 = 2.54380e-06 \quad A_{10} = -9.43289e-08 \quad A_{12} = -4.31995e-09$$

第12面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -1.03372e-03 \quad A_6 = 2.09064e-04$$

$$A_8 = 2.54380e-06 \quad A_{10} = -9.43289e-08 \quad A_{12} = -4.31995e-09$$

第13面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -5.62087e-04 \quad A_6 = 1.60507e-04$$

$$A_8 = 8.13802e-07 \quad A_{10} = -1.76377e-09$$

各種データ

ズーム比      1.00

焦点距離      8.47

Fナンバー      1.60

半画角 (°)    26.36

像高            4.20

レンズ全長    12.96

BF              0.10

d17             0.10

入射瞳位置    2.13

射出瞳位置    -7.62

前側主点位置 1.30

後側主点位置 -8.37

#### 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	337.90
2	4	75.23
3	6	-142.63
4	9	-142.63
5	12	-142.63
6	14	86.82
7	16	0.00

(数値実施例4)

単位 mm

#### 面データ

面番号	r	d	nd	$\nu$ d	有効径
1*	68.386	0.80	1.54658	55.9	
2*	7.172	0.50			
3(絞り)	$\infty$	0.30			
4*	-13.308	0.67	1.54658	55.9	
5*	-9.143	1.35			5.43
6*	-20.388	0.50	1.54658	55.9	
7*	-27.474	0.70			
8*	-8.603	-0.70			
9*	-27.474	-0.50	1.54658	55.9	
10*	-20.388	-1.35			

11*	-9.143	1.35			
12*	-20.388	0.50	1.54658	55.9	
13*	-27.474	0.70			
14*	-8.603	0.33	1.54658	55.9	6.36
15*	-3.597	0.05			
16	$\infty$	0.20	1.51633	64.1	
17	$\infty$	(可変)			
像面	$\infty$				

## 非球面データ

## 第1面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_2 = 5.83310e-02 \quad A_4 = -4.68852e-03$$

$$A_6 = -7.18937e-04 \quad A_8 = 5.20323e-05$$

## 第2面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -3.80340e-03 \quad A_6 = -8.66114e-04$$

$$A_8 = 8.49003e-05$$

## 第4面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 2.52338e-03 \quad A_6 = -2.59547e-04$$

$$A_8 = 1.40104e-05$$

## 第5面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -4.92829e-04 \quad A_6 = -3.13893e-05$$

$$A_8 = -3.08591e-06 \quad A_{10} = -5.51250e-07$$

## 第6面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -6.93674e-03 \quad A_6 = 6.41759e-04$$

$$A_8 = -9.88404e-05 \quad A_{10} = 1.12955e-05 \quad A_{12} = -2.96339e-07$$

## 第7面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -5.75763e-03 \quad A_6 = 6.07633e-04$$

$$A_8 = -7.35934e-05 \quad A_{10} = 5.38917e-06$$

## 第8面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 2.32593e-04$   $A_6 = -4.77838e-05$   
 $A_8 = 4.51163e-06$   $A_{10} = 2.68794e-07$   $A_{12} = -4.53602e-08$

## 第9面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -5.75763e-03$   $A_6 = 6.07633e-04$   
 $A_8 = -7.35934e-05$   $A_{10} = 5.38917e-06$

## 第10面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -6.93674e-03$   $A_6 = 6.41759e-04$   
 $A_8 = -9.88404e-05$   $A_{10} = 1.12955e-05$   $A_{12} = -2.96339e-07$

## 第11面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -4.92829e-04$   $A_6 = -3.13893e-05$   
 $A_8 = -3.08591e-06$   $A_{10} = -5.51250e-07$

## 第12面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -6.93674e-03$   $A_6 = 6.41759e-04$   
 $A_8 = -9.88404e-05$   $A_{10} = 1.12955e-05$   $A_{12} = -2.96339e-07$

## 第13面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -5.75763e-03$   $A_6 = 6.07633e-04$   
 $A_8 = -7.35934e-05$   $A_{10} = 5.38917e-06$

## 第14面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 2.32593e-04$   $A_6 = -4.77838e-05$   
 $A_8 = 4.51163e-06$   $A_{10} = 2.68794e-07$   $A_{12} = -4.53602e-08$

## 第15面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = 5.07013e-02$   $A_4 = 9.71519e-03$   
 $A_6 = -5.83288e-04$   $A_8 = 2.09748e-05$

## 各種データ

ズーム比 1.00

焦点距離	7.21
F ナンバー	1.40
半画角 (°)	25.90
像高	3.50
レンズ全長	10.60
BF	0.10

d17            0.10

入射瞳位置	1.08
射出瞳位置	-7.76
前側主点位置	1.67
後側主点位置	-7.11

#### 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-612.98
2	4	50.58
3	6	-148.32
4	9	-148.32
5	12	-148.32
6	14	29.14
7	16	0.00

(数値実施例 5)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	$\nu$ d	有効径
1*	5.166	0.50	1.54658	55.9	
2*	-227.218	0.20			
3(絞り)	$\infty$	1.53			
4*	-4.855	0.52	1.54658	55.9	
5*	-6.356	0.89			
6*	-5.135	0.50	1.54658	55.9	
7*	-5.533	0.72			
8*	-6.902	-0.72			6.24
9*	-5.533	-0.50	1.54658	55.9	
10*	-5.135	-0.89			
11*	-6.356	0.89			7.00
12*	-5.135	0.50	1.54658	55.9	
13*	-5.533	0.72			
14*	-6.902	0.30	1.54658	55.9	
15*	-4.854	0.04			
16	$\infty$	0.20	1.51633	64.1	
17	$\infty$	(可変)			
像面	$\infty$				

## 非球面データ

## 第1面

$K = 0.00000e+00$     $A_2 = -7.03524e-02$     $A_4 = -1.39437e-02$   
 $A_6 = -9.52179e-04$     $A_8 = -3.90902e-05$     $A_{10} = 2.66067e-06$   
 $A_{12} = 1.31574e-08$

## 第2面

$K = 0.00000e+00$     $A_4 = -1.49638e-02$     $A_6 = -8.77799e-04$   
 $A_8 = 1.03612e-04$     $A_{10} = -1.00467e-05$     $A_{12} = 7.47849e-07$

## 第4面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -6.80839e-03$   $A_6 = 4.69122e-04$   
 $A_8 = 8.21024e-05$

## 第5面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.32860e-03$   $A_6 = 2.20307e-04$   
 $A_8 = 4.54969e-06$   $A_{10} = -5.17761e-07$

## 第6面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 8.72885e-03$   $A_6 = -6.45244e-04$   
 $A_8 = -2.44843e-05$   $A_{10} = 5.63144e-06$   $A_{12} = -1.87955e-07$

## 第7面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 5.50577e-03$   $A_6 = -2.62192e-04$   
 $A_8 = -1.37424e-05$   $A_{10} = 1.11199e-06$

## 第8面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.18341e-05$   $A_6 = 1.78016e-05$   
 $A_8 = -4.11465e-06$   $A_{10} = 6.26657e-07$   $A_{12} = -1.73006e-08$

## 第9面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 5.50577e-03$   $A_6 = -2.62192e-04$   
 $A_8 = -1.37424e-05$   $A_{10} = 1.11199e-06$

## 第10面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 8.72885e-03$   $A_6 = -6.45244e-04$   
 $A_8 = -2.44843e-05$   $A_{10} = 5.63144e-06$   $A_{12} = -1.87955e-07$

## 第11面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.32860e-03$   $A_6 = 2.20307e-04$   
 $A_8 = 4.54969e-06$   $A_{10} = -5.17761e-07$

## 第12面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 8.72885e-03$   $A_6 = -6.45244e-04$   
 $A_8 = -2.44843e-05$   $A_{10} = 5.63144e-06$   $A_{12} = -1.87955e-07$

## 第13面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 5.50577e-03$   $A_6 = -2.62192e-04$   
 $A_8 = -1.37424e-05$   $A_{10} = 1.11199e-06$

## 第14面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.18341e-05$   $A_6 = 1.78016e-05$   
 $A_8 = -4.11465e-06$   $A_{10} = 6.26657e-07$   $A_{12} = -1.73006e-08$

## 第15面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = 5.50201e-02$   $A_4 = 9.90886e-03$   
 $A_6 = -5.77224e-04$   $A_8 = 1.23735e-05$

## 各種データ

ズーム比 1.00

焦点距離 6.20

Fナンバー 1.80

半画角 (°) 29.44

像高 3.50

レンズ全長 9.72

BF 0.10

d17 0.10

入射瞳位置 0.53

射出瞳位置 -5.52

前側主点位置 -0.11

後側主点位置 -6.10

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
---	----	------	-------	--------	--------

1	1	6.20	5.40	-0.11	-6.10
---	---	------	------	-------	-------

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
-----	----	------

1	1	31.96
2	4	-42.81
3	6	-235.28
4	9	-235.28
5	12	-235.28
6	14	-38.54
7	16	0.00

(数値実施例6)

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	$\nu d$	有効径
1*	6.834	1.74	1.54658	55.9	
2*	16.378	3.81			
3(絞り)	$\infty$	0.88			
4*	-14.196	1.71	1.54658	55.9	
5*	301.447	0.63			
6*	-11.034	0.30	1.54658	55.9	
7*	-9.238	0.96			
8*	-17.165	0.88	1.54658	55.9	
9*	-12.889	0.82			
10*	-9.043	-0.82			
11*	-12.889	-0.88	1.54658	55.9	

12*	-17.165	-0.96			
13*	-9.238	0.96			9.60
14*	-17.165	0.88	1.54658	55.9	
15*	-12.889	0.82			
16*	-9.043	0.56	1.54658	55.9	12.37
17*	-7.283	0.05			
18	$\infty$	0.43	1.51633	64.1	
19	$\infty$	(可変)			
像面	$\infty$				

## 非球面データ

## 第1面

$K = 0.00000e+00$     $A_2 = -2.76193e-02$     $A_4 = -1.48482e-04$   
 $A_6 = -3.44041e-07$     $A_8 = 4.05757e-09$     $A_{10} = -1.32702e-10$   
 $A_{12} = 7.47796e-13$

## 第2面

$K = 0.00000e+00$     $A_4 = 2.35488e-04$     $A_6 = 5.10752e-06$   
 $A_8 = -5.19375e-08$     $A_{10} = 4.95941e-09$     $A_{12} = -8.12477e-11$

## 第4面

$K = 0.00000e+00$     $A_4 = -1.40363e-03$     $A_6 = -2.20005e-07$   
 $A_8 = -7.57564e-07$     $A_{10} = 2.69338e-08$

## 第5面

$K = 0.00000e+00$     $A_4 = -8.83456e-04$     $A_6 = 6.59973e-06$   
 $A_8 = -6.72884e-07$

## 第6面

$K = 0.00000e+00$     $A_4 = -8.94061e-04$     $A_6 = 6.01317e-06$   
 $A_8 = -1.92247e-06$

## 第7面

K = 0.00000e+00 A 4=-4.09096e-04 A 6= 2.80743e-06  
A 8=-2.80466e-07 A10= 1.11480e-08

第8面

K = 0.00000e+00 A 4= 2.59434e-04 A 6=-2.40538e-05  
A 8= 8.94418e-07 A10=-1.99380e-08 A12= 9.77907e-11

第9面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.36420e-04 A 6=-2.18568e-05  
A 8= 7.88464e-07 A10=-1.32052e-08

第10面

K = 0.00000e+00 A 4=-6.16694e-05 A 6= 3.13305e-06  
A 8=-9.19933e-08 A10=-9.29122e-10 A12= 5.19478e-11

第11面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.36420e-04 A 6=-2.18568e-05  
A 8= 7.88464e-07 A10=-1.32052e-08

第12面

K = 0.00000e+00 A 4= 2.59434e-04 A 6=-2.40538e-05  
A 8= 8.94418e-07 A10=-1.99380e-08 A12= 9.77907e-11

第13面

K = 0.00000e+00 A 4=-4.09096e-04 A 6= 2.80743e-06  
A 8=-2.80466e-07 A10= 1.11480e-08

第14面

K = 0.00000e+00 A 4= 2.59434e-04 A 6=-2.40538e-05  
A 8= 8.94418e-07 A10=-1.99380e-08 A12= 9.77907e-11

第15面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.36420e-04 A 6=-2.18568e-05  
A 8= 7.88464e-07 A10=-1.32052e-08

第16面

K = 0.00000e+00 A 4=-6.16694e-05 A 6= 3.13305e-06

A 8=-9.19933e-08 A10=-9.29122e-10 A12= 5.19478e-11

第17面

K = 0.00000e+00 A 2= 2.20836e-02 A 4= 1.76117e-03

A 6=-3.85080e-05 A 8= 1.93218e-07

各種データ

ズーム比 1.00

焦点距離 7.80

F ナンバー 1.40

半画角 (°) 45.43

像高 7.92

レンズ全長 18.18

BF 0.10

d19 0.10

入射瞳位置 5.80

射出瞳位置 -10.35

前側主点位置 7.78

後側主点位置 -7.70

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1 1 54.70

2 4 -24.76

3 6 98.04

4 8 88.27

5	11	88.27
6	14	88.27
7	16	-118.86
8	18	0.00

(数值实施例7)

单位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	$\nu$ d	有効径
1*	8.971	0.51	1.54658	55.9	
2*	-13.788	1.92			5.84
3*	11.942	0.72	1.54658	55.9	
4*	9.720	1.27			
5*	33.053	0.30	1.54658	55.9	
6*	-13.481	-0.30			5.73
7*	33.053	-1.27			
8*	9.720	-0.72	1.54658	55.9	
9*	11.942	-1.92			
10*	-13.788	1.92			
11*	11.942	0.72	1.54658	55.9	
12*	9.720	1.27			
13*	33.053	0.30	1.54658	55.9	
14*	-13.481	0.44			
15	$\infty$	0.10	1.51633	64.1	
16	$\infty$	(可変)			
像面	$\infty$				

## 非球面データ

## 第1面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = -7.91546e-02$   $A_4 = -1.36693e-03$   
 $A_6 = -2.46324e-05$   $A_8 = -2.09970e-06$

## 第2面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -1.07656e-03$   $A_6 = -3.90324e-05$   
 $A_8 = -6.35705e-07$   $A_{10} = -4.59773e-08$

## 第3面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.72817e-03$   $A_6 = -4.29541e-04$   
 $A_8 = 5.58439e-06$   $A_{10} = 9.86298e-07$   $A_{12} = -8.89788e-08$

## 第4面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -1.98197e-03$   $A_6 = -5.38358e-04$   
 $A_8 = 7.88237e-06$   $A_{10} = 2.92046e-07$

## 第5面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = -4.96450e-02$   $A_4 = 6.33648e-04$   
 $A_6 = 5.09842e-05$   $A_8 = -1.67185e-05$   $A_{10} = -9.37608e-07$   
 $A_{12} = 7.64872e-08$

## 第6面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -4.16257e-05$   $A_6 = 3.80574e-05$   
 $A_8 = -3.61205e-06$

## 第7面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = -4.96450e-02$   $A_4 = 6.33648e-04$   
 $A_6 = 5.09842e-05$   $A_8 = -1.67185e-05$   $A_{10} = -9.37608e-07$   
 $A_{12} = 7.64872e-08$

## 第8面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -1.98197e-03$   $A_6 = -5.38358e-04$   
 $A_8 = 7.88237e-06$   $A_{10} = 2.92046e-07$

## 第9面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.72817e-03$   $A_6 = -4.29541e-04$   
 $A_8 = 5.58439e-06$   $A_{10} = 9.86298e-07$   $A_{12} = -8.89788e-08$

第10面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -1.07656e-03$   $A_6 = -3.90324e-05$   
 $A_8 = -6.35705e-07$   $A_{10} = -4.59773e-08$

第11面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.72817e-03$   $A_6 = -4.29541e-04$   
 $A_8 = 5.58439e-06$   $A_{10} = 9.86298e-07$   $A_{12} = -8.89788e-08$

第12面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -1.98197e-03$   $A_6 = -5.38358e-04$   
 $A_8 = 7.88237e-06$   $A_{10} = 2.92046e-07$

第13面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = -4.96450e-02$   $A_4 = 6.33648e-04$   
 $A_6 = 5.09842e-05$   $A_8 = -1.67185e-05$   $A_{10} = -9.37608e-07$   
 $A_{12} = 7.64872e-08$

第14面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -4.16257e-05$   $A_6 = 3.80574e-05$   
 $A_8 = -3.61205e-06$

各種データ

ズーム比	1.00
焦点距離	11.52
Fナンバー	2.00
半画角 (°)	13.19
像高	2.70
レンズ全長	13.76
BF	0.10

d16            0.10

入射瞳位置    0.00

射出瞳位置    -8.58

前側主点位置  -3.78

後側主点位置 -11.42

#### 単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1        1        69.57

2        3        -107.93

3        5        321.77

4        6        321.77

5        8        -107.93

6        11       -107.93

7        13       321.77

8        15       0.00

(数値実施例 8)

単位 mm

#### 面データ

面番号	r	d	nd	$\nu d$	有効径
1*	53.826	1.23	1.54658	55.9	
2*	-15.124	1.47	1.54658	55.9	8.62
3*	7.123	1.50			
4*	-43.348	0.50	1.54658	55.9	

5*	37.381	0.70		
6*	-13.133	-0.70		8.41
7*	37.381	-0.50	1.54658	55.9
8*	-43.348	-1.50		
9*	7.123	-1.47	1.54658	55.9
10*	-15.124	1.47		
11*	7.123	1.50		
12*	-43.348	0.50	1.54658	55.9
13*	37.381	0.70		
14*	-13.133	0.25	1.54658	55.9
15*	3.332	0.05		
16	$\infty$	0.20	1.51633	64.1
17	$\infty$	(可変)		
像面	$\infty$			

## 非球面データ

## 第1面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_2 = 2.78605e-03 \quad A_4 = -7.25744e-04$$

$$A_6 = -7.51303e-07 \quad A_8 = -1.74988e-07$$

## 第2面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -1.43237e-03 \quad A_6 = -4.13680e-05$$

$$A_8 = -8.70457e-06 \quad A_{10} = 5.72952e-07$$

## 第3面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_2 = -1.04474e-01 \quad A_4 = -1.19801e-03$$

$$A_6 = 2.88680e-05 \quad A_8 = -1.49038e-06 \quad A_{10} = 1.78478e-08$$

## 第4面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -3.80060e-03 \quad A_6 = 2.50706e-04$$

$$A_8 = -1.42146e-05 \quad A_{10} = 2.21897e-07 \quad A_{12} = 9.88712e-10$$

## 第5面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.70781e-03$   $A_6 = 1.97247e-04$   
 $A_8 = -9.83150e-06$   $A_{10} = 1.76891e-07$

## 第6面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -5.34069e-05$   $A_6 = 2.02098e-05$   
 $A_8 = -2.25255e-06$   $A_{10} = 1.01424e-07$   $A_{12} = -1.76046e-09$

## 第7面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.70781e-03$   $A_6 = 1.97247e-04$   
 $A_8 = -9.83150e-06$   $A_{10} = 1.76891e-07$

## 第8面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.80060e-03$   $A_6 = 2.50706e-04$   
 $A_8 = -1.42146e-05$   $A_{10} = 2.21897e-07$   $A_{12} = 9.88712e-10$

## 第9面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = -1.04474e-01$   $A_4 = -1.19801e-03$   
 $A_6 = 2.88680e-05$   $A_8 = -1.49038e-06$   $A_{10} = 1.78478e-08$

## 第10面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -1.43237e-03$   $A_6 = -4.13680e-05$   
 $A_8 = -8.70457e-06$   $A_{10} = 5.72952e-07$

## 第11面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = -1.04474e-01$   $A_4 = -1.19801e-03$   
 $A_6 = 2.88680e-05$   $A_8 = -1.49038e-06$   $A_{10} = 1.78478e-08$

## 第12面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.80060e-03$   $A_6 = 2.50706e-04$   
 $A_8 = -1.42146e-05$   $A_{10} = 2.21897e-07$   $A_{12} = 9.88712e-10$

## 第13面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.70781e-03$   $A_6 = 1.97247e-04$   
 $A_8 = -9.83150e-06$   $A_{10} = 1.76891e-07$

## 第14面

K = 0.00000e+00 A 4=-5.34069e-05 A 6= 2.02098e-05  
 A 8=-2.25255e-06 A10= 1.01424e-07 A12=-1.76046e-09

#### 第15面

K = 0.00000e+00 A 2=-2.31030e-01 A 4=-2.51324e-03  
 A 6= 4.11608e-04 A 8=-7.78731e-05

#### 各種データ

ズーム比 1.00

焦点距離 10.88

F ナンバー 1.27

半画角 (°) 13.93

像高 2.70

レンズ全長 14.35

BF 0.10

d17 0.10

入射瞳位置 0.00

射出瞳位置 -11.46

前側主点位置 0.64

後側主点位置 -10.78

#### 単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1 1 20.42

2 2 381.42

3 4 -36.64

4	7	-36.64
5	9	381.42
6	10	381.42
7	12	-36.64
8	14	21.07
9	16	0.00

(数值実施例9)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	$\nu$ d	有効径
1	$\infty$	3.00	1.51633	64.1	
2*	-1434.771	14.15			
3*	-41.770	2.00	1.51633	64.1	
4*	-99.590	10.42			68.73
5*	-153.014	5.00	1.51633	64.1	
6*	-100.989	1.00			
7(絞り)	$\infty$	9.42			
8*	-99.468	-10.42			77.86
9*	-100.989	-5.00	1.51633	64.1	
10*	-153.014	-10.42			
11*	-99.590	10.42			
12*	-153.014	5.00	1.51633	64.1	
13*	-100.989	10.42			
14*	-99.468	2.00	1.63000	23.0	
15*	-24.734	(可変)			
像面	$\infty$				

## 非球面データ

## 第2面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 1.69907e-06$   $A_6 = 2.45484e-10$   
 $A_8 = 9.28970e-14$

## 第3面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = 4.34450e-03$   $A_4 = 2.18108e-06$   
 $A_6 = -7.80950e-10$   $A_8 = -7.12257e-15$   $A_{10} = 7.10332e-17$

## 第4面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -4.67132e-07$   $A_6 = -7.88299e-10$   
 $A_8 = -1.27088e-13$

## 第5面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.13196e-07$   $A_6 = 5.03601e-10$

## 第6面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -5.55144e-07$   $A_6 = 5.69192e-10$

## 第8面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = 8.19095e-08$   $A_6 = -1.48267e-10$   
 $A_8 = 1.14673e-14$

## 第9面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -5.55144e-07$   $A_6 = 5.69192e-10$

## 第10面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.13196e-07$   $A_6 = 5.03601e-10$

## 第11面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -4.67132e-07$   $A_6 = -7.88299e-10$   
 $A_8 = -1.27088e-13$

## 第12面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.13196e-07$   $A_6 = 5.03601e-10$

## 第13面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -5.55144e-07 \quad A_6 = 5.69192e-10$$

第14面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 8.19095e-08 \quad A_6 = -1.48267e-10$$
$$A_8 = 1.14673e-14$$

第15面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_2 = 1.79319e-02 \quad A_4 = 1.06521e-05$$
$$A_6 = 2.74699e-09 \quad A_8 = 1.71134e-11$$

各種データ

ズーム比      1.00

焦点距離      85.00

F ナンバー      1.30

半画角 ( ° )    14.28

像高            21.64

レンズ全長    116.69

BF              18.00

d15             18.00

入射瞳位置    31.58

射出瞳位置    -42.85

前側主点位置   -2.14

後側主点位置   -67.00

単レンズデータ

レンズ 始面    焦点距離

1        1        2778.79

2	3	-379.29
3	5	557.03
4	9	557.03
5	12	557.03
6	14	-291.18

(数值実施例 10)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	$\nu$ d	有効径
1*	-43.660	1.80	1.51633	64.1	
2*	-29.645	0.00			24.13
3(絞り)	$\infty$	6.75			
4*	-17.570	3.94	1.51633	64.1	
5*	-22.957	6.75			
6*	-49.963	-6.75			26.22
7*	-22.957	-3.94	1.51633	64.1	
8*	-17.570	-6.75			
9*	-29.645	6.75			
10*	-17.570	3.94	1.51633	64.1	
11*	-22.957	6.75			
12*	-49.963	1.50	1.49700	81.5	
13*	-5.903	(可変)			
像面	$\infty$				

非球面データ

第1面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.13162e-05$   $A_6 = 2.05836e-07$   
 $A_8 = 2.98848e-12$

第2面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.45367e-05$   $A_6 = 2.43905e-07$

第4面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -4.30902e-05$   $A_6 = 1.64429e-07$

第5面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.24284e-05$   $A_6 = 3.63609e-08$

第6面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.25614e-06$   $A_6 = 1.02617e-08$   
 $A_8 = -1.71753e-11$

第7面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.24284e-05$   $A_6 = 3.63609e-08$

第8面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -4.30902e-05$   $A_6 = 1.64429e-07$

第9面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.45367e-05$   $A_6 = 2.43905e-07$

第10面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -4.30902e-05$   $A_6 = 1.64429e-07$

第11面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.24284e-05$   $A_6 = 3.63609e-08$

第12面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.25614e-06$   $A_6 = 1.02617e-08$   
 $A_8 = -1.71753e-11$

第13面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = 9.42718e-02$   $A_4 = 7.17789e-04$   
 $A_6 = 1.90716e-05$   $A_8 = 6.74039e-07$

## 各種データ

ズーム比 1.00

焦点距離 60.00

F ナンバー 2.50

半画角 (°) 4.14

像高 4.34

レンズ全長 56.85

BF 1.27

d13 1.27

入射瞳位置 1.17

射出瞳位置 -18.83

前側主点位置 -117.87

後側主点位置 -58.73

## 単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1 1 171.37

2 4 -193.03

3 7 -193.03

4 10 -193.03

5 12 -51.15

(数値実施例 1 1)

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	$\nu$ d	有効径
1*	-43.660	1.80	1.51633	64.1	
2*	-29.645	0.00			24.13
3(絞り)	$\infty$	6.75			
4*	-17.570	3.94	1.51633	64.1	23.59
5*	-22.957	6.75			
6*	-49.963	-6.75			
7*	-22.957	-3.94	1.51633	64.1	
8*	-17.570	-6.75			
9*	-29.645	6.75			
10*	-17.570	3.94	1.51633	64.1	
11*	-22.957	6.75			
12*	-49.963	1.50	1.49700	81.5	
13*	-5.903	(可変)			
像面	$\infty$				

## 非球面データ

## 第1面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -3.13162e-05 \quad A_6 = 2.05836e-07$$

$$A_8 = 2.98848e-12$$

## 第2面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -3.45367e-05 \quad A_6 = 2.43905e-07$$

## 第4面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -4.30902e-05 \quad A_6 = 1.64429e-07$$

## 第5面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = -2.24284e-05 \quad A_6 = 3.63609e-08$$

## 第6面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.25614e-06$   $A_6 = 1.02617e-08$   
 $A_8 = -1.71753e-11$

第7面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.24284e-05$   $A_6 = 3.63609e-08$

第8面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -4.30902e-05$   $A_6 = 1.64429e-07$

第9面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -3.45367e-05$   $A_6 = 2.43905e-07$

第10面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -4.30902e-05$   $A_6 = 1.64429e-07$

第11面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.24284e-05$   $A_6 = 3.63609e-08$

第12面

$K = 0.00000e+00$   $A_4 = -2.25614e-06$   $A_6 = 1.02617e-08$   
 $A_8 = -1.71753e-11$

第13面

$K = 0.00000e+00$   $A_2 = 9.42718e-02$   $A_4 = 7.17789e-04$   
 $A_6 = 1.90716e-05$   $A_8 = 6.74039e-07$

各種データ

ズーム比	1.00
焦点距離	60.00
Fナンバー	2.50
半画角 (°)	4.14
像高	4.34
レンズ全長	56.85
BF	1.27

d13                    1.27

入射瞳位置        1.17

射出瞳位置       -18.83

前側主点位置   -117.87

後側主点位置   -58.73

#### 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	171.37
2	4	-193.03
3	7	-193.03
4	10	-193.03
5	12	-51.15

(数値実施例 1 2)

単位 mm

#### 面データ

面番号	r	d	nd	$\nu$ d	有効径
1	$\infty$	2.00	1.51633	64.1	
2*	-220.765	10.83			
3*	-48.226	12.25	1.51633	64.1	
4*	-90.765	0.00			67.74
5(絞り)	$\infty$	6.85			
6*	-114.978	5.00	1.51633	64.1	
7*	-84.663	6.85			

8*	-89.921	-6.85			71.34
9*	-84.663	-5.00	1.51633	64.1	
10*	-114.978	-6.85			
11*	-90.765	6.85			
12*	-114.978	5.00	1.51633	64.1	
13*	-84.663	6.85			
14*	-89.921	5.55	1.63000	23.0	
15*	-26.894	(可変)			
像面	$\infty$				

## 非球面データ

## 第2面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 2.62580e-06 \quad A_6 = -1.15117e-10$$

$$A_8 = 3.59052e-14$$

## 第3面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_2 = 1.28550e-03 \quad A_4 = 3.33294e-06$$

$$A_6 = -2.69495e-09$$

$$A_8 = 7.26662e-13 \quad A_{10} = 3.26603e-17$$

## 第4面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 5.86678e-08 \quad A_6 = -1.43048e-09$$

$$A_8 = 5.92180e-13$$

## 第6面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 1.99021e-06 \quad A_6 = 5.49028e-10$$

## 第7面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 1.52785e-06 \quad A_6 = 8.65881e-10$$

## 第8面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 1.19765e-07 \quad A_6 = -1.92249e-10$$

$$A_8 = -1.57989e-14$$

## 第9面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 1.52785e-06 \quad A_6 = 8.65881e-10$$

## 第10面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 1.99021e-06 \quad A_6 = 5.49028e-10$$

## 第11面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 5.86678e-08 \quad A_6 = -1.43048e-09 \\ A_8 = 5.92180e-13$$

## 第12面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 1.99021e-06 \quad A_6 = 5.49028e-10$$

## 第13面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 1.52785e-06 \quad A_6 = 8.65881e-10$$

## 第14面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_4 = 1.19765e-07 \quad A_6 = -1.92249e-10 \\ A_8 = -1.57989e-14$$

## 第15面

$$K = 0.00000e+00 \quad A_2 = 1.57692e-02 \quad A_4 = 8.16452e-06 \\ A_6 = 1.74427e-09 \quad A_8 = 9.01082e-12$$

## 各種データ

ズーム比	1.00
焦点距離	85.00
Fナンバー	1.40
半画角 (°)	14.28
像高	21.64
レンズ全長	117.40
BF	30.67

d15 30.67

入射瞳位置 20.48

射出瞳位置 -41.86

前側主点位置 5.86

後側主点位置 -54.33

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	427.56
2	3	-306.82
3	6	588.84
4	9	588.84
5	12	588.84
6	14	-297.19

表 1 に、各実施例における各条件式の値を示す。

[0125] [表1]

	実施例											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
条件式(1)	0.448	0.436	0.433	0.448	0.443	0.488	0.420	0.439	0.539	0.337	0.428	0.646
条件式(2)	0.247	0.172	0.655	0.519	0.901	2.341	0.217	0.173	0.253	0.066	0.265	0.335
条件式(3)	0.521	0.519	0.552	0.582	0.773	0.938	0.464	0.551	0.346	0.367	0.534	0.646
条件式(4)	1.068	0.968	0.799	0.854	0.724	0.776	1.020	1.024	0.883	0.920	0.977	0.953
条件式(5)	0.558	0.473	0.693	0.786	0.623	0.913	0.471	0.507	0.427	0.132	0.465	0.435
条件式(6)	0.126	0.122	0.099	0.124	0.116	0.089	0.120	0.100	0.308	0.126	0.112	0.453
条件式(7)	0.390	0.217	0.113	0.142	0.145	0.080	0.166	0.029	0.224	0.350	0.009	0.277
条件式(8)	0.136	0.126	0.043	0.069	0.070	0.081	0.061	0.222	0.102	0.190	0.087	0.120
条件式(9)	0.137	0.132	0.409	0.371	0.500	1.672	0.109	0.137	0.195	0.027	0.133	0.240
条件式(10)	1.80	1.30	1.60	1.40	1.80	1.40	2.00	1.27	1.30	2.50	2.50	1.40

[0126] 各実施例の結像光学系は、該結像光学系によって形成された像を受光する撮像素子を有するスマートフォンの撮像カメラや距離検出用カメラ、レンズ固定

式カメラ、使い捨てフィルムカメラなどの撮像装置に用いることができる。各実施例の結像光学系は、レンズ交換式カメラの交換レンズにも用いることができる。また、カメラのファインダーやXRデバイスにおいて、例えば視線検知や生体認識や表情認識などに用いてもよい。また、XRデバイスや自動ロボットなどの外界認識用途に使用してもよい。

[0127] 以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

## 請求の範囲

- [請求項1] 物体側から像側へ順に配置された、第1の透過反射面、1／4波長板、第2の透過反射面を有する光学系であって、  
前記光学系は一次結像系であり、  
物体側からの光は、前記第1の透過反射面と前記1／4波長板とを順に透過し、前記第2の透過反射面で物体側へ反射し、前記1／4波長板を透過し、前記第1の透過反射面で像側へ反射し、前記1／4波長板と前記第2の透過反射面とを順に透過して像側へ向かい、  
前記第1の透過反射面から像面までの光軸上での距離を  $z_{m1}$ 、前記光学系の焦点距離を  $f$  とするとき、  
 $0.10 \leq z_{m1} / f \leq 0.68$   
なる条件式を満足することを特徴とする光学系。
- [請求項2] 最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上での距離を  $L_a$ 、イメージサークルの半径を  $h$ 、Fナンバーを  $F_{no}$  とするとき、  
 $0.0 \leq L_a \times h \times F_{no} / f^2 \leq 2.6$   
なる条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の光学系。
- [請求項3] 最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上での距離を  $L_a$ 、イメージサークルの半径を  $h$  とするとき、  
 $0.0 \leq L_a \times h / f^2 \leq 2.0$   
なる条件式を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載の光学系。
- [請求項4] 前記第1の透過反射面の直径を  $\Phi_{m1}$ 、前記第2の透過反射面の直径を  $\Phi_{m2}$  とするとき、  
 $0.50 \leq \Phi_{m1} / \Phi_{m2} \leq 1.25$   
なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至3の何れか一項に記載の光学系。

[請求項5] イメージサークルの半径を  $h$ 、F ナンバーを  $F n o$ 、前記第2の透過反射面の直径を  $\Phi m 2$  とするとき、

$$0.1 \leq h / (\Phi m 2 / 2) / F n o \leq 1.2$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至4の何れか一項に記載の光学系。

[請求項6] 最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上での距離を  $L a$ 、前記第2の透過反射面から像面までの光軸上での距離を  $z m 2$  とするとき、

$$0.0 \leq z m 2 / L a \leq 0.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至5の何れか一項に記載の光学系。

[請求項7] 前記第2の透過反射面を含むレンズの屈折力の絶対値を  $\Phi m 1 L$  とするとき、

$$0.0 \leq \Phi m 1 L \times f \leq 1.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至6の何れか一項に記載の光学系。

[請求項8] 前記光学系に含まれる複数のレンズの夫々の屈折力の絶対値の平均値を  $A \Phi r$ 、前記第1の透過反射面と前記第2の透過反射面の屈折力の絶対値の平均値を  $A \Phi m$  とするとき、

$$0.0 \leq A \Phi r / A \Phi m \leq 0.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至7の何れか一項に記載の光学系。

[請求項9] 前記第1および第2の透過反射面のうち一方は、偏光状態に応じて入射光を反射光と透過光とに分離することを特徴とする請求項1乃至8の何れか一項に記載の光学系。

[請求項10] 前記第1および第2の透過反射面のうち他方は、ハーフミラーであることを特徴とする請求項9に記載の光学系。

- [請求項11] 前記光学系に含まれる複数のレンズ面の夫々の有効領域の形状は、光軸に対して回転対称であることを特徴とする請求項1乃至10の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項12] 開口絞りを更に有することを特徴とする請求項1乃至11の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項13] 前記開口絞りから像面までの光軸上での距離を  $z_p$  とするとき、  

$$0.1 \leq z_p / f \leq 1.2$$
なる条件式を満足することを特徴とする請求項12に記載の光学系。
- [請求項14] Fナンバーを  $F_{no}$  とするとき、  

$$0.5 \leq F_{no} \leq 8.0$$
なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至13の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項15] 前記第1および第2の透過反射面のうち少なくとも一方は、平面であることを特徴とする請求項1乃至14の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項16] 使用波長帯域において、前記1/4波長板に対応する Mueller 行列の2行2列要素を  $a_{22}$ 、3行2列要素を  $a_{32}$  とするとき、  

$$-0.25 \leq a_{22} \leq 0.25$$

$$-0.25 \leq a_{32} \leq 0.25$$
なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至15の何れか一項に記載の光学系。
- [請求項17] 
$$0.10 \leq z_{m1} / f \leq 0.55$$
なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至16の何れか一項に記載の光学系。

[請求項18]           請求項1乃至17の何れか一項に記載の光学系と、該光学系によって形成された像を受光する撮像素子と、を有することを特徴とする撮像装置。

**補正された請求の範囲（条約第19条）****2024年7月3日（03.07.2024）国際事務局受理**

[請求項1]

[補正後]

物体側から像側へ順に配置された、第1の透過反射面、偏光素子、第2の透過反射面を有する光学系であって、

前記光学系は一次結像系であり、

物体側からの光は、前記第1の透過反射面と前記偏光素子とを順に透過し、前記第2の透過反射面で物体側へ反射し、前記偏光素子を透過し、前記第1の透過反射面で像側へ反射し、前記偏光素子と前記第2の透過反射面とを順に透過して像側へ向かい、

前記光学系に含まれる複数のレンズの夫々の屈折力の絶対値の平均値を $A\Phi_r$ 、前記第1及び前記第2の透過反射面の屈折力の絶対値の平均値を $A\Phi_m$ とするとき、

$$0.0 \leq A\Phi_r / A\Phi_m \leq 0.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする光学系。

[請求項2]

[補正後]

最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上での距離を $L_a$ 、イメージサークルの半径を $h$ 、Fナンバーを $F_{no}$ 、前記光学系の焦点距離を $f$ とするとき、

$$0.0 \leq L_a \times h \times F_{no} / f^2 \leq 2.6$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の光学系。

[請求項3]

[補正後]

最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上での距離を $L_a$ 、イメージサークルの半径を $h$ 、前記光学系の焦点距離を $f$ とするとき、

$$0.0 \leq L_a \times h / f^2 \leq 2.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載の光学系。

[請求項4] 前記第1の透過反射面の直径を $\Phi_{m1}$ 、前記第2の透過反射面の直径を $\Phi_{m2}$ とするとき、

$$0.50 \leq \Phi_{m1} / \Phi_{m2} \leq 1.25$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至3の何れか一項に記載の光学系。

[請求項5] イメージサークルの半径を $h$ 、Fナンバーを $F_{no}$ 、前記第2の透過反射面の直径を $\Phi_{m2}$ とするとき、

$$0.1 \leq h / (\Phi_{m2} / 2) / F_{no} \leq 1.2$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至4の何れか一項に記載の光学系。

[請求項6] 最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上での距離を $L_a$ 、前記第2の透過反射面から像面までの光軸上での距離を $z_{m2}$ とするとき、

$$0.0 \leq z_{m2} / L_a \leq 0.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至5の何れか一項に記載の光学系。

[請求項7] [補正後]

前記第2の透過反射面を含むレンズの屈折力の絶対値を $\Phi_{m1}$ 、前記光学系の焦点距離を $f$ とするとき、

$$0.0 \leq \Phi_{m1} L \times f \leq 1.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至6の何れか一項に記載の光学系。

[請求項8] [削除]

[請求項9] [補正後]

前記第1および第2の透過反射面のうち一方は、偏光状態に応じて入射光を反射光と透過光とに分離することを特徴とする請求項1乃至7の何れか一項に記載の光学系。

[請求項10] 前記第1および第2の透過反射面のうち他方は、ハーフミラーであることを特徴とする請求項9に記載の光学系。

[請求項11] 前記光学系に含まれる複数のレンズ面の夫々の有効領域の形状は、光軸に対して回転対称であることを特徴とする請求項1乃至10の何れか一項に記載の光学系。

[請求項12] 開口絞りを更に有することを特徴とする請求項1乃至11の何れか一項に記載の光学系。

[請求項13] [補正後]

前記開口絞りから像面までの光軸上での距離を  $z_p$ 、前記光学系の焦点距離を  $f$  とするとき、

$$0.1 \leq z_p / f \leq 1.2$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項12に記載の光学系。

[請求項14] Fナンバーを  $F_{no}$  とするとき、

$$0.5 \leq F_{no} \leq 8.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至13の何れか一項に記載の光学系。

[請求項15] 前記第1および第2の透過反射面のうち少なくとも一方は、平面であることを特徴とする請求項1乃至14の何れか一項に記載の光学系。

[請求項16] [補正後]

使用波長帯域において、前記偏光素子に対応する Mueller 行列の2行2列要素を  $a_{22}$ 、3行2列要素を  $a_{32}$  とするとき、

$$-0.25 \leq a_{22} \leq 0.25$$

$$-0.25 \leq a_{32} \leq 0.25$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至14の何れか一項に記載の光学系。

[請求項17] [削除]

[請求項18] [削除]

[請求項19] [追加]

前記第1の透過反射面から像面までの光軸上での距離を $z_{m1}$ 、前記光学系の焦点距離を $f$ とするとき、

$$0.10 \leq z_{m1} / f \leq 0.68$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至15の何れか一項に記載の光学系。

[請求項20] [追加]

$$0.10 \leq z_{m1} / f \leq 0.55$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項19に記載の光学系。

[請求項21] [追加]

請求項1乃至20の何れか一項に記載の光学系と、該光学系によって形成された像を受光する撮像素子とを有することを特徴とする撮像装置。

### 条約第19条 (1) に基づく説明書

請求の範囲第1項を明細書の段落0063、旧請求項8等の記載に基づき補正した。

請求の範囲第16項を明細書の段落0063等の記載に基づき補正した。

請求の範囲第19項を明細書の段落0018、旧請求項1等の記載に基づき追加した。

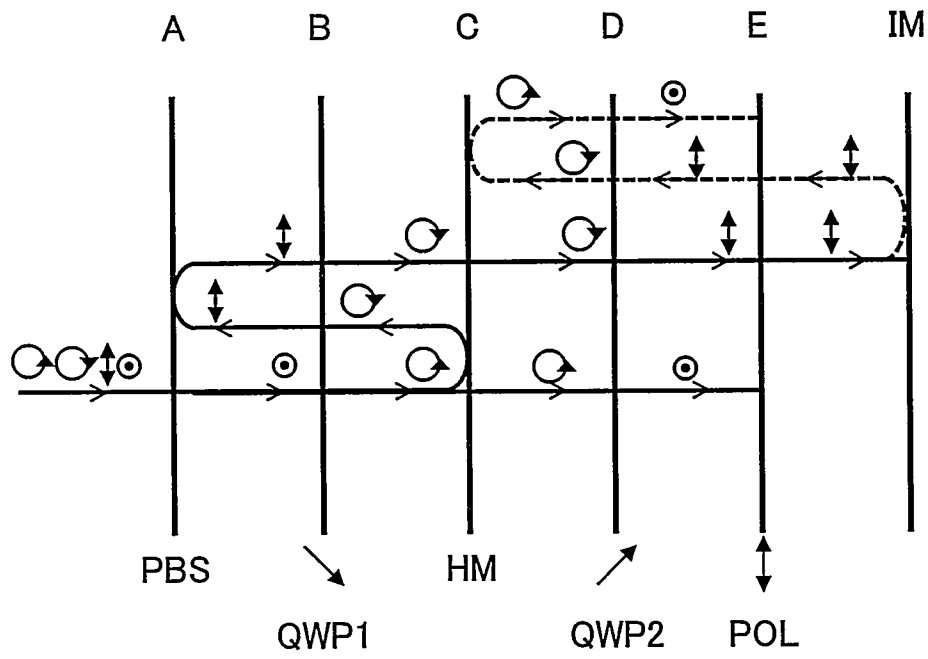
請求の範囲第20項を明細書の旧請求項17等の記載に基づき追加した。

請求の範囲第21項を明細書の旧請求項18等の記載に基づき追加した。

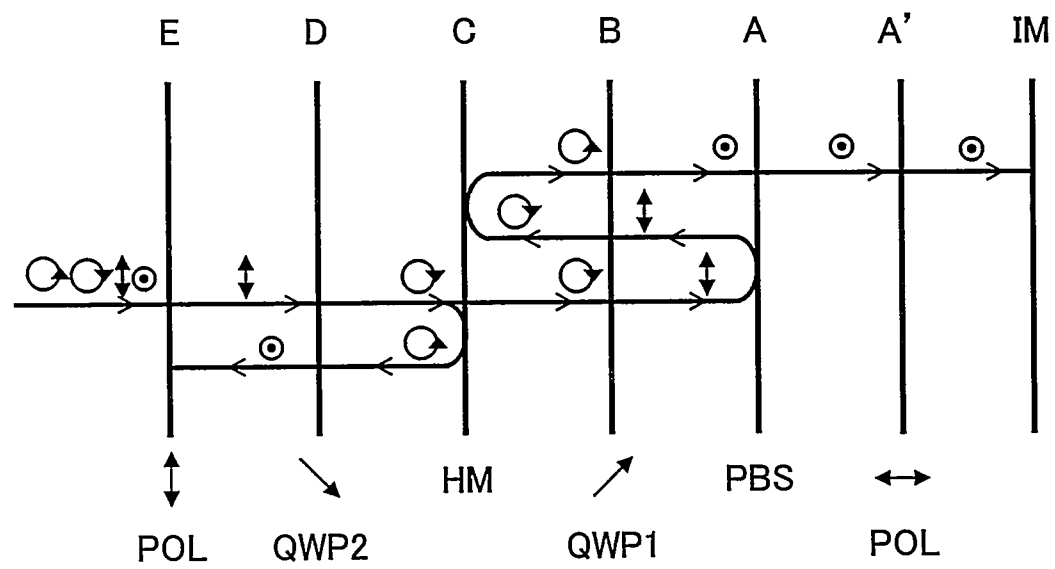
請求の範囲第8項、第17項および第18項を削除した。

請求の範囲における他の項の補正は請求の範囲第1項の補正に伴う形式的な変更または単なる表現上の修正である。

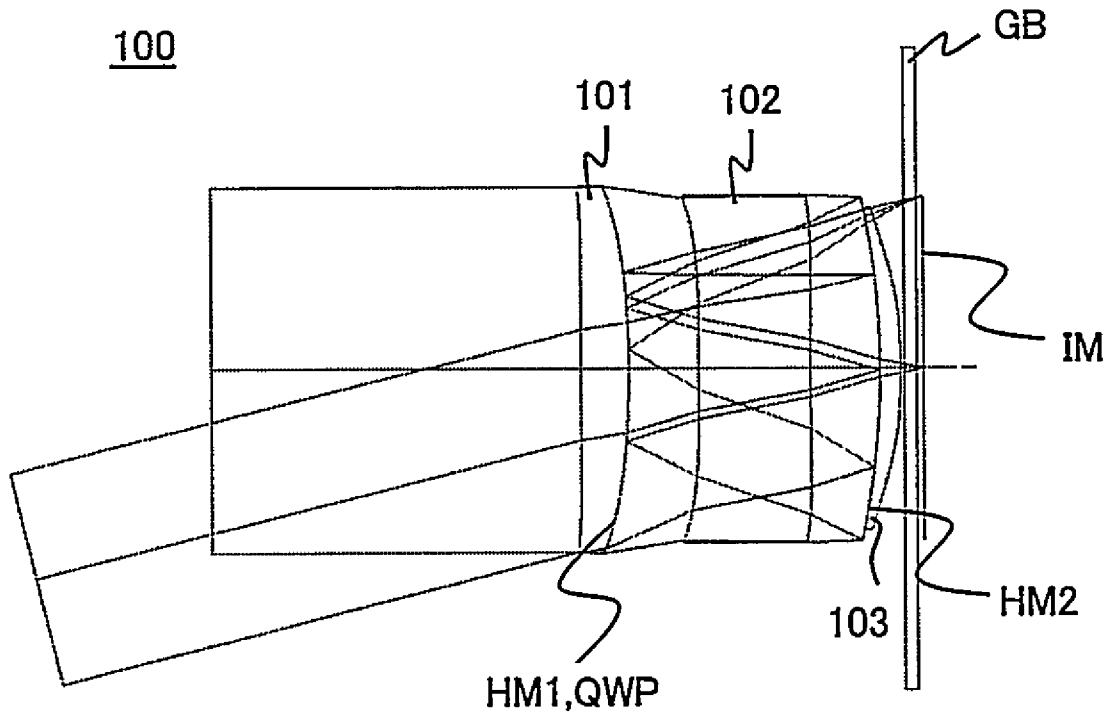
[ 1 ]



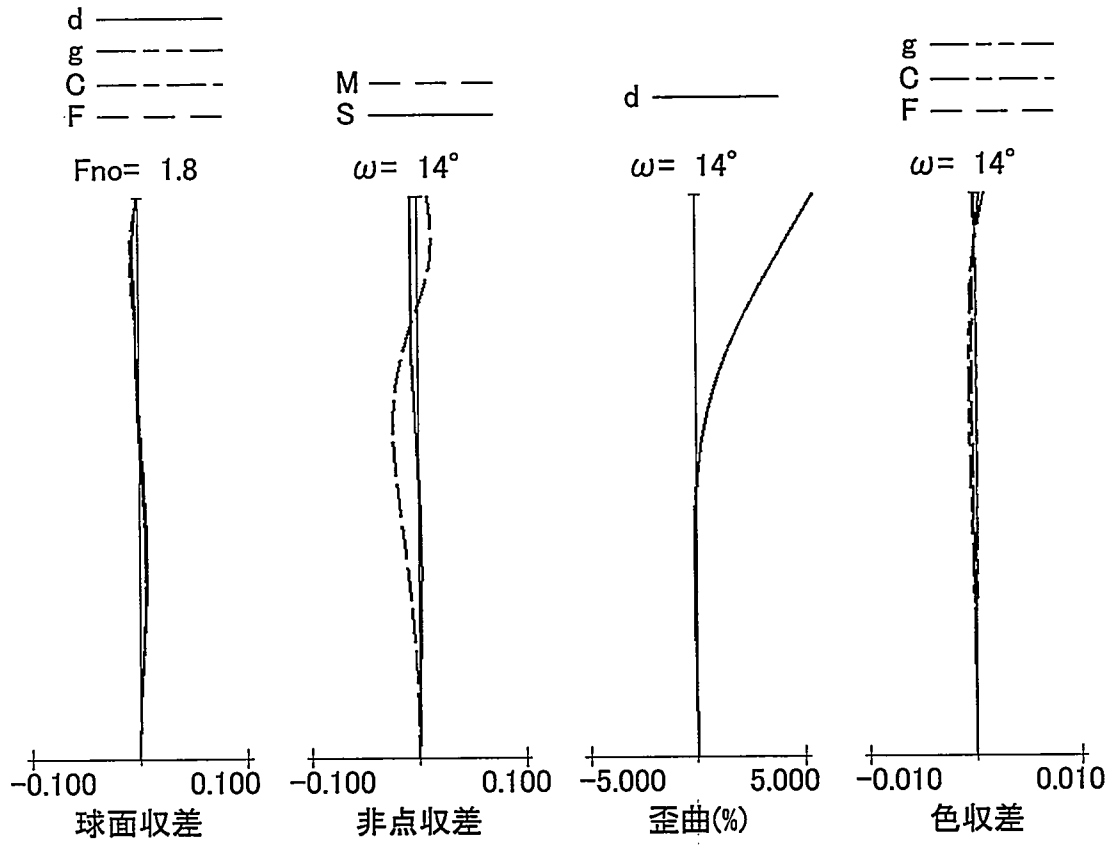
[ 2 ]



[ 3 ]

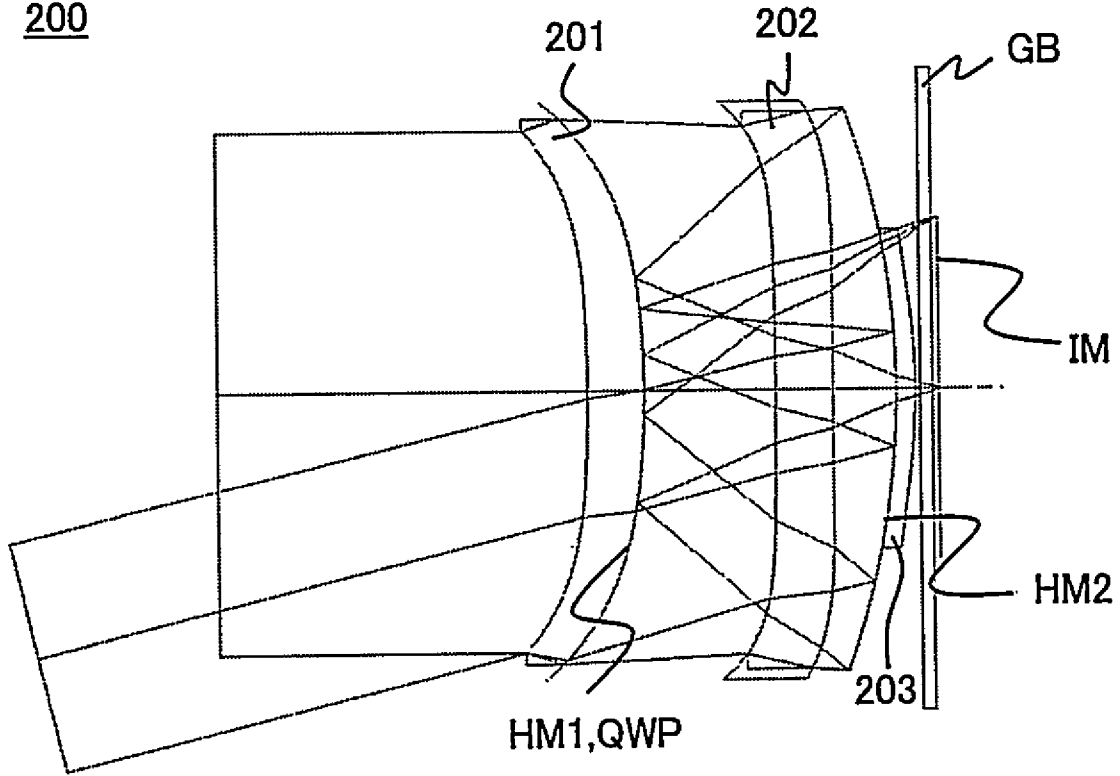


[ 4 ]

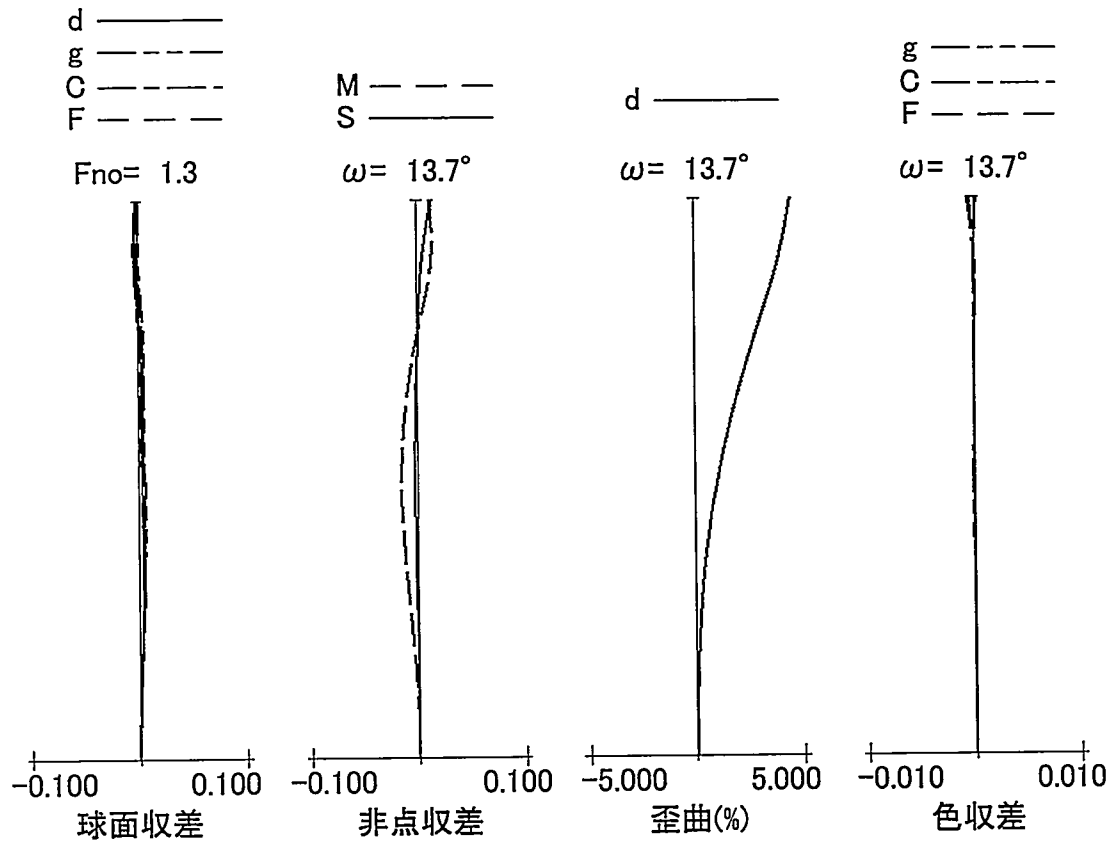


[ 5 ]

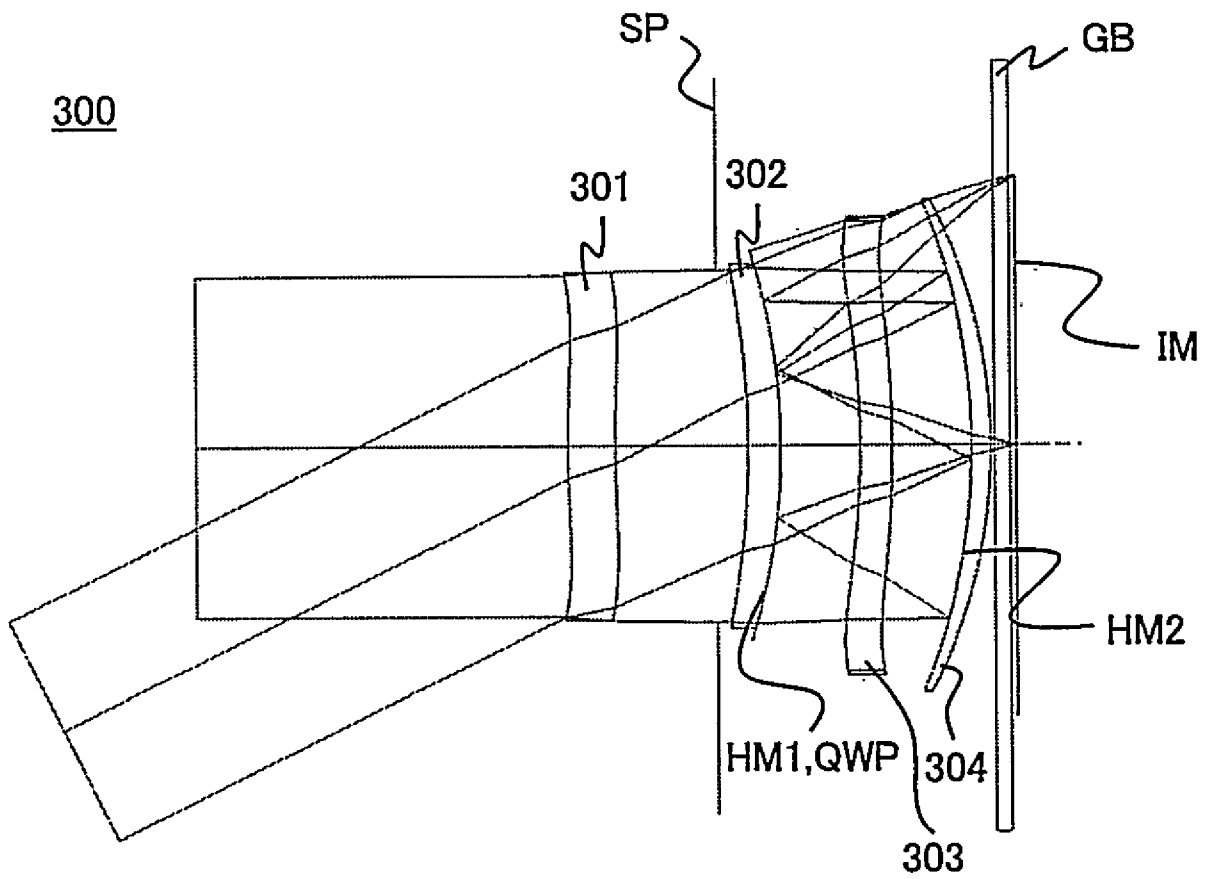
200



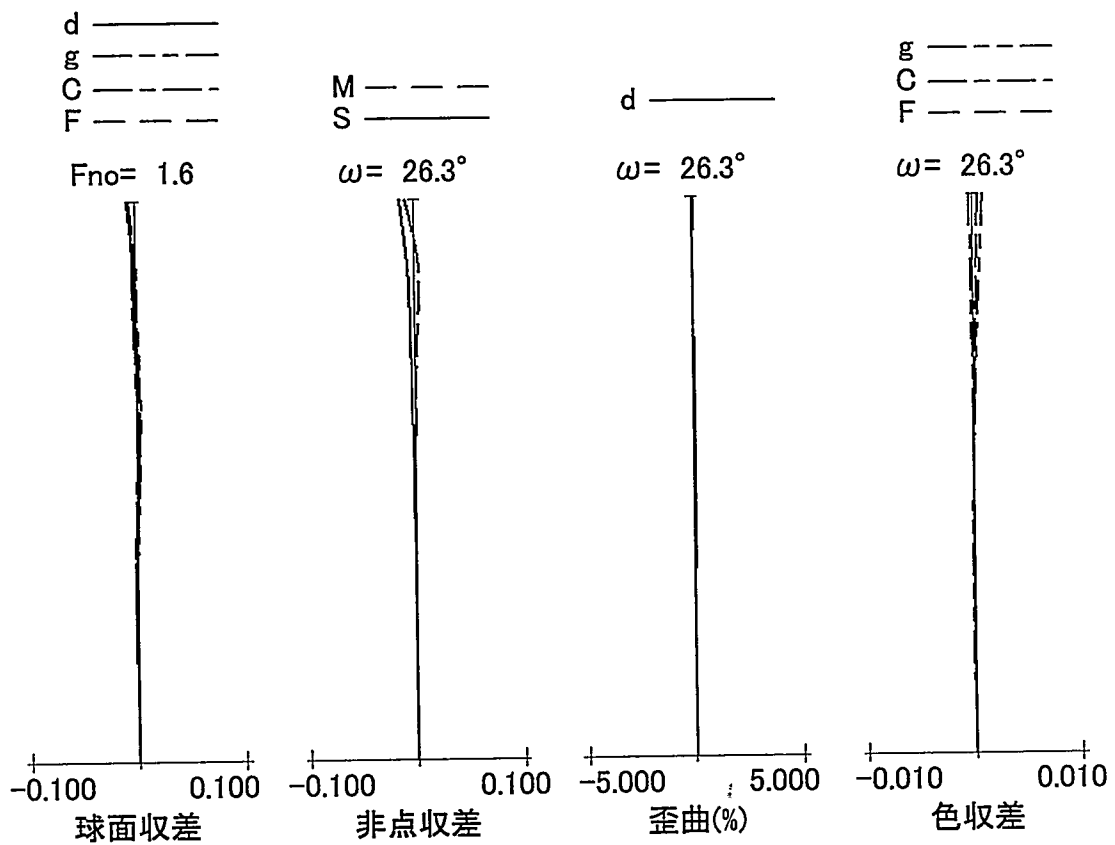
[ 6 ]



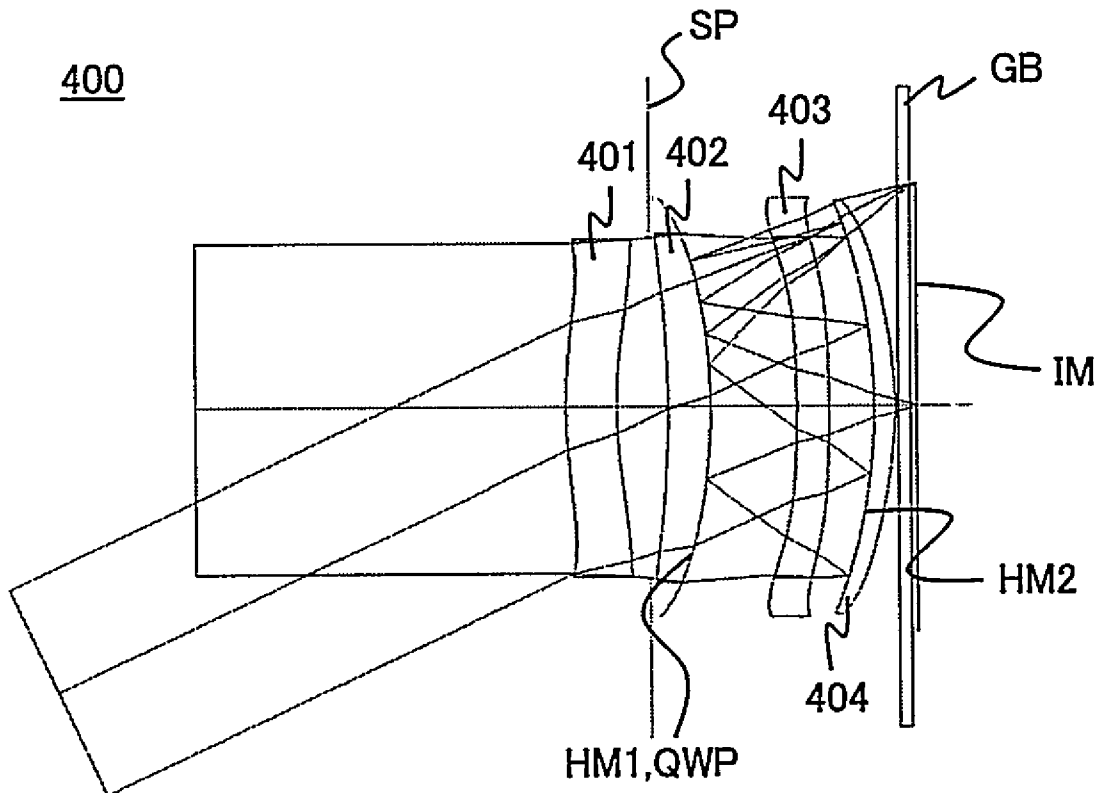
[ 図 7 ]



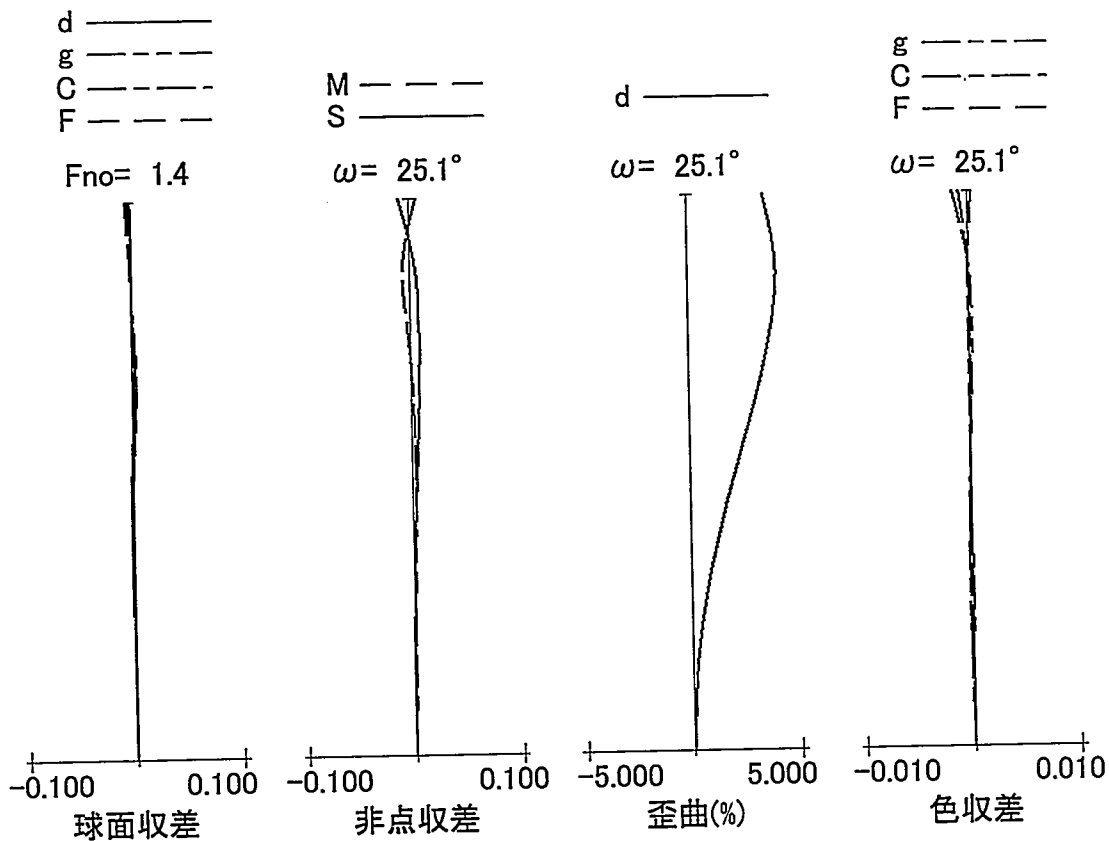
[ 図 8 ]



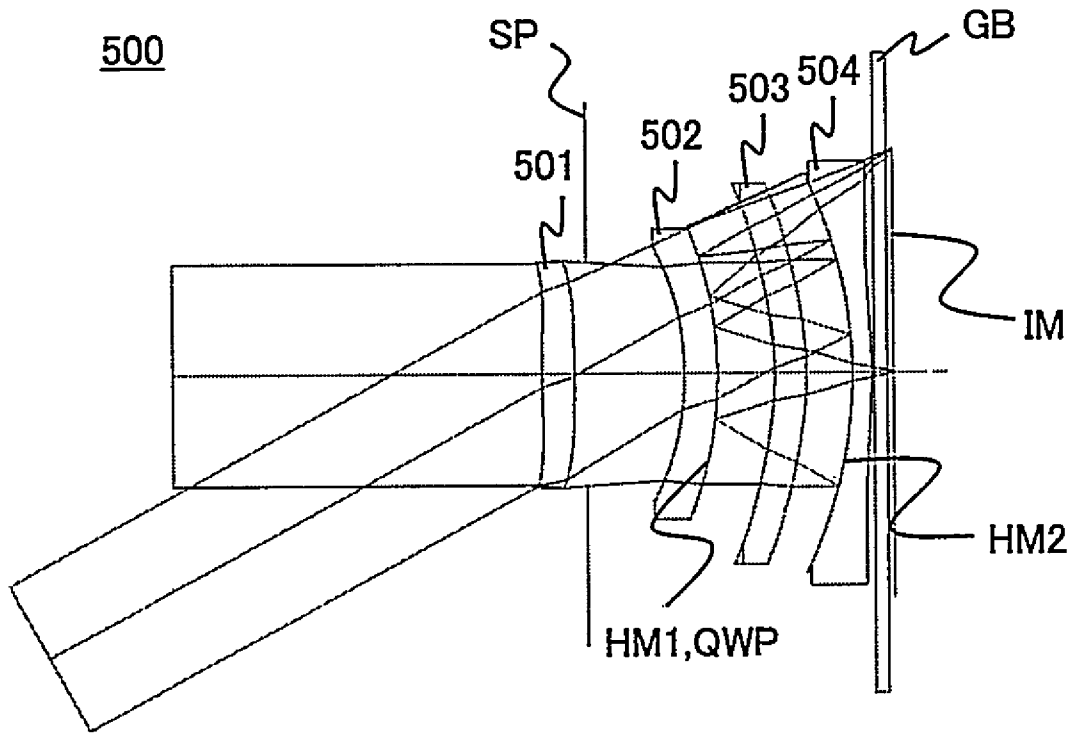
[ 9 ]



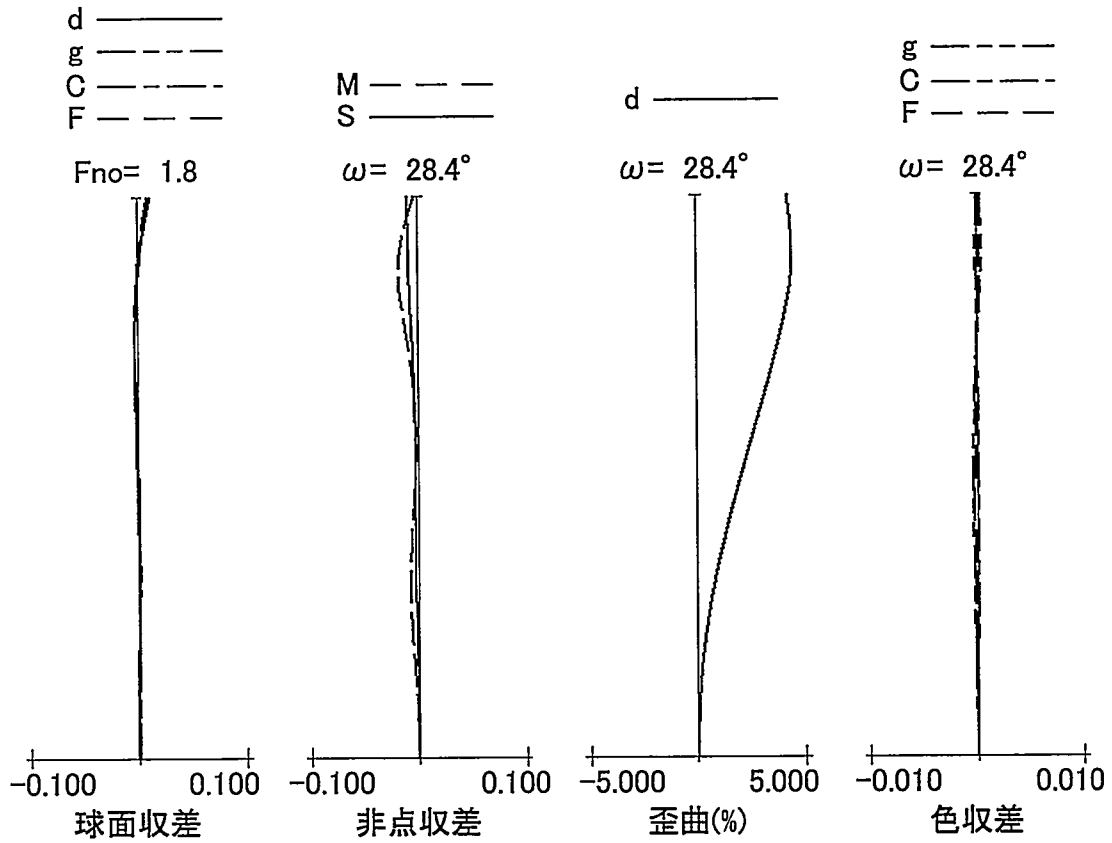
[ 10 ]



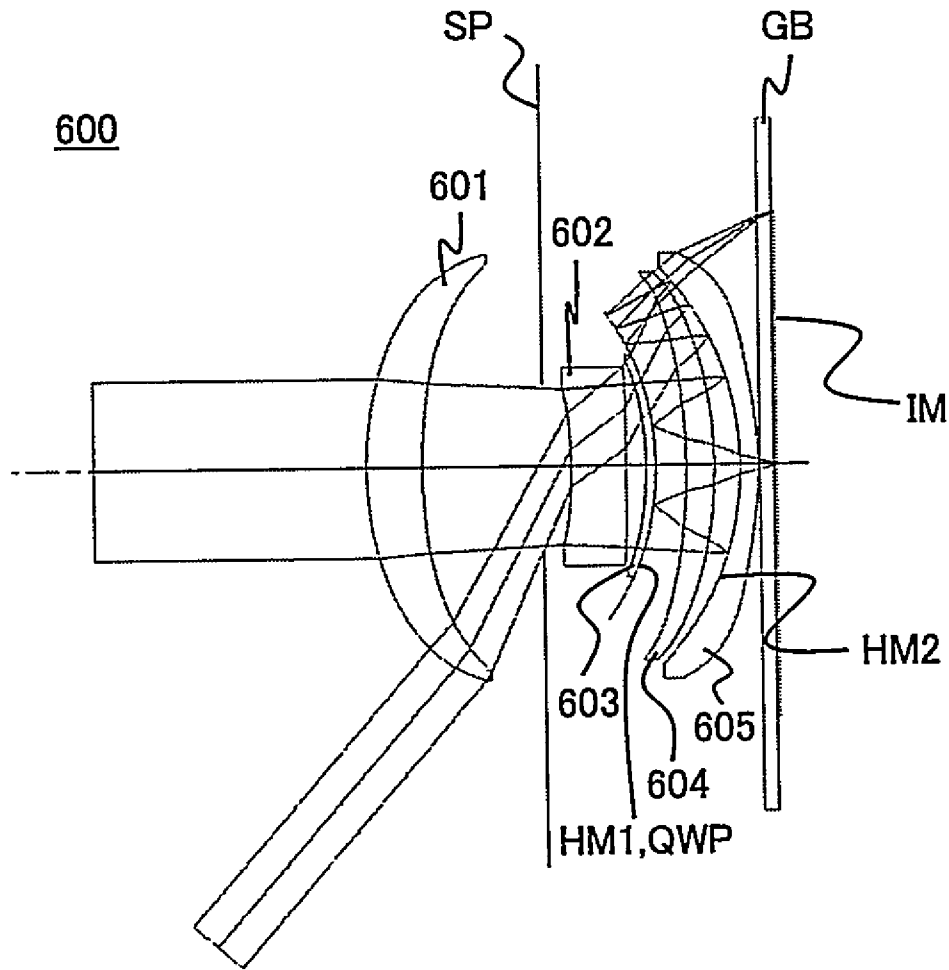
[ 图 11 ]



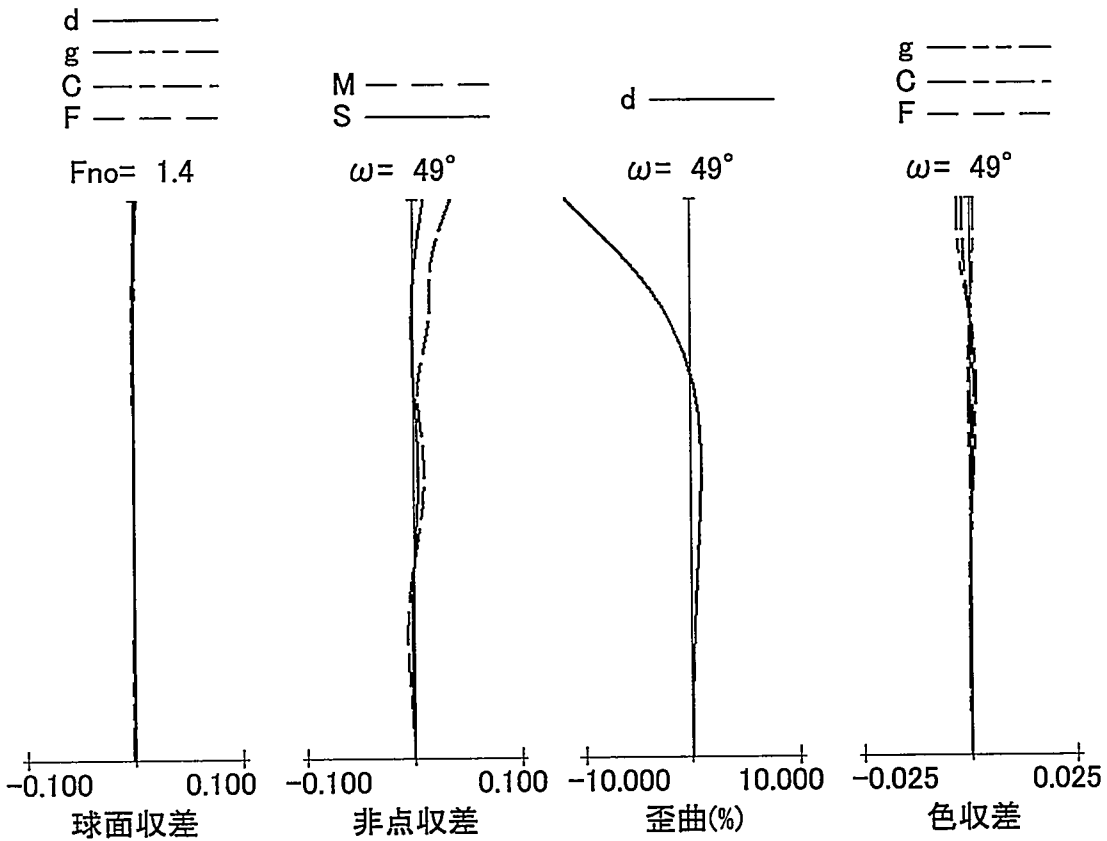
[ 图 12 ]



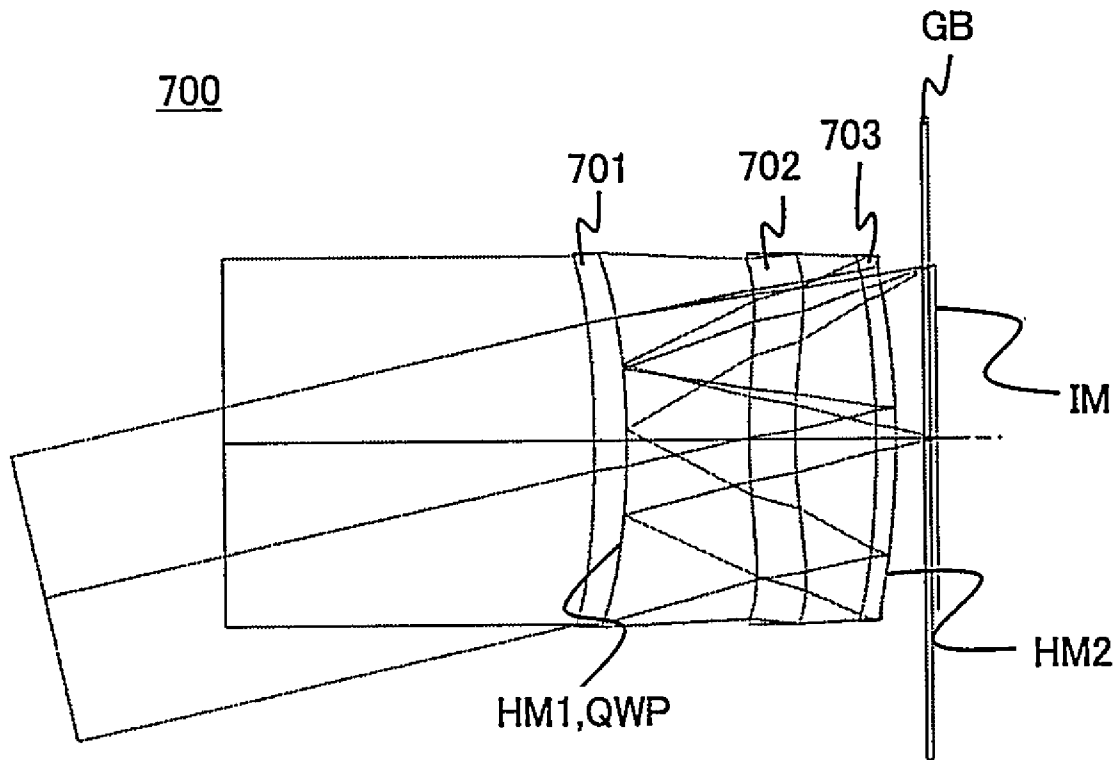
[ 13 ]



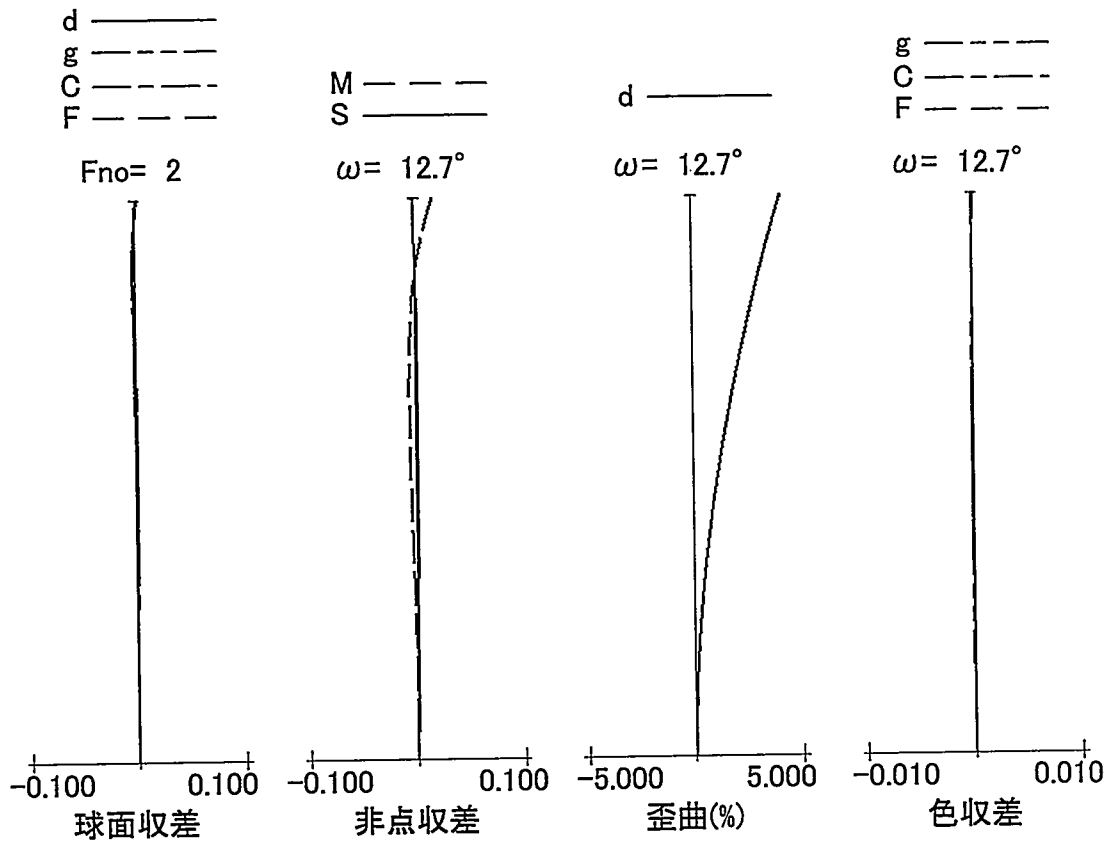
[ 14 ]



[ 図 15 ]

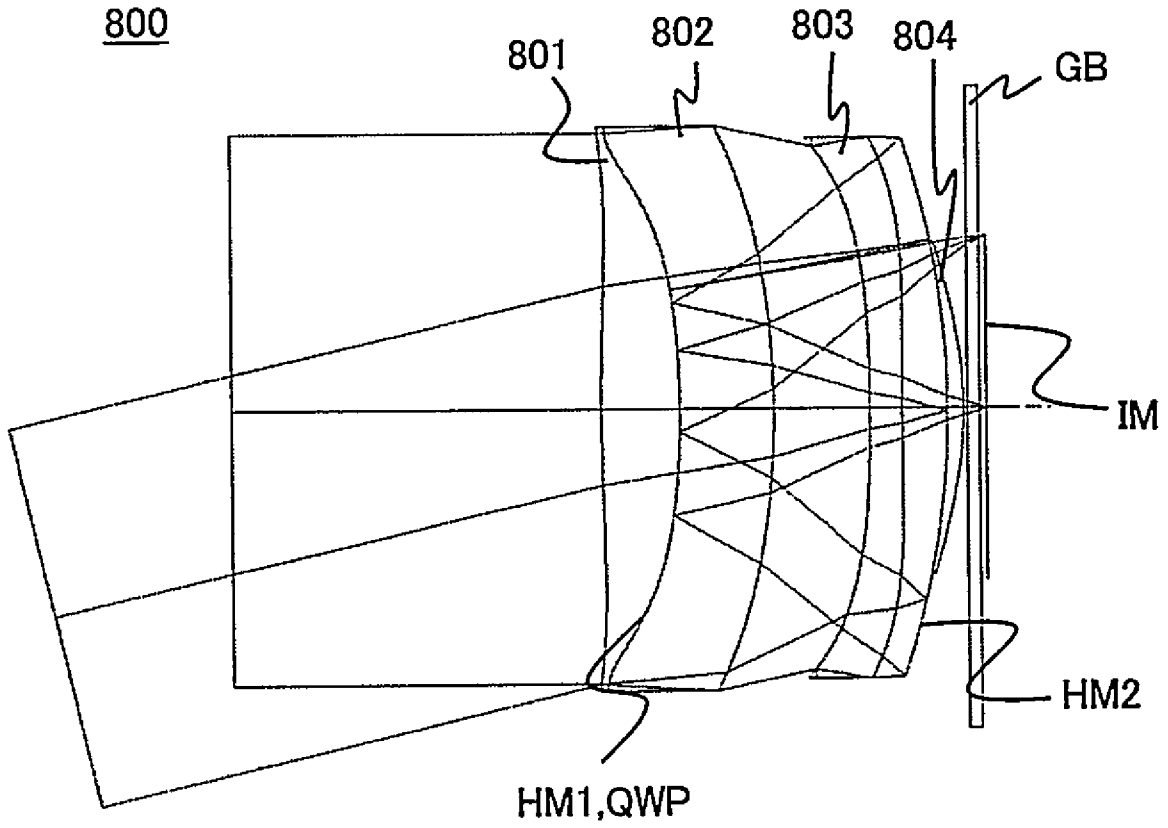


[ 図 16 ]

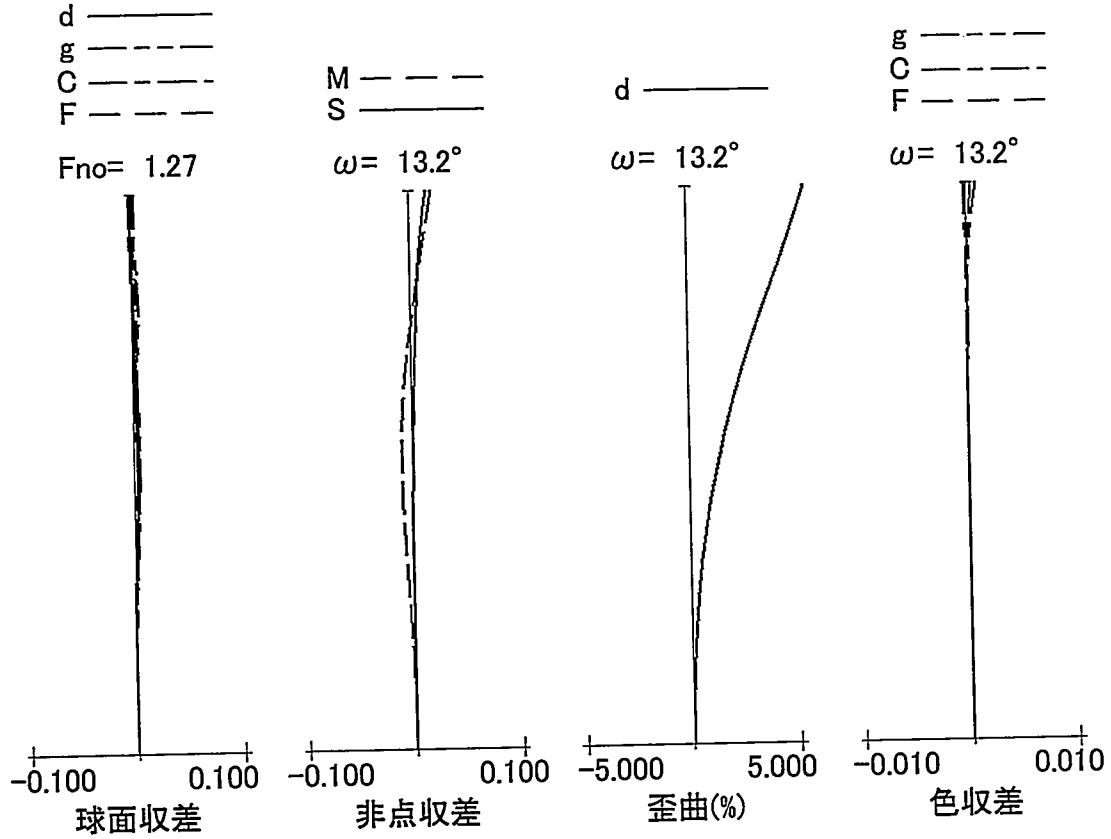


[ 17 ]

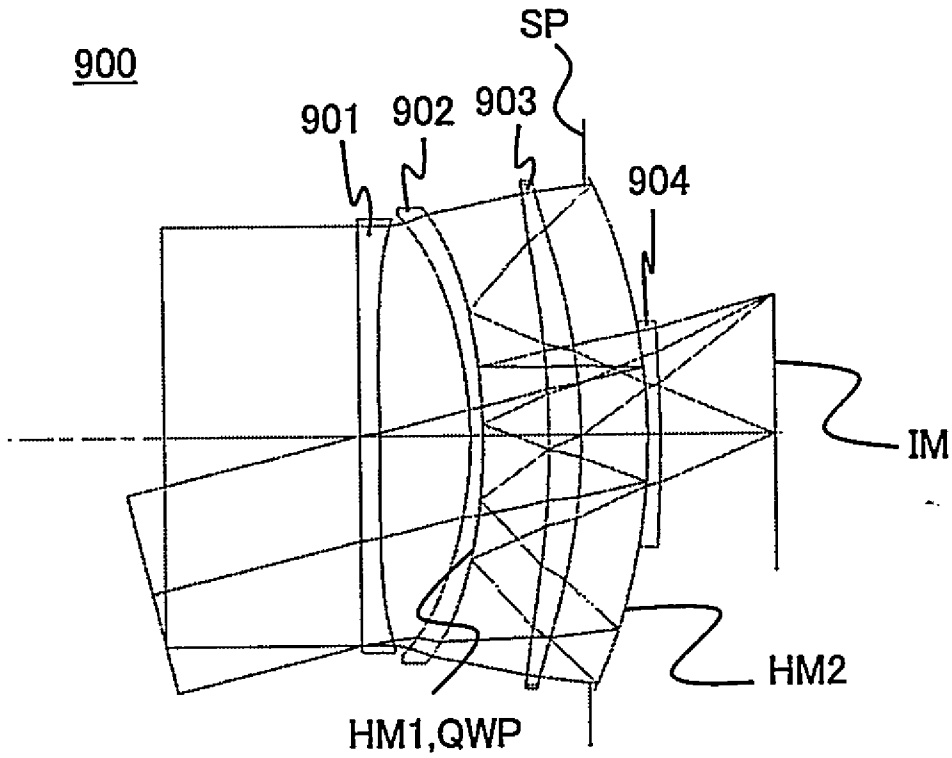
800



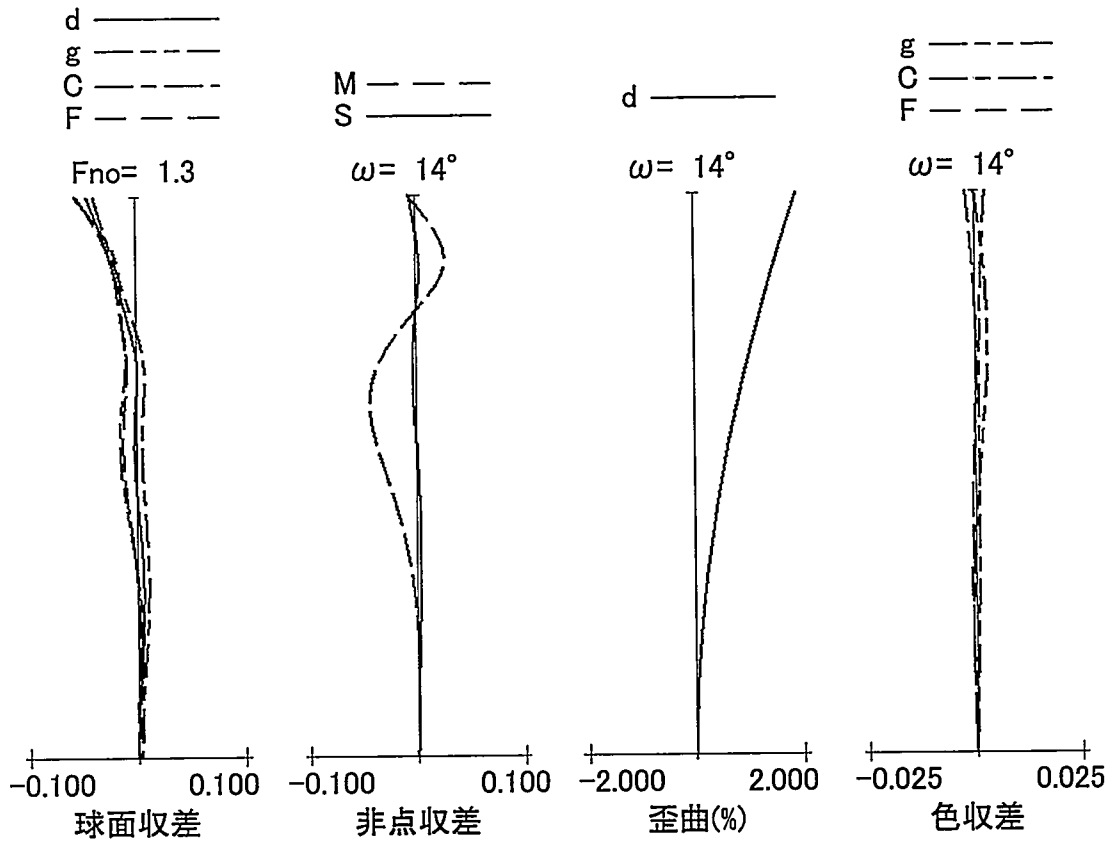
[ 18 ]



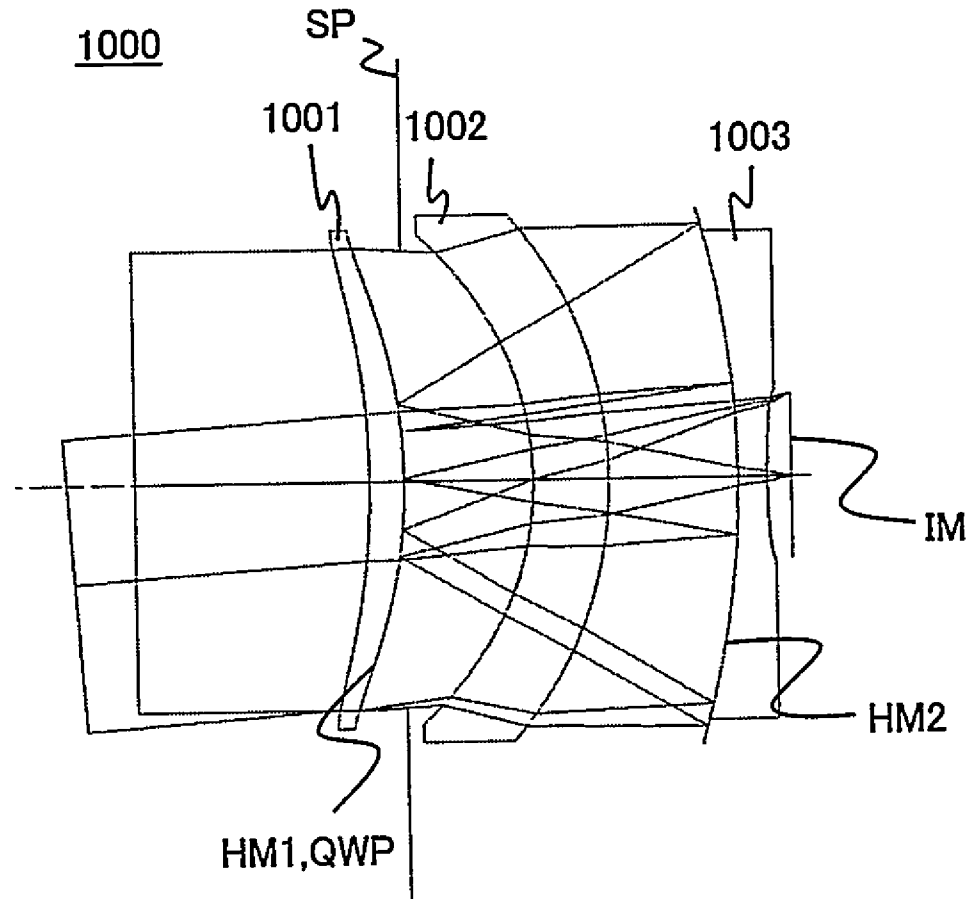
[ 19 ]



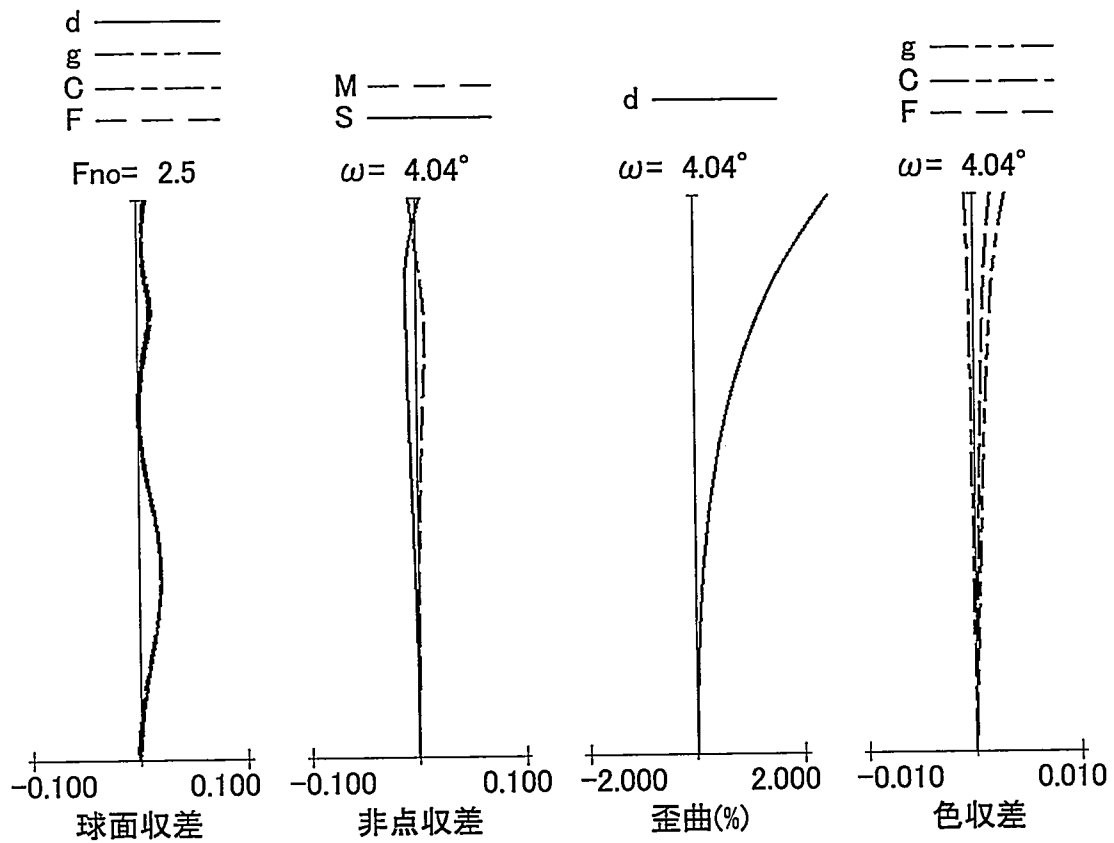
[ 20 ]



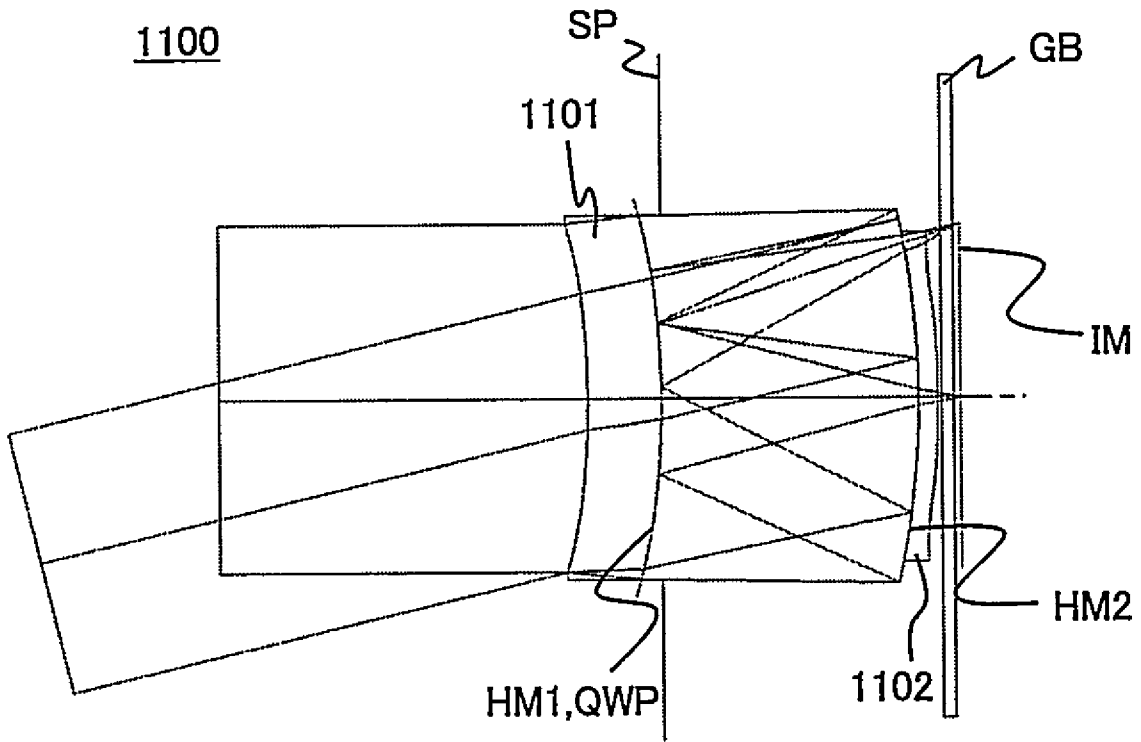
[ 図 21 ]



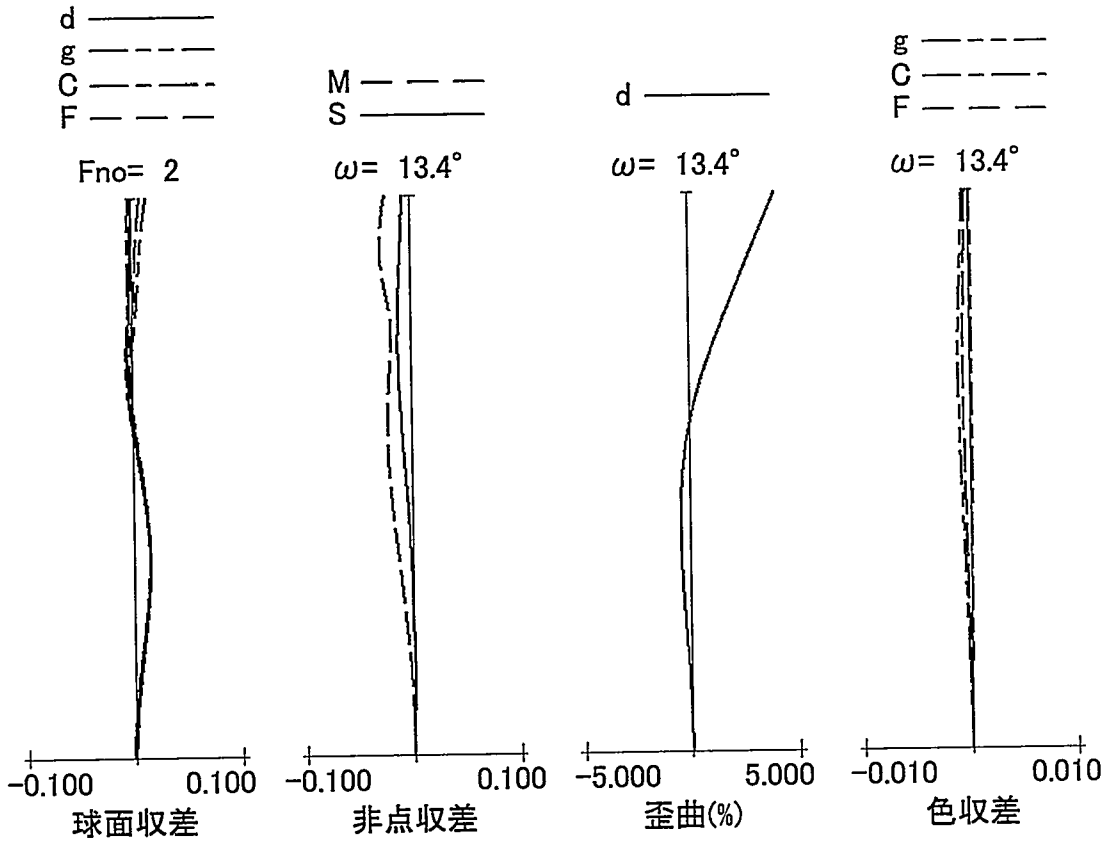
[ 図 22 ]



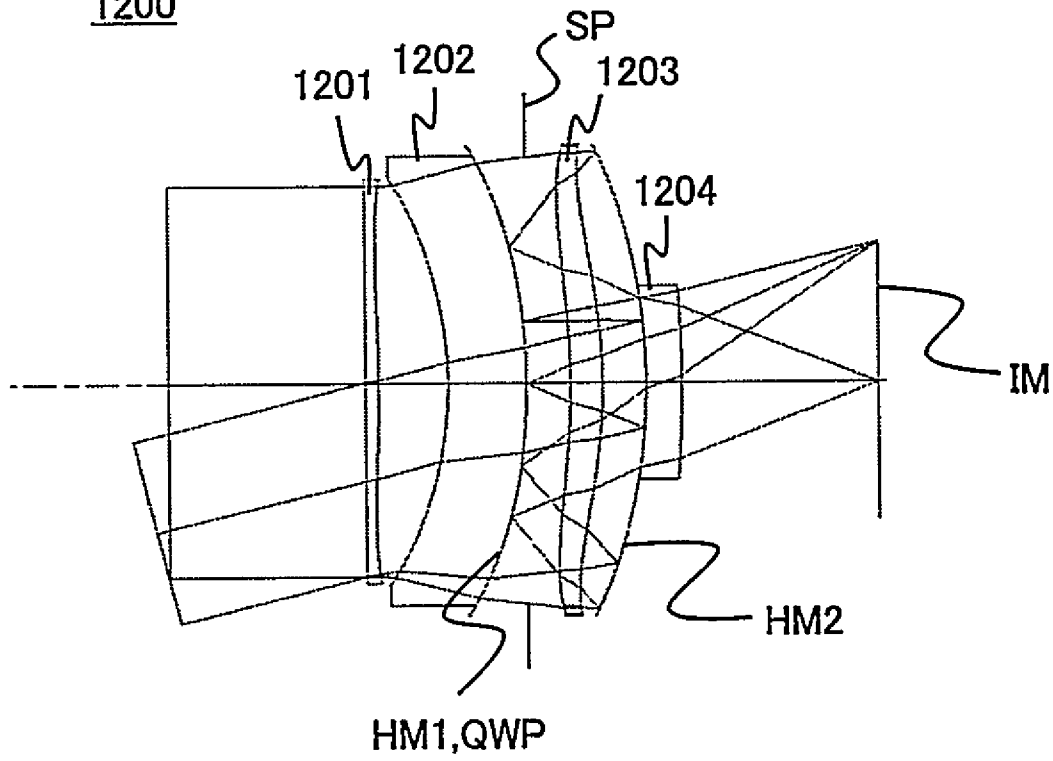
[ 23 ]



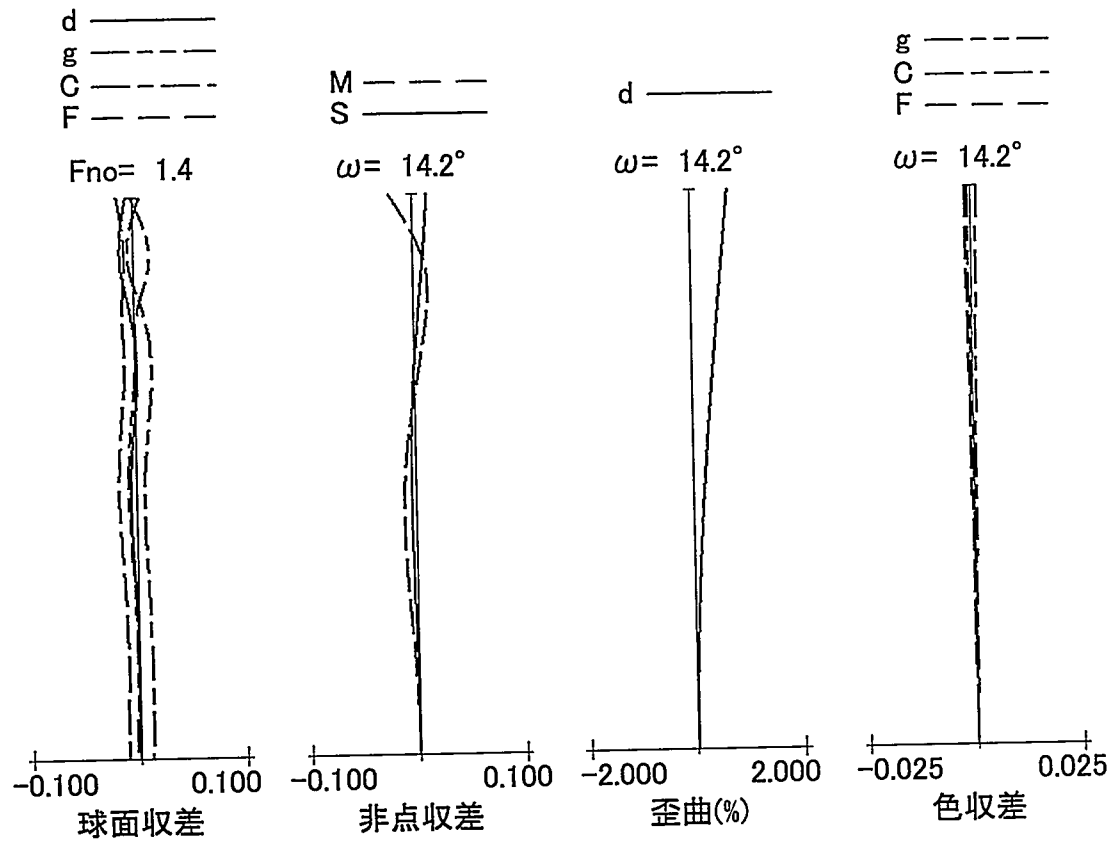
[ 24 ]



[ 25 ]  
1200



[ 26 ]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/005232

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>G02B 17/08</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/30</i> (2006.01)i; <i>G02B 13/18</i> (2006.01)i FI: G02B17/08; G02B5/30; G02B13/18		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B17/08; G02B5/30; G02B13/18		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-352273 A (KONICA MINOLTA OPTO INC.) 22 December 2005 (2005-12-22) examples 1, 8, paragraphs [0001], [0021]	1, 4-7, 9-18
A	entire text, all drawings	8
A	JP 7-261088 A (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 13 October 1995 (1995-10-13) entire text, all drawings	1, 4-18
P, X	WO 2023/136167 A1 (KONICA MINOLTA, INC.) 20 July 2023 (2023-07-20) example 3, paragraphs [0002], [0019]	1, 4-7, 9-14, 16, 18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 <b>16 April 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>07 May 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.: **2,3**  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:  

The meaning of f2 used in the conditional expression set forth in the aforementioned claim(s) is not described or suggested in the specification, etc.
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2024/005232**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2005-352273 A	22 December 2005	(Family: none)	
JP 7-261088 A	13 October 1995	US 5644436 A entire text, all drawings	
WO 2023/136167 A1	20 July 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 17/08(2006.01)i; G02B 5/30(2006.01)i; G02B 13/18(2006.01)i FI: G02B17/08; G02B5/30; G02B13/18		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G02B17/08; G02B5/30; G02B13/18 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2005-352273 A (コニカミノルタオプト株式会社) 22.12.2005 (2005 - 12 - 22) 実施例1, 8, 段落, [0001][0021] 全文全図	1, 4-7, 9-18 8
A	JP 7-261088 A (オリンパス光学工業株式会社) 13.10.1995 (1995 - 10 - 13) 全文全図	1, 4-18
P, X	WO 2023/136167 A1 (コニカミノルタ株式会社) 20.07.2023 (2023 - 07 - 20) 実施例3, 段落[0002], [0019]	1, 4-7, 9-14, 16, 18
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
16. 04. 2024	07. 05. 2024	
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）  岡田 弘 20 8361  電話番号 03-3581-1101 内線 3271	

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項  
は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
  
2.  請求項 2,3  
は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、  
同請求項に記載された条件式に使用される f 2 について、その意味するところが明細書等に記載されておらずその示唆もない。
  
3.  請求項  
は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

国際調査報告  
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/005232

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2005-352273 A	22.12.2005	(ファミリーなし)	
JP 7-261088 A	13.10.1995	US 5644436 A 全文全図	
WO 2023/136167 A1	20.07.2023	(ファミリーなし)	