

(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



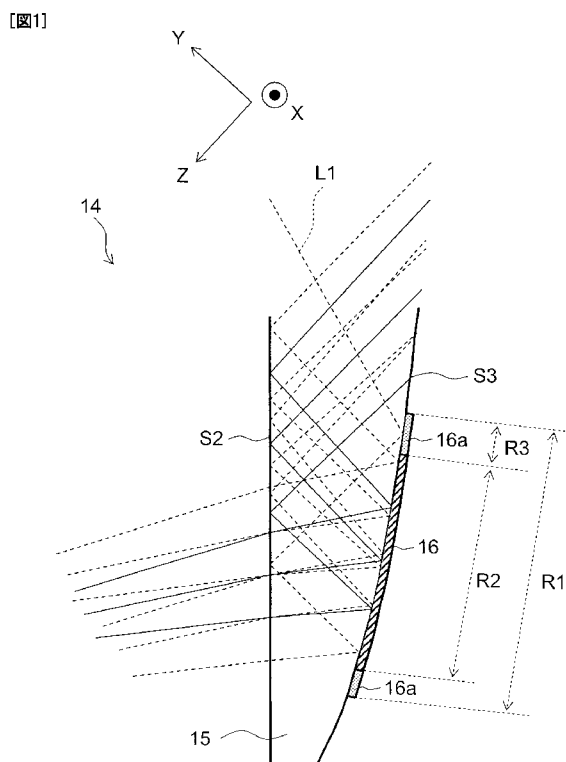
(43) 国際公開日  
2010年6月3日(03.06.2010)

(10) 国際公開番号  
WO 2010/061835 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 27/02 (2006.01) G03H 1/22 (2006.01)  
G02B 17/08 (2006.01) H04N 5/64 (2006.01)  
G02B 25/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/069831
- (22) 国際出願日: 2009年11月25日(25.11.2009)
- (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 2008-300502 2008年11月26日(26.11.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社 (Konica Minolta Opto, Inc.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 清水 佳恵 (SHIMIZU Yoshie) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970 コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 佐野 静夫 (SANO Shizuo); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町2-6 天満橋八千代ビル別館 Osaka (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

- (54) Title: IMAGE DISPLAY DEVICE AND HEAD-MOUNTED DISPLAY
- (54) 発明の名称: 映像表示装置およびヘッドマウントディスプレイ



(57) Abstract: A total reflection surface and a holographic optical element (HOE) surface are formed on the same surface (S3) in an eyepiece prism (15). In this structure, a smaller reflection angle can be set at an HOE (16) compared to a structure with the surfaces formed separately, and the HOE surface of the surface (S3) can be set in the direction parallel to a surface (S2). Thus, even in a structure in which at least a portion of the light flux of the image light fully reflected by the surface (S3) is incident on an affixing region (R1) of a hologram photosensitive material (16a), that portion of the light can be prevented from falling incident on the optical pupil (E) as ghost light. Consequently, in order to prevent the generation of ghost light, an optical path margin no longer needs to be provided between the diffraction and reflection region of the HOE (16) and the total reflection region of the image light; and the eyepiece prism (15) can be thinned by that amount. In addition, since a smaller reflection angle can be set at the HOE (16), the color dispersion caused by diffraction by the HOE (16) can also be reduced, and the image quality can be maintained.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/061835 A1



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

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

接眼プリズム (15) において、全反射面と HOE 面とが同一の面 (S3) に形成されている。この構成では、これらの面が別々に形成された構成に比べて、HOE (16) での反射角を小さく設定することができ、面 (S2) に平行になる方向に面 (S3) の HOE 面を立てることが可能となる。これにより、面 (S3) で全反射する映像光の光束の少なくとも一部がホログラム感光材料 (16a) の貼合領域 (R1) に入射する構成としても、上記一部の光がゴースト光として光学瞳 (E) に入射するのを回避することができる。したがって、ゴースト光の発生を回避すべく、HOE (16) の回折反射領域と映像光の全反射領域との間に光路余裕を設ける必要もなくなり、その分、接眼プリズム (15) を薄くすることができる。また、HOE (16) での反射角を小さく設定できるので、HOE (16) での回折による色分散も小さくでき、映像品位を保つことができる。

## 明 細 書

**発明の名称**：映像表示装置およびヘッドマウントディスプレイ

### 技術分野

[0001] 本発明は、表示素子からの映像光を接眼光学系を介して光学瞳に導くことにより、光学瞳の位置にて観察者に表示映像（虚像）を観察させる映像表示装置およびヘッドマウントディスプレイ（以下、HMDとも称する）に関するものである。

### 背景技術

[0002] 表示素子からの映像光を接眼光学系を介して光学瞳に導く映像表示装置として、例えば特許文献1に開示されたものがある。この映像表示装置の接眼光学系の接眼プリズムは、入射面S11と、互いに対向して配置される2つの対向面S12・S13と、ホログラム光学素子が形成されたHOE面S14とを有している。なお、一方の対向面S12の一部は、射出面も兼ねている。この構成では、表示素子からの映像光は、入射面S11を介して接眼プリズム内に入射し、2つの対向面S12・S13で全反射しながらHOE面S14まで導光された後、HOE面S14で回折反射され、射出面を介して光学瞳に導かれる。これにより、光学瞳の位置では、観察者は、表示素子にて表示された映像の虚像を観察することができる。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-61731号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] ところが、特許文献1の映像表示装置では、対向面S12・S13が平行に配置されると同時に、一方の対向面S13とHOE面S14とが別々の面（不連続な面）となっており、しかも、入射面S11から離れるにしたがって対向面S12との距離が連続的に小さくなるようにHOE面S14が傾斜

して配置されている。この構成では、対向面S 1 3に入射すべき光線の一部が、接眼光学系の面の傾き誤差や表示素子の位置ずれ等によりH O E面S 1 4で回折されると、ゴースト光となって光学瞳に入射するため、対向面S 1 3に入射する光束と、H O E面S 1 4に入射する光束とを確実に分離する必要がある。このため、両光束を分離するための空間（光路余裕）を対向面S 1 3とH O E面S 1 4との境界付近に設ける必要が生じ、その光路余裕を設ける分だけ、接眼プリズムが厚くなる。

[0005] つまり、図14に示すように、接眼プリズム101において、光学瞳Eの下端に入射する画面下端の光線L 1 1が、上記の傾き誤差等により、H O E 102が形成されたH O E面S 1 4に入射すると、その入射角度が、光学瞳Eの上端に入射する画面上端の光線L 1 2のH O E面S 1 4への入射角度に近いため、ゴースト光として光学瞳Eに入射する。このゴースト光の発生を抑えるためには、全反射面である面S 1 3に入射する光線L 1 1と、H O E面S 1 4に入射する光線L 1 2とを分離するための光路余裕Pを確保しなければならない。したがって、光路余裕Pを確保する分だけ、接眼プリズム101は厚くなる。

[0006] また、H O E 102での映像光の回折角が大きいと、H O E 102での回折により発生する色分散が大きくなり、映像品位が低下する。したがって、接眼プリズム101を薄くするにあたっては、この点も考慮に入れる必要がある。

[0007] 本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、映像品位を保ちつつ、ゴースト光の発生を回避しながら、接眼プリズムを薄く構成することができる映像表示装置と、その映像表示装置を備えたHMDとを提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明の映像表示装置は、映像を表示する表示素子と、上記表示素子からの映像光を光学瞳に導く接眼光学系とを備え、上記接眼光学系が、上記映像光が入射する面S 1と、光学瞳側に配置される面S 2と、面S 2と対向して

配置される面S3とを有する接眼プリズムを含む映像表示装置であって、面S3の一部には、体積位相型で反射型のホログラフィック光学素子が形成されており、上記表示素子からの映像光は、接眼プリズムの面S1から内部に入射し、面S3で少なくとも1回全反射して面S2で全反射した後、面S3の上記ホログラフィック光学素子で回折反射されて光学瞳に導かれ、上記表示素子の表示画面中心と光学瞳中心とを光学的に結ぶ軸を光軸とし、面S3に対する入射光の光軸と出射光の光軸とを含む面を光軸入射面とすると、上記接眼プリズムは、光軸入射面に対して対称な形状で、面S1から離れるにしたがって面S2と面S3との距離が連続的に小さくなる形状であり、面S3で全反射する映像光の光束の少なくとも一部は、上記ホログラフィック光学素子を作製するホログラム感光材料の貼合領域に入射することを特徴としている。

- [0009] 本発明の映像表示装置は、映像を表示する表示素子と、上記表示素子からの映像光を光学瞳に導く接眼光学系とを備え、上記接眼光学系が、上記映像光が入射する面S1と、光学瞳側に配置される面S2と、面S2と対向して配置される面S3とを有する接眼プリズムを含む映像表示装置であって、面S3には、体積位相型で反射型の第1のホログラフィック光学素子と、体積位相型で反射型の第2のホログラフィック光学素子とが形成されており、上記表示素子からの映像光は、接眼プリズムの面S1から内部に入射し、面S3の第1のホログラフィック光学素子で少なくとも1回回折反射されて面S2で全反射した後、面S3の第2のホログラフィック光学素子で回折反射されて光学瞳に導かれ、上記表示素子の表示画面中心と光学瞳中心とを光学的に結ぶ軸を光軸とし、面S3に対する入射光の光軸と出射光の光軸とを含む面を光軸入射面とすると、上記接眼プリズムは、光軸入射面に対して対称な形状で、面S1から離れるにしたがって面S2と面S3との距離が連続的に小さくなる形状であり、上記第1のホログラフィック光学素子で回折反射される映像光の光束の一部は、上記第2のホログラフィック光学素子の回折反射領域に入射することを特徴としている。

- [0010] 本発明の映像表示装置において、上記ホログラフィック光学素子を作製するホログラム感光材料の貼合領域内の回折有効領域は、上記貼合領域内で露光領域を制限することによって設定されていることが望ましい。
- [0011] 本発明の映像表示装置において、上記ホログラフィック光学素子を作製するホログラム感光材料の貼合領域は、面S3での回折反射領域および映像光の全反射領域を含んでいてもよい。
- [0012] 本発明の映像表示装置において、上記第2のホログラフィック光学素子を作製するホログラム感光材料の貼合領域は、上記第2のホログラフィック光学素子の回折反射領域および上記第1のホログラフィック光学素子の回折反射領域を含んでいてもよい。
- [0013] 本発明の映像表示装置において、上記ホログラム感光材料の一部には、第1のホログラフィック光学素子の干渉縞と第2のホログラフィック光学素子の干渉縞との両方が多重露光により形成されていてもよい。
- [0014] 本発明の映像表示装置において、面S3は、光軸入射面内でのみ曲率を有していてもよい。
- [0015] 本発明の映像表示装置において、上記接眼光学系は、上記接眼プリズムでの外界像の光の屈折をキャンセルするための補正プリズムをさらに含んでおり、上記接眼プリズムと上記補正プリズムとを接合したときの接合線は、全て、外界像の光が透過する面と交差する側面に位置していることが望ましい。
- [0016] 本発明の映像表示装置において、上記接眼光学系は、上記接眼プリズムでの外界像の光の屈折をキャンセルするための補正プリズムをさらに含んでおり、上記接眼プリズムおよび上記補正プリズムの少なくとも一方は、空気層を含んで所定の間隔で接合するための位置決め部を備えていることが望ましい。
- [0017] 本発明の映像表示装置において、面S3は、平面であってもよい。
- [0018] 本発明のヘッドマウントディスプレイは、上述した本発明の映像表示装置と、上記映像表示装置を観察者の眼前で支持する支持手段とを有しているこ

とを特徴としている。

### 発明の効果

[0019] 本発明によれば、全反射面とH O E面とが同一の面S 3に形成されており、かつ、面S 2と面S 3との距離が面S 1から離れるにしたがって連続的に小さくなる形状になっているので、全反射面が互いに平行に配置され、かつ、面S 3の全反射部とH O E部が別々に形成された構成に比べて、H O E面を面S 2に平行になる方向に立てても、H O Eへの映像光の入射角が小さくなるので、H O Eでの反射（回折）角を小さく設定することができる。H O Eの回折角を小さくすることにより、回折により発生する色分散を小さく抑えることが可能となり、映像品位を保ったまま、接眼プリズムを薄く構成することができる。

[0020] また、面S 2と面S 3との距離が面S 1から離れるにしたがって連続的に小さくなる形状になっているので、面S 3で全反射する映像光の光束の少なくとも一部がホログラム感光材料の貼合領域に入射する構成としても、ゴースト光と、H O Eで回折される光の入射角が異なるので、H O Eの角度選択性により、それがゴースト光として光学瞳に入射するのを回避することができる。

[0021] したがって、H O Eへの入射角を小さくするため、また、ゴースト光の発生を回避すべく、従来のようにH O E面を大きく傾け、また、光路余裕を設ける必要もなくなり、その分、接眼プリズムを薄くすることができる。つまり、上記構成によれば、映像品位を保ちつつ、ゴースト光の発生を回避しながら、接眼プリズムを薄く構成することができる。

### 図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施の一形態の映像表示装置の構成を拡大して示すものであって、図2のA部を拡大して示す断面図である。

[図2]上記映像表示装置の概略の構成を示す断面図である。

[図3]上記映像表示装置の光源の分光強度特性を示す説明図である。

[図4]上記映像表示装置のH O Eにおける回折効率の波長依存性を示す説明図

である。

[図5] 上記映像表示装置の接眼光学系の接眼プリズムの模式的な断面図である。

[図6] 他の接眼プリズムを備えた映像表示装置の斜視図である。

[図7] 上記H O Eを作製する製造光学系の概略の構成を示す断面図である。

[図8] 上記映像表示装置の他の構成を示す断面図である。

[図9] 上記映像表示装置のさらに他の構成を示す断面図である。

[図10] 本発明の他の実施の形態の映像表示装置の概略の構成を示す断面図である。

[図11] 本発明のさらに他の実施の形態の映像表示装置の概略の構成を示す断面図である。

[図12] 上記映像表示装置の他の構成を示す断面図である。

[図13] 本発明のさらに他の実施の形態のHMDの概略の構成を示す斜視図である。

[図14] 従来の映像表示装置の主要部の断面図である。

## 発明を実施するための形態

[0023]     〔実施の形態 1〕

本発明の実施の一形態について、図面に基づいて説明すれば、以下の通りである。

[0024]     （映像表示装置について）

図 2 は、本実施形態の映像表示装置 1 の概略の構成を示す断面図である。この映像表示装置 1 は、映像を生成してそれを観察者に虚像として提供するとともに、観察者に外界像をシースルーで観察させるものであり、光源 1 1 と、照明光学系 1 2 と、表示素子 1 3 と、接眼光学系 1 4 とを有している。

[0025]     なお、以下での説明の便宜上、方向を以下のように定義しておく。光源 1 1 の中心と、表示素子 1 3 の表示画面中心と、接眼光学系 1 4 によって形成される光学瞳 E（射出瞳）の中心とを光学的に結ぶ軸を光軸とする。そして、光源 1 1 から光学瞳 E までの光路を展開したときの光軸方向を Z 方向とす



る。また、後述する接眼プリズム15の面S3の光軸入射面に垂直な方向をX方向とし、ZX平面に垂直な方向をY方向とする。なお、面S3の光軸入射面とは、面S3における入射光の光軸と反射光の光軸とを含む平面、すなわち、YZ平面を指す。

[0026] 光源11は、例えば、R（赤）、G（緑）、B（青）の3原色に対応する波長の光を出射する発光ダイオード（LED）で構成されている。ここで、図3は、光源11の分光強度特性、すなわち、出射光の波長と光強度との関係を示す説明図である。光源11は、例えば、中心波長および光強度半値の波長幅で、 $465 \pm 12 \text{ nm}$ 、 $520 \pm 19 \text{ nm}$ 、 $635 \pm 10 \text{ nm}$ となる3つの波長帯域の光を発する。なお、図3の縦軸の光強度は、B光の最大光強度を100としたときの相対値で示している。光源11のRGBの光強度は、後述するHOE16の回折効率や、表示素子13の光透過率を考慮して調整され、これによって白色表示を行うことが可能となる。

[0027] 光源11は、光学瞳Eと共役な位置関係となるように配置されている。これにより、光源11からの光利用効率が高くなり（光源11からの光が効率よく光学瞳Eに入射し）、明るい映像を観察者に観察させることができる。言い換えれば、低消費電力の映像表示装置1を実現することができる。なお、光源11は、RGBの各発光部を有する光源群を1組備えたもので構成されてもよいし、2組以上備えたもので構成されてもよい。

[0028] 照明光学系12は、光源11からの光を表示素子13に導く光学系であり、本実施形態では、表面に屈折面12aを有し、裏面に反射面12bを有する裏面反射ミラーで構成されている。屈折面12aおよび反射面12bは、YZ面内で正のパワーを有し、かつ、光軸に対して偏心して配置されているとともに、光源11側および表示素子13側に対して凹となる凹面で構成されている。具体的には、屈折面12aは、YZ面と平行な面内でのみ光学パワーを有するシリンドリカル面となっており、反射面12bは、YZ面と平行な面内でのみ光学パワーを有するシリンドリカル非球面となっている。なお、屈折面12aおよび反射面12bは、回転対称な球面、回転対称な非球

面または自由曲面であってもよい。

- [0029] なお、照明光学系 1 2 と表示素子 1 3 との間の光路中に、入射光を一方向（例えば X 方向）に拡散する一方向拡散板をさらに備えていてもよい。一方向拡散板を配置することにより、光源 1 1 の RGB の各発光部を有する光源群が X 方向に並んで配置されているときに、光源 1 1 からの RGB の各色光を X 方向で混ぜることができるので、各発光部の位置が異なることに起因する色ムラを低減することができるとともに、一方向拡散板での拡散によって光学瞳 E を一方向に拡大することができる。
- [0030] なお、一方向拡散板を配置した場合、光源 1 1 と光学瞳 E とは、位置関係が共役であっても、X 方向では光学的に共役とはならないが、Y 方向では依然として光学的に共役である。したがって、Y 方向については、光源 1 1 からの光を効率よく光学瞳 E に導くことができる。
- [0031] なお、上記の一方向拡散板の代わりに、入射光を全方向に拡散する通常の拡散板を配置してもよい。この場合、拡散板の位置を光源位置（2 次光源位置）と考え、その光源位置と光学瞳 E とを共役な位置関係に設定してもよい。
- [0032] 表示素子 1 3 は、入射光を画像データに応じて変調して映像を表示するものであり、例えば透過型の LCD で構成されている。表示素子 1 3 は、矩形の表示画面の長辺方向が X 方向となり、短辺方向が Y 方向となるように配置されている。
- [0033] 接眼光学系 1 4 は、表示素子 1 3 からの映像光を光学瞳 E に導く光学系であり、映像光を内部で導光する接眼プリズム 1 5 を有している。この接眼プリズム 1 5 は、面 S 1 と、面 S 2 と、面 S 3 の 3 つの光学面を有しており、YZ 面に対して対称な形状となっている。
- [0034] 面 S 1 は、映像光が入射する入射面である。面 S 2 は、映像光を全反射させる全反射面と、後述する HOE 1 6 で回折反射された映像光を光学瞳 E の方向に射出する射出面とを兼ねている。この面 S 2 は、例えば平面で構成され、面 S 3 よりも光学瞳 E 側に配置されている。面 S 3 は、全反射面と HO

E面（HOE 16が形成された面）とが連続して形成された面であり、面S2と対向して配置されている。本実施形態では、面S3は、YZ面内でのみ曲率を有する面となっている。なお、本実施形態の接眼プリズム15は、先細り形状、すなわち、面S1から離れるにしたがって面S2と面S3との距離が連続的に小さくなる形状となっているが、形状の詳細については後述する。

[0035] 面S3の一部には、体積位相型で反射型のホログラフィック光学素子であるHOE 16が形成されている。HOE 16は、表示素子13からの映像光を回折反射させて光学瞳Eに導くものであり、軸非対称な正の光学パワーを持ち、非球面凹面ミラーと同様の機能を持っている。

[0036] ここで、図1は、図2のA部を拡大して示す断面図である。HOE 16は、ホログラム感光材料16aを2光束で露光することによって作製されるが、本実施形態では、面S3で全反射する映像光の光束の少なくとも一部（例えば光L1）が、ホログラム感光材料16aの貼合領域R1に入射するように、ホログラム感光材料16aが面S3に貼合されている。なお、上記映像光の少なくとも一部は、ホログラム感光材料16aの貼合領域R1内であれば、領域R2に入射してもよいし、領域R3に入射してもよい。領域R2は、貼合領域R1内でHOE 16が形成される回折有効領域である。一方、領域R3は、貼合領域R1内で領域R2の外側の領域である。なお、HOE 16の作製方法の詳細については後述する。

[0037] 図4は、HOE 16における回折効率の波長依存性を示す説明図である。同図に示すように、HOE 16は、例えば、回折効率のピーク波長および回折効率半値の波長幅で $465 \pm 5 \text{ nm}$ （B光）、 $521 \pm 5 \text{ nm}$ （G光）、 $634 \pm 5 \text{ nm}$ （R光）の3つの波長域の光を回折（反射）させるように作製されている。なお、回折効率のピーク波長とは、回折効率がピークとなるときの波長のことであり、回折効率半値の波長幅とは、回折効率が回折効率ピークの半値となるときの波長幅のことである。また、図4の回折効率は、B光の最大回折効率を100としたときの相対値で示している。

- [0038] 図3および図4より、HOE16の回折効率のピーク波長と、光源11から出射される光強度のピーク波長（中心波長）とは略一致しているので、光源11から出射される光（映像光を構成する光）のうちで光強度がピークとなる波長付近の光を、HOE16にて効率よく回折させて光学瞳Eに導くことができる。
- [0039] 次に、上記構成の映像表示装置1の動作について、図2に基づいて説明する。光源11から射出された光は、照明光学系12の屈折面12aで屈折し、反射面12bで反射した後、再度屈折面12aで屈折して表示素子13に導かれる。表示素子13に入射した光は、そこで変調されて映像光として出射される。表示素子13からの映像光は、接眼光学系14の接眼プリズム15の内部に面S1から入射し、面S2および面S3の間で複数回全反射して、面S3のHOE16に入射する。このとき、面S3で全反射する映像光の光束の少なくとも一部は、ホログラム感光材料16aの貼合領域R1（図1参照）に入射する。
- [0040] なお、面S3での全反射回数は、少なくとも1回あればよい。また、面S1から入射した映像光は、例えば、（1）面S3で全反射し、面S2で全反射した後、面S3のHOE16に入射してもよいし、（2）面S2で全反射し、面S3で全反射し、面S2で再度全反射した後、面S3のHOE16に入射してもよい。
- [0041] HOE16は、光源11の発光波長に対応する波長の光のみに対して回折素子として機能する波長選択性を有しており、上記波長の光に対してのみ凹面反射面として機能する。したがって、HOE16に入射した光は、そこで回折反射されて光学瞳Eに達する。よって、光学瞳Eの位置に観察者の瞳Pを合わせることにより、観察者は、表示素子13に表示された映像の拡大虚像を観察することができる。
- [0042] HOE16は、特定入射角の特定波長の光のみを回折するので、外光の透過にはほとんど影響しない。したがって、観察者は、表示映像（虚像）を観察しながら、接眼プリズム15およびHOE16を介して外界像をシースル

一で観察することが可能となる。なお、外界像の光が接眼プリズム15を透過することによって生じる外界像の歪みは、後述する補正プリズム17（図9参照）を接眼プリズム15に貼り合わせることによって容易に補正することができる。

[0043] 本実施形態では、面S3が全反射面と回折反射面（HOE面）とを有する構成、つまり、全反射面とHOE面とが同一の面S3に形成された構成である。このような構成では、これらの面が別々に形成された構成に比べて、HOE16での反射角を小さく設定できる。すなわち、面S2に平行になる方向にS3のHOE面を立てることができ、これにより、HOE16への映像光の入射角が小さくなるので、HOE16での反射（回折）角を小さく設定することができる。HOE16の回折角を小さくすることにより、回折により発生する色分散を小さく抑えることができ、映像品位を保つことができる。

[0044] また、接眼プリズム15は、例えばアクリル樹脂を用いた樹脂成型により形成されるが、このときの成形性や、ホログラム感光材料16aの貼合時の確実性を上げるためには、HOE面をより大きく確保する必要がある。HOE面と全反射面とを別々の面とする構成では、HOE面をより大きく形成する結果、接眼プリズム15の厚さが増大する。しかし、本実施形態の構成によれば、HOE面と全反射面とを同一面に形成して、HOE面を立てることができるので、接眼プリズム15が厚くなるのを回避しながら、HOE面をより大きく形成することができ、プリズムの成形性やホログラム感光材料16aの貼合時の確実性を上げることができる。

[0045] また、本実施形態の接眼プリズム15は、先細りの形状、すなわち、面S1から離れるにしたがって面S2と面S3との距離が連続的に小さくなる形状となっている。このため、面S2と面S3とで光が反射されるにつれて、面S2あるいは面S3への入射角が小さくなる。そのため、例えば、面S2で1回反射されて面S3に形成されたホログラム感光材料16a（面S3）に入射する光線L1と、面S2で2回反射されて面S3で1回反射されてH

OE 16 (面 S 3) に入射する光線との間で、面 S 3 への入射角の差が大きくなる。

[0046] 体積位相型で反射型の HOE 16 は角度選択性を有するため、ホログラム感光材料 16 a の貼合領域 R 1 内の領域 R 2 に、本来全反射させるべき映像光が入射したとしても、その映像光が直ちに光学瞳 E の方向に回折反射されることはない。ちなみに、上記映像光は、HOE 16 (領域 R 2) にて反射して面 S 2 に向かい、面 S 2 で全反射した後、HOE 16 (領域 R 2) に再度入射し、そこで回折反射されて光学瞳 E に導かれる。また、ホログラム感光材料 16 a の貼合領域 R 1 内の領域 R 3 に、本来全反射させるべき映像光が入射した場合には、その映像光は空気層との界面で全反射する。そして、上記映像光は面 S 2 に向かい、面 S 2 で全反射した後、HOE 16 (領域 R 2) に入射し、そこで回折反射されて光学瞳 E に導かれる。いずれにしても、ホログラム感光材料 16 a の貼合領域 R 1 に入射した、本来全反射させるべき映像光が直ちにそこで回折反射されてゴースト光となって光学瞳 E に入射するのを回避することができる。

[0047] したがって、ゴースト光の発生を回避すべく、HOE 16 の回折反射領域と映像光の全反射領域との間に光路余裕 (光路を離すスペース) を設ける必要もなくなり、その分、接眼プリズム 15 を薄くすることができる。つまり、本実施形態の映像表示装置 1 によれば、ゴースト光の発生を回避しながら、接眼プリズム 15 を薄くコンパクトに構成することができる。

[0048] なお、ホログラム感光材料 16 は、例えば厚さ 20  $\mu\text{m}$  と非常に薄いため、面 S 3 における映像光の全反射領域にホログラム感光材料 16 a がかかっているとしても、映像表示装置 1 の光学性能が劣化することはない。

[0049] また、接眼光学系 14 の HOE 16 は、表示素子 13 からの映像光と外界像の光とを同時に観察者の瞳 P に導くコンバイナとして用いられているので、観察者は、HOE 16 を介して、表示素子 13 の表示映像と外界像とを同時に観察することができる。特に、体積位相型で反射型の HOE 16 は、波長選択性が高く、反射波長域が狭いので、外界像に重畳しても明るく、見や

すい映像を観察者に提供することができる。また、H O E 1 6 は軸非対称な正のパワーを持っているので、装置を構成する各光学部材の配置の自由度を高めて装置を容易に小型化することができるとともに、良好に収差補正された映像を観察者に提供することができる。

[0050] (接眼プリズムの形状について)

次に、接眼プリズム 1 5 の形状の詳細について説明する。図 5 は、接眼プリズム 1 5 の模式的な断面図である。本実施形態の接眼プリズム 1 5 は、上述したように、先細り形状、すなわち、面 S 1 から離れるにしたがって面 S 2 と面 S 3 との距離が連続的に小さくなる形状となっている。このような形状は、例えば以下の条件式 ( 1 ) ( 2 ) を満足することにより実現することができる。すなわち、

$$d \theta / d y \geq 0 \quad \dots (1)$$

$$d^2 \theta / d y^2 \geq 0 \quad \dots (2)$$

ただし、

$\theta$  : Y Z 面内において、平面からなる面 S 2 の垂線 T 1 が面 S 3 と交わる点 P における接線 T 2 と、面 S 2 の垂線 T 1 とのなす角  
(  $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$  )

$y$  : Y Z 面内で面 S 2 に沿った方向 ( Y 方向 ) における光学瞳 E の中心からの点 P の距離 ( mm )

である。なお、 $\theta$  は、垂線 T 1 からの角度が大きくなる方向を正とする。

[0051] 条件式 ( 1 ) ( 2 ) を満足することにより、面 S 3 上の点 P は、 $y$  が増大するにつれて面 S 2 から離れて位置することになり、面 S 3 は  $\theta$  が単調に増加する形状 ( 凸面や平面 ) となる。言い換えれば、面 S 1 から離れるにしたがって面 S 2 と面 S 3 との距離が連続的に小さくなる。これにより、面 S 3 の H O E 面の傾きを立てながら、接眼プリズム 1 5 を薄く構成することが可能となる。なお、面 S 3 が平面となる接眼プリズム 1 5 については、後述する実施の形態 3 で説明する。

[0052] また、面 S 2 上の 2 点 Q 1 ・ Q 2 のうち、面 S 1 により近いほうの点 Q 1

での光軸上の光線（主光線）の面S2に対する入射角（逆トレースで考えれば全反射角）を $\phi 1$ （°）とし、他方の点Q2での主光線の面S2に対する入射角を $\phi 2$ （°）とすると、接眼プリズム15の上記形状により、 $\phi 1 > \phi 2$ となるので、表示素子13を接眼プリズム15の面S1の直上付近に配置することが可能となり、光学ユニット全体も薄く構成することが可能となる。

[0053] なお、本実施形態では、接眼プリズム15の面S3は、YZ面内でのみ曲率を有する面となっているが、ZX面内でも曲率を有していてもよい。図6は、面S3が上記両方の面内で曲率を有する接眼プリズム15を備えた映像表示装置1の斜視図である。このような映像表示装置1においては、光学性能（例えば収差性能）のさらなる改善が可能となる。

[0054] また、 $\phi 1$ および $\phi 2$ は、以下の条件式（3）（4）の範囲内にあることが望ましい。すなわち、

$$50^\circ < \phi 1 < 70^\circ \quad \dots (3)$$

$$40^\circ < \phi 2 < 50^\circ \quad \dots (4)$$

である。

[0055]  $\phi 1$ および $\phi 2$ が条件式（3）（4）の上限以下であることにより、接眼プリズム15の上下方向の長さが必要以上に伸びるのを回避できる。また、HOE16への入射角を小さくして、HOE16での回折角を小さくできるので、回折による色分散の発生に起因する映像の劣化を回避することができる。一方、 $\phi 1$ および $\phi 2$ が条件式（3）（4）の下限以上であることにより、面S3における全反射領域とHOE16による回折領域との重なりを小さくできるので、ゴースト光の発生による映像の劣化を回避することができる。

[0056] 表1は、実施の形態1、後述する実施の形態2および3の各映像表示装置1における $\phi 1$ および $\phi 2$ の値を示している。この結果より、各映像表示装置1は、条件式（3）（4）を満足していることがわかる。

[0057]



[表1]

	実施の形態1 (図2)	実施の形態2 (図10)	実施の形態3 (図11)	実施の形態3 (図12)
$\phi 1(^{\circ})$ ( $50^{\circ} < \phi 1 < 70^{\circ}$ )	57.15	56.61	69.92	66.08
$\phi 2(^{\circ})$ ( $40^{\circ} < \phi 2 < 50^{\circ}$ )	45.45	45.80	44.92	44.97

[0058] (H O Eの作製方法について)

次に、上記したH O E 1 6の作製方法について説明する。図7は、H O E 1 6を作製する製造光学系の概略の構成を示す断面図である。反射型のH O E 1 6は、R G Bのそれぞれについて、レーザー光を2光束に分離してそれぞれ参照光および物体光とし、基板（ここでは接眼プリズム15）上のホログラム感光材料16aを基板側およびその反対側から2光束（参照光、物体光）で露光し、これら2光束による干渉縞をホログラム感光材料16aに記録することにより作製される。以下、H O E 1 6の具体的な作製方法について説明する。なお、ここでは、観察者の眼を配置する側の光を参照光、反対側からの光を物体光と呼ぶことにする。また、接眼プリズム15の面S3は、Y Z面内でのみ曲率を有する面であるとする。

[0059] まず、ホログラム感光材料16aを接眼プリズム15の面S3に貼合する。ホログラム感光材料16aとしては、フォトポリマー、銀塩材料、重クロム酸ゼラチンなどを用いることができるが、中でもドライプロセスで容易に製造可能なフォトポリマーを用いることが望ましい。

[0060] 続いて、製造光学系において、R G Bのそれぞれについて、レーザー光をビームスプリッターで2光束に分離した後、それぞれの光束（参照光、物体光）を点光源21・22から発散する発散光となるように集光する。R G Bの参照光は、同一位置の点光源21から出射される球面波であり、接眼プリズム15側からホログラム感光材料16aに入射する。このとき、R G Bの各点光源21は、映像観察時の接眼光学系14の光学瞳Eの中心に位置する。なお、使用状態において、光源11（L E D）からのR G Bのピーク波長の

光がHOE 16にて回折されたときに光学瞳E上で同じ位置に重なるように、使用時に用いる光源11のピーク波長と製造時に用いるレーザーの発光波長とのずれ量に応じて、および、ホログラム感光材料16aの収縮の程度に応じて、光学瞳E上でRGBの各点光源をずらして配置してもよい。

[0061] 一方、RGBの物体光は、同一位置の点光源22から出射される発散光であり、自由曲面ミラー23によって所定の波面に整形され、反射ミラー24で反射され、色補正プリズム25を介して接眼プリズム15とは反対側からホログラム感光材料16aに入射する。このとき、色補正プリズム25の面25aは、主に、使用時に用いられる接眼光学系14の接眼プリズム15の面S1や射出面としての面S2での映像光の屈折に起因して発生する色収差を打ち消すように、その角度が決定されている。なお、色補正プリズム25は、表面反射によるゴーストを防止するために、ホログラム感光材料16aに対して密着して配置されるか、エマルジョンオイルなどの、色補正プリズム25と屈折率の等しい媒体を介して配置されることが望ましい。

[0062] 以上のようにして、ホログラム感光材料16aに対して参照光と物体光とを照射することにより、これら2光束による干渉縞がホログラム感光材料16aに記録され、HOE 16が作製される。

[0063] このとき、参照光および物体光は、ホログラム感光材料16a上において、ホログラム（干渉縞）を記録すべき領域のみに照射されるように、それぞれ光束規制板31・32によって光束形状を規制される。したがって、面S3において、HOE 16の形成領域（図1の領域R2に相当）は、面S3におけるホログラム感光材料16aの貼合領域（図1の領域R1に相当）よりも小さくなる。

[0064] このように、HOE 16を作製するホログラム感光材料16aの貼合領域内の回折有効領域（HOE 16の形成領域）は、上記貼合領域内で露光領域を制限することによって設定されているので、回折有効領域よりも大きなホログラム感光材料16aを面S3に貼合し、露光領域の制限によって所定の位置にHOE 16を作製することができる。その結果、ホログラム感光材料

16aの面S3への貼合時の位置精度を緩和することができる。また、製造光学系の光路中に光路規制板31・32を挿入することによってホログラム感光材料16aを露光する2光束の光束径をそれぞれ規制することにより、容易にかつ高精度に露光領域を制限することができる。

[0065] また、接眼プリズム15の面S3は、YZ面内でのみ曲率を有しているので、シート状のホログラム感光材料16aを、曲面からなるS3面に容易に貼りつけてHOE16を作製することができる。したがって、HOE16の作製が容易となる。

[0066] (映像表示装置の他の構成について)

図8は、映像表示装置1の他の構成を示す断面図である。同図に示すように、映像表示装置1において、ホログラム感光材料16aの貼合領域R1は、面S3での回折反射領域である領域R2および映像光の全反射領域R4を全て含んでもよい。

[0067] この場合、ホログラム感光材料16aが、領域R2・R4の両方を含む大きさなので、両方の領域R2・R4の境界が光学的に連続となる。これにより、観察者は画面の全域にわたって良好な映像を観察することができる。また、シースルーで外界像を観察する場合でも、視野全域にわたってホログラム感光材料16a(HOE16を含む)を通して観察するので、均一な外界像を観察することができる(外界像が不連続で観察されることがない)。

[0068] (映像表示装置のさらに他の構成について)

図9は、映像表示装置1のさらに他の構成を示す断面図である。同図に示すように、映像表示装置1は、接眼光学系14が補正プリズム17と位置決め部18とをさらに有する構成であってもよい。

[0069] 補正プリズム17は、接眼プリズム15での外界像の光の屈折をキャンセルするためのプリズムである。位置決め部18は、接眼プリズム15と補正プリズム17とを空気層を含んで所定の間隔で接合するための突起(スペーサ)であり、接眼プリズム15および補正プリズム17の少なくとも一方に形成されている。

- [0070] 特に、接眼プリズム 15 の面 S 3 における映像光の全反射領域と、補正プリズム 17 における面 S 3 と対向する面 17 a との間に空気層が形成され、ホログラム感光材料 16 a の貼合領域と面 17 a との間にも空気層が形成されるように、2つの位置決め部 18 を介して、接眼プリズム 15 と補正プリズム 17 とが接合されている。このとき、接眼プリズム 15 と補正プリズム 17 とを接合したときの接合線 B 1・B 2 は、全て、外界像の光が透過する面（例えば面 S 2、面 S 3）と交差する側面に位置している。
- [0071] 同図に示すように、接眼プリズム 15 が、面 S 1 から遠ざかるにつれて薄くなる形状の場合、外界像の光が面 S 2 および面 S 3 で屈折することで、接眼プリズム 15 を介して観察される外界像に歪みが生じる。しかし、接眼プリズム 15 に空気層および位置決め部 18 を介して補正プリズム 17 を接合して全体として略平行平板を構成し、接眼プリズム 15 および補正プリズム 17 を介して外界像を観察することで、観察される外界像に歪みが生じるのを防止することができる。
- [0072] また、接眼光学系 14 において、接合線 B 1・B 2 は、全て、外界像の光が透過する面と交差する面に位置しており、外界像をシースルーで観察するときの視野に接合線 B 1・B 2 が入らないので、観察者は外界像を良好に観察することができる。また、接眼プリズム 15 および補正プリズム 17 の先端部に平面部を持たせることができるため、各プリズムの成型が容易になると同時に、貼り付け作業も容易になり、安価にできる。
- [0073] また、位置決め部 18 により、接眼プリズム 15 と補正プリズム 17 とを空気層を含んで所定の間隔に維持できるので、接眼プリズム内部での映像光の全反射を確実に行うことができる。特に、ホログラム感光材料 16 a の貼合領域と補正プリズム 17 の面 17 a との間にも空気層を設けることにより、本来全反射させるべき映像光の一部がホログラム感光材料 16 a の貼合領域内でかつ回折有効領域外の領域に入射した場合でも、その光を空気層との界面で確実に全反射させることができる。
- [0074] 〔実施の形態 2〕

本発明の他の実施の形態について、図面に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、以下での説明の便宜上、実施の形態 1 と同一の構成には同一の部材番号を付記し、その説明を省略する。

[0075] 図 10 は、本実施形態の映像表示装置 1 の概略の構成を示す断面図である。本実施形態の映像表示装置 1 は、接眼光学系 14 の接眼プリズム 15 の面 S3 に、2 種類の HOE を作製し、これら 2 種類の HOE を介して接眼プリズム 15 と補正プリズム 17 とを接合して構成されている。なお、2 種類の HOE は、いずれも体積位相型で反射型の HOE である。

[0076] 一方の HOE を第 1 の HOE 41 とし、他方の HOE を第 2 の HOE 42 とする。第 2 の HOE 42 は、面 S3 の全面に貼合されるホログラム感光材料 42a を 2 光束で露光することにより作製されている。また、第 1 の HOE 41 も、ホログラム感光材料 42a を 2 光束で露光することにより作製されている。したがって、第 2 の HOE 42 を作製するホログラム感光材料 42a の貼合領域 R1 は、第 2 の HOE 42 の回折反射領域 R6 および第 1 の HOE 41 の回折反射領域 R5 を含んでいることになる。

[0077] また、本実施形態では、同図に示すように、第 2 の HOE 42 の回折反射領域 R6 と第 1 の HOE 41 の回折反射領域 R5 とが一部重複している。つまり、ホログラム感光材料 42a の一部には、第 1 の HOE 41 の干渉縞と第 2 の HOE 42 の干渉縞との両方が、多重露光により形成されている。これにより、第 1 の HOE 41 で回折反射される映像光の光束の一部は、第 2 の HOE 42 の回折反射領域 R6 にも入射することになる。

[0078] 上記の構成によれば、表示素子 13 からの映像光は、接眼プリズム 15 の面 S1 から内部に入射し、面 S3 の第 1 の HOE 41 で少なくとも 1 回回折反射されて面 S2 で全反射した後、面 S3 の第 2 の HOE 42 で回折反射されて光学瞳 E に導かれる。このように、面 S3 が第 1 の HOE 41 での回折反射面（第 1 の HOE 面）と第 2 の HOE 42 での回折反射面（第 2 の HOE 面）とを有する構成、つまり、2 つの HOE 面が同一の面 S3 に形成された構成では、面 S2 に平行になる方向に第 2 の HOE 面を立てることが可能

となる。これにより、第2のHOE42への映像光の入射角が小さくなるので、第2のHOE42での反射（回折）角を小さく設定することができる。第2のHOE42の回折角を小さくすることにより、回折により発生する色分散を小さく抑えることができ、映像品位を保つことができる。

[0079] また、実施の形態1と同様に、面S2と面S3との距離が面S1から離れるにしたがって連続的に小さくなっているため、面S3において第1のHOE41で回折反射される映像光の光束の一部が、第2のHOE42の回折反射領域R6に入射する構成としても、第2のHOE42の回折反射領域R6に入射した、本来第1のHOE41で回折反射（例えば正反射）させるべき映像光を、そこで回折反射（例えば正反射に近い反射角で回折）させることができる。つまり、体積位相型で反射型のHOEは角度選択性を有するため、本来正反射させるべき映像光が第2のHOE42に入射したとしても、映像光がそこで光学瞳Eの方向に回折反射されることはない。したがって、ゴースト光の発生を回避すべく、第1のHOE41の回折反射領域R5と第2のHOE42の回折反射領域R6との間に光路余裕（光路を離すスペース）を設ける必要もなくなり、その分、接眼プリズム15を薄くすることができる。よって、上記構成によれば、ゴースト光の発生を回避しながら、接眼プリズム15を薄くコンパクトに構成することができる。

[0080] また、第2のHOE42を作製するホログラム感光材料42aの貼合領域R1は、第2のHOEの回折反射領域R6および第1のHOE41の回折反射領域R5の両方を含んでおり、ホログラム感光材料42aが、回折反射領域R5・R6の両方を含む大きさなので、両方の領域の境界が光学的に連続となる。これにより、画面の全域にわたって良好な映像を観察することができる。また、シースルーで外界像を観察する場合でも、視野全域にわたってホログラム感光材料42a（回折反射領域R5・R6を含む）を通して観察するので、均一な外界像を観察することができる（外界像が不連続で観察されることがない）。さらに、接眼プリズム15に補正プリズム17を貼り合わせる際に、接眼プリズム15と補正プリズム17とを空気層を介さず接合

することができるので、両者を安定して接合することができる。

[0081] また、ホログラム感光材料42aの一部には、第1のHOE41の干渉縞と第2のHOE42の干渉縞との両方が多重露光により形成されているので、第1のHOE41で回折反射される映像光の光束の一部が第2のHOE42の回折反射領域R6に入射しても、その映像光を第1のHOE41の干渉縞によって確実に回折反射（例えば正反射に近い反射角で回折）させることができる。また、第1のHOE41での回折角度を正反射角に近づけることで、色分散の発生を抑えることができる。

[0082] なお、本実施形態では、1種類のホログラム感光材料、つまり、第2のHOE42を作製するためのホログラム感光材料42aに対して2種類の露光を行うことにより、2種類のHOE（第1のHOE41、第2のHOE42）を作製しているが、例えば、2種類のホログラム感光材料を用意しておき、一方のホログラム感光材料を面S3に貼合、露光して第2のHOE42を作製し、定着処理をした後、他方のホログラム感光材料を面S3に貼合、露光して第1のHOE41を作製してもよい。また、このとき、一方のホログラム感光材料と他方のホログラム感光材料とが重なるように、両者を面S3に貼合、露光して2種類のHOEを作製してもよい。

[0083] [実施の形態3]

本発明のさらに他の実施の形態について、図面に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、以下での説明の便宜上、実施の形態1または2と同一の構成には同一の部材番号を付記し、その説明を省略する。

[0084] 図11は、本実施形態の映像表示装置1の概略の構成を示す断面図である。本実施形態の映像表示装置1は、接眼プリズム15の面S3を平面で構成するとともに、面S2と略平行な面S4を設け、映像光の有効光路領域外で面S1と面S3とを面S4で連結した以外は、実施の形態2と同様の構成である。なお、補正プリズム17は、面17aが2種類のHOEを介して面S3とのみ対向するように配置されている。

[0085] 面S3を平面とすることにより、補正プリズム17における、接眼プリズ

ム 15 の面 S 3 と対向する面 17 a を平面にできるので、接眼プリズム 15 および補正プリズム 17 の構成を単純化することができる。また、例えば、面 S 3 と面 17 a とが両方とも曲面であれば、接眼プリズム 15 と補正プリズム 17 との接合時に両者が局所的に接触する場合があるが、面 S 3 と面 17 a とが両方とも平面であれば、接合時に接眼プリズム 15 と補正プリズム 17 との間隔が狭くても、局所的な接触を回避しながらこれらを接合することができる。したがって、接眼プリズム 15 と補正プリズム 17 との接合が容易となる。

[0086] また、接眼プリズム 15 の面 S 4 を映像光の有効光路領域外で面 S 3 と連結することにより、有効光路領域外で面 S 2 と面 S 4 とが平行となり、これによって、接眼プリズム 15 を薄型化することができる。

[0087] ところで、図 12 は、映像表示装置 1 の他の構成を示す断面図である。この映像表示装置 1 は、上述の図 9 の構成に、面 S 3 を平面とした図 11 の構成を組み合わせ、位置決め部 18 を削除するとともに、補正プリズム 17 の形状を若干変更したものである。つまり、接眼プリズム 15 の面 S 3 および補正プリズム 17 の面 17 a を平面で構成するとともに、補正プリズム 17 に位置決め部 19 を設けている。位置決め部 19 は、接眼プリズム 15 と補正プリズム 17 との接合時に、全反射領域の外部で接眼プリズム 15 の面 S 4 と当接することで、接眼プリズム 15 に対する位置決めを行うものであり、補正プリズム 17 から面 S 4 に平行に延設されている。

[0088] この構成では、接眼プリズム 15 の面 S 4 に対して補正プリズム 17 の位置決め部 19 を当接させることで、位置決めを容易に行うことができる。また、接眼プリズム 15 と補正プリズム 17 との接合線が面 S 1 と同一面上に位置し、外界像の観察領域に入らないので、観察者は外界像を良好に観察することができる。

[0089] [実施の形態 4]

本発明のさらに他の実施の形態について、図面に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、以下での説明の便宜上、実施の形態 1～3 と同一の



構成には同一の部材番号を付記し、その説明を省略する。

- [0090] 図 1 3 は、本実施形態の HMD の概略の構成を示す斜視図である。この HMD は、上述した各実施の形態の映像表示装置 1 と、支持部材 2 とで構成されている。
- [0091] 映像表示装置 1 は、光源 1 1 や表示素子 1 3 (図 1 参照) を収容する筐体 3 に接眼光学系 1 4 を一体化させて構成されている。光源 1 1 や表示素子 1 3 を制御するための信号や駆動電力は、筐体 3 を貫通するケーブル 4 を介して各部に供給される。接眼光学系 1 4 は、全体として眼鏡の一方のレンズ (図 1 3 では右眼用レンズ) のような形状をなしている。なお、眼鏡の左眼用レンズに相当するレンズ 5 は、ダミーレンズである。
- [0092] 支持部材 2 は、映像表示装置 1 を観察者の眼前で支持する支持手段であり、例えば眼鏡のフレーム、テンプルに相当する部材の集合で構成されている。この支持部材 2 を観察者の頭部に固定することにより、映像表示装置 1 は観察者の眼前の位置で正確に保持され、観察者は映像表示装置 1 から提供される映像をハンズフリーで長時間安定して観察することができる。特に、本発明によれば、接眼光学系 1 4 の接眼プリズム 1 5 を薄くコンパクトに構成できるので、小型で軽量の HMD を実現することができる。なお、本実施形態では、支持部材 2 は、観察者の右眼に対応して 1 個の映像表示装置 1 を支持しているが、観察者の両眼に対応して 2 個の映像表示装置 1 を支持してもよい。
- [0093] また、支持部材 2 は、固定機構 6 を有している。固定機構 6 は、光学瞳 E の位置を観察者の瞳 P (瞳孔、虹彩) の位置に合わせる位置調整を行った後に、観察者の頭部に対する接眼光学系 1 4 の相対位置を固定する固定手段であり、観察者の鼻と当接して移動可能な右鼻当て 6 R および左鼻当て 6 L と、これらをロックするロック部とを有して構成されている。支持部材 2 が固定機構 6 を有していることにより、光学瞳の位置調整後、観察者は、光学瞳の位置にて、良好な映像を長時間にわたって確実にかつ安定して観察することができる。

[0094] なお、各実施の形態では、光源 11 を LED で構成した例について説明したが、光源 11 はレーザー光源であってもよい。レーザー光源を用いた場合、HOE での回折による分散の影響を排除できるので、高品位な明るい映像を観察することができる。

[0095] なお、各実施の形態で述べた構成を適宜組み合わせて、映像表示装置 1 については HMD を構成することも勿論可能である。

[0096] なお、各実施の形態で説明した映像表示装置 1 は、例えばヘッドアップディスプレイ (HUD) にも適用することが可能である。

### 産業上の利用可能性

[0097] 本発明は、HMD や HUD に利用可能である。

### 符号の説明

[0098]	1	映像表示装置
	2	支持部材 (支持手段)
	13	表示素子
	14	接眼光学系
	15	接眼プリズム
	16	HOE
	16a	ホログラム感光材料
	17	補正プリズム
	18	位置決め部
	19	位置決め部
	41	第1のHOE
	42	第2のHOE
	42a	ホログラム感光材料
	E	光学瞳
	R1	貼合領域
	R2	領域 (回折有効領域)
	R3	領域

R 4 全反射領域  
R 5 回折反射領域  
R 6 回折反射領域  
S 1 面  
S 2 面  
S 3 面

## 請求の範囲

### [請求項1]

映像を表示する表示素子と、  
上記表示素子からの映像光を光学瞳に導く接眼光学系とを備え、  
上記接眼光学系が、上記映像光が入射する面S1と、光学瞳側に配置される面S2と、面S2と対向して配置される面S3とを有する接眼プリズムを含む映像表示装置であって、  
面S3の一部には、体積位相型で反射型のホログラフィック光学素子が形成されており、  
上記表示素子からの映像光は、接眼プリズムの面S1から内部に入射し、面S3で少なくとも1回全反射して面S2で全反射した後、面S3の上記ホログラフィック光学素子で回折反射されて光学瞳に導かれ、  
上記表示素子の表示画面中心と光学瞳中心とを光学的に結ぶ軸を光軸とし、面S3に対する入射光の光軸と出射光の光軸とを含む面を光軸入射面とすると、上記接眼プリズムは、光軸入射面に対して対称な形状で、面S1から離れるにしたがって面S2と面S3との距離が連続的に小さくなる形状であり、  
面S3で全反射する映像光の光束の少なくとも一部は、上記ホログラフィック光学素子を作製するホログラム感光材料の貼合領域に入射することを特徴とする映像表示装置。

### [請求項2]

映像を表示する表示素子と、  
上記表示素子からの映像光を光学瞳に導く接眼光学系とを備え、  
上記接眼光学系が、上記映像光が入射する面S1と、光学瞳側に配置される面S2と、面S2と対向して配置される面S3とを有する接眼プリズムを含む映像表示装置であって、  
面S3には、体積位相型で反射型の第1のホログラフィック光学素子と、体積位相型で反射型の第2のホログラフィック光学素子とが形成されており、

上記表示素子からの映像光は、接眼プリズムの面S 1から内部に入射し、面S 3の第1のホログラフィック光学素子で少なくとも1回回折反射されて面S 2で全反射した後、面S 3の第2のホログラフィック光学素子で回折反射されて光学瞳に導かれ、

上記表示素子の表示画面中心と光学瞳中心とを光学的に結ぶ軸を光軸とし、面S 3に対する入射光の光軸と出射光の光軸とを含む面を光軸入射面とすると、上記接眼プリズムは、光軸入射面に対して対称な形状で、面S 1から離れるにしたがって面S 2と面S 3との距離が連続的に小さくなる形状であり、

上記第1のホログラフィック光学素子で回折反射される映像光の光束の一部は、上記第2のホログラフィック光学素子の回折反射領域に入射することを特徴とする映像表示装置。

[請求項3] 上記ホログラフィック光学素子を作製するホログラム感光材料の貼合領域内の回折有効領域は、上記貼合領域内で露光領域を制限することによって設定されていることを特徴とする請求項1または2に記載の映像表示装置。

[請求項4] 上記ホログラフィック光学素子を作製するホログラム感光材料の貼合領域は、面S 3での回折反射領域および映像光の全反射領域を含んでいることを特徴とする請求項1に記載の映像表示装置。

[請求項5] 上記第2のホログラフィック光学素子を作製するホログラム感光材料の貼合領域は、上記第2のホログラフィック光学素子の回折反射領域および上記第1のホログラフィック光学素子の回折反射領域を含んでいることを特徴とする請求項2に記載の映像表示装置。

[請求項6] 上記ホログラム感光材料の一部には、第1のホログラフィック光学素子の干渉縞と第2のホログラフィック光学素子の干渉縞との両方が多重露光により形成されていることを特徴とする請求項5に記載の映像表示装置。

[請求項7] 面S 3は、光軸入射面内でのみ曲率を有していることを特徴とする

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の映像表示装置。

[請求項8] 上記接眼光学系は、上記接眼プリズムでの外界像の光の屈折をキャンセルするための補正プリズムをさらに含んでおり、

上記接眼プリズムと上記補正プリズムとを接合したときの接合線は、全て、外界像の光が透過する面と交差する側面に位置していることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の映像表示装置。

[請求項9] 上記接眼光学系は、上記接眼プリズムでの外界像の光の屈折をキャンセルするための補正プリズムをさらに含んでおり、

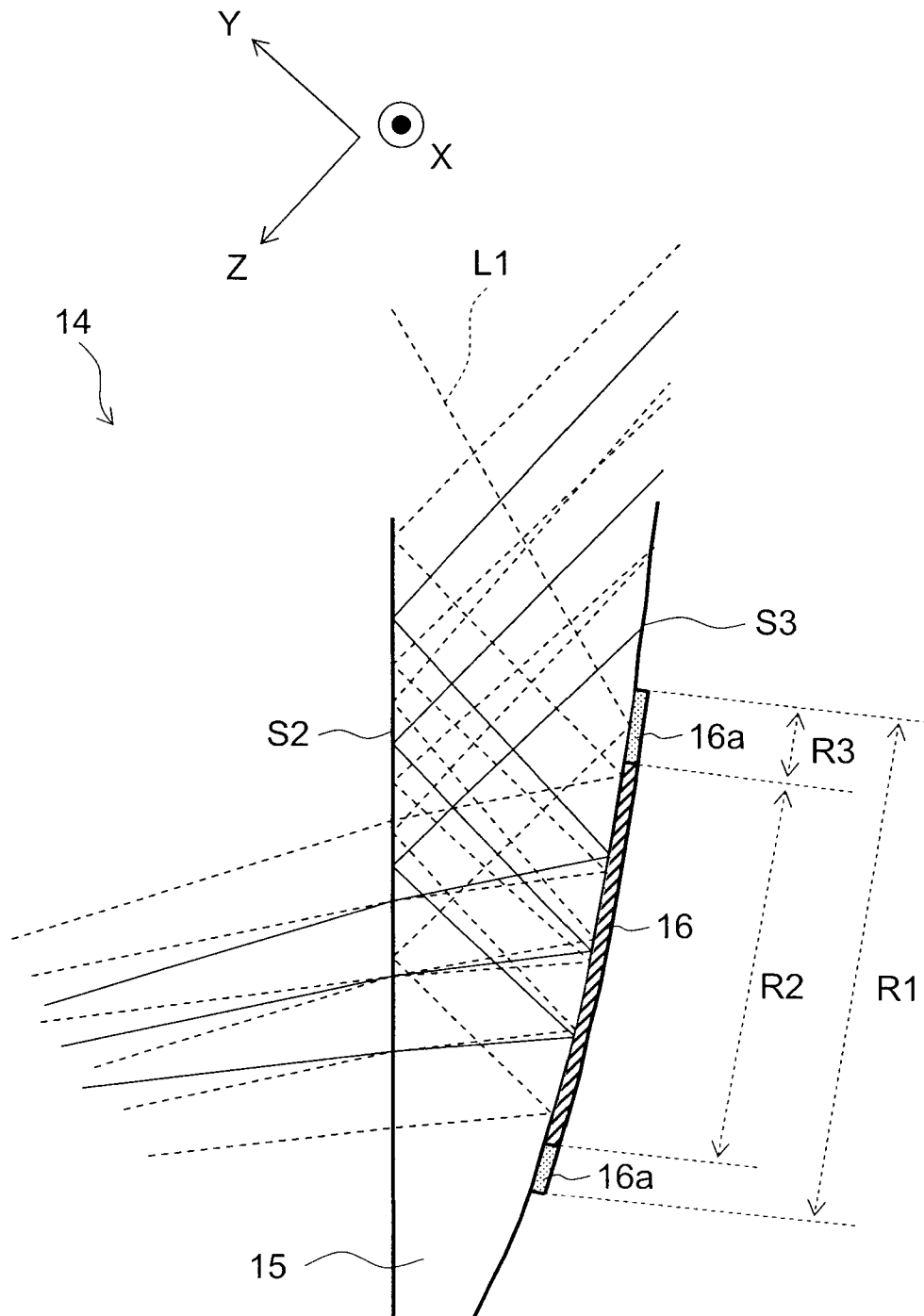
上記接眼プリズムおよび上記補正プリズムの少なくとも一方は、空気層を含んで所定の間隔で接合するための位置決め部を備えていることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載の映像表示装置。

[請求項10] 面 S 3 は、平面であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の映像表示装置。

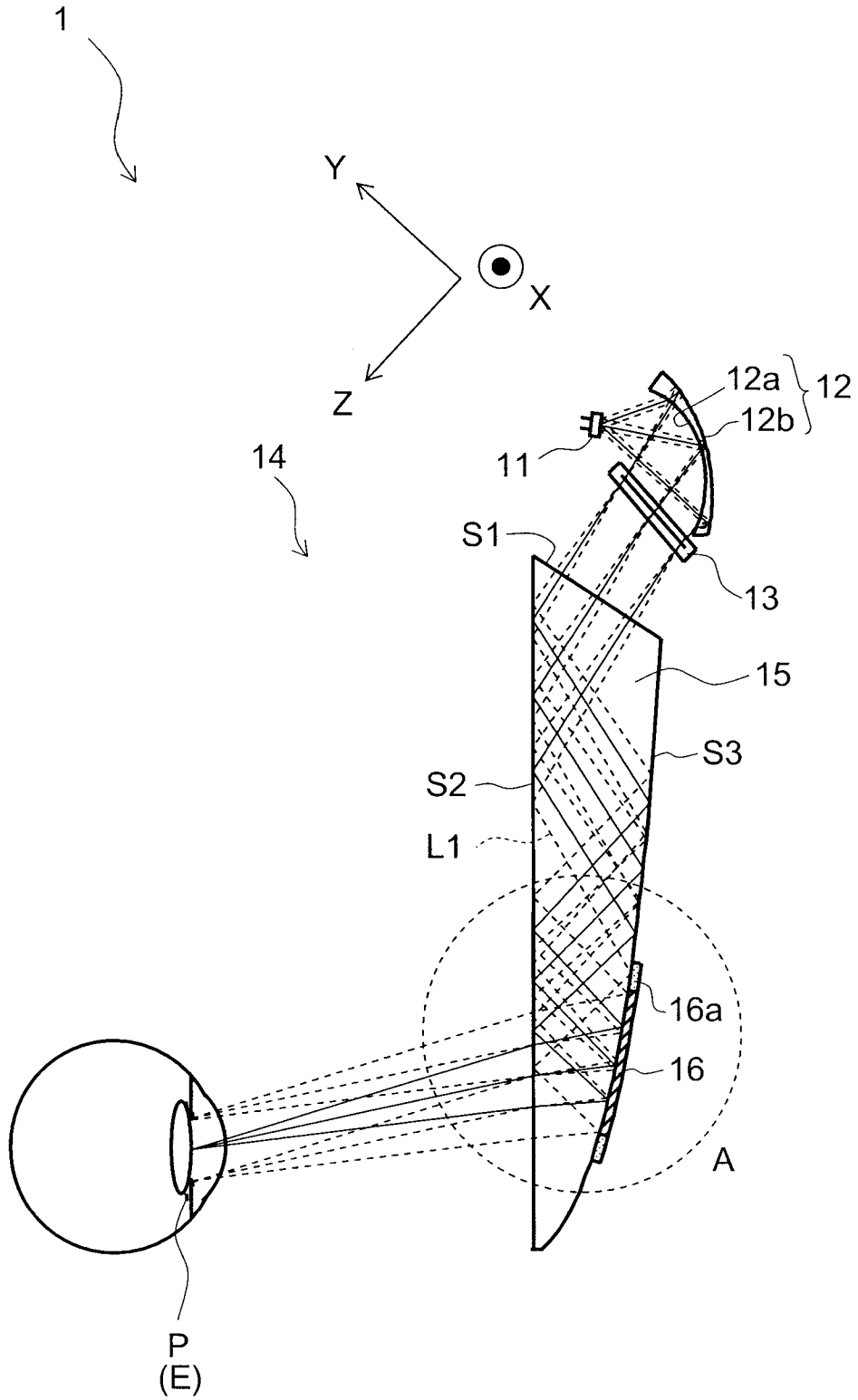
[請求項11] 請求項 1 から 10 のいずれかに記載の映像表示装置と、

上記映像表示装置を観察者の眼前で支持する支持手段とを有していることを特徴とするヘッドマウントディスプレイ。

[図1]

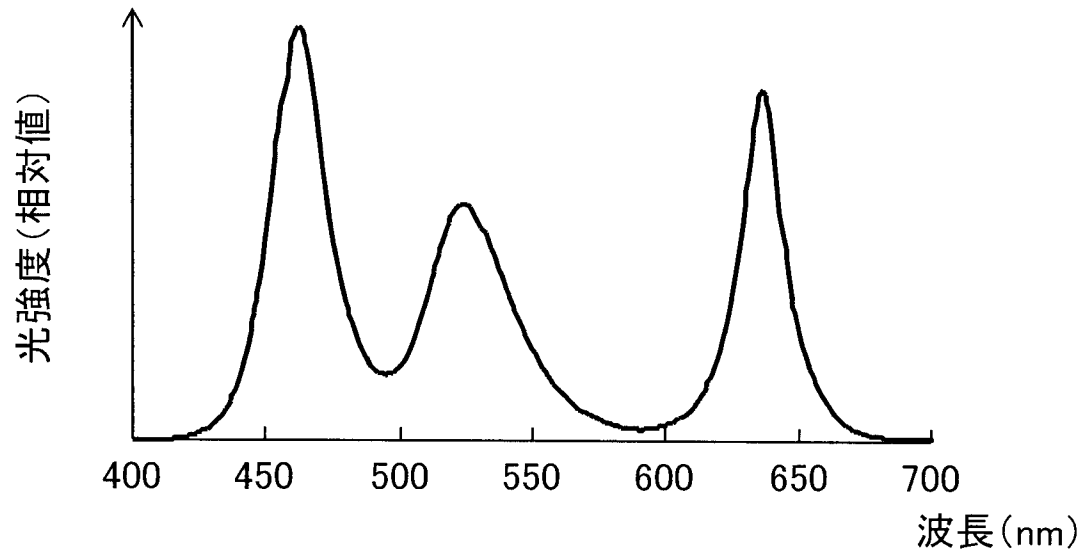


[図2]

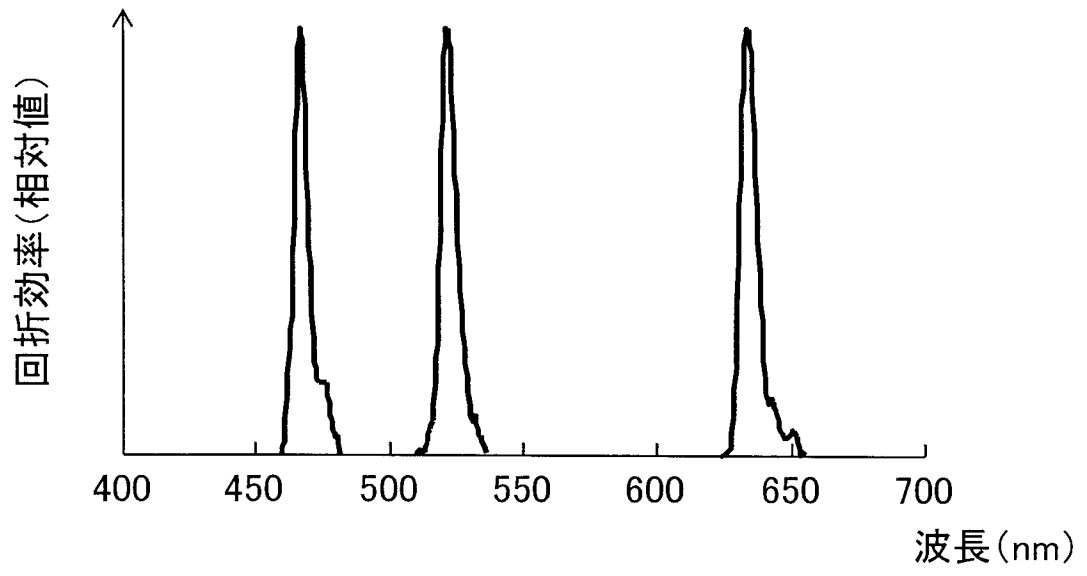




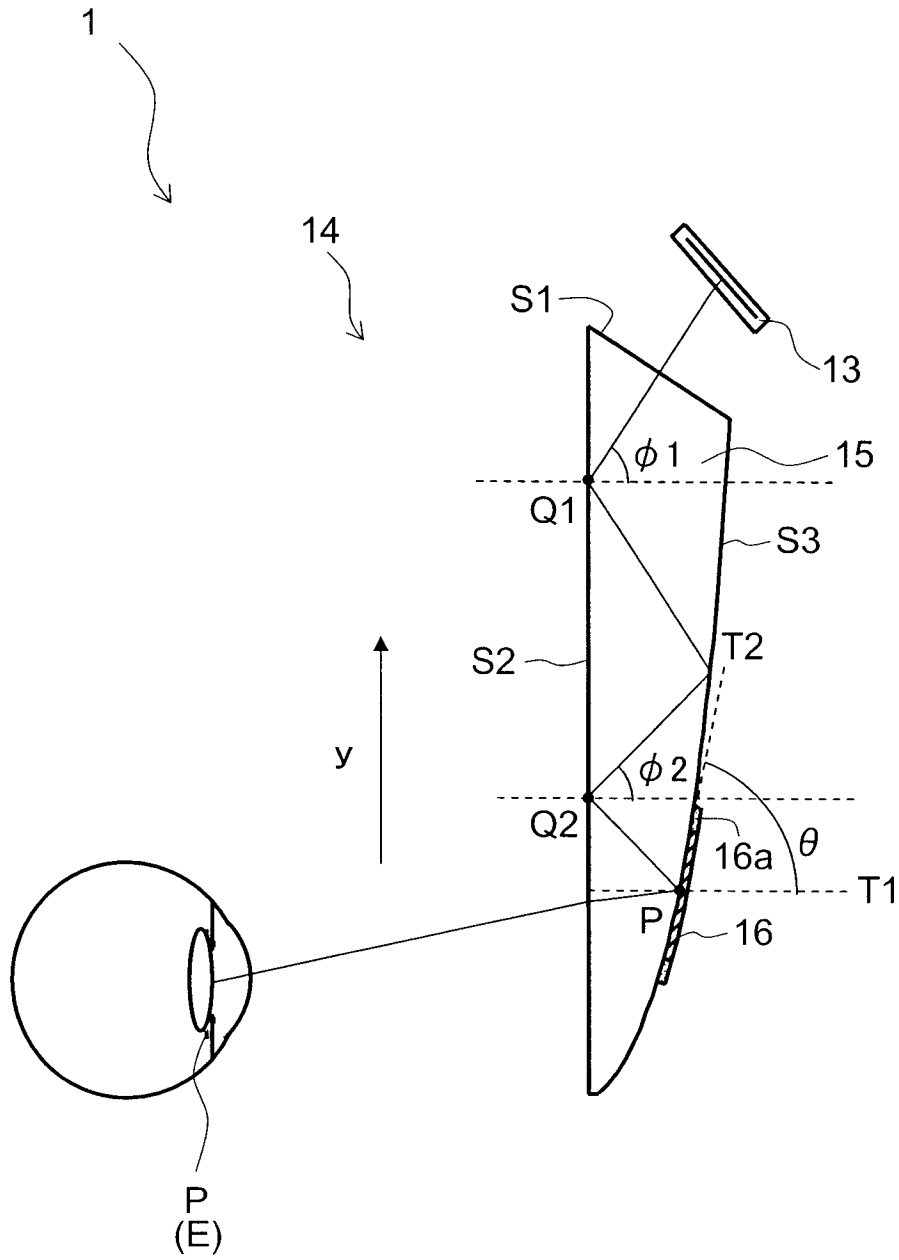
[圖3]



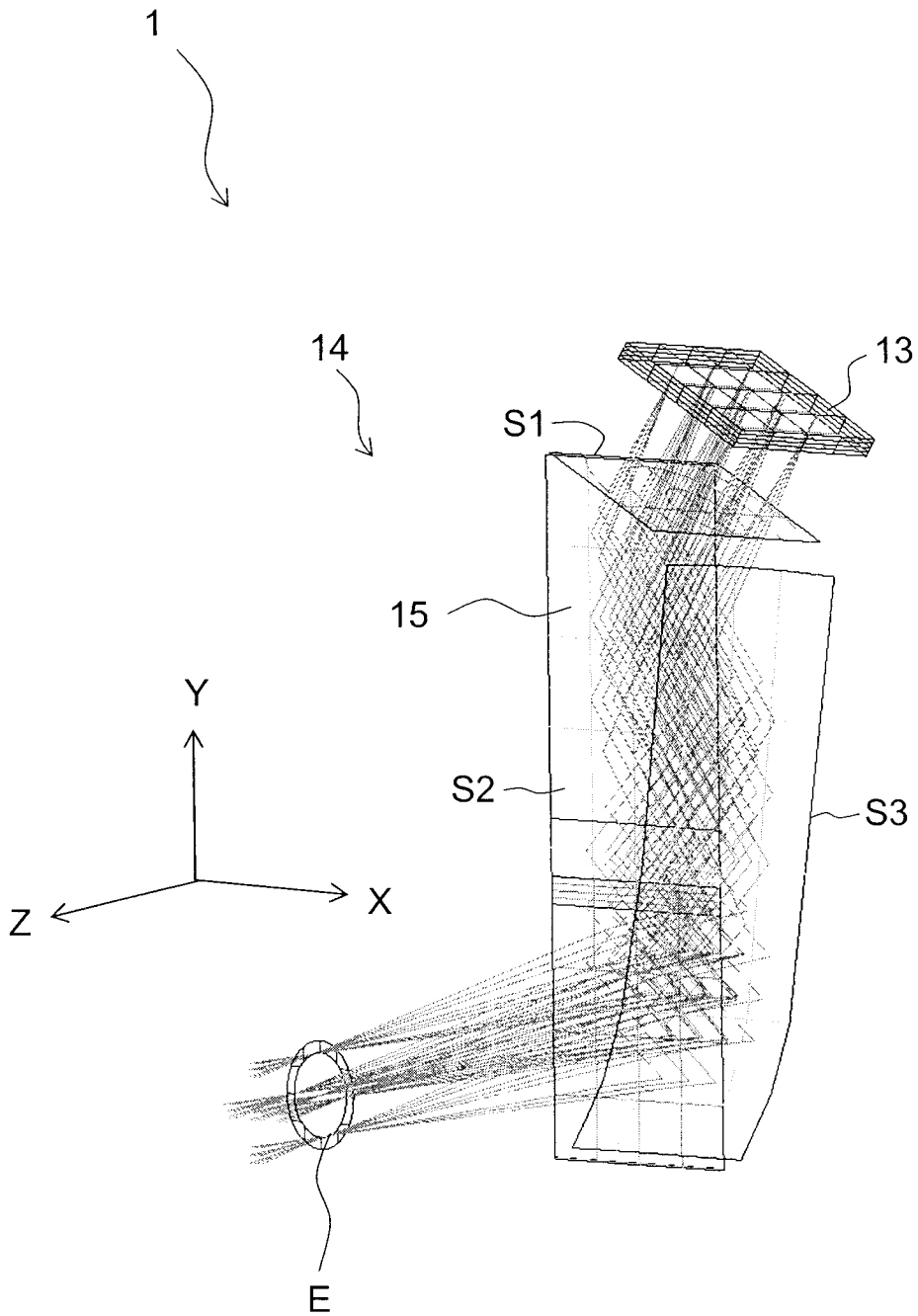
[図4]



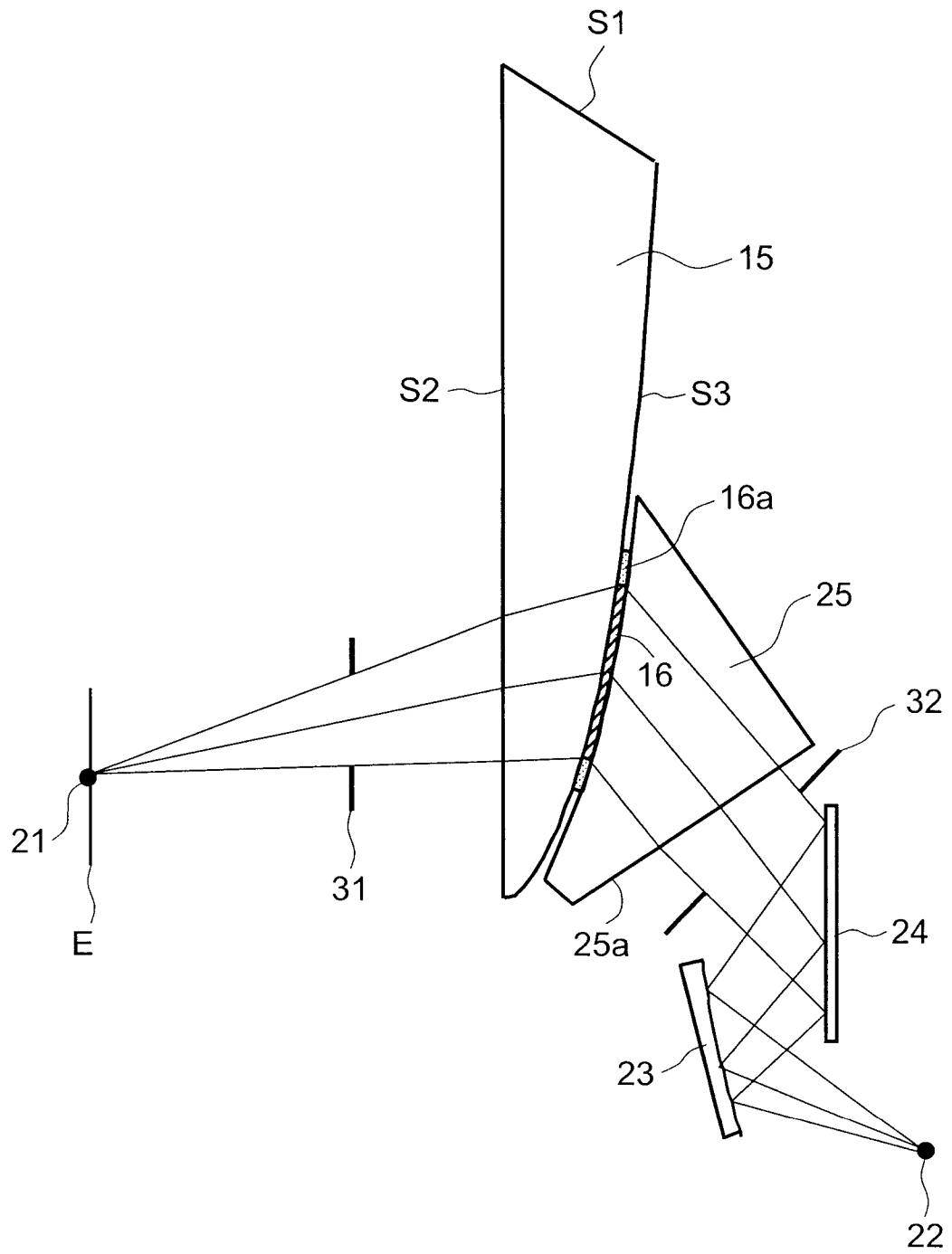
[図5]



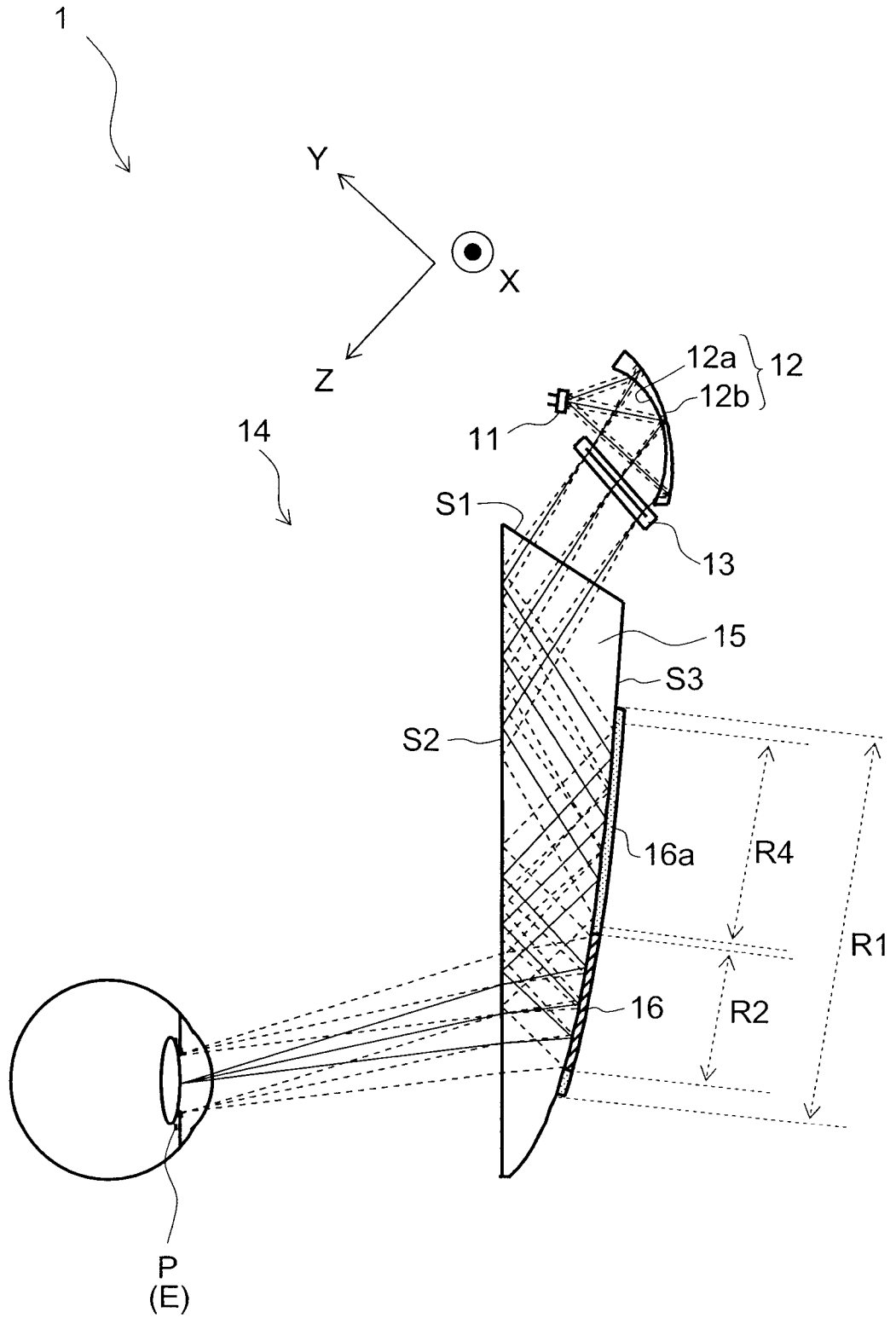
[図6]



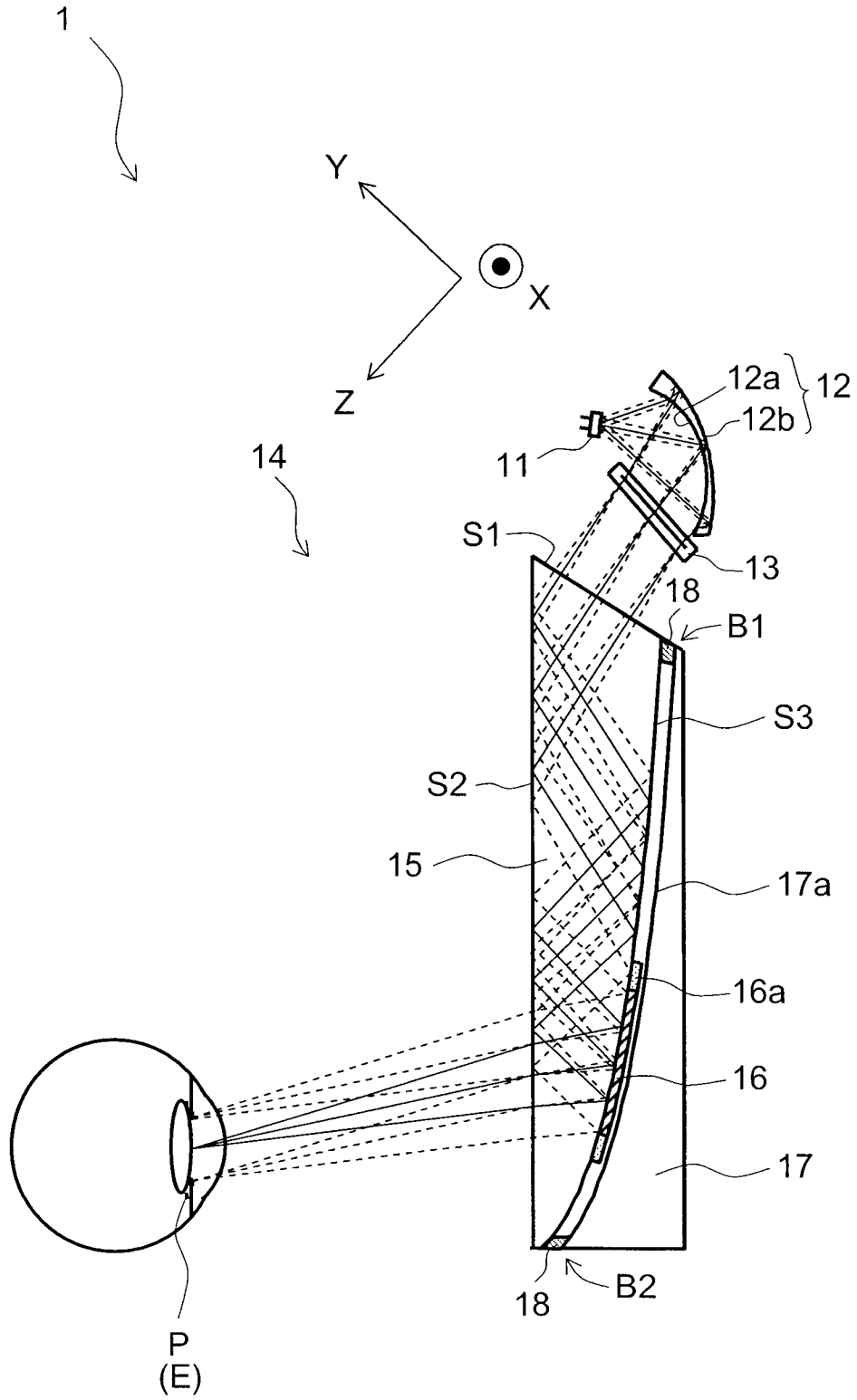
[図7]



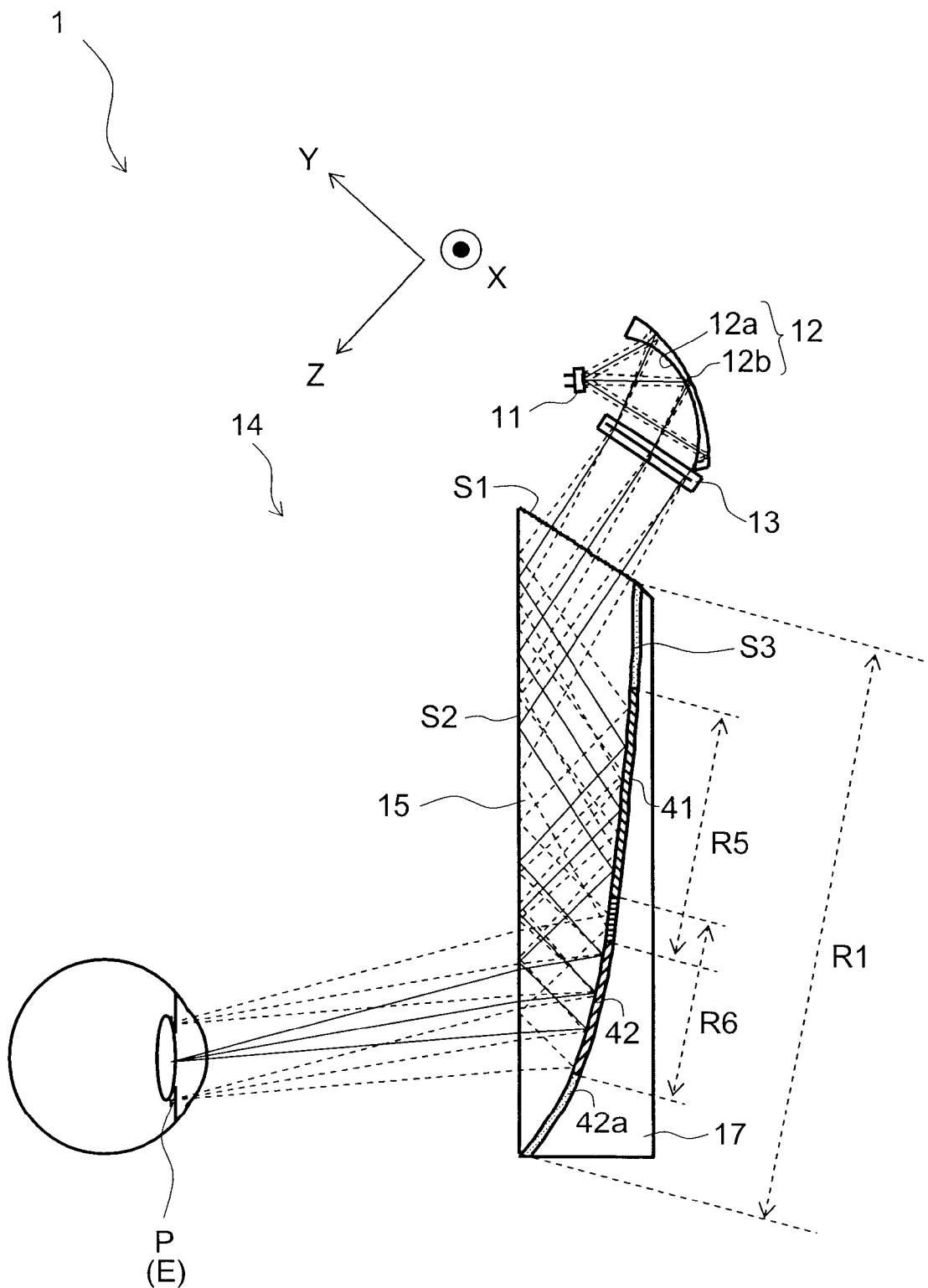
[図8]



[図9]

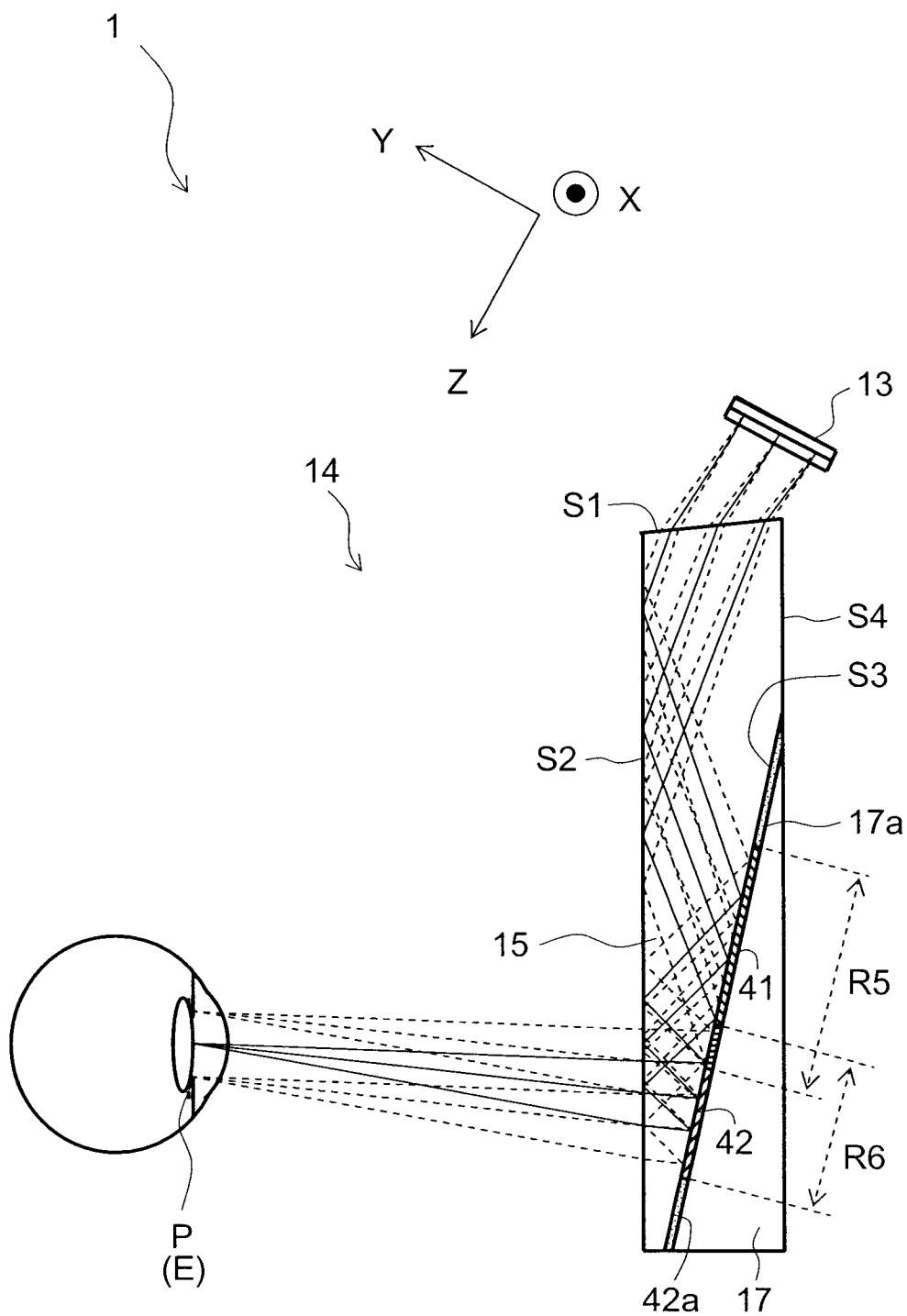


[図10]

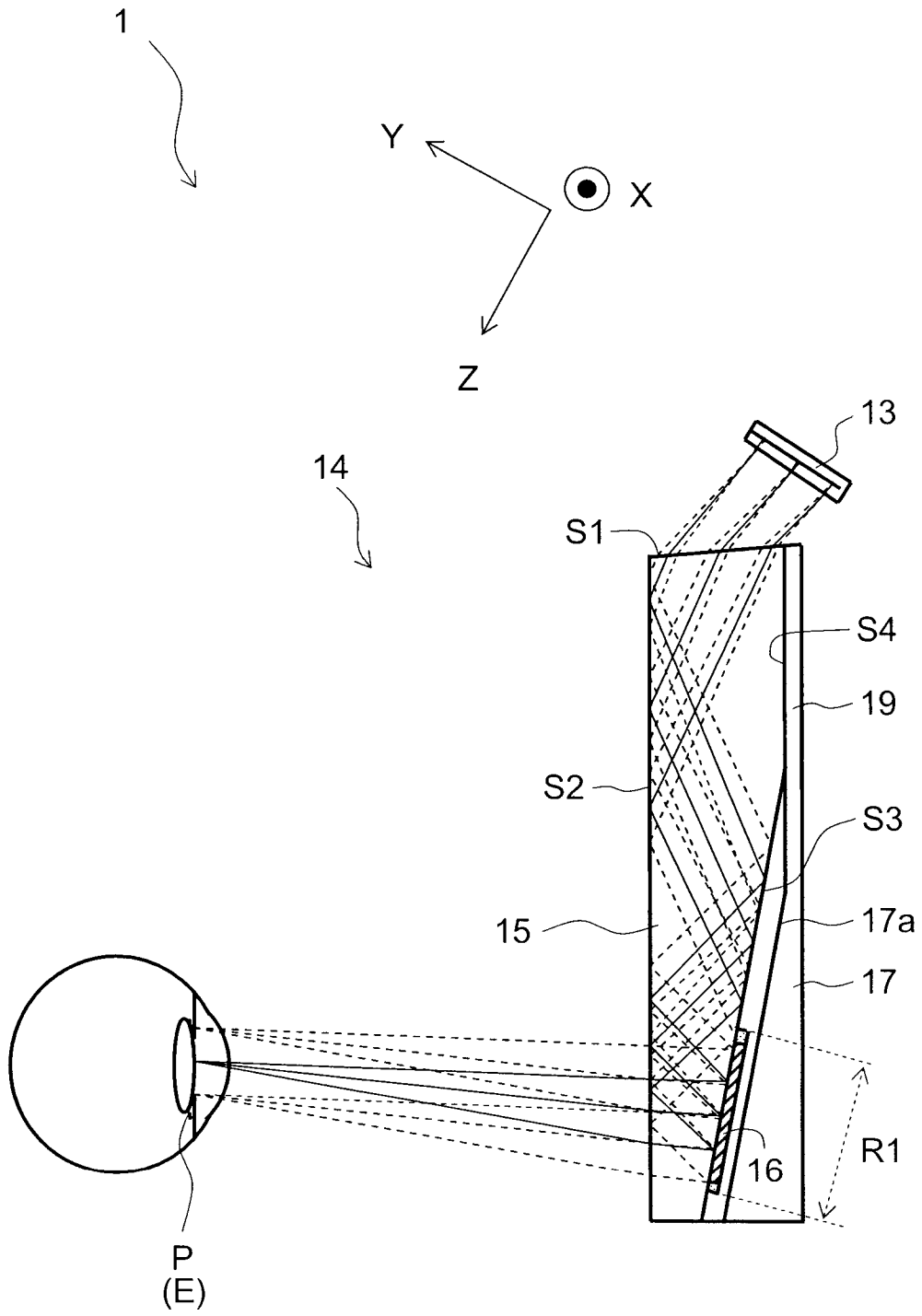




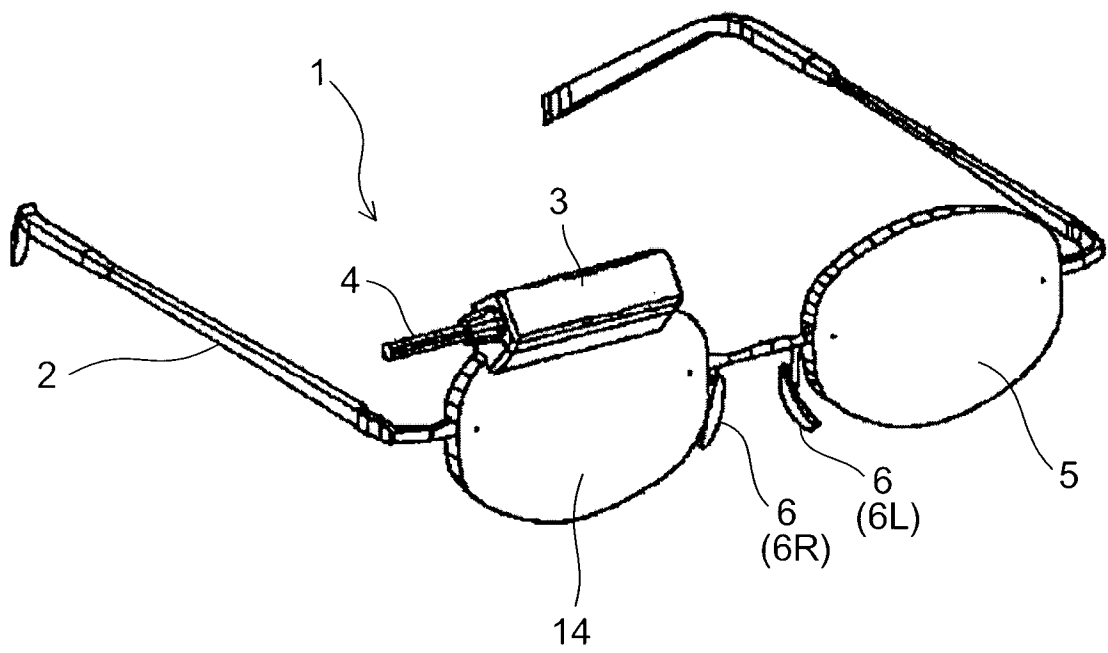
[図11]



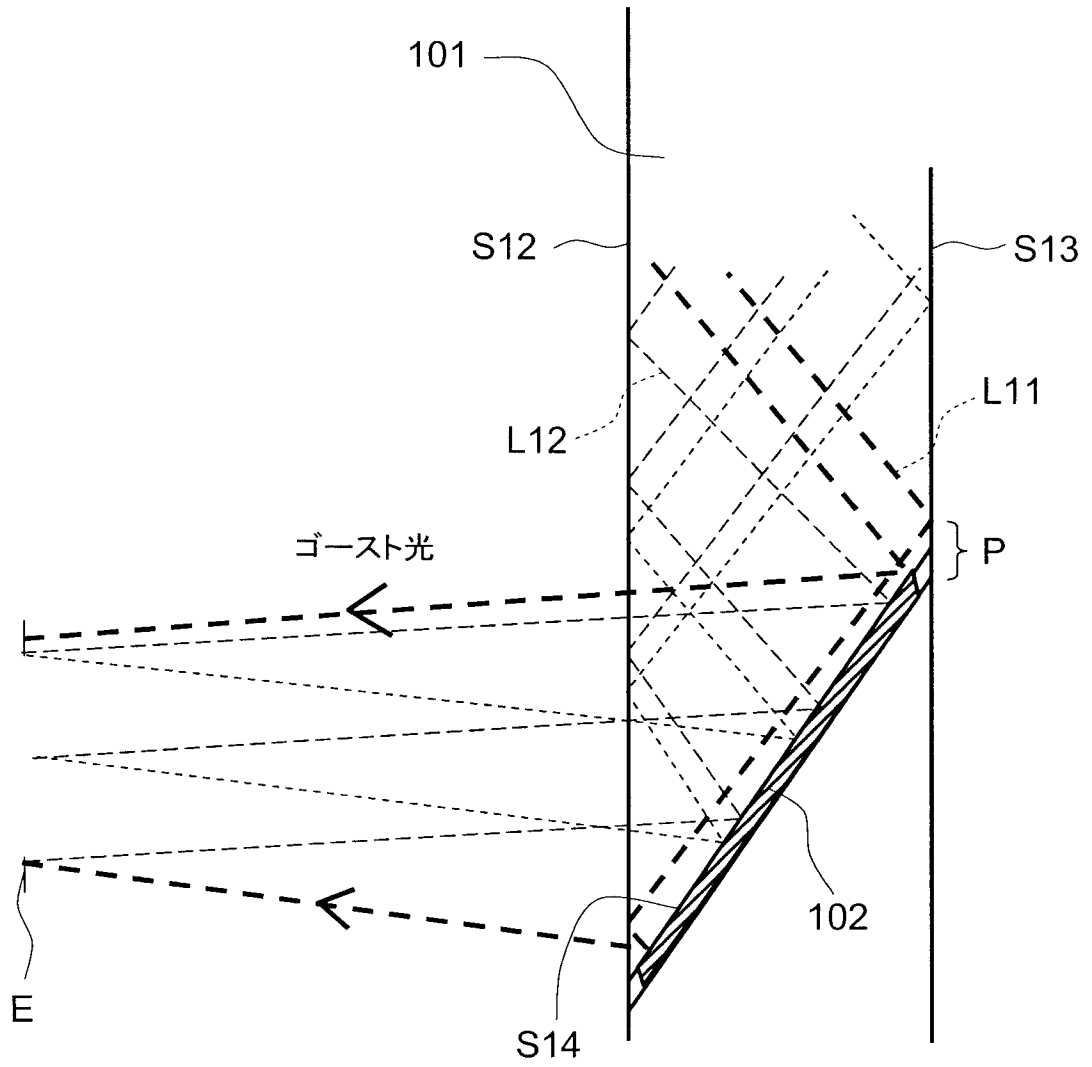
[図12]



[図13]



[図14]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/069831

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>G02B27/02(2006.01) i, G02B17/08(2006.01) i, G02B25/02(2006.01) i, G03H1/22(2006.01) i, H04N5/64(2006.01) i</i>														
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) <i>G02B27/02, G02B17/08, G02B25/02, G03H1/22, H04N5/64</i>														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched														
<table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2010</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2010</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2010</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010				
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010											
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010											
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.												
Y A	JP 9-219832 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 19 August 1997 (19.08.1997), paragraphs [0095] to [0125]; fig. 1 to 6 & US 5699194 A1 & EP 790516 A1 & DE 69614993 T	1-4, 7-11 5, 6												
Y A	JP 2002-107658 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 10 April 2002 (10.04.2002), entire text; all drawings & US 2002/0063913 A1	1-4, 7-11 5, 6												
Y A	JP 2007-279313 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraphs [0059] to [0073]; fig. 3 (Family: none)	1-4, 7-11 5, 6												
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.														
<table border="0"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"&amp;" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents:	"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	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	"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)	"&" document member of the same patent family	"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	
* Special categories of cited documents:	"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													
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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													
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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													
"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)	"&" document member of the same patent family													
"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														
Date of the actual completion of the international search 23 February, 2010 (23.02.10)		Date of mailing of the international search report 09 March, 2010 (09.03.10)												
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer												
Facsimile No.		Telephone No.												

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/069831

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-122511 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 29 May 2008 (29.05.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-4, 7-11 5, 6
Y	JP 2004-325672 A (Canon Inc.), 18 November 2004 (18.11.2004), paragraph [0084]; fig. 1 & US 2004/0218243 A1 & EP 1471374 A1	8, 9
Y	JP 11-211998 A (Minolta Co., Ltd.), 06 August 1999 (06.08.1999), paragraph [0037]; fig. 7 (Family: none)	8, 9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B27/02(2006.01)i, G02B17/08(2006.01)i, G02B25/02(2006.01)i, G03H1/22(2006.01)i, H04N5/64(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B27/02, G02B17/08, G02B25/02, G03H1/22, H04N5/64		
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 1971-2010年 日本国実用新案登録公報 1996-2010年 日本国登録実用新案公報 1994-2010年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	J P 9-219832 A (オリンパス光学工業株式会社) 1997.08.19, 段落【0095】-【0125】, 図1-6 &US 5699194 A1 &EP 790516 A1 &DE 69614993 T	1-4, 7-11 5, 6
Y A	J P 2002-107658 A (オリンパス光学工業株式会社) 2002.04.10, 全文, 全図 &US 2002/0063913 A1	1-4, 7-11 5, 6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 23.02.2010	国際調査報告の発送日 09.03.2010	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 河原 正 電話番号 03-3581-1101 内線 3294	2X 9017

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2007-279313 A (コニカミノルタホールディング株式会社) 2007. 10. 25, 段落【0059】-【0073】, 図3 (ファミリーなし)	1-4, 7-11 5, 6
Y A	JP 2008-122511 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2008. 05. 29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4, 7-11 5, 6
Y	JP 2004-325672 A (キヤノン株式会社) 2004. 11. 18, 段落【0084】, 図1 &US 2004/0218243 A1 &EP 1471374 A1	8,9
Y	JP 11-211998 A (ミノルタ株式会社) 1999. 08. 06, 段落【0037】, 図7 (ファミリーなし)	8,9