

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6149410号  
(P6149410)

(45) 発行日 平成29年6月21日(2017.6.21)

(24) 登録日 平成29年6月2日(2017.6.2)

(51) Int.Cl. F 1  
**GO 2 B 13/14 (2006.01)** GO 2 B 13/14  
**GO 2 B 13/18 (2006.01)** GO 2 B 13/18

請求項の数 11 (全 50 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-18206 (P2013-18206)                  (22) 出願日 平成25年2月1日(2013.2.1)                  (65) 公開番号 特開2014-149430 (P2014-149430A)                  (43) 公開日 平成26年8月21日(2014.8.21)                  審査請求日 平成28年1月21日(2016.1.21)</p>	<p>(73) 特許権者 000001270                  コニカミノルタ株式会社                  東京都千代田区丸の内二丁目7番2号                  (74) 代理人 110001933                  特許業務法人 佐野特許事務所                  (74) 代理人 100085501                  弁理士 佐野 静夫                  (74) 代理人 100128842                  弁理士 井上 温                  (72) 発明者 橋本 雅文                  東京都日野市さくら町1番地 コニカミノ                  ルタテクノロジーセンター株式会社内                   審査官 瀬戸 息吹</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遠赤外線用結像光学系、撮像光学装置及びデジタル機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より順に、正パワーを有する第1レンズと、正パワーを有する第2レンズと、からなる2枚構成の遠赤外線用結像光学系であって、

前記第1レンズが、近軸で物体側に凸の正メニスカス形状を有する両面非球面レンズであり、

前記第2レンズが、近軸で両凸形状を有する両面非球面レンズであり、

全系の子午面内における様子を光軸が横になるように描いた場合において、軸上光と周辺光との上下位置が入れ替わる位置を第1レンズと第2レンズとの間に有し、

前記第1、第2レンズを構成する硝材がカルコゲナイドガラスのみであり、使用波長範囲が3 μm以上13 μm以下であり、

以下の条件式(1)を満足することを特徴とする遠赤外線用結像光学系；

$$0.6 < (TL_{opt} - LB) / TL_{opt} < 0.95 \quad \dots (1)$$

ただし、

$$TL_{opt} = TL + D1 \times (n1 - 1) + D2 \times (n2 - 1)$$

TL：全長、

D1：第1レンズの中心厚、

D2：第2レンズの中心厚、

n1：第1レンズの設計基準波長に対する屈折率、

n2：第2レンズの設計基準波長に対する屈折率、

L B : 光学系最終面から近軸像面までの距離、  
である。

【請求項 2】

前記第 1 , 第 2 レンズが有するレンズ面のうちのいずれか 1 面に回折構造を有することを特徴とする請求項 1 記載の遠赤外線用結像光学系。

【請求項 3】

前記第 1 レンズの物体側面に回折構造を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の遠赤外線用結像光学系。

【請求項 4】

前記第 2 レンズの物体側面に回折構造を有することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の遠赤外線用結像光学系。 10

【請求項 5】

前記第 1 レンズと前記第 2 レンズとの中間に絞りが位置することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の遠赤外線用結像光学系。

【請求項 6】

以下の条件式 ( 2 ) を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の遠赤外線用結像光学系 ;

$$0 < ( T L \times F n o / f ) \times ( R 1 A / R 2 A ) < 1 . 5 \quad \dots ( 2 )$$

ただし、

T L : 全長、

20

F n o : F ナンバー、

f : 全系の焦点距離、

R 1 A : 第 1 レンズの物体側面の近軸曲率半径、

R 2 A : 第 2 レンズの物体側面の近軸曲率半径、

である。

【請求項 7】

以下の条件式 ( 3 ) を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の遠赤外線用結像光学系 ;

$$0 < F n o \times ( ( D 1 + D 2 ) / f ) \times ( R 1 A / R 2 A ) < 0 . 5 \quad \dots ( 3 )$$

ただし、

30

F n o : F ナンバー、

D 1 : 第 1 レンズの中心厚、

D 2 : 第 2 レンズの中心厚、

f : 全系の焦点距離、

R 1 A : 第 1 レンズの物体側面の近軸曲率半径、

R 2 A : 第 2 レンズの物体側面の近軸曲率半径、

である。

【請求項 8】

以下の条件式 ( 4 ) を満足することを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の遠赤外線用結像光学系 ;

40

$$0 . 0 0 1 < P < 0 . 0 3 5 \quad \dots ( 4 )$$

ただし、

P : 波長 1 0 0 0 0 n m における回折光学面のパワー ( m m <sup>-1</sup> )、

である。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の遠赤外線用結像光学系と、撮像面上に形成された遠赤外線光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備え、前記撮像素子の撮像面上に被写体の遠赤外線光学像が形成されるように前記遠赤外線用結像光学系が設けられていることを特徴とする撮像光学装置。

【請求項 10】

50

請求項9記載の撮像光学装置を備えることにより、被写体の静止画撮影，動画撮影のうちの少なくとも一方の機能が付加されたことを特徴とするデジタル機器。

【請求項11】

携帯端末であることを特徴とする請求項10記載のデジタル機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、遠赤外線用結像光学系，撮像光学装置及びデジタル機器に関するものである。例えば、撮像素子（例えば、CCD (Charge Coupled Device)型イメージセンサー，CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor)型イメージセンサー等の固体撮像素子）の受光面上に被写体の遠赤外線光学像を形成するための小型の結像光学系と、それにより得られた遠赤外線映像を撮像素子で取り込む撮像光学装置と、それを搭載した画像入力機能付きデジタル機器と、に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

監視カメラや防犯カメラ等の普及に伴い、可視光だけでなく、赤外光を用いる安価で小型な光学系が必要とされている。赤外光用の光学系に用いられるレンズ材料は、一般的な光学ガラスに比べて高価であるため、レンズ体積は小さい方がコストが抑えられる。そのような観点から、レンズ2枚からなる遠赤外線用結像光学系が特許文献1～5で提案されている。例えば特許文献1には、レンズ2枚を用いてそのうちの1面を回折光学面とした構成が開示されている。また特許文献2には、2枚のレンズのうち1枚を両面とも回折光学面とした構成が開示されている。さらに、可視光領域で使用されるレンズ2枚構成の撮像光学系としては、特許文献6に記載のものが挙げられる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-128538号公報

【特許文献2】特開2010-113191号公報

【特許文献3】特開2011-237669号公報

【特許文献4】特開2003-295052号公報

【特許文献5】特開平10-339842号公報

【特許文献6】特開2006-350276号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1，2に記載の遠赤外線用結像光学系では、2枚目のレンズが絞りに近いいため、広角化すると収差補正が適切に行えなくなり、また、それにより周辺光量の確保が難しくなる。特許文献3に記載の遠赤外線用結像光学系では、2枚目のレンズが物体側に凸の正メニスカスレンズであるため、主点位置がレンズより物体側に寄ってしまい、2枚目のレンズ位置が像面に近くなる。その結果、レンズ位置が絞り位置から遠くなるため、広角化した場合にレンズの有効径が大きくなり、レンズの体積を大きくする必要が生じて、硝材費が増大することになる。特許文献4，5に記載の遠赤外線用結像光学系においても、これと同様のレンズ構成を有しているため、同様の問題がある。

40

【0005】

特許文献6に記載の可視光領域用結像光学系では、レンズ系の中で光線进行操作する領域の割合が小さいため、収差補正を適切に行うことができない。そのため、広角化に適しながら良好な結像性能を有し、かつ、小型化にも適した低コストの明るい光学系が求められている。

【0006】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、安価に製造でき

50

る構成を有し、かつ、広角でありながら良好な結像性能を有する遠赤外線用結像光学系、それを備えた撮像光学装置及びデジタル機器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、第1の発明の遠赤外線用結像光学系は、物体側より順に、正パワーを有する第1レンズと、正パワーを有する第2レンズと、からなる2枚構成の遠赤外線用結像光学系であって、

前記第1レンズが、近軸で物体側に凸の正メニスカス形状を有する両面非球面レンズであり、

前記第2レンズが、近軸で両凸形状を有する両面非球面レンズであり、

全系の子午面内における様子を光軸が横になるように描いた場合において、軸上光と周辺光との上下位置が入れ替わる位置を第1レンズと第2レンズとの間に有し、

前記第1,第2レンズを構成する硝材がカルコゲナイドガラスのみであり、使用波長範囲が3 μm以上13 μm以下であり、

以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$0.6 < (TL_{opt} - LB) / TL_{opt} < 0.95 \quad \dots (1)$$

ただし、

$$TL_{opt} = TL + D1 \times (n1 - 1) + D2 \times (n2 - 1)$$

TL：全長、

D1：第1レンズの中心厚、

D2：第2レンズの中心厚、

n1：第1レンズの設計基準波長に対する屈折率、

n2：第2レンズの設計基準波長に対する屈折率、

LB：光学系最終面から近軸像面までの距離、

である。

【0008】

第2の発明の遠赤外線用結像光学系は、上記第1の発明において、前記第1,第2レンズが有するレンズ面のうちのいずれか1面に回折構造を有することを特徴とする。

【0009】

第3の発明の遠赤外線用結像光学系は、上記第1又は第2の発明において、前記第1レンズの物体側面に回折構造を有することを特徴とする。

【0010】

第4の発明の遠赤外線用結像光学系は、上記第1～第3のいずれか1つの発明において、前記第2レンズの物体側面に回折構造を有することを特徴とする。

【0012】

第5の発明の遠赤外線用結像光学系は、上記第1～第4のいずれか1つの発明において、前記第1レンズと前記第2レンズとの中間に絞りが位置することを特徴とする。

【0013】

第6の発明の遠赤外線用結像光学系は、上記第1～第5のいずれか1つの発明において、以下の条件式(2)を満足することを特徴とする。

$$0 < (TL \times Fno / f) \times (R1A / R2A) < 1.5 \quad \dots (2)$$

ただし、

TL：全長、

Fno：Fナンバー、

f：全系の焦点距離、

R1A：第1レンズの物体側面の近軸曲率半径、

R2A：第2レンズの物体側面の近軸曲率半径、

である。

【0014】

第7の発明の遠赤外線用結像光学系は、上記第1～第6のいずれか1つの発明において

10

20

30

40

50

、以下の条件式(3)を満足することを特徴とする。

$$0 < F n o \times ((D 1 + D 2) / f) \times (R 1 A / R 2 A) < 0 . 5 \quad \dots ( 3 )$$

ただし、

F n o : F ナンバー、

D 1 : 第 1 レンズの中心厚、

D 2 : 第 2 レンズの中心厚、

f : 全系の焦点距離、

R 1 A : 第 1 レンズの物体側面の近軸曲率半径、

R 2 A : 第 2 レンズの物体側面の近軸曲率半径、

である。

10

#### 【 0 0 1 5 】

第 8 の発明の遠赤外線用結像光学系は、上記第 2 ~ 第 4 のいずれか 1 つの発明において、以下の条件式(4)を満足することを特徴とする。

$$0 . 0 0 1 < P < 0 . 0 3 5 \quad \dots ( 4 )$$

ただし、

P : 波長 1 0 0 0 0 n m における回折光学面のパワー ( m m <sup>-1</sup> )、

である。

#### 【 0 0 1 6 】

第 9 の発明の撮像光学装置は、上記第 1 ~ 第 8 のいずれか 1 つの発明に係る遠赤外線用結像光学系と、撮像面上に形成された遠赤外線光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備え、前記撮像素子の撮像面上に被写体の遠赤外線光学像が形成されるように前記遠赤外線用結像光学系が設けられていることを特徴とする。

20

#### 【 0 0 1 7 】

第 1 0 の発明のデジタル機器は、上記第 9 の発明に係る撮像光学装置を備えることにより、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方の機能が付加されたことを特徴とする。

#### 【 0 0 1 8 】

第 1 1 の発明のデジタル機器は、上記第 1 0 の発明において、携帯端末であることを特徴とする。

#### 【発明の効果】

30

#### 【 0 0 1 9 】

本発明の構成を採用することにより、安価に製造できる構成を有し、かつ、広角でありながら良好な結像性能を有する遠赤外線用結像光学系と、それを備えた撮像光学装置を実現することができる。そして、本発明に係る撮像光学装置を監視カメラ、防犯カメラ、携帯端末等のデジタル機器に用いることによって、デジタル機器に対し高性能の遠赤外線画像入力機能をコンパクトに付加することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【 0 0 2 0 】

【図 1】第 1 の実施の形態(実施例 1)の光学構成図。

【図 2】実施例 1 の収差図。

40

【図 3】第 2 の実施の形態(実施例 2)の光学構成図。

【図 4】実施例 2 の収差図。

【図 5】第 3 の実施の形態(実施例 3)の光学構成図。

【図 6】実施例 3 の収差図。

【図 7】第 4 の実施の形態(実施例 4)の光学構成図。

【図 8】実施例 4 の収差図。

【図 9】第 5 の実施の形態(実施例 5)の光学構成図。

【図 1 0】実施例 5 の収差図。

【図 1 1】第 6 の実施の形態(実施例 6)の光学構成図。

【図 1 2】実施例 6 の収差図。

50

- 【図 1 3】第 7 の実施の形態（実施例 7）の光学構成図。  
 【図 1 4】実施例 7 の収差図。  
 【図 1 5】第 8 の実施の形態（実施例 8）の光学構成図。  
 【図 1 6】実施例 8 の収差図。  
 【図 1 7】第 9 の実施の形態（実施例 9）の光学構成図。  
 【図 1 8】実施例 9 の収差図。  
 【図 1 9】第 1 0 の実施の形態（実施例 1 0）の光学構成図。  
 【図 2 0】実施例 1 0 の収差図。  
 【図 2 1】第 1 1 の実施の形態（実施例 1 1）の光学構成図。  
 【図 2 2】実施例 1 1 の収差図。 10  
 【図 2 3】第 1 2 の実施の形態（実施例 1 2）の光学構成図。  
 【図 2 4】実施例 1 2 の収差図。  
 【図 2 5】第 1 3 の実施の形態（実施例 1 3）の光学構成図。  
 【図 2 6】実施例 1 3 の収差図。  
 【図 2 7】第 1 4 の実施の形態（実施例 1 4）の光学構成図。  
 【図 2 8】実施例 1 4 の収差図。  
 【図 2 9】第 1 5 の実施の形態（実施例 1 5）の光学構成図。  
 【図 3 0】実施例 1 5 の収差図。  
 【図 3 1】第 1 6 の実施の形態（実施例 1 6）の光学構成図。  
 【図 3 2】実施例 1 6 の収差図。 20  
 【図 3 3】第 1 7 の実施の形態（実施例 1 7）の光学構成図。  
 【図 3 4】実施例 1 7 の収差図。  
 【図 3 5】第 1 8 の実施の形態（実施例 1 8）の光学構成図。  
 【図 3 6】実施例 1 8 の収差図。  
 【図 3 7】第 1 9 の実施の形態（実施例 1 9）の光学構成図。  
 【図 3 8】実施例 1 9 の収差図。  
 【図 3 9】第 2 0 の実施の形態（実施例 2 0）の光学構成図。  
 【図 4 0】実施例 2 0 の収差図。  
 【図 4 1】第 2 1 の実施の形態（実施例 2 1）の光学構成図。  
 【図 4 2】実施例 2 1 の収差図。 30  
 【図 4 3】第 2 2 の実施の形態（実施例 2 2）の光学構成図。  
 【図 4 4】実施例 2 2 の収差図。  
 【図 4 5】第 2 3 の実施の形態（実施例 2 3）の光学構成図。  
 【図 4 6】実施例 2 3 の収差図。  
 【図 4 7】第 2 4 の実施の形態（実施例 2 4）の光学構成図。  
 【図 4 8】実施例 2 4 の収差図。  
 【図 4 9】第 2 5 の実施の形態（実施例 2 5）の光学構成図。  
 【図 5 0】実施例 2 5 の収差図。  
 【図 5 1】第 2 6 の実施の形態（実施例 2 6）の光学構成図。  
 【図 5 2】実施例 2 6 の収差図。 40  
 【図 5 3】遠赤外線用結像光学系を搭載したデジタル機器の概略構成例を示す模式図。  
 【発明を実施するための形態】  
 【0 0 2 1】

以下、本発明に係る遠赤外線用結像光学系，撮像光学装置，デジタル機器等を説明する。本発明に係る遠赤外線用結像光学系は、物体側より順に、正パワーを有する第 1 レンズと、正パワーを有する第 2 レンズと、からなる 2 枚構成の遠赤外線用結像光学系である（パワー：焦点距離の逆数で定義される量）。前記第 1 レンズは近軸で物体側に凸の正メニスカス形状を有する両面非球面レンズであり、前記第 2 レンズは近軸で両凸形状を有する両面非球面レンズである。また、全系の子午面内における様子を光軸が横になるように描いた場合において、軸上光と周辺光との上下位置が入れ替わる位置（例えば、開口絞り位

置)を第1レンズと第2レンズとの間に有し、以下の条件式(1)を満足することを特徴としている。

$$0.6 < (TL_{opt} - LB) / TL_{opt} < 0.95 \quad \dots (1)$$

ただし、

$$TL_{opt} = TL + D1 \times (n1 - 1) + D2 \times (n2 - 1)$$

TL：全長、

D1：第1レンズの中心厚、

D2：第2レンズの中心厚、

n1：第1レンズの設計基準波長に対する屈折率、

n2：第2レンズの設計基準波長に対する屈折率、

LB：光学系最終面から近軸像面までの距離、

である。

#### 【0022】

上記光学構成を採用すれば、明るく、比較的広角でありながら、レンズ2枚のみで遠赤外線用結像光学系を構成することができ、また、非球面形状を利用することで十分な結像性能を得ることができる。第1レンズの正パワーによって、第2レンズに必要なパワーを小さくすることができ、第2レンズの形状に与える負担を小さくすることができる。また、第2レンズが近軸で両凸形状を有することによって、同じシェーピングファクターの物体側に凸の正メニスカス形状と比べると、主点位置がレンズ自体に近いところにあるため、同じパワーを有する場合でもレンズを絞り寄りに配置することができる。そのため、画角を大きくとっても、光束が第2レンズを通過する領域は小さく抑えられ、第2レンズの有効径を小さくすることができる。したがって、第2レンズの体積を小さくことができ、硝材費のコストを低減する効果が得られる。

#### 【0023】

条件式(1)の下限を下回ると、結像光学系の光学的全長 $TL_{opt}$ に対する、光線の取り扱いに有効な長さが相対的に短くなるため、良好な収差補正(例えば、コマ収差、非点収差等の補正)が行えなくなる。また、条件式(1)の上限を上回ると、像面の前に十分な空間を確保できなくなり、レンズが遠赤外線を吸収することにより生じる熱放射によって、撮像素子が影響を受けてしまう。条件式(1)の範囲内であれば、収差を適切に補正しつつも、系の小型化を無理のない範囲で実現することができる。なお、LBは、像面のひとつ前にあって結像性能に寄与する面から像面までの距離であり、例えば、後述する実施例1では像面直前の光束規制板SP(図1)がその面に該当する。

#### 【0024】

上記特徴的構成によると、安価に製造できる構成を有し、かつ、広角でありながら良好な結像性能を有する遠赤外線用結像光学系及びそれを備えた撮像光学装置を実現することが可能である。そして、その撮像光学装置を監視カメラ、防犯カメラ、携帯端末等のデジタル機器に用いれば、デジタル機器に対し高性能の遠赤外線画像入力機能をコンパクトに付加することが可能となり、そのコンパクト化、高性能化、高機能化等に寄与することができる。こういった効果をバランス良く得るとともに、更に高い光学性能、小型化等を達成するための条件等を以下に説明する。

#### 【0025】

以下の条件式(1a)を満たすことが望ましく、条件式(1b)を満たすことが更に望ましい。

$$0.6 < (TL_{opt} - LB) / TL_{opt} < 0.85 \quad \dots (1a)$$

$$0.6 < (TL_{opt} - LB) / TL_{opt} < 0.8 \quad \dots (1b)$$

これらの条件式(1a)、(1b)は、前記条件式(1)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(1a)、更に好ましくは条件式(1b)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

#### 【0026】

10

20

30

40

50

前記第1, 第2レンズが有するレンズ面のうちのいずれか1面に回折構造を有することが望ましい。回折構造を持たせることで、軸上色収差の補正を良好に行うことができる。

【0027】

前記第1レンズの物体側面に回折構造を有することが望ましい。これは、赤外線カメラとして良好な出力画像を得るための好ましい条件である。このように像面から最も離れた位置に回折構造を設けることで、回折構造に起因する散乱光や、高屈折率材料を使用する際に注意すべき全反射光が、予想外の光路で像面に到達する危険性を減らすことができる。

【0028】

前記第2レンズの物体側面に回折構造を有することが望ましい。これは、良好な出力画像を得るための好ましい条件である。このように構成すれば、いずれの画角においても光束の通過する回折面内の範囲が大きく違わないため、回折構造がより有効に作用し、結果として、適切な収差補正を行うことができる。

【0029】

前記第1, 第2レンズを構成する硝材がカルコゲナイドガラスのみであり、使用波長範囲が $3\mu\text{m}$ 以上 $13\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。これは、第1, 第2レンズの作製を容易にするための好ましい条件である。カルコゲナイドガラスは、少なくとも $5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の波長範囲において、55%以上の透過率を有するものであり、S(硫黄), Se(セレン), Te(テルル)といったカルコゲン元素のいずれかを成分として含むガラスである。カルコゲナイドはモールド成形が可能であるため、切削に比べて硝材を無駄にすることが少ない。したがって、カルコゲナイドを用いることにより低コスト化が可能となる。

【0030】

前記第1レンズと前記第2レンズとの中間に絞りが位置することが望ましい。これは、結像性能を良好に発揮することができる条件である。絞りを2枚のレンズの中間に配置することにより、子午面内で考えて、それぞれのレンズにより別々のマージナル光線の収差を補正することができる。また、軸上から最周辺の光束が各レンズを通過する領域を小さく抑えることができ、結果として、レンズの体積を比較的小さくすることができる。そのため、硝材費の低減を図ることができる。

【0031】

以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$0 < (TL \times Fno / f) \times (R1A / R2A) < 1.5 \quad \dots (2)$$

ただし、

TL: 全長、

Fno: Fナンバー、

f: 全系の焦点距離、

R1A: 第1レンズの物体側面の近軸曲率半径、

R2A: 第2レンズの物体側面の近軸曲率半径、

である。

【0032】

条件式(2)は、小型で良好な結像性能を得るうえで好ましい条件を規定している。この条件式(2)の上限を上回ると、全長や有効径を大きくする必要が生じるため、小型には適さなくなる。条件式(2)の下限を下回ると、全系の焦点距離が負となるため、結像光学系としての役割を果たさない。

【0033】

以下の条件式(2a)を満たすことが望ましく、条件式(2b)を満たすことが更に望ましい。

$$0 < (TL \times Fno / f) \times (R1A / R2A) < 1.3 \quad \dots (2a)$$

$$0.1 < (TL \times Fno / f) \times (R1A / R2A) < 1.2 \quad \dots (2b)$$

これらの条件式(2a), (2b)は、前記条件式(2)が規定している条件範囲のな

10

20

30

40

50



かでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(2a)、更に好ましくは条件式(2b)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。また、条件式(2b)の下限を下回ると(0~0.1において)、第1レンズでの光線の偏角が大きくなるため、球面収差をはじめとする諸収差が増大し、良好な結像性能を得難くなる。

【0034】

以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$0 < Fno \times ((D1 + D2) / f) \times (R1A / R2A) < 0.5 \quad \dots (3)$$

ただし、

Fno: Fナンバー、

D1: 第1レンズの中心厚、

D2: 第2レンズの中心厚、

f: 全系の焦点距離、

R1A: 第1レンズの物体側面の近軸曲率半径、

R2A: 第2レンズの物体側面の近軸曲率半径、

である。

【0035】

条件式(3)は、結像性能を良好にし、かつ、製造時のコストを低減するうえで好ましい条件を規定している。この条件式(3)の上限を上回ると、レンズの厚みが増し、硝材を使用する体積が増えるため、コストの増大を招く傾向となる。条件式(3)の下限を下回ると、諸収差の劣化により良好な結像性能が得られなくなるおそれがある。

【0036】

以下の条件式(3a)を満たすことが望ましく、条件式(3b)を満たすことが更に望ましい。

$$0 < Fno \times ((D1 + D2) / f) \times (R1A / R2A) < 0.45 \quad \dots (3a)$$

$$0 < Fno \times ((D1 + D2) / f) \times (R1A / R2A) < 0.4 \quad \dots (3b)$$

これらの条件式(3a)、(3b)は、前記条件式(3)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(3a)、更に好ましくは条件式(3b)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

【0037】

以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$0.001 < P < 0.035 \quad \dots (4)$$

ただし、

P: 波長10000nmにおける回折光学面のパワー(mm<sup>-1</sup>)、

である。

【0038】

条件式(4)は、良好な結像性能を得るうえで好ましい条件を規定している。この条件式(4)の範囲を外れると、硝材やレンズ形状によって生じる分散に対して逆の分散を適切に与えることができなくなるため、軸上色収差を適切に補正することが困難になる。

【0039】

以下の条件式(4a)を満たすことが望ましく、条件式(4b)を満たすことが更に望ましい。

$$0.001 < P < 0.020 \quad \dots (4a)$$

$$0.002 < P < 0.015 \quad \dots (4b)$$

これらの条件式(4a)、(4b)は、前記条件式(4)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。したがって、好ましくは条件式(4a)、更に好ましくは条件式(4b)を満たすことにより、上記効果をより一層大きくすることができる。

【0040】

10

20

30

40

50

本発明に係る遠赤外線用結像光学系は、画像入力機能付きデジタル機器（例えば携帯端末）用の撮像光学系としての使用に適しており、これを撮像素子等と組み合わせることにより、被写体の遠赤外線映像を光学的に取り込んで電気的な信号として出力する遠赤外線用撮像光学装置を構成することができる。撮像光学装置は、被写体の静止画撮影や動画撮影に用いられるカメラの主たる構成要素を成す光学装置であり、例えば、物体（すなわち被写体）側から順に、物体の遠赤外線光学像を形成する結像光学系と、その結像光学系により形成された遠赤外線光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えることにより構成される。そして、撮像素子の受光面（すなわち撮像面）上に被写体の遠赤外線光学像が形成されるように、前述した特徴的構成を有する遠赤外線用結像光学系が配置されることにより、小型・低コストで高い性能を有する撮像光学装置やそれを備えたデジタル機器を実現することができる。

10

#### 【0041】

遠赤外線画像入力機能付きデジタル機器の例としては、赤外線カメラ、監視カメラ、防犯カメラ、車載カメラ、航空機カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、テレビ電話用カメラ等のカメラが挙げられ、また、パーソナルコンピュータ、携帯端末（例えば、携帯電話、スマートフォン（高機能携帯電話）、モバイルコンピュータ等の小型で携帯可能な情報機器端末）、これらの周辺機器（スキャナー、プリンター等）、その他のデジタル機器（ドライブレコーダ、防衛機器等）等に内蔵又は外付けされるカメラが挙げられる。これらの例から分かるように、遠赤外線用の撮像光学装置を用いることにより赤外線カメラを構成することができるだけでなく、その撮像光学装置を各種機器に搭載することにより赤外線カメラ機能を付加することが可能である。例えば、赤外線カメラ付きスマートフォン等の遠赤外線画像入力機能を備えたデジタル機器を構成することが可能である。

20

#### 【0042】

遠赤外線画像入力機能付きデジタル機器の一例として、図53にデジタル機器DUの概略構成例を模式的断面で示す。図53に示すデジタル機器DUに搭載されている撮像光学装置LUは、物体（すなわち被写体）側から順に、物体の遠赤外線光学像（像面）IMを形成する結像光学系LN（AX：光軸）と、平行平板PT（撮像素子SRのカバーガラス、必要に応じて配置される光学的ローパスフィルタ等の光学フィルタ等に相当する。）と、結像光学系LNにより受光面（撮像面）SS上に形成された光学像IMを電気的な信号に変換する撮像素子SRと、を備えている。この撮像光学装置LUで画像入力機能付きデジタル機器DUを構成する場合、通常そのボディ内部に撮像光学装置LUを配置することになるが、カメラ機能を実現する際には必要に応じた形態を採用することが可能である。例えば、ユニット化した撮像光学装置LUをデジタル機器DUの本体に対して着脱可能又は回動可能に構成することが可能である。

30

#### 【0043】

結像光学系LNは、物体側より順に、正パワーを有する第1レンズと、正パワーを有する第2レンズと、からなる2枚構成の単焦点レンズであり、前述したように、撮像素子SRの受光面SS上に遠赤外線からなる光学像IMを形成する構成になっている。撮像素子SRとしては、例えば複数の画素を有するCCD型イメージセンサー、CMOS型イメージセンサー等の固体撮像素子が用いられる。結像光学系LNは、撮像素子SRの光電変換部である受光面SS上に被写体の光学像IMが形成されるように設けられているので、結像光学系LNによって形成された光学像IMは、撮像素子SRによって電気的な信号に変換される。

40

#### 【0044】

デジタル機器DUは、撮像光学装置LUの他に、信号処理部1、制御部2、メモリー3、操作部4、表示部5等を備えている。撮像素子SRで生成した信号は、信号処理部1で所定のデジタル画像処理や画像圧縮処理等が必要に応じて施され、デジタル映像信号としてメモリー3（半導体メモリー、光ディスク等）に記録されたり、場合によってはケーブルを介したり赤外線信号等に変換されたりして他の機器に伝送される（例えば携帯電話の通信機能）。制御部2はマイクロコンピュータからなっており、撮影機能（静止画撮影機

50

能，動画撮影機能等），画像再生機能等の機能の制御；フォーカシングのためのレンズ移動機構の制御等を集中的に行う。例えば、被写体の静止画撮影，動画撮影のうちの少なくとも一方を行うように、制御部 2 により撮像光学装置 L U に対する制御が行われる。表示部 5 は液晶モニター等のディスプレイを含む部分であり、撮像素子 S R によって変換された画像信号あるいはメモリー 3 に記録されている画像情報を用いて画像表示を行う。操作部 4 は、操作ボタン（例えばリリースボタン），操作ダイヤル（例えば撮影モードダイヤル）等の操作部材を含む部分であり、操作者が操作入力した情報を制御部 2 に伝達する。

【 0 0 4 5 】

図 1 ，図 3 ，図 5 ，... ，図 4 9 ，図 5 1 に、無限遠合焦状態にある遠赤外線用結像光学系 L N の第 1 ～第 2 6 の実施の形態を、光路と共に光学断面でそれぞれ示す。第 1 ～第 2 6 の実施の形態の結像光学系 L N は、物体側より順に、正パワーを有する第 1 レンズ L 1 と、正パワーを有する第 2 レンズ L 2 と、からなっている。第 1 レンズ L 1 は近軸で物体側に凸の正メニスカス形状を有する両面非球面レンズであり、第 2 レンズ L 2 は近軸で両凸形状を有する両面非球面レンズである。

10

【 0 0 4 6 】

第 1 ～第 9 ，第 1 1 ～第 1 3 ，第 1 5 ～第 1 7 ，第 2 1 ～第 2 6 の実施の形態では、第 1 レンズ L 1 の物体側面に回折構造が設けられている。また、第 1 8 の実施の形態では第 1 レンズ L 1 の像側面に回折構造が設けられており、第 1 9 の実施の形態では第 2 レンズ L 2 の像側面に回折構造が設けられており、第 2 0 の実施の形態では第 2 レンズ L 2 の物体側面に回折構造が設けられている。各実施の形態において第 1 ，第 2 レンズ L 1 ，L 2 間には開口絞り S T が配置されており、さらに、第 1 の実施の形態では最も像側に光束規制板 S P が配置されており、第 8 ，第 9 ，第 1 3 の実施の形態では最も物体側に光束規制板 S P が配置されている。

20

【実施例】

【 0 0 4 7 】

以下、本発明を実施した遠赤外線用結像光学系の構成等を、実施例のコンストラクションデータ等を挙げて更に具体的に説明する。ここで挙げる実施例 1 ～2 6 ( E X 1 ～2 6 ) は、前述した第 1 ～第 2 6 の実施の形態にそれぞれ対応する数値実施例であり、第 1 ～第 2 6 の実施の形態を表す光学構成図 ( 図 1 ，図 3 ，図 5 ，... ，図 4 9 ，図 5 1 ) は、対応する実施例 1 ～2 6 のレンズ構成 ( レンズ断面形状，レンズ配置等 ) ，光路等をそれぞれ示している。

30

【 0 0 4 8 】

各実施例のコンストラクションデータでは、面データとして、左側の欄から順に、面番号，近軸における曲率半径  $r$  ( mm ) ，軸上面間隔  $d$  ( mm ) ，材料名，有効半径 ( mm ) を示す。屈折率データとして、各レンズを構成する光学材料の各波長 ( 8 0 0 0 nm ，1 0 0 0 0 nm ，1 2 0 0 0 nm ) に対する屈折率を示す。

【 0 0 4 9 】

面番号に \* が付された面は非球面であり、その面形状は面頂点を原点とするローカルな直交座標系 ( X ， Y ， Z ) を用いた以下の式 ( A S ) で定義される。非球面データとして、非球面係数等を示す。なお、各実施例の非球面データにおいて表記の無い項の係数は 0 であり、すべてのデータに関して  $E - n = x \cdot 10^{-n}$  である。

40

【 0 0 5 0 】

【数 1】

$$X = \frac{h^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)h^2/R^2}} + \sum A_i h^i$$

... ( A S )

【 0 0 5 1 】

50

ただし、

h : X 軸 ( 光軸 A X ) に対して垂直な方向の高さ (  $h^2 = Y^2 + Z^2$  )、

X : 高さ h の位置での光軸 A X 方向のサグ量 ( 面頂点基準 )、

R : 基準曲率半径 ( 曲率半径 r に相当する。 )、

K : 円錐定数、

A<sub>i</sub> : i 次の非球面係数、

である。

【 0 0 5 2 】

面番号に # が付された面は回折面であり、その回折構造は以下の式 ( D S ) で定義される。回折面データとして、回折次数、光路差関数の係数等を示す。なお、各実施例の回折面データにおいて表記の無い項の係数は 0 であり、すべてのデータに関して  $E - n = x 1 0^{-n}$  である。

10

【 0 0 5 3 】

【 数 2 】

$$\phi = \sum_{i=1}^{\infty} C_i h^{2i}$$

... ( D S )

20

【 0 0 5 4 】

ただし、

: 光路差関数、

C<sub>i</sub> : 光路差関数の係数、

h : 光軸 A X に対して垂直な方向の高さ、

である。

【 0 0 5 5 】

表 1 及び表 2 に、各種データとして、F ナンバー ( F n o )、半画角 ( , ° )、全系の焦点距離 ( f , mm )、最大像高 ( Y ' , mm )、レンズ全長 ( T L , mm )、レンズバック ( L B , mm )、第 1 レンズ L 1 の焦点距離 ( f L 1 , mm )、第 2 レンズ L 2 の焦点距離 ( f L 2 , mm )、第 1 レンズ L 1 の物体側面の近軸曲率半径 ( R 1 A , mm )、第 2 レンズ L 2 の物体側面の近軸曲率半径 ( R 2 A , mm )、第 1 レンズ L 1 の中心厚 ( D 1 , mm )、第 2 レンズ L 2 の中心厚 ( D 2 , mm )、光学的全長 ( T L o p t , mm )、回折面位置 ( S 1 A : 第 1 レンズ L 1 の物体側面、S 1 B : 第 1 レンズ L 1 の像側面、S 2 A : 第 2 レンズ L 2 の物体側面、S 2 B : 第 2 レンズ L 2 の像側面 ) を示す。また、表 3 に各実施例の条件式対応値を示す。

30

【 0 0 5 6 】

図 2、図 4、図 6、...、図 5 0、図 5 2 は、実施例 1 ~ 2 6 ( E X 1 ~ 2 6 ) にそれぞれ対応する収差図であり、( A ) は球面収差図、( B ) は非点収差図、( C ) は歪曲収差図である。球面収差図は、実線で示す設計基準波長 ( 評価波長 ) 1 0 0 0 0 nm における球面収差量、一点鎖線で示す波長 8 0 0 0 nm における球面収差量、破線で示す波長 1 2 0 0 0 nm における球面収差量を、それぞれ近軸像面からの光軸 A X 方向のズレ量 ( mm ) で表しており、縦軸は瞳への入射高さをその最大高さで規格化した値 ( すなわち相対瞳高さ ) を表している。非点収差図において、破線 T は設計基準波長 1 0 0 0 0 nm におけるタンジェンシャル像面、実線 S は設計基準波長 1 0 0 0 0 nm におけるサジタル像面を、近軸像面からの光軸 A X 方向のズレ量 ( mm ) で表しており、縦軸は半画角 ( A N G L E , ° ) を表している。歪曲収差図において、横軸は設計基準波長 1 0 0 0 0 nm における歪曲 ( % ) を表しており、縦軸は半画角 ( A N G L E , ° ) を表している。なお、半画角の最大値は、像面 I M における最大像高 Y ' ( 撮像素子 S R の受光面 S S の対角長の半分 ) に相当する。

40

50

## 【 0 0 5 7 】

実施例 1 ( 図 1 ) は、心厚が薄い例であり、最も像側に光束規制板 S P が配置されている。実施例 5 ( 図 9 ) 等では、第 1 レンズ L 1 の物体側面が凸面なので回折面の加工が容易であり、像面から遠いのでゴースト等が発生しにくい。実施例 8 ( 図 1 5 ) は、最も物体側に光束規制板 S P が配置されている。実施例 9 ( 図 1 7 ) は、条件式 ( 1 ) の対応値が小さい例であり、最も物体側に光束規制板 S P が配置されている。

## 【 0 0 5 8 】

実施例 1 0 ( 図 1 9 ) は、回折面を持たず、条件式 ( 1 ) の対応値が大きい例である。実施例 1 1 ( 図 2 1 ) は、他の実施例よりも画角が広い例である。実施例 1 3 ( 図 2 5 ) は、最も物体側に光束規制板 S P が配置されている。実施例 1 4 ( 図 2 7 ) は、回折面を持たず、条件式 ( 3 ) の対応値が大きい例である。実施例 1 5 ( 図 2 9 ) は、条件式 ( 4 ) の対応値が大きい例である。

## 【 0 0 5 9 】

実施例 1 8 ( 図 3 5 ) は、第 1 レンズ L 1 の像側面が回折面からなっているため、汚れが着きにくく、また、絞り S T に近いので回折の効果を引き出し易い。実施例 1 9 ( 図 3 7 ) は、第 2 レンズ L 2 の像側面が回折面からなっているため汚れが着きにくく、また、凸面なので加工し易い。実施例 2 0 ( 図 3 9 ) は、第 2 レンズ L 2 の物体側面が回折面からなっているため汚れが着きにくく、絞り S T に近いのでより回折の効果を引き出し易く、また、凸面なので加工し易い。

## 【 0 0 6 0 】

実施例 2 1 ( 図 4 1 ) は第 2 レンズ L 2 がゲルマニウムからなっており、実施例 2 2 ( 図 4 3 ) は第 1 レンズ L 1 がゲルマニウムからなっている。実施例 2 3 ( 図 4 5 ) は第 1 レンズ L 1 が Z n S からなっており、実施例 2 4 ( 図 4 7 ) は第 2 レンズ L 2 が Z n S からなっている。実施例 2 5 ( 図 4 9 ) は硝材がゲルマニウムのみであり、実施例 2 6 ( 図 5 1 ) は硝材が Z n S のみである。したがって実施例 2 1 ~ 2 6 は、第 1 , 第 2 レンズを構成する硝材がカルコゲナイドガラスのみではないという点で、本発明の単なる参考例であり、本発明に属さないものである。

## 【 0 0 6 1 】

## 実施例 1

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	4.6472	0.5500	カルコゲナイド	3.5928
2*	5.0256	1.8449		3.5046
3(絞り)		2.5067		3.1398
4*	19.1405	0.5500	カルコゲナイド	2.9413
5*	-580.0130	0.7200		3.0633
6(光束規制板)		4.4762		3.0000
像面		0.0000		

## 【 0 0 6 2 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

## 【 0 0 6 3 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	4.647	5.026	19.140	-580.013
K	-1.128164951	-0.618998373	10.03239393	0

A4	1.91160E-03	9.21920E-04	8.76312E-04	1.55254E-03
A6	-5.53753E-07	2.81062E-04	-2.97564E-04	-2.85121E-04
A8	2.43407E-05	-1.66583E-05	7.01907E-05	1.67207E-05
A10	-2.03667E-06	2.65114E-06	-1.94898E-05	6.69003E-07
A12	2.94610E-08	-5.44957E-07	2.36260E-06	-6.30542E-07
A14	-3.53943E-09	2.05726E-08	-1.39650E-07	2.56646E-08

## 【 0 0 6 4 】

## 回折面データ

回折次数	1			
規格化波長[nm]	10000			10
C1	-0.003168382			
C2	0.000684443			
C3	-2.75E-04			
C4	3.60E-05			
C5	-2.01E-06			
C6	4.03E-08			

## 【 0 0 6 5 】

## 実施例 2

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径	20
物面					
1*#	5.1321	1.1013	カルコゲナイド	3.9397	
2*	6.1248	2.4963		3.5326	
3(絞り)		1.6265		2.3359	
4*	39.1212	3.5000	カルコゲナイド	2.5483	
5*	-349.2958	2.3724		3.3369	
像面		0.0000			

## 【 0 0 6 6 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm	30
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687	

## 【 0 0 6 7 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面	
R	5.132	6.125	39.121	-349.296	
K	0.528685932	1.510710519	0	0	
A4	-1.78255E-04	-3.57436E-04	-1.45291E-03	-7.96057E-04	40
A6	-1.48428E-05	4.18231E-05	-3.18622E-04	-1.11129E-04	
A8	1.22679E-06	-3.40046E-06	3.95391E-05	-4.49795E-06	
A10	-5.94336E-08	1.27904E-07	-6.30261E-06	3.58324E-07	

## 【 0 0 6 8 】

## 回折面データ

回折次数	1			
規格化波長[nm]	10000			
C1	-0.003618917			
C2	0.000154088			
C3	-4.09E-05			
C4	3.03E-06			50

C5 -8.87E-08

## 【 0 0 6 9 】

実施例 3

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	4.6250	1.2000	カルコゲナイド	3.8211
2*	5.0325	2.7432		3.3021
3(絞り)		1.2612		2.1901
4*	33.4309	0.9000	カルコゲナイド	2.4311
5*	-298.4905	3.3064		2.8599
像面		0.0000		

10

## 【 0 0 7 0 】

屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

## 【 0 0 7 1 】

非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	4.625	5.032	33.431	-298.490
K	0.411119619	1.12793397	0	0
A4	-5.17428E-05	-2.14005E-04	-2.82359E-03	-2.56314E-03
A6	-2.44268E-05	5.78816E-05	-1.03723E-03	-4.25741E-04
A8	2.01595E-06	-8.29633E-06	1.71925E-04	-2.51559E-05
A10	-6.74028E-08	6.25314E-07	-3.62166E-05	-2.90350E-07

20

## 【 0 0 7 2 】

回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.004375802
C2	0.000228144
C3	-6.11E-05
C4	5.54E-06
C5	-2.01E-07

30

## 【 0 0 7 3 】

実施例 4

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	4.5154	1.2214	カルコゲナイド	3.7987
2*	5.0240	2.5676		3.3088
3(絞り)		1.2907		2.1655
4*	53.0307	0.9389	カルコゲナイド	2.3181
5*	-473.4882	2.9814		2.8107
像面		0.0000		

40

## 【 0 0 7 4 】

屈折率データ

50

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

## 【 0 0 7 5 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	4.515	5.024	53.031	-473.488
K	0.341792828	1.023940121	0	0
A4	-2.13756E-04	-4.32777E-04	-3.80488E-03	-3.78681E-03
A6	-1.72542E-05	7.31560E-05	-1.43752E-03	-2.52131E-04
A8	2.28196E-06	-7.71118E-06	2.93966E-04	-6.87773E-05
A10	-1.07095E-07	4.89080E-07	-6.48178E-05	2.41288E-06

10

## 【 0 0 7 6 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.004199746
C2	1.63E-05
C3	-3.00E-05
C4	3.46E-06
C5	-1.51E-07

20

## 【 0 0 7 7 】

## 実施例 5

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	6.6216	1.2922	カルコゲナイド	5.0489
2*	9.0706	3.4572		4.7322
3(絞り)		1.7642		1.9515
4*	31.0466	2.2000	カルコゲナイド	2.6282
5*	-383.2905	1.9719		3.2582
像面		0.0000		

30

## 【 0 0 7 8 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

## 【 0 0 7 9 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	6.622	9.071	31.047	-383.291
K	-0.251842421	0.410344191	0	0
A4	-5.35843E-05	-3.57552E-04	-3.47673E-04	4.99483E-04
A6	1.32447E-05	4.57446E-05	-4.49378E-04	-1.62923E-04
A8	-8.55219E-07	-5.19879E-06		-7.35763E-05
A10	1.37018E-08	2.74376E-07		1.32222E-05
A12	8.68873E-10	-4.21546E-09		-1.02331E-06
A14				3.17123E-08

40

## 【 0 0 8 0 】

50



## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.003660747
C2	5.43E-05
C3	-1.01E-05
C4	5.02E-07
C5	-9.16E-09

## 【 0 0 8 1 】

## 実施例 6

10

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	4.6389	1.1812	カルコゲナイド	3.8057
2*	5.1543	2.1772		3.5716
3(絞り)		1.6693		2.4997
4*	37.1546	1.2000	カルコゲナイド	2.5031
5*	-139.6790	3.4568		3.1541
像面		0.0000		

20

## 【 0 0 8 2 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

## 【 0 0 8 3 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	4.639	5.154	37.155	-139.679
K	0.248440246	-2.396459257	0	0
A4	-1.25732E-03	3.04348E-03	-3.46085E-03	-2.61127E-03
A6	3.73143E-04	-2.83871E-04	-7.82550E-04	-4.25831E-04
A8	-8.07637E-05	5.47574E-05	2.32675E-04	0.00000E+00
A10	8.67374E-06	-3.48042E-06	-1.03463E-04	1.41655E-06
A12	-5.42686E-07	-4.15965E-07	1.64534E-05	-2.38266E-07
A14	1.65970E-08	4.30048E-08	-4.89521E-07	
A16	-3.30958E-10	-1.01612E-09	-1.25927E-07	

30

## 【 0 0 8 4 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.001565396
C2	-0.002086163
C3	7.85E-04
C4	-1.48E-04
C5	1.43E-05
C6	-6.81E-07
C7	1.27E-08

40

## 【 0 0 8 5 】

## 実施例 7

50

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	5.1432	0.7121	カルコゲナイド	3.8310
2*	5.7146	3.1885		3.7497
3(絞り)		0.9410		2.6585
4*	24.3711	1.3000	カルコゲナイド	2.9249
5*	-91.6204	4.8281		3.1028
像面		0.0000		

10

## 【 0 0 8 6 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率	屈折率	屈折率
	波長8000nm	波長10000nm	波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

## 【 0 0 8 7 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	5.143	5.715	24.371	-91.620
K	0.528569708	-0.91042288	0	0
A4	1.62819E-05	2.95356E-03	-5.32729E-05	3.33076E-04
A6	1.83694E-04	-4.78880E-04	-5.60677E-05	-6.71829E-05
A8	-6.53672E-05	8.16500E-05	6.07669E-06	0.00000E+00
A10	8.98946E-06	-3.51478E-06	-2.86864E-06	-1.87970E-07
A12	-6.38883E-07	-4.94350E-07	1.74129E-07	-2.37800E-08
A14	1.72697E-08	4.22267E-08	1.69672E-08	
A16	-1.85560E-10	-8.80961E-10	-2.21000E-09	

20

## 【 0 0 8 8 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.002536971
C2	-0.001355118
C3	7.05E-04
C4	-1.53E-04
C5	1.58E-05
C6	-7.89E-07
C7	1.52E-08

30

## 【 0 0 8 9 】

## 実施例 8

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1(光束規制板)		0.0000		3.4210
2*#	5.8511	0.9079	カルコゲナイド	3.4201
3*	6.4796	1.1188		3.3652
4(絞り)		2.4456		3.2204
5*	25.4122	1.2000	カルコゲナイド	3.2463
6*	-91.4107	5.0552		3.3861

40

50

像面 0.0000

【 0 0 9 0 】

屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

【 0 0 9 1 】

非球面データ

	第2面	第3面	第5面	第6面	
R	5.851	6.480	25.412	-91.411	10
K	-0.173746323	-16.68263361	0	0	
A4	-2.42133E-04	6.32616E-03	3.60215E-05	7.17102E-04	
A6	1.73373E-04	-6.52615E-04	1.71242E-04	-1.67343E-05	
A8	-7.81624E-05	1.68079E-05	-8.05201E-05	0.00000E+00	
A10	1.07761E-05	8.55672E-07	1.61450E-05	-9.55782E-07	
A12	-8.17224E-07	-2.01287E-07	-1.96515E-06	3.79900E-08	
A14	2.94992E-08	1.11563E-08	1.21068E-07		
A16	-4.76843E-10	-2.02307E-10	-3.09896E-09		

【 0 0 9 2 】

回折面データ

回折次数	1				20
規格化波長[nm]	10000				
C1	-0.004668925				
C2	0.000970639				
C3	-1.76E-04				
C4	-1.51E-05				
C5	6.55E-06				
C6	-5.85E-07				
C7	1.68E-08				

【 0 0 9 3 】

実施例 9

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径	
物面					
1(光束規制板)		0.4400		3.4201	
2*#	7.7581	0.9800	カルコゲナイド	3.4201	
3*	8.5915	0.8249		3.4984	
4(絞り)		2.7881		3.3782	
5*	22.2494	0.9800	カルコゲナイド	3.6300	40
6*	-80.0337	5.7042		3.7409	
像面		0.0000			

【 0 0 9 4 】

屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

【 0 0 9 5 】

非球面データ

第2面	第3面	第5面	第6面	50
-----	-----	-----	-----	----

R	7.758	8.591	22.249	-80.034
K	0.128065904	-26.58795864	0	0
A4	-3.05597E-04	3.29951E-03	2.47757E-04	8.51968E-04
A6	-1.77458E-04	-5.37415E-04	1.91419E-04	-1.30986E-05
A8	-2.71312E-05	1.32462E-05	-7.67025E-05	0.00000E+00
A10	8.22667E-06	1.23036E-06	1.44490E-05	-2.71919E-07
A12	-1.02915E-06	-1.67097E-07	-1.54127E-06	2.86008E-10
A14	6.28439E-08	8.76232E-09	8.33915E-08	
A16	-1.62860E-09	-2.12265E-10	-1.84266E-09	

## 【 0 0 9 6 】

10

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.005666944
C2	0.001877572
C3	-5.23E-04
C4	5.12E-05
C5	-1.80E-07
C6	-2.36E-07
C7	9.45E-09

20

## 【 0 0 9 7 】

## 実施例 1 0

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*	7.7249	2.7000	カルコゲナイド	4.9117
2*	9.9162	2.2125		3.8903
3(絞り)		2.3177		2.1595
4*	20.4552	2.7000	カルコゲナイド	2.8953
5*	-234.6184	2.1267		3.9518
像面		0.0000		

30

## 【 0 0 9 8 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

## 【 0 0 9 9 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	7.725	9.916	20.455	-234.618
K	0	0	0	0
A4	-1.54868E-04	-2.33154E-04	-8.79343E-04	7.05861E-04
A6	1.19759E-05	3.19082E-05	4.62150E-05	-4.65865E-04
A8	-1.63308E-06	-9.98562E-06	-7.73532E-05	4.46066E-05
A10	7.08840E-08	1.06040E-06	8.50581E-06	-4.18650E-06
A12	-1.13987E-09	-4.87823E-08	1.31791E-07	2.09325E-07
A14	-1.16389E-12	7.98191E-10	-8.02467E-08	-4.05264E-09

40

## 【 0 1 0 0 】

## 実施例 1 1

50

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	3.4785	0.6470	カルコゲナイド	2.6977
2*	3.7788	1.6426		2.5583
3(絞り)		0.9608		1.8556
4*	15.6508	0.6470	カルコゲナイド	2.1954
5*	-294.7429	3.2079		2.5163
像面		0.0000		

10

## 【 0 1 0 1 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率	屈折率	屈折率
	波長8000nm	波長10000nm	波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

## 【 0 1 0 2 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	3.479	3.779	15.651	-294.743
K	-1.055566306	-0.477516216	0	0
A4	7.62720E-03	9.21172E-03	-4.08821E-03	1.92410E-03
A6	-1.55535E-03	-5.05135E-03	5.09224E-03	-7.29879E-04
A8	3.50471E-04	2.05672E-03	-3.53398E-03	-1.42909E-04
A10	-1.19157E-05	-3.54834E-04	9.34801E-04	1.53215E-05
A12	-2.73522E-06	1.88207E-05	-1.02404E-04	-3.66231E-06

20

## 【 0 1 0 3 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.006458426
C2	0.001885715
C3	-6.70E-04
C4	9.73E-05
C5	-5.33E-06

30

## 【 0 1 0 4 】

## 実施例 1 2

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	6.9427	2.9916	カルコゲナイド	4.1503
2*	6.3115	1.8575		3.2200
3(絞り)		0.9061		2.2947
4*	20.6153	3.0000	カルコゲナイド	2.6582
5*	-43.6902	3.6530		3.3417
像面		0.0000		

40

## 【 0 1 0 5 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率	屈折率	屈折率
	波長8000nm	波長10000nm	波長12000nm

50

カルコゲナイド 2.746 2.724 2.687

## 【 0 1 0 6 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	6.943	6.312	20.615	-43.690
K	0	0	0	0
A4	-7.44856E-05	-1.12354E-03	-1.16318E-03	-8.08610E-04
A6	-3.73881E-05	1.97013E-05	-1.57571E-04	-7.61890E-05
A8	1.22212E-06	-2.26899E-05	1.22586E-05	-6.11463E-06
A10	-9.01681E-08	9.79894E-07	-3.10073E-06	3.23153E-07

10

## 【 0 1 0 7 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.0028138
C2	0.000316205
C3	-4.03E-05
C4	1.81E-06
C5	-3.12E-08

## 【 0 1 0 8 】

## 実施例 1 3

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1(光束規制板)		0.0000		4.8000
2*#	5.5529	2.0000	カルコゲナイド	4.2042
3*	4.8286	2.0470		3.0919
4(絞り)		2.7678		2.7525
5*	16.3438	2.0000	カルコゲナイド	3.7093
6*	-326.8758	4.2094		3.9886
像面		0.0000		

20

30

## 【 0 1 0 9 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

## 【 0 1 1 0 】

## 非球面データ

	第2面	第3面	第5面	第6面
R	5.553	4.829	16.344	-326.876
K	0	0	0	0
A4	1.05062E-03	6.07854E-04	-1.64655E-04	-1.41857E-04
A6	-8.98335E-05	2.64218E-04	-2.59261E-05	-2.65747E-05
A8	5.17672E-06	-2.68247E-05	-1.34740E-06	-3.15380E-06
A10	-2.76820E-08	2.16995E-06	-7.83272E-08	8.45680E-08

40

## 【 0 1 1 1 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000

50

C1	-0.005612226
C2	0.001662459
C3	-0.000263973
C4	1.63E-05
C5	-3.54E-07

## 【 0 1 1 2 】

## 実施例 1 4

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径	
物面					
1*	7.0913	2.5000	カルコゲナイド	3.6465	
2*	5.6595	0.8801		3.2081	
3(絞り)		1.2662		3.0833	
4*	12.4696	2.5000	カルコゲナイド	3.2726	
5*	-115.2462	5.3755		3.6104	
像面		0.0000			

## 【 0 1 1 3 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm	
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687	20

## 【 0 1 1 4 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面	
R	7.091	5.659	12.470	-115.246	
K	0	0	0	0	
A4	-6.59514E-04	-1.85746E-03	7.23618E-04	1.27332E-03	
A6	-8.68487E-05	-1.59981E-04	-1.97861E-04	-1.41189E-04	
A8	9.66931E-06	-1.91640E-05	5.56517E-05	3.21524E-05	30
A10	-1.66428E-06	2.26377E-06	-1.13101E-05	-6.08135E-06	
A12	1.14992E-07	-9.25099E-08	9.95569E-07	4.01462E-07	
A14	-3.29971E-09	1.44965E-09	-3.68518E-08	-9.08254E-09	

## 【 0 1 1 5 】

## 実施例 1 5

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径	
物面					
1*#	6.1787	2.5000	カルコゲナイド	3.9407	40
2*	5.1489	1.8921		3.1704	
3(絞り)		0.4876		2.3834	
4*	36.6634	2.5000	カルコゲナイド	2.5705	
5*	-21.3332	4.4532		3.1307	
像面		0.0000			

## 【 0 1 1 6 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm	
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687	50

## 【 0 1 1 7 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	6.179	5.149	36.663	-21.333
K	0	0	0	0
A4	8.63034E-04	-7.76317E-04	-8.43978E-04	-4.54078E-04
A6	-1.52457E-04	-1.04515E-05	-1.48845E-04	-6.48877E-05
A8	3.65484E-06	-2.45780E-05	9.74700E-06	-6.01794E-06
A10	2.57080E-07	-5.35704E-07	-3.28023E-06	1.88877E-07
A12	-2.06704E-08	9.06530E-08		

10

## 【 0 1 1 8 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.007376102
C2	0.00212927
C3	-0.000342734
C4	2.32E-05
C5	-5.72E-07

20

## 【 0 1 1 9 】

## 実施例 1 6

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	5.1477	1.8976	カルコゲナイド	3.8324
2*	4.6797	1.5135		2.7795
3(絞り)		2.6649		2.4440
4*	14.3177	2.0000	カルコゲナイド	3.4417
5*		3.4268		3.8710
像面		0.0000		

30

## 【 0 1 2 0 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

## 【 0 1 2 1 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	5.148	4.680	14.318	-2.51182E+14
K	0	0	0	0
A4	6.78758E-04	9.23645E-04	-4.78947E-05	-1.25620E-05
A6	-4.61577E-05	2.87865E-04	-9.84231E-05	-7.56947E-05
A8	3.45048E-06	-2.54707E-05	3.67657E-06	-5.35438E-06
A10	4.61052E-08	2.62321E-06	-5.83771E-07	1.87232E-07

40

## 【 0 1 2 2 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.003186839

50



C2 0.000950398  
 C3 -0.000202033  
 C4 1.47E-05  
 C5 -3.60E-07

## 【 0 1 2 3 】

## 実施例 1 7

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	6.1914	2.0000	カルコゲナイド	3.9942
2*	5.3838	2.3676		3.4180
3(絞り)		0.9106		2.6286
4*	19.8856	2.0000	カルコゲナイド	3.0486
5*	-36.9502	4.9184		3.4533
像面		0.0000		

10

## 【 0 1 2 4 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

20

## 【 0 1 2 5 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	6.191	5.384	19.886	-36.950
K	0	0	0	0
A4	2.62762E-04	-9.58643E-04	-3.91462E-04	-2.54857E-04
A6	-1.09168E-04	6.59875E-05	-5.48961E-05	-1.68792E-05
A8	5.04247E-06	-2.89082E-05	-7.66475E-07	-1.01167E-05
A10	-2.45385E-07	1.00550E-06	-8.21247E-07	2.96121E-07

30

## 【 0 1 2 6 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.004694073
C2	0.001088813
C3	-0.000173597
C4	1.11E-05
C5	-2.57E-07

## 【 0 1 2 7 】

## 実施例 1 8

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*	8.4725	2.1000	カルコゲナイド	3.9454
2*#	9.3826	1.3735		3.4763
3(絞り)		2.3191		2.8774
4*	20.8187	2.1000	カルコゲナイド	3.3198
5*	-74.8874	4.5375		3.6281

40

50

像面 0.0000

【 0 1 2 8 】

屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

【 0 1 2 9 】

非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面	
R	8.472	9.383	20.819	-74.887	10
K	2.638675499	-33.76218837	0	0	
A4	-1.41522E-03	3.31093E-03	2.00401E-04	7.04751E-04	
A6	1.99116E-04	-3.60868E-04	-3.52434E-04	-4.13039E-04	
A8	-6.18636E-05	1.11785E-05	6.62821E-05	7.28390E-05	
A10	8.61704E-06	3.64301E-07	-8.00867E-06	-7.71776E-06	
A12	-6.94273E-07	-1.03053E-07	5.05404E-07	3.87519E-07	
A14	2.89616E-08	8.22542E-09	-2.08600E-08	-7.32482E-09	
A16	-4.97E-10	-2.30E-10	4.95E-10		

【 0 1 3 0 】

回折面データ

回折次数	1				20
規格化波長[nm]	10000				
C1	-0.004820215				
C2	0.001280835				
C3	-0.000584365				
C4	1.12E-04				
C5	-1.06E-05				
C6	4.92E-07				
C7	-8.99E-09				

【 0 1 3 1 】

実施例 1 9

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径	
物面					
1*	8.7591	2.5000	カルコゲナイド	3.8986	
2*	7.8279	1.4305		3.3796	
3(絞り)		2.1781		2.9869	
4*	16.2364	2.5000	カルコゲナイド	3.7176	
5*#	-58.4044	5.5464		4.5072	40
像面		0.0000			

【 0 1 3 2 】

屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

【 0 1 3 3 】

非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面	
R	8.759	7.828	16.236	-58.404	50

K	2.699695918	-2.725122024	0	0
A4	-1.27121E-03	-1.77890E-04	-8.53248E-05	1.41718E-03
A6	9.87958E-05	-2.08426E-04	-1.65184E-04	-5.65238E-04
A8	-4.28391E-05	2.09976E-05	3.39754E-05	7.82042E-05
A10	6.34952E-06	-1.09582E-06	-6.26258E-06	-6.15893E-06
A12	-5.24223E-07	-7.89065E-08	6.13426E-07	2.34145E-07
A14	2.20582E-08	1.17438E-08	-3.11573E-08	-3.43240E-09
A16	-3.80E-10	-3.73E-10	5.65E-10	

## 【 0 1 3 4 】

回折面データ

10

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.003663687
C2	-0.002444765
C3	0.000812334
C4	-1.25E-04
C5	9.63E-06
C6	-3.63E-07
C7	5.30E-09

## 【 0 1 3 5 】

20

実施例 2 0

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*	7.0099	2.2000	カルコゲナイド	3.6835
2*	6.1004	1.3282		3.4018
3(絞り)		0.9218		3.0399
4*#	17.5959	2.2000	カルコゲナイド	3.2091
5*	-63.2946	5.5240		3.4745
像面		0.0000		

30

## 【 0 1 3 6 】

屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687

## 【 0 1 3 7 】

非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	7.010	6.100	17.596	-63.295
K	1.865238805	-1.796807954	0	0
A4	-1.31185E-03	-1.66192E-04	9.96282E-04	1.14466E-03
A6	-6.51118E-05	-2.16754E-04	-2.87029E-04	-1.53307E-04
A8	-9.06426E-06	-3.90666E-07	4.63782E-05	3.79174E-05
A10	1.38779E-06	-6.92636E-07	1.55528E-06	-6.61097E-06
A12	-1.97567E-07	1.45030E-07	-1.84214E-06	4.43026E-07
A14	1.31749E-08	-8.76086E-09	2.16700E-07	-1.08199E-08
A16	-3.85E-10	1.99E-10	-8.20E-09	

40

## 【 0 1 3 8 】

回折面データ

50

回折次数 1  
 規格化波長[nm] 10000  
 C1 -0.006453064  
 C2 0.000695119  
 C3 -0.000565359  
 C4 1.97E-04  
 C5 -3.28E-05  
 C6 2.59E-06  
 C7 -7.87E-08

## 【 0 1 3 9 】

10

## 実施例 2 1

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	4.6934	0.9273	カルコゲナイド	3.4966
2*	5.1399	1.1020		3.2421
3(絞り)		2.7268		3.1670
4*	134.3809	3.0000	ゲルマニウム	2.7475
5*	-53.9803	3.9326		3.5675
像面		0.0000		

20

## 【 0 1 4 0 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687
ゲルマニウム	4.006	4.003	4.002

## 【 0 1 4 1 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	4.693	5.140	134.381	-53.980
K	0	0	0	0
A4	1.52682E-03	4.81104E-04	-4.22675E-04	-1.91389E-04
A6	-8.67314E-04	4.54389E-05	-6.36803E-04	-3.29191E-04
A8	2.40831E-04	-3.71391E-05	2.06952E-04	6.15963E-05
A10	-3.32375E-05	6.82936E-06	-4.69050E-05	-7.58407E-06
A12	2.18198E-06	-7.81081E-07	5.30476E-06	4.50616E-07
A14	-5.82589E-08	2.71870E-08	-2.67250E-07	-1.01356E-08

30

## 【 0 1 4 2 】

## 回折面データ

回折次数 1  
 規格化波長[nm] 10000  
 C1 -0.00380399  
 C2 0.001897148  
 C3 -0.00131383  
 C4 3.72E-04  
 C5 -5.07E-05  
 C6 3.30E-06  
 C7 -8.25E-08

40

## 【 0 1 4 3 】

50

## 実施例 2 2

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	5.1079	0.7047	ゲルマニウム	3.4855
2*	5.3048	1.0313		3.3215
3(絞り)		3.2359		3.2402
4*	28.5250	3.0000	カルコゲナイド	2.8943
5*	-116.7591	3.3448		3.8870
像面		0.0000		

10

## 【 0 1 4 4 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率		
	波長8000nm	波長10000nm	波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687
ゲルマニウム	4.006	4.003	4.002

## 【 0 1 4 5 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	5.108	5.305	28.525	-116.759
K	0	0	0	0
A4	1.84647E-04	3.07451E-05	-7.01563E-04	-9.59065E-04
A6	-2.28755E-04	2.09236E-05	-8.23478E-04	-2.00662E-04
A8	1.19453E-04	-2.67070E-05	2.76559E-04	2.06378E-05
A10	-2.52520E-05	3.01513E-06	-6.20125E-05	-2.43424E-06
A12	2.09534E-06	-3.47277E-07	6.74280E-06	1.49997E-07
A14	-6.36662E-08	1.30582E-08	-3.10181E-07	-3.43601E-09

20

## 【 0 1 4 6 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.001099949
C2	-0.000271825
C3	5.00E-05
C4	9.10E-05
C5	-1.89E-05
C6	2.56E-07
C7	1.44E-07
C8	-7.30E-09

30

40

## 【 0 1 4 7 】

## 実施例 2 3

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	5.7492	2.5000	硫化亜鉛	4.0834
2*	6.4211	1.7814		3.3229
3(絞り)		1.4492		2.3548
4*	20.7379	2.5000	カルコゲナイド	2.6785

50

5\* -186.8640 3.2387 3.4425  
 像面 0.0000

## 【 0 1 4 8 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687
硫化亜鉛	2.223	2.200	2.170

## 【 0 1 4 9 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	5.749	6.421	20.738	-186.864
K	0	0	0	0
A4	-1.37186E-05	-8.69490E-04	-1.40849E-03	-1.33052E-03
A6	-5.47662E-05	8.43284E-05	-3.92698E-04	-1.33824E-04
A8	3.06030E-06	-3.01047E-05	5.64368E-05	-6.77222E-06
A10	-2.22786E-07	1.13094E-06	-8.38287E-06	4.27728E-07

10

## 【 0 1 5 0 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.003985181
C2	0.000233733
C3	-3.98E-05
C4	2.21E-06
C5	-4.63E-08

20

## 【 0 1 5 1 】

## 実施例 2 4

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	6.0155	2.2516	カルコゲナイド	4.0181
2*	6.2631	1.8716		3.3371
3(絞り)		1.3451		2.3148
4*	16.4061	2.5000	硫化亜鉛	2.5806
5*	-125.1680	2.9115		3.3585
像面		0.0000		

30

## 【 0 1 5 2 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
カルコゲナイド	2.746	2.724	2.687
硫化亜鉛	2.223	2.200	2.170

40

## 【 0 1 5 3 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	6.015	6.263	16.406	-125.168
K	0	0	0	0
A4	-1.79970E-04	-9.47992E-04	-1.85413E-03	-1.56676E-03

50

A6	-3.00203E-05	6.32974E-05	-6.70781E-04	-1.77543E-04
A8	1.13292E-06	-2.58942E-05	1.18854E-04	-1.15365E-05
A10	-1.61745E-07	9.68816E-07	-1.68194E-05	6.78023E-07

## 【 0 1 5 4 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.002288353
C2	0.000142746
C3	-2.88E-05
C4	1.56E-06
C5	-3.19E-08

10

## 【 0 1 5 5 】

## 実施例 2 5

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	7.9817	2.0674	ゲルマニウム	3.5559
2*	7.4843	0.4857		3.0464
3(絞り)		2.9301		3.0297
4*	36.2253	3.0000	ゲルマニウム	3.1655
5*	-100.0000	4.3745		3.8790
像面		0.0000		

20

## 【 0 1 5 6 】

## 屈折率データ

材料名	屈折率	屈折率	屈折率
	波長8000nm	波長10000nm	波長12000nm
ゲルマニウム	4.006	4.003	4.002

30

## 【 0 1 5 7 】

## 非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	7.982	7.484	36.225	-100.000
K	0	0	0	0
A4	-3.20141E-04	-1.10265E-03	-3.98904E-05	-4.36656E-06
A6	-8.12126E-05	-3.88927E-05	-4.01374E-04	-2.51747E-04
A8	1.23543E-05	-2.16577E-05	8.90250E-05	3.87973E-05
A10	-1.58306E-06	4.14179E-06	-1.32208E-05	-4.00176E-06
A12	9.05372E-08	-3.78846E-07	9.64843E-07	2.04752E-07
A14	-2.12848E-09	1.32815E-08	-3.14651E-08	-4.02030E-09

40

## 【 0 1 5 8 】

## 回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.000496359
C2	2.44E-05
C3	1.06E-05
C4	-7.64E-07
C5	-2.21E-07
C6	3.03E-08

50

C7 -1.04E-09

## 【 0 1 5 9 】

実施例 2 6

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	材料名	有効半径
物面				
1*#	5.7535	2.9188	硫化亜鉛	4.1073
2*	6.7923	1.4021		3.1384
3(絞り)		1.3444		2.2552
4*	19.3965	3.0000	硫化亜鉛	2.4633
5*	-125.1680	2.4458		3.3798
像面		0.0000		

10

## 【 0 1 6 0 】

屈折率データ

材料名	屈折率 波長8000nm	屈折率 波長10000nm	屈折率 波長12000nm
硫化亜鉛	2.223	2.200	2.170

## 【 0 1 6 1 】

非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面
R	5.753	6.792	19.396	-125.168
K	0	0	0	0
A4	-5.73112E-05	-9.07514E-04	-2.13709E-03	-1.53125E-03
A6	-3.62392E-05	8.57430E-05	-8.08468E-04	-1.85696E-04
A8	1.96548E-06	-3.55013E-05	1.60382E-04	-1.07976E-05
A10	-1.73684E-07	1.55067E-06	-2.41702E-05	7.71431E-07

20

## 【 0 1 6 2 】

回折面データ

回折次数	1
規格化波長[nm]	10000
C1	-0.003763701
C2	1.14E-04
C3	-1.74E-05
C4	4.45E-07
C5	1.23E-11

30

## 【 0 1 6 3 】



【表 1】

各種データ								
	Fno	$\omega$	f	Y'	TL	LB	fL1	fL2
実施例1	1.2	22.5	8.208	3.312	10.648	4.476	16.556	10.370
実施例2	1.2	22.5	8.208	3.347	11.097	2.372	9.927	18.493
実施例3	1.2	22.5	8.208	3.427	9.411	3.306	10.362	15.779
実施例4	1.2	22.5	8.208	3.493	9.000	2.981	9.338	23.279
実施例5	1.2	22.5	8.208	3.516	10.686	1.972	9.828	15.560
実施例6	1.2	22.5	8.208	3.380	9.685	3.457	10.565	16.479
実施例7	1.2	22.5	8.208	3.341	10.970	4.828	15.284	10.897
実施例8	1.2	22.5	8.208	3.380	10.728	5.055	15.414	10.893
実施例9	1.2	22.5	8.208	3.313	11.717	5.704	20.101	9.565
実施例10	1.2	22.5	8.208	3.333	12.057	2.127	11.393	10.987
実施例11	1.2	31.0	5.659	3.386	7.105	3.208	9.310	8.072
実施例12	1.2	22.5	8.208	3.188	12.408	3.653	17.551	8.267
実施例13	1.2	20.0	9.341	3.229	13.024	4.209	20.415	8.843
実施例14	1.2	22.5	8.208	3.247	12.522	5.375	154.798	6.609
実施例15	1.2	22.5	8.208	3.268	11.833	4.453	20.316	7.749
実施例16	1.2	22.5	8.208	3.190	11.503	3.427	16.538	8.189
実施例17	1.2	22.5	8.208	3.178	12.197	4.918	28.334	7.519
実施例18	1.2	22.5	8.208	3.294	12.430	4.537	17.640	9.582
実施例19	1.2	22.5	8.208	3.119	14.155	5.546	61.086	7.529
実施例20	1.2	22.5	8.208	3.294	12.174	5.524	51.370	8.126
実施例21	1.2	22.5	8.208	3.290	11.689	3.933	13.541	12.980
実施例22	1.2	22.5	8.208	3.194	11.317	3.345	12.437	13.473
実施例23	1.2	22.5	8.208	3.205	11.469	3.239	15.149	10.910
実施例24	1.2	22.5	8.208	3.221	10.880	2.911	13.066	12.227
実施例25	1.2	22.5	8.208	3.219	12.858	4.374	18.883	9.004
実施例26	1.2	22.5	8.208	3.236	11.111	2.446	12.407	14.181

10

20

30

【 0 1 6 4 】

【表 2】

各種データ						
	R1A	R2A	D1	D2	TLopt	回折面
実施例1	4.647	19.141	0.550	0.550	12.544	S1A
実施例2	5.132	39.121	1.101	3.500	19.029	S1A
実施例3	4.625	33.431	1.200	0.900	13.031	S1A
実施例4	4.515	53.031	1.221	0.939	12.724	S1A
実施例5	6.622	31.047	1.292	2.200	16.706	S1A
実施例6	4.639	37.155	1.181	1.200	13.790	S1A
実施例7	5.143	24.371	0.712	1.300	14.438	S1A
実施例8	5.851	25.412	0.908	1.200	14.362	S1A
実施例9	7.758	22.249	0.980	0.980	15.096	S1A
実施例10	7.725	20.455	2.700	2.700	21.367	—
実施例11	3.479	15.651	0.647	0.647	9.336	S1A
実施例12	6.943	20.615	2.992	3.000	22.738	S1A
実施例13	5.553	16.344	2.000	2.000	19.920	S1A
実施例14	7.091	12.470	2.500	2.500	21.142	—
実施例15	6.179	36.663	2.500	2.500	20.453	S1A
実施例16	5.148	14.318	1.898	2.000	18.222	S1A
実施例17	6.191	19.886	2.000	2.000	19.093	S1A
実施例18	8.473	20.819	2.100	2.100	19.671	S1B
実施例19	8.759	16.236	2.500	2.500	22.775	S2B
実施例20	7.010	17.596	2.200	2.200	19.760	S2A
実施例21	4.693	134.381	0.927	3.000	22.296	S1A
実施例22	5.108	28.525	0.705	3.000	18.605	S1A
実施例23	5.749	20.738	2.500	2.500	18.774	S1A
実施例24	6.016	16.406	2.252	2.500	17.756	S1A
実施例25	7.982	36.225	2.067	3.000	28.074	S1A
実施例26	5.754	19.397	2.919	3.000	18.201	S1A

10

20

30

【 0 1 6 5 】

【表 3】

	条件式(1)	条件式(2)	条件式(3)	条件式(4)
	$(TL_{opt}-LB)/TL_{opt}$	$(TL \times Fno/f) \times (R1A/R2A)$	$Fno \times ((D1+D2)/f) \times (R1A/R2A)$	P
実施例1	0.64	0.38	0.04	0.0063
実施例2	0.88	0.21	0.09	0.0072
実施例3	0.75	0.19	0.04	0.0088
実施例4	0.77	0.11	0.03	0.0084
実施例5	0.88	0.33	0.11	0.0073
実施例6	0.75	0.18	0.04	0.0031
実施例7	0.67	0.34	0.06	0.0051
実施例8	0.65	0.36	0.07	0.0093
実施例9	0.62	0.60	0.10	0.0113
実施例10	0.90	0.67	0.30	—
実施例11	0.66	0.33	0.06	0.0129
実施例12	0.84	0.61	0.29	0.0056
実施例13	0.79	0.57	0.17	0.0112
実施例14	0.75	1.04	0.42	—
実施例15	0.78	0.29	0.12	0.0148
実施例16	0.81	0.60	0.20	0.0064
実施例17	0.74	0.56	0.18	0.0094
実施例18	0.77	0.74	0.25	0.0096
実施例19	0.76	1.12	0.39	0.0073
実施例20	0.72	0.71	0.26	0.0129
実施例21	0.82	0.06	0.02	0.0074
実施例22	0.82	0.30	0.10	0.0022
実施例23	0.83	0.46	0.20	0.0080
実施例24	0.84	0.58	0.25	0.0046
実施例25	0.84	0.41	0.16	0.0010
実施例26	0.87	0.48	0.26	0.0075

10

20

30

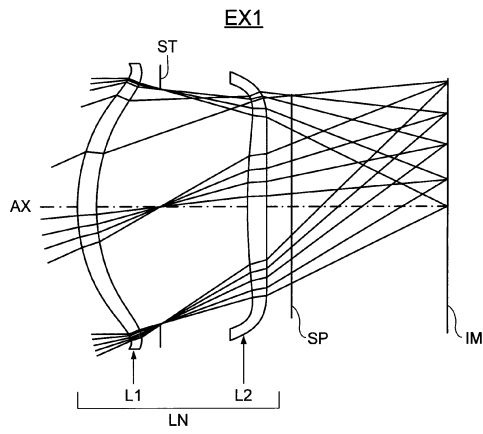
## 【符号の説明】

## 【 0 1 6 6 】

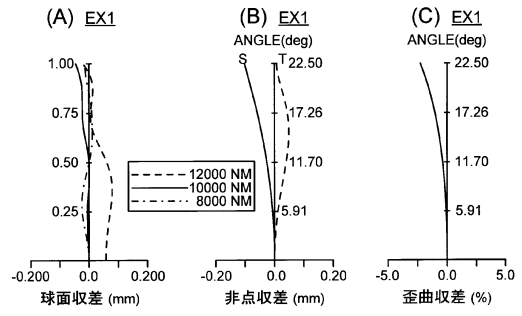
- D U デジタル機器
- L U 撮像光学装置
- L N 結像光学系
- L 1 第1レンズ
- L 2 第2レンズ
- S P 光束規制板
- S T 開口絞り(絞り)
- S R 撮像素子
- S S 受光面(撮像面)
- I M 像面(光学像)
- A X 光軸
- 1 信号処理部
- 2 制御部
- 3 メモリー
- 4 操作部
- 5 表示部

40

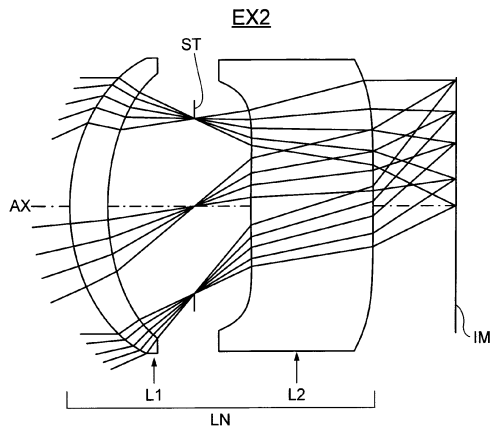
【 図 1 】



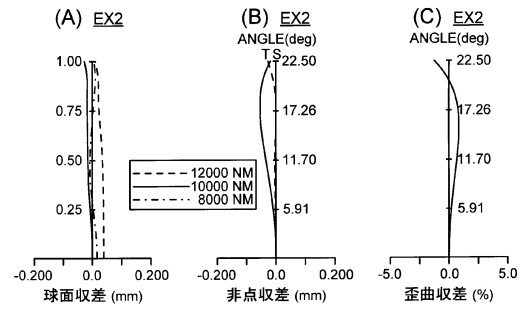
【 図 2 】



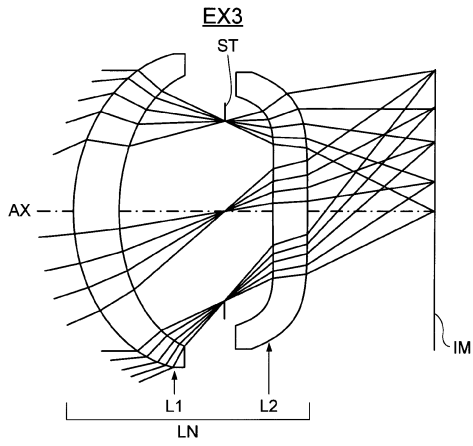
【 図 3 】



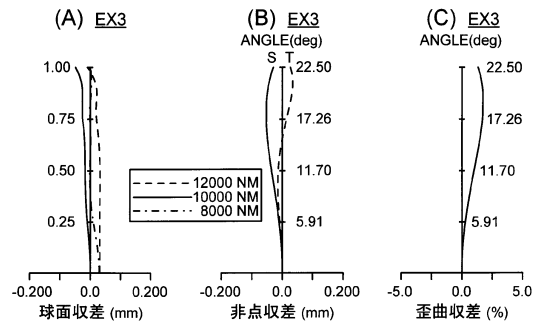
【 図 4 】



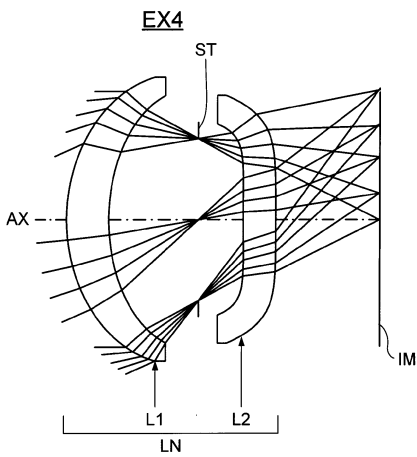
【 図 5 】



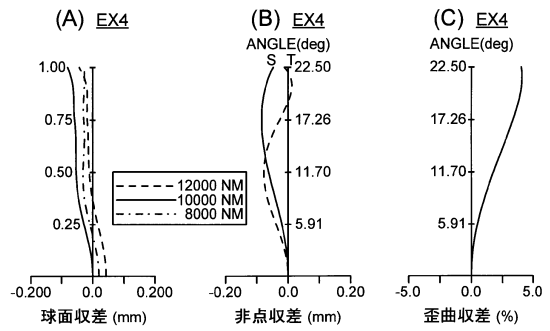
【 図 6 】



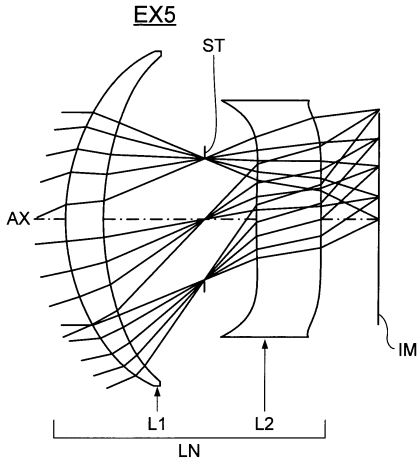
【 図 7 】



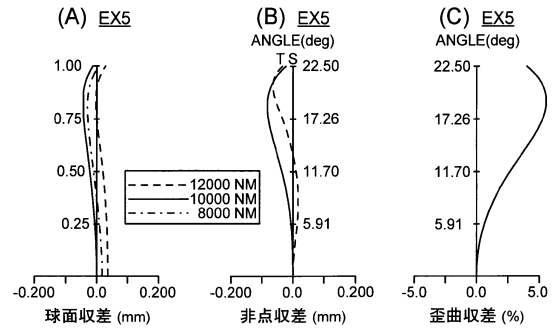
【 図 8 】



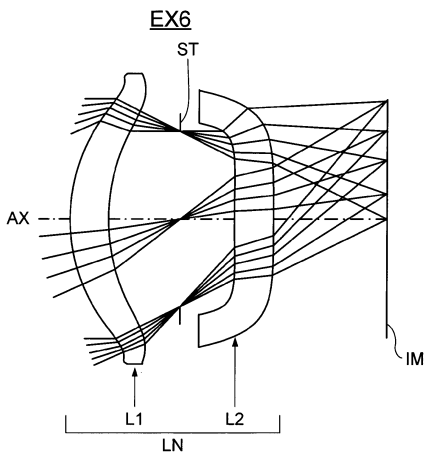
【 図 9 】



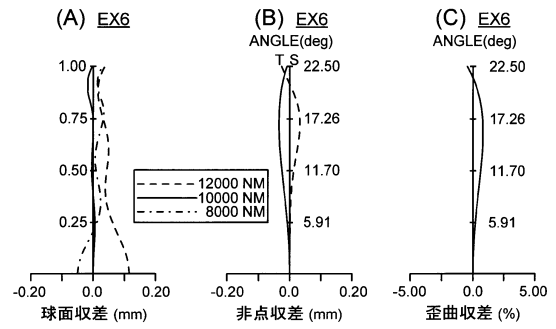
【 図 10 】



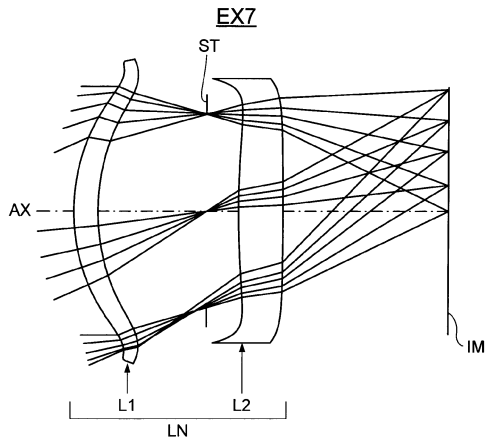
【 図 11 】



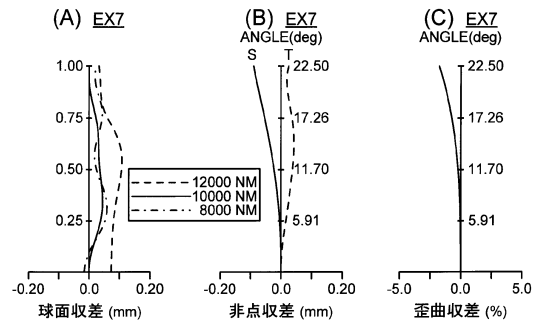
【 図 12 】



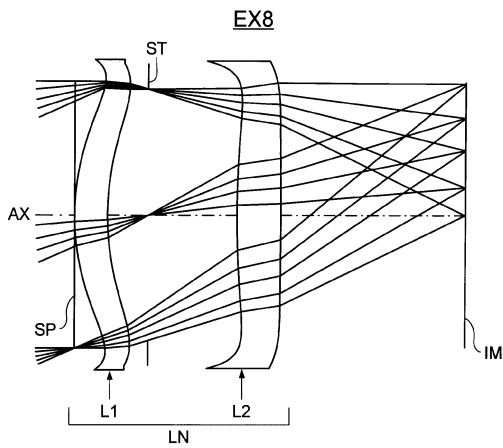
【 図 1 3 】



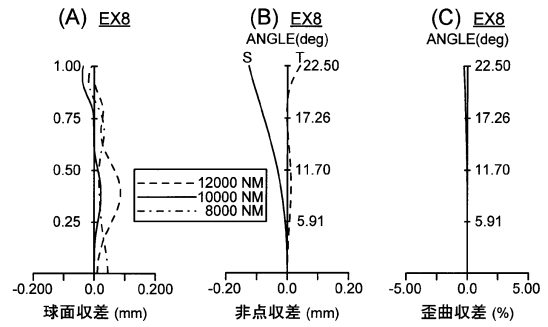
【 図 1 4 】



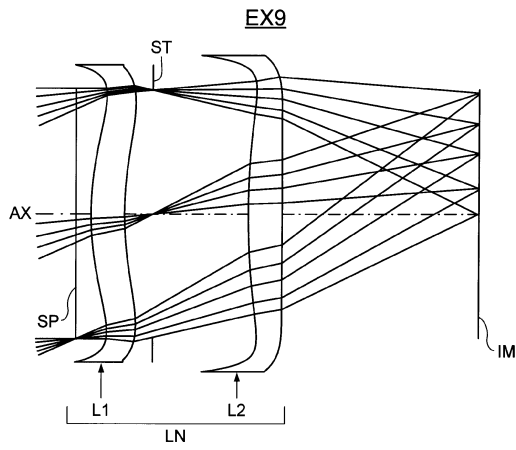
【 図 1 5 】



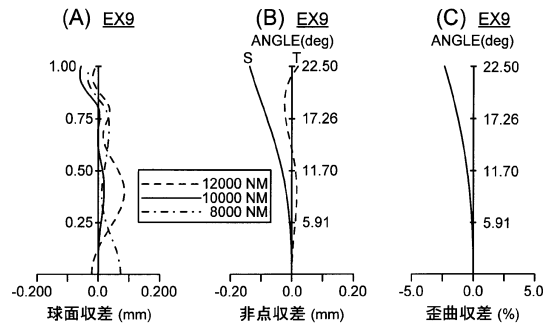
【 図 1 6 】



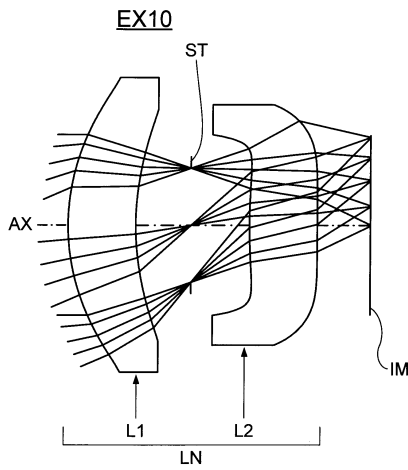
【 図 17 】



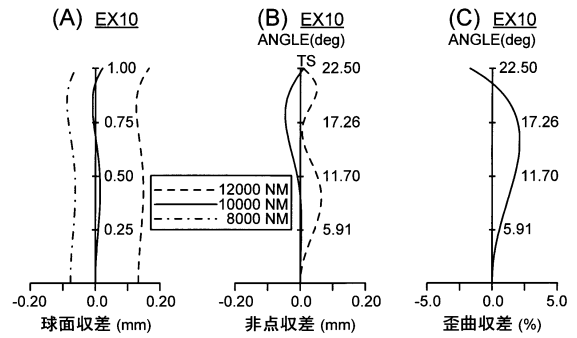
【 図 18 】



【 図 19 】

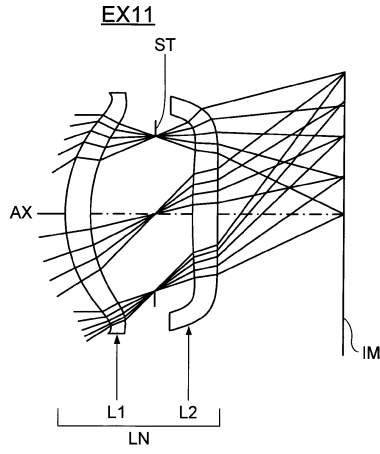


【 図 20 】

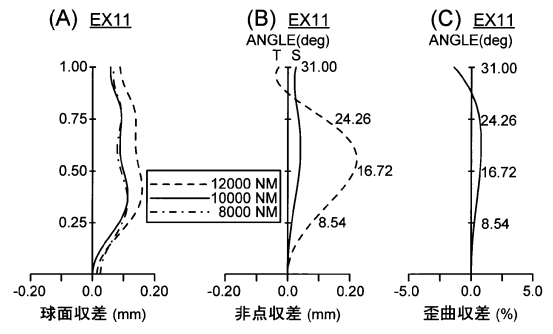




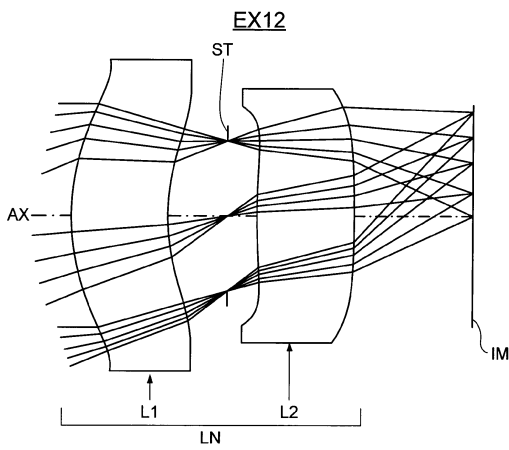
【 図 2 1 】



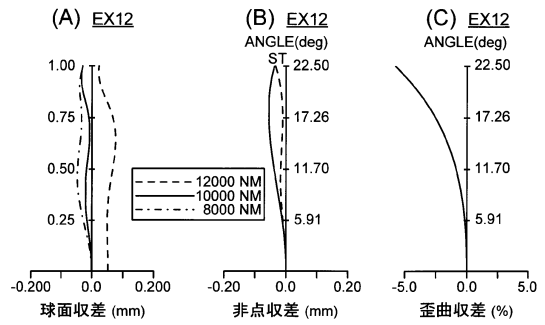
【 図 2 2 】



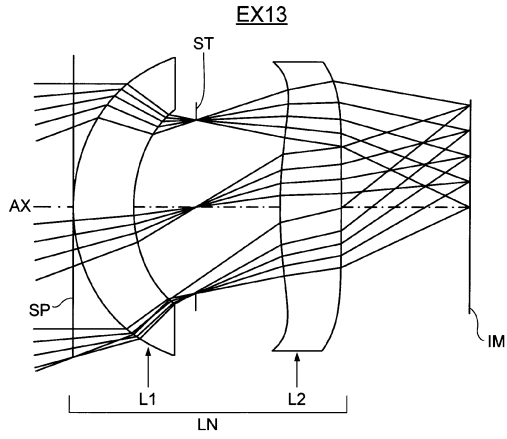
【 図 2 3 】



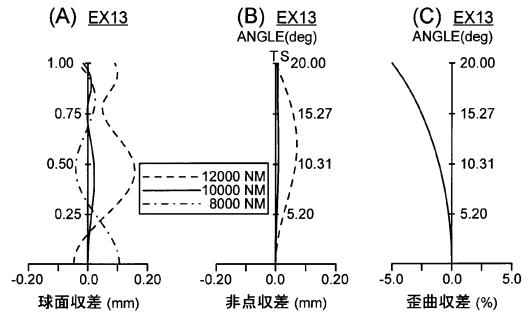
【 図 2 4 】



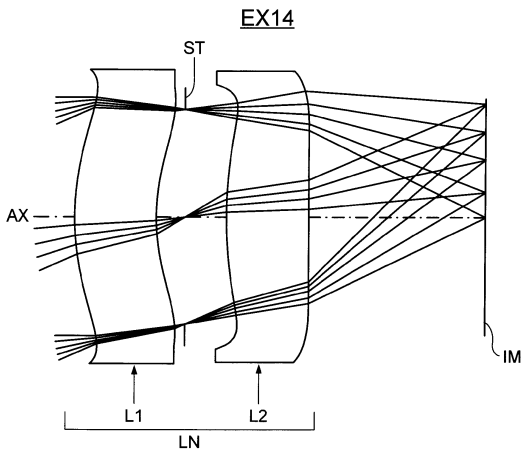
【 図 2 5 】



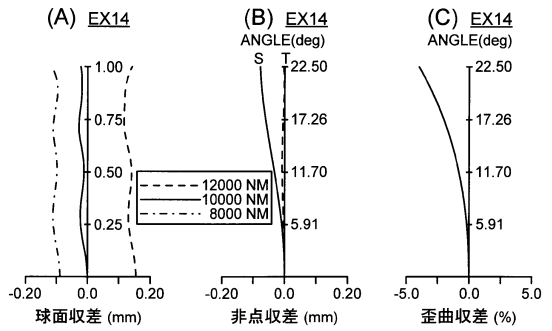
【 図 2 6 】



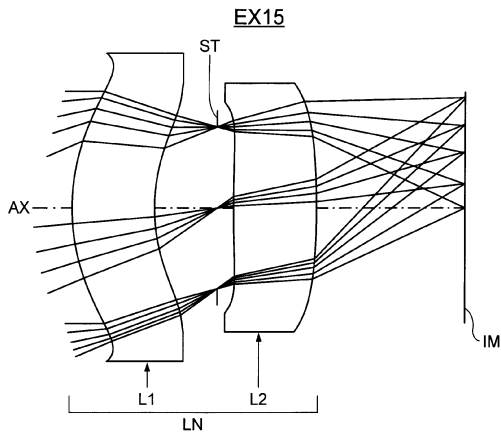
【 図 2 7 】



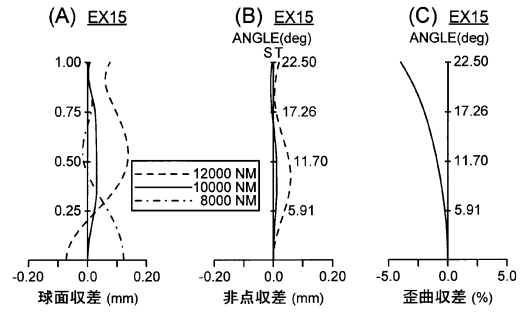
【 図 2 8 】



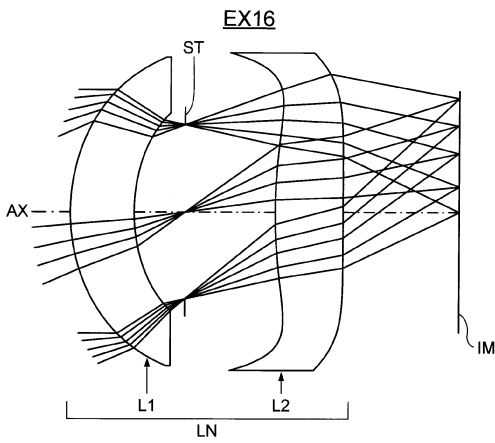
【 図 2 9 】



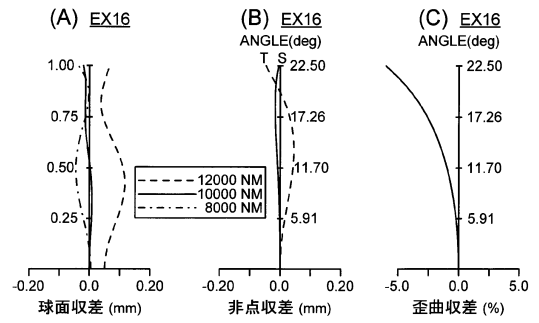
【 图 3 0 】



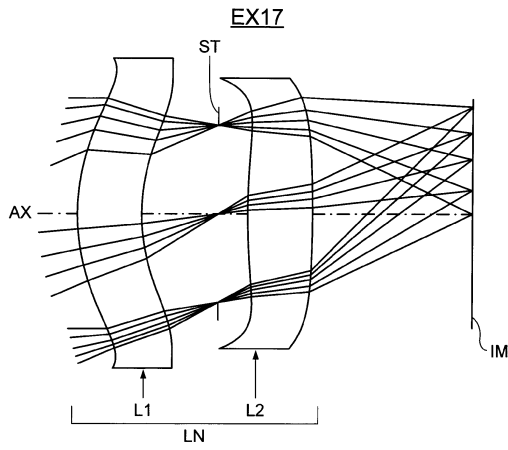
【 图 3 1 】



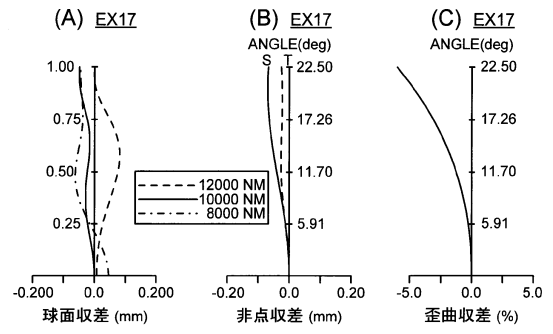
【 图 3 2 】



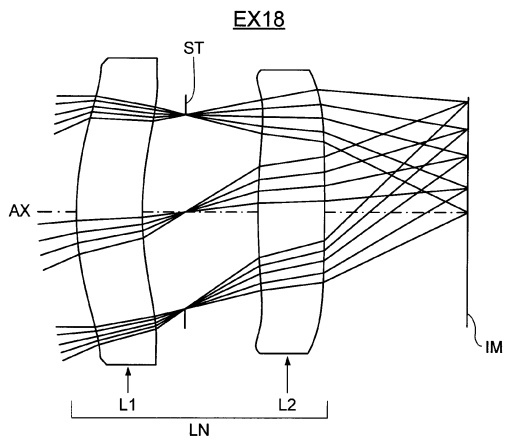
【 図 3 3 】



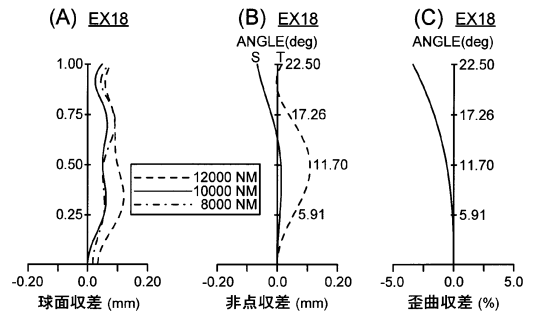
【 図 3 4 】



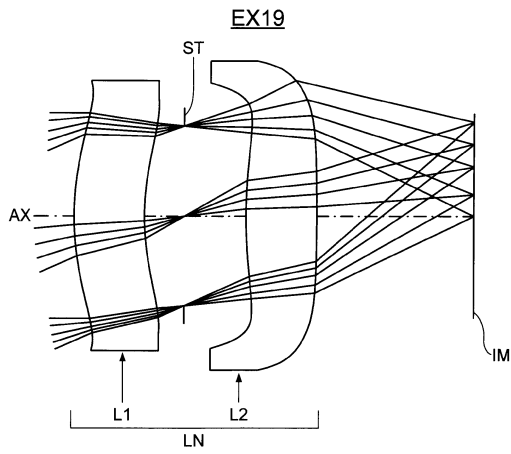
【 図 3 5 】



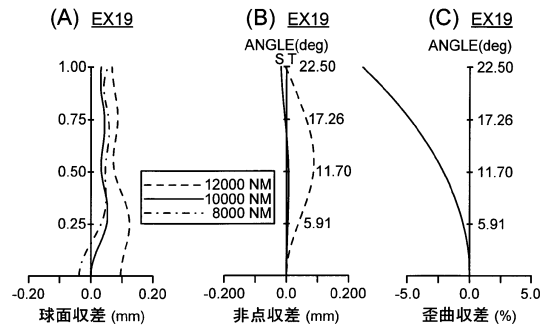
【 図 3 6 】



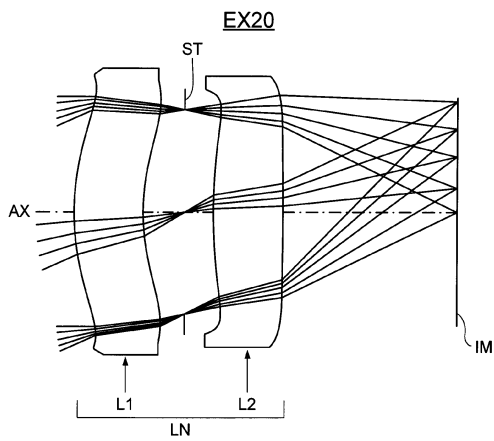
【 図 3 7 】



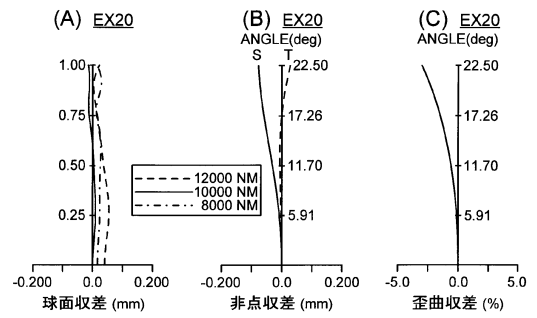
【 図 3 8 】



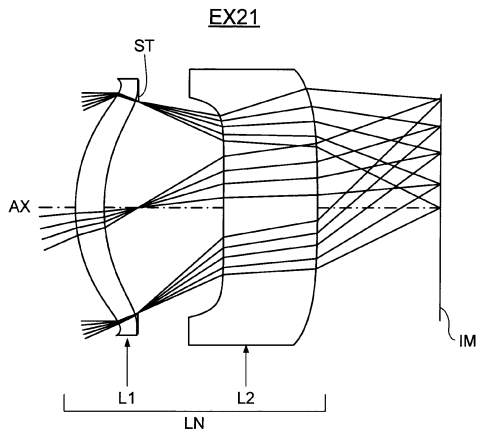
【 図 3 9 】



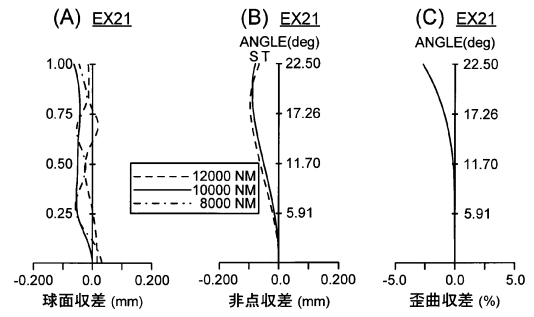
【 図 4 0 】



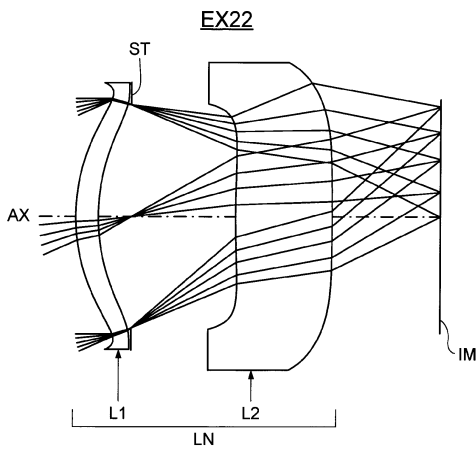
【 図 4 1 】



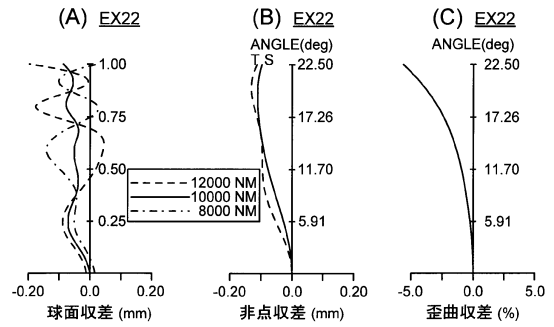
【 图 4 2 】



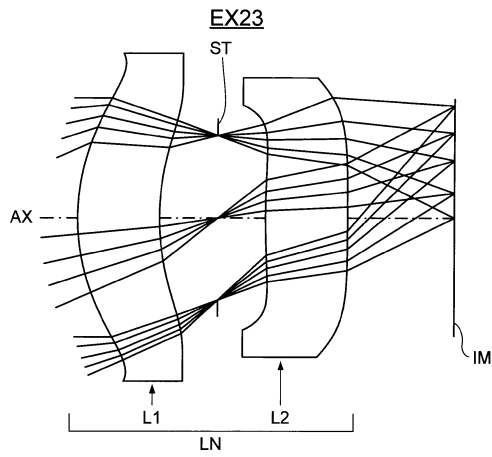
【 图 4 3 】



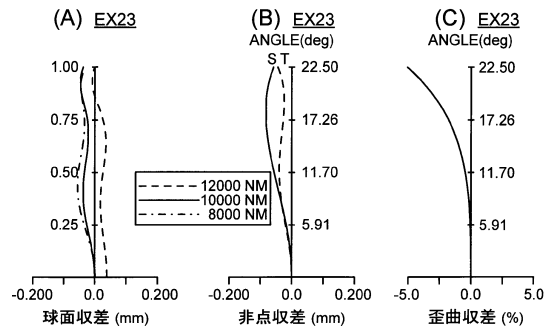
【 图 4 4 】



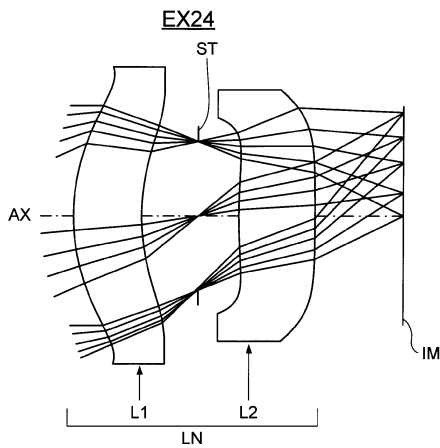
【 図 4 5 】



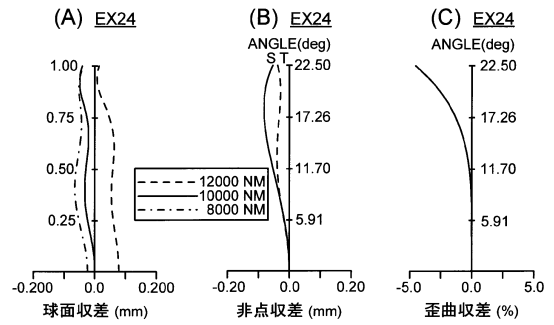
【 图 4 6 】



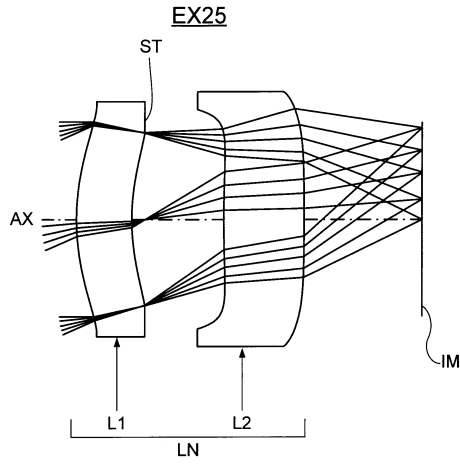
【 图 4 7 】



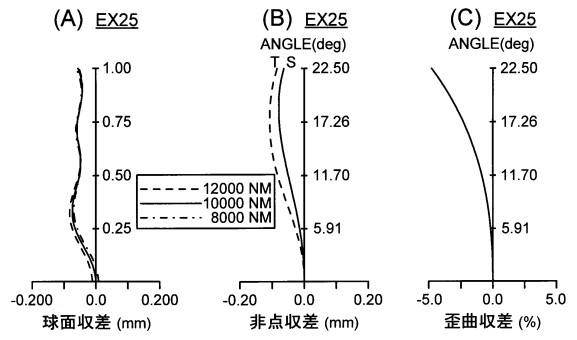
【 图 4 8 】



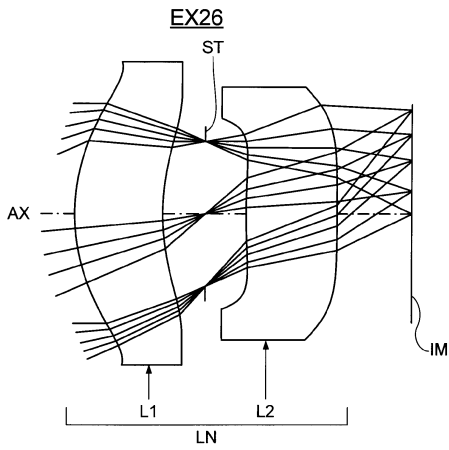
【 図 4 9 】



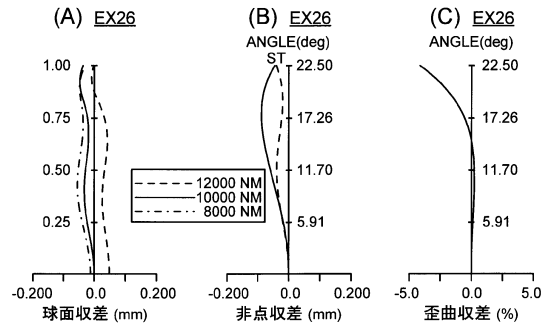
【 图 5 0 】



【 图 5 1 】

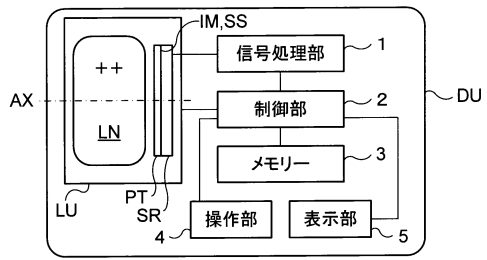


【 图 5 2 】





【図53】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-333883(JP,A)  
特開2006-047343(JP,A)  
特開昭63-163318(JP,A)  
特開2011-237669(JP,A)  
特開2005-158213(JP,A)  
米国特許第03992078(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08  
G02B 21/02 - 21/04  
G02B 25/00 - 25/04