

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/134374 A1

PCT

(43) 国際公開日

2010年11月25日(25.11.2010)

(51) 国際特許分類:

G02B 27/02 (2006.01)

G02B 25/02 (2006.01)

G02B 5/32 (2006.01)

H04N 5/64 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2010/053649

(22) 国際出願日:

2010年3月5日(05.03.2010)

(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 2009-122200 2009年5月20日(20.05.2009) 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番地 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番地コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 野田 哲也 (NODA Tet-suya) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

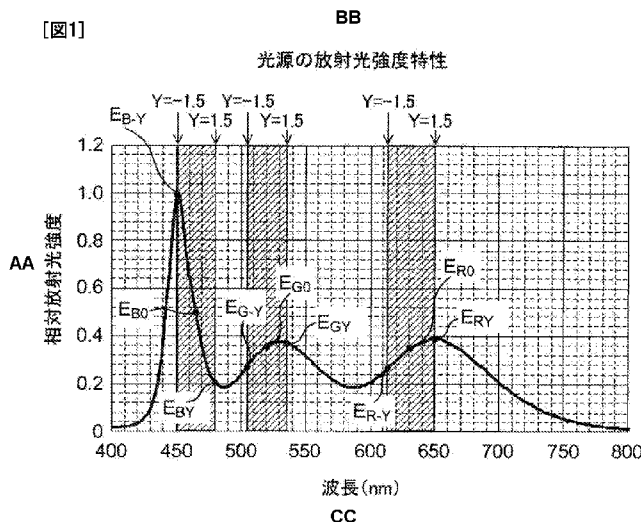
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,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

(54) Title: IMAGE DISPLAY APPARATUS, HEAD-MOUNTED DISPLAY, AND HEAD-UP DISPLAY

(54) 発明の名称: 映像表示装置、ヘッドマウントディスプレイおよびヘッドアップディスプレイ



AA INTENSITY CHARACTERISTICS OF LIGHT EMITTED FROM LIGHT SOURCE
BB RELATIVE INTENSITY OF EMITTED LIGHT
CC WAVELENGTH

(57) Abstract: Provided is an image display apparatus in which a change in a color tone of an image which is sensed by a viewer, depending on the position of a pupil is suppressed in consideration of a human's relative luminous efficiency. To this end, the image display apparatus is configured to shift the diffraction peak wavelength of image light incident upon a pupil of a viewer when the pupil of the viewer is deviated from the center of an optical pupil, wherein a change in the intensity of light emitted from a light source in B and R wavelength ranges is opposite a change in a human's relative luminous efficiency. Namely, the intensity of light emitted from the light source is set to be low on the long wavelength side in the B wavelength range, and is set to be high on the long wavelength side in the R wavelength range.

(57) 要約: 人間の比視感度を考慮して、観察者が感じ取る映像の色目が瞳位置によって変化するのを抑える映像表示装置を提供する。このため、映像表示装置は、光学瞳の中心から観察者の瞳がずれて位置すると、観察者の瞳に入射する映像光の回折ピーク波長がシフトする構成において、BおよびRの波長域における

光源の放射光強度の変化を、人間の比視感度の変化とは逆にする。すなわち、光源の放射光強度を、Bの波長域では長波長側で低く、Rの波長域では長波長側で高く設定する。

WO 2010/134374 A1

明 細 書

発明の名称：

映像表示装置、ヘッドマウントディスプレイおよびヘッドアップディスプレイ

技術分野

[0001] 本発明は、映像表示装置と、その映像表示装置を備えたヘッドマウントディスプレイ（以下、HMDとも称する）およびヘッドアップディスプレイ（以下、HUDとも称する）とに関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、非球面凹面鏡と等価な光学パワーを有する体積位相型で反射型のホログラム光学素子（以下、HOEとも称する）をコンバイナとして用い、映像と外界とを重畳して観察可能な映像表示装置が、例えば特許文献1をはじめとして種々提案されている。

[0003] 図16は、HOEを用いた従来の一般的な映像表示装置の概略の構成を示している。この映像表示装置では、光源101から出射される赤（R）、緑（G）、青（B）の光は、集光レンズ102にて集光されて表示素子103に入射し、そこで画像データに応じて変調される。表示素子103からのRGBの映像光は、接眼光学系104のHOE105にて回折反射されて光学瞳Pに導かれる。したがって、光学瞳Pの位置に観察者の瞳を位置させることにより、観察者は映像を観察することができる。また、体積位相型で反射型のHOE105は波長選択性が高く、外界光をほとんど透過させるので、観察者は上記の映像と同時に外界をシースルーで観察することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-191527号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] ところで、観察者が映像を観察するときに感じる光の強度のことを、観察照度と称することとする。この観察照度は、映像光強度と、人間の比視感度とで決まる。前者の映像光強度は、光源101の放射光強度とHOE105の回折効率との積でほぼ決まる。一方、後者の比視感度は、図17に示すように、波長555nm付近で最も高く、その波長から長波長側および短波長側に向かうにつれて減少する。
- [0006] 観察照度は、映像光強度のみならず比視感度にも影響されるので、比視感度を考慮せずに設計された映像表示装置では、観察者の瞳位置によって、観察者が感じ取る映像の色目（色合い、色調、色バランス）が変化するという問題が生ずる。以下、この点について、より詳細に説明する。
- [0007] 図18は、図16の映像表示装置に用いられるHOE105の製造光学系の一例を示している。体積位相型で反射型のHOE105は、使用時の接眼光学系104の光学瞳Pの中心に配置される一方の点光源201からの光束（球面波）と、他方の点光源301から出射されて光学系302にて所望の波面に整形された光束とで、ホログラム感光材料105aを露光し、これら2光束の干渉縞を屈折率分布として記録することにより作製される。このとき、ホログラム感光材料105aをRGBの各光束で露光することにより、RGBの映像光を回折させるHOE105を作製することができる。
- [0008] ここで、図16において、表示素子103の表示面の中心と光学瞳Pの中心とを光学的に結ぶ軸を光軸とし、HOE105における入射光の光軸と反射光の光軸とを含む面を光軸入射面とする。そして、光学瞳Pの面内で、光軸に垂直で、かつ、光軸入射面に平行な方向をY方向とし、Y方向においてHOE105の回折角度が小さくなる方向を正の方向とする。
- [0009] 図19は、Y方向の瞳位置ごとのHOE105の回折特性を、RGBのそれぞれに示している。ホログラム感光材料105aの露光波長を、例えば476.5nm、532nm、647nmとしたとき、上記のHOE105を用いた映像表示装置では、光学瞳Pの中心（Y=0）に到達する映像光の回

折ピーク波長は、露光時のホログラム感光材料 105a の収縮を 2% としたとき、画面全体で（どの画角においても）、RGB それぞれ 467 nm、521.4 nm、634.1 nm となる。

[0010] これに対して、光学瞳 P の面内で中心から Y 方向にずれた位置に到達する映像光の回折ピーク波長は、ブラッグの条件式に従って変化する。つまり、光学瞳 P の中心から Y 方向正側にずれた位置（例えば $Y = 1, 2$ ）に到達する映像光の回折ピーク波長は、長波長側にシフトし、光学瞳 P の中心から Y 方向負側にずれた位置（例えば $Y = -1, -2$ ）に到達する映像光の回折ピーク波長は、短波長側にシフトする。

[0011] しかし、図 19 より、各瞳位置に到達する映像光の HOE 105 における最大回折効率、どの瞳位置についてもほぼ同じであると言える。図 20 は、Y 方向の瞳位置と RGB の最大回折効率の比との関係を示しているが、同図からも、RGB の最大回折効率の比は、瞳位置によらずにほぼ同じである（ほぼ 1 である）ことがわかる。つまり、瞳中心に到達する映像光の最大回折効率に対する、他の瞳位置に到達する映像光の最大回折効率の比が、RGB ともほぼ 1 である。

[0012] したがって、図 21 に示すように、Y 方向のどの瞳位置についても光源 101 の RGB の放射光強度の比（発光強度比）がほぼ同じであるとした場合、図 20 のように、Y 方向の瞳位置と RGB の最大回折効率の比との関係はほぼ一定であるので、図 22 に示すように、観察者の瞳に到達する RGB の映像光の強度比は、Y 方向の瞳位置によらずにほぼ同じになる。つまり、各瞳位置に到達する映像光の瞳中心に到達する光に対する強度比は、RGB 間でほぼ同じとなる。

[0013] 一方、図 23 は、RGB のそれぞれについて、Y 方向の瞳位置と比視感度との関係を示している。すなわち、図 23 は、図 17 で示した比視感度曲線のうち、RGB について、光学瞳 P の Y 方向の正側端部から負側端部に到達する映像光の波長範囲に相当する部分を抜き出し、RGB で Y 方向の瞳位置を揃えて示したものである。瞳中心（ $Y = 0$ ）でホワイトバランスを取り（

光源 101 の RGB の放射光強度を決定し)、瞳中心での比視感度を基準にすると(瞳中心で比視感度の比を $R : G : B = 1 : 1 : 1$ にすると)、Y 方向の瞳位置と RGB の比視感度の比との関係は、図 24 のようになる。また、瞳中心でホワイトバランスを取ったときの、Y 方向の瞳位置と RGB の観察照度の比との関係を図 25 に示し、図 25 における RGB の観察照度の比を G の観察照度を基準として示したものを図 26 に示す。

[0014] 上述したように、各瞳位置に到達する映像光の、瞳中心に到達する映像光に対する強度比が、RGB の全てについてほぼ同じ場合、図 26 より、観察者の瞳位置が Y 方向にずれると、観察者が感じ取る映像の色目が変わることがわかる。すなわち、瞳中心 ($Y = 0$) では、白色を表示させたときに、白色を観察することができるが、 $Y = -2$ の位置では、白色を表示させたときに観察者は映像を赤っぽく感じ、 $Y = 2$ の位置では、白色を表示させたときに観察者は映像を青緑っぽく感じる。

[0015] 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、その目的は、人間の比視感度を考慮して、観察者が感じ取る映像の色目が瞳位置によって変化するのを小さく抑え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 および HUD とを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0016] 本発明の映像表示装置は、光源と、前記光源からの光を変調して映像を表示する表示素子と、前記表示素子からの映像光を回折反射させて光学瞳に導く体積位相型で反射型のホログラム光学素子を有する観察光学系とを備えた映像表示装置であって、前記光源は、赤、緑、青の各波長域に放射光の強度ピークを有しており、赤、緑、青の各波長域において、前記表示素子の表示面の各位置から前記ホログラム光学素子を介して光学瞳の中心に入射する映像光の回折ピーク波長のうち、最も長波長側のものをそれぞれ $\lambda_{R\text{long}}$ 、 $\lambda_{G\text{long}}$ 、 $\lambda_{B\text{long}}$ とし、最も短波長側のものをそれぞれ $\lambda_{R\text{short}}$ 、 $\lambda_{G\text{short}}$ 、 $\lambda_{B\text{short}}$ とすると、

$$\lambda_{R\text{long}} / \lambda_{R\text{short}} < 1.05$$

$$\lambda_{G \text{ long}} / \lambda_{G \text{ short}} < 1.05$$

$$\lambda_{B \text{ long}} / \lambda_{B \text{ short}} < 1.05$$

を満足し、

光学瞳の面内で回折ピーク波長がシフトする方向をY方向とし、そのY方向において回折ピーク波長が長波長側にシフトする方向を正とし、赤および青の各波長域において、光学瞳のY方向の正側の端部に入射する映像光の回折ピーク波長についての前記光源の放射光強度をそれぞれ E_{RY} 、 E_{BY} とし、光学瞳のY方向の負側の端部に入射する映像光の回折ピーク波長についての前記光源の放射光強度をそれぞれ E_{R-Y} 、 E_{B-Y} としたとき、

$$E_{BY} - E_{B-Y} < 0$$

$$E_{RY} - E_{R-Y} > 0$$

を満足することを特徴としている。

[0017] 本発明の映像表示装置は、

$$E_{RY} / E_{R-Y} > E_{B-Y} / E_{BY}$$

を満足することが望ましい。

[0018] 本発明の映像表示装置は、

$$(E_{RY} / E_{R-Y}) / (E_{B-Y} / E_{BY}) < 2$$

を満足することが望ましい。

[0019] 本発明の映像表示装置は、赤および青の各波長域において、光学瞳の中心に入射する映像光の回折ピーク波長についての前記光源の放射光強度をそれぞれ E_{R0} 、 E_{B0} とすると、

$$(E_{BY} - E_{B0}) \times (E_{B0} - E_{B-Y}) > 0$$

$$(E_{RY} - E_{R0}) \times (E_{R0} - E_{R-Y}) > 0$$

を満足することが望ましい。

[0020] 本発明の映像表示装置は、緑の波長域において、光学瞳のY方向の正側の端部に入射する映像光の回折ピーク波長についての前記光源の放射光強度を E_{GY} とし、光学瞳のY方向の負側の端部に入射する映像光の回折ピーク波長についての前記光源の放射光強度を E_{G-Y} としたとき、

$$E_{GY} - E_{G-Y} < 0$$

を満足することが望ましい。

[0021] 本発明の映像表示装置は、

$$E_{RY} / E_{R-Y} > E_{G-Y} / E_{GY}$$

を満足することが望ましい。

[0022] 本発明の映像表示装置は、

$$(E_{RY} / E_{R-Y}) / (E_{G-Y} / E_{GY}) < 4$$

を満足することが望ましい。

[0023] 本発明の映像表示装置は、緑の波長域において、光学瞳の中心に入射する映像光の回折ピーク波長についての前記光源の放射光強度を E_{G0} とすると、

$$(E_{GY} - E_{G0}) \times (E_{G0} - E_{G-Y}) > 0$$

を満足することが望ましい。

[0024] 本発明の映像表示装置において、前記光源と光学瞳とは、共役であることが望ましい。

[0025] 本発明の映像表示装置において、前記光源における同一の領域から、赤、緑、青の各波長域の光が放射されることが望ましい。

[0026] 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、前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備えて構成されてもよい。

[0027] 本発明のヘッドアップディスプレイは、上述した本発明の映像表示装置を備え、前記映像表示装置の前記ホログラム光学素子が、観察者の視界内に配置される基板に保持されている構成であってもよい。

発明の効果

[0028] $\lambda_{Rlong} / \lambda_{Rshort} < 1.05$ 、 $\lambda_{Glong} / \lambda_{Gshort} < 1.05$ 、 $\lambda_{Blong} / \lambda_{Bshort} < 1.05$ の各条件式を満足する構成において、すなわち、光学瞳の中心から観察者の瞳がずれて位置すると観察者の瞳に入射する映像光の回折ピーク波長がシフトする構成において、 $E_{BY} - E_{B-Y} < 0$ 、 $E_{RY} - E_{R-Y} > 0$ の各条件式を満足する場合、BおよびRの波長域における光源の放

射光強度の変化は、人間の比視感度の変化とは逆になる。すなわち、光源の放射光強度は、Bの波長域では長波長側で低く、Rの波長域では長波長側で高い。

[0029] このように、BおよびRの波長域において、比視感度を考慮して光源の放射光強度を設定することにより、光学瞳の中心から観察者の瞳がY方向の正負どちらの方向にずれても、比視感度を考慮したRGBの観察照度比の変化を小さく抑えることができる。その結果、Y方向の瞳位置の違いによって生じる、観察者が感じ取る映像の色目の変化を小さく抑えることができる。

[0030] なお、観察照度にはH O Eの回折効率も影響するが、前述したように各瞳位置に到達する光についてのH O Eの最大回折効率はほぼ一定であるので、Y方向のどの瞳位置でもRGBの観察照度比の変化を小さくできる点に変わりはなく、瞳位置による観察映像の色目の変化を小さくできる本発明の効果が得られることに変わりはない。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明の実施の一形態の映像表示装置の光源の放射光強度特性を示す説明図である。

[図2]上記映像表示装置が適用されるHMDの概略の構成を示す斜視図である。

[図3]上記映像表示装置の概略の構成を示す断面図である。

[図4]上記光源の一構成例を示す断面図である。

[図5]上記光源の他の構成例を示す断面図である。

[図6]上記光源のさらに他の構成例である積層タイプの光源の概略の構成を示す断面図である。

[図7]上記映像表示装置のH O Eの製造光学系の主要部を拡大して示す説明図である。

[図8]Y方向の瞳位置と観察照度比との関係を、Gの観察照度を基準として示した説明図である。

[図9]本発明の他の実施の形態の映像表示装置に適用されるH O Eの製造光学

系の主要部を拡大して示す説明図である。

[図10] 上記映像表示装置の光源の放射光強度特性を示す説明図である。

[図11] Y方向の瞳位置と観察照度比との関係を、Gの観察照度を基準として示した説明図である。

[図12] 本発明のさらに他の実施の形態の映像表示装置およびそれを備えたHUDの概略の構成を示す断面図である。

[図13] 上記映像表示装置のH O Eの製造光学系の主要部を拡大して示す説明図である。

[図14] 上記映像表示装置の光源の放射光強度特性を示す説明図である。

[図15] Y方向の瞳位置と観察照度比との関係を、Gの観察照度を基準として示した説明図である。

[図16] H O Eを用いた従来の一般的な映像表示装置の概略の構成を示す断面図である。

[図17] 波長と比視感度との関係を示す説明図である。

[図18] 上記映像表示装置に用いられるH O Eの製造光学系の一例を示す説明図である。

[図19] H O EのRGBの回折特性を示す説明図である。

[図20] Y方向の瞳位置とRGBの最大回折効率の比との関係を示す説明図である。

[図21] Y方向の瞳位置と光源のRGBの放射光強度比との関係を示す説明図である。

[図22] Y方向の瞳位置とRGBの瞳到達光強度比との関係を示す説明図である。

[図23] Y方向の瞳位置と比視感度との関係をRGBのそれぞれについて示す説明図である。

[図24] Y方向の瞳位置とRGBの比視感度の比との関係を示す説明図である。

[図25] Y方向の瞳位置とRGBの観察照度の比との関係を示す説明図である。

。

[図26] Y方向の瞳位置とRGBの観察照度の比との関係を、Gの観察照度を基準として示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0032] 〔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。

[0033] (HMDについて)

図2は、HMDの概略の構成を示す斜視図である。HMDは、映像表示装置1と、支持手段2とで構成されている。

[0034] 映像表示装置1は、少なくとも光源11および表示素子13（ともに図3参照）を内包する筐体3を有している。この筐体3は、接眼光学系14の一部を保持している。接眼光学系14は、接眼プリズム31および偏向プリズム32の貼り合わせによって構成されており、全体として眼鏡の一方のレンズ（図2では右眼用レンズ）のような形状をしている。また、映像表示装置1は、筐体3を貫通して設けられるケーブル4を介して、光源11および表示素子13に少なくとも駆動電力および映像信号を供給するための回路基板（図示せず）を有している。

[0035] 支持手段2は、眼鏡のフレーム（ブリッジ、テンプルを含む）に相当する支持機構であり、映像表示装置1を観察者の眼前（例えば右眼の前）で支持している。また、支持手段2は、観察者の鼻と当接する鼻当て5（右鼻当て5R・左鼻当て5L）と、その鼻当て5を所定の位置で固定する鼻当てロックユニット6とを含んでいる。鼻当てロックユニット6は、ばね性の軸により鼻当て5を保持している。

[0036] HMDを観察者の頭部に装着するとともに、鼻当てロックユニット6によって鼻当て5を固定し、表示素子13に映像を表示すると、その映像光が接眼光学系14を介して光学瞳に導かれる。したがって、光学瞳の位置に観察者の瞳を合わせることにより、観察者は、映像表示装置1の表示映像の拡大

虚像を観察することができる。また、これと同時に、観察者は、接眼光学系 14 を介して、外界をシースルーで観察することができる。

[0037] このように、映像表示装置 1 が支持手段 2 にて支持されることにより、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。なお、映像表示装置 1 を 2 つ用いて両眼で映像を観察できるようにしてもよい。この場合は、両方の接眼光学系の間の距離（眼幅距離）を調整するための調整機構（図示せず）を設けることが必要である。

[0038] （映像表示装置について）

次に、上記した映像表示装置 1 の詳細について説明する。図 3 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。映像表示装置 1 は、光源 11 と、照明光学系 12 と、表示素子 13 と、接眼光学系 14 とを有して構成されている。本実施形態では、水平方向の観察画角が例えば $\pm 13^\circ$ 、垂直方向の観察画角が例えば $\pm 7.5^\circ$ となっており、いわゆるワイド画面の映像を観察することが可能となっている。

[0039] ここで、以下での説明の便宜上、表示素子 13 の表示面の中心と、接眼光学系 14 によって形成される光学瞳 P の中心とを光学的に結ぶ軸を光軸とし、接眼光学系 14 の後述する H O E 33 における入射光の光軸と反射光の光軸とを含む面を光軸入射面とする。そして、光学瞳 P の面内で、光軸に垂直で、かつ、光軸入射面に平行な方向を Y 方向とし、Y 方向において H O E 33 の回折角度が小さくなる方向を正の方向とする。なお、光学瞳 P における Y 方向は、観察者の眼幅方向（左右方向）に垂直な上下方向にも対応する。

[0040] 光源 11 は、表示素子 13 を照明するものであり、本実施形態では、青（B）、緑（G）、赤（R）の各波長領域の光を同一の領域 11a（図 4、図 5、図 6 参照）から放射する高演色白色光源で構成されている。なお、光源 11 の構成および発光特性の詳細については後述する。光源 11（特に領域 11a）は、光学瞳 P と略共役な位置に配置されている。

[0041] 光源 11 の領域 11a のサイズは、例えば上下方向 1 mm × 左右方向 2 mm

mであり、光源 11 に対する光学瞳 P の倍率は、約 3 倍に設定されている。この結果、光学瞳 P のサイズは、例えば上下方向 3 mm × 左右方向 6 mm となっている。

[0042] 照明光学系 12 は、光源 11 からの光を集光して表示素子 13 に導く光学系であり、例えば凹面反射面を有するミラー 21 で構成されている。表示素子 13 は、光源 11 から照明光学系 12 を介して入射する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 13 は、矩形の表示画面の長辺方向が水平方向（図 3 の紙面に垂直な方向；左右方向と同じ）となり、短辺方向がそれに垂直な方向となるように配置されている。

[0043] 接眼光学系 14 は、表示素子 13 からの映像光を光学瞳 P（または光学瞳 P の位置にある観察者の瞳）に導く観察光学系であり、接眼プリズム 31 と、偏向プリズム 32 と、HOE 33 とを有して構成されている。

[0044] 接眼プリズム 31 は、表示素子 13 からの映像光を内部で全反射させて HOE 33 を介して光学瞳 P に導く一方、外界光を透過させて光学瞳 P に導くものであり、偏向プリズム 32 とともに、例えばアクリル系樹脂で構成されている。この接眼プリズム 31 は、平行平板の下端部を楔状にした形状で構成されている。接眼プリズム 31 の上端面は、映像光の入射面としての面 31a となっており、前後方向に位置する 2 面は、互いに平行な面 31b・31c となっている。

[0045] 偏向プリズム 32 は、平面視で略 U 字型の平行平板で構成されており（図 2 参照）、接眼プリズム 31 の下端部および両側面部（左右の各端面）と貼り合わされたときに、接眼プリズム 31 と一体となって略平行平板となるものである。偏向プリズム 32 は、HOE 33 を挟むように接眼プリズム 31 と隣接または接着して設けられている。これにより、外界光が接眼プリズム 31 の楔状の下端部を透過するときの屈折を偏向プリズム 32 でキャンセルすることができ、シースルーで観察される外界の像に歪みが生じるのを防止することができる。

- [0046] H O E 3 3 は、表示素子 1 3 からの映像光（B G R の各光）を光学瞳 P の方向に回折反射させる一方、外界光を透過させて光学瞳 P に導くコンバイナとしての体積位相型で反射型のホログラム光学素子であり、接眼プリズム 3 1 において偏向プリズム 3 2 との接合面である面 3 1 d に形成されている。H O E 3 3 は、軸非対称な正の光学的パワーを有しており、正の光学的パワーを持つ非球面凹面ミラーと同様の機能を持っている。これにより、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。本実施形態では、光学瞳 P の中心に入射する光についての H O E 3 3 の回折ピーク波長は、後述するように、例えば 4 6 7 n m、5 2 1. 4 n m、6 3 4. 1 n m である。
- [0047] 上記構成の映像表示装置 1 において、光源 1 1 から放射された光は、照明光学系 1 2 のミラー 2 1 によって反射、集光され、ほぼコリメート光となって表示素子 1 3 に入射し、そこで変調されて映像光として出射される。表示素子 1 3 からの映像光は、接眼光学系 1 4 の接眼プリズム 3 1 の内部に面 3 1 a から入射し、続いて面 3 1 b ・ 3 1 c で少なくとも 1 回ずつ全反射されて H O E 3 3 に入射する。
- [0048] H O E 3 3 は、光源 1 1 が放射する B G R の各波長領域の光を、各波長領域ごとに独立して回折する回折素子として機能する波長選択性を有しており、また、光源 1 1 が放射する B G R の光に対しては凹面反射面として機能するように設計されている。したがって、H O E 3 3 に入射した光は、そこで回折反射されて光学瞳 P に達し、同時に、外界光も H O E 3 3 を透過して、光学瞳 P に向かう。よって、光学瞳 P の位置に観察者の瞳を位置させることにより、観察者は、表示素子 1 3 に表示された映像を拡大虚像として観察することができると同時に、外界をシースルーで観察することができる。なお、表示素子 1 3 に表示された映像を観察者が良好に観察できるように、接眼光学系 1 4 において諸収差（コマ収差、像面湾曲、非点収差、歪曲収差）が補正されている。

[0049] (光源の構成について)

次に、上記した光源 11 の構成の詳細について説明する。図 4 は、光源 11 の一構成例を示す断面図である。光源 11 は、筐体 41 の内部に、B 光を発光する半導体発光素子である LED 42 と、B 光で励起されて G 光を発光する緑色蛍光体 43 G と、B 光で励起されて R 光を発光する赤色蛍光体 43 R とを有している。LED 42 は、基板 44 上に搭載されており、基板 44 上の電極とワイヤ 45 で接続されている。筐体 41 内では、LED 42、緑色蛍光体 43 G、赤色蛍光体 43 R がエポキシ樹脂などのモルディング材である第 1 の封止材 46 で封止されており、さらに第 1 の封止材 46 に対して基板 44 とは反対側が第 2 の封止材 47 で封止されている。この結果、第 2 の封止材 47 の表面（基板 44 とは反対側の面）が、RGB の各波長域の光を放射する同一の領域 11a となっている。

[0050] また、光源 11 は、図 5 のように構成されてもよい。図 5 は、光源 11 の他の構成例を示す断面図である。図 5 の光源 11 は、図 4 の光源 11 の LED 42 を LED 42' に置き換え、青色蛍光体 43 B を新たに設けるとともに、緑色蛍光体 43 G および赤色蛍光体 43 R をそれぞれ緑色蛍光体 43 G' および赤色蛍光体 43 R' に置き換えたものである。LED 42' は、近紫外光を発光する半導体発光素子であり、青色蛍光体 43 B、緑色蛍光体 43 G' および赤色蛍光体 43 R' は、それぞれ、近紫外光で励起されて B 光、G 光、R 光を発光する蛍光体である。

[0051] また、光源 11 は、BGR の各半導体発光素子（LED）を積層して構成され、白色（BGR の 3 色）の光を同一の領域 11a から放射する積層タイプのもので構成されてもよい。積層タイプの光源 11 を用いた場合は、図 4 および図 5 に示した蛍光タイプに比べて放射強度ピークの半値波長幅が狭いので、不要なフレア光をより低減できる効果がある。積層タイプの光源 11 について簡単に説明すると、以下の通りである。

[0052] 図 6 は、積層タイプの光源 11 の概略の構成を示す断面図である。この光源 11 は、基板 51 上に、Ga N バッファ層 52、アンドープ Ga N 層 53

、SiドープのGaNからなるn型コンタクト層兼クラッド層54、超格子層55、多重量子井戸構造からなる活性層56、MgドープのAlGaNからなるp型クラッド層57、MgドープのGaNからなるp型コンタクト層58が順に積層されて形成されている。活性層56は、複数の障壁層56aと、InGaNからなる井戸層56B・56G・56Rとで構成されている。全ての井戸層56B・56G・56Rのうち、井戸層56BのIn含有量が最も少なく、井戸層56RのIn含有量が最も多い。井戸層56G・56R・56Bは、n型コンタクト層兼クラッド層54側から、この順で積層されており、かつ、それぞれは障壁層56aで挟まれている（それぞれは障壁層56aを介して積層されている）。また、p型コンタクト層58上には、p側透明電極59およびp側パッド電極60が順に形成されており、n型コンタクト層兼クラッド層54上にはn電極61が形成されている。この構成では、井戸層56B・56G・56Rから、例えば448nm、500nm、570nmの波長の光が発光され、p側透明電極59の表面（p型コンタクト層58とは反対側の面）が、BGRの光を放射する同一の領域11aとなる。

[0053] 以上で説明した各タイプの光源11においては、RGBの光は、素子の表面（上側）の同一の領域11aから均一に放射される。

[0054] 光源11（特に領域11a）は、上述したように光学瞳Pと略共役な位置に配置されているので、同一の領域11aから放射されるBGRの各光を効率よく光学瞳Pに導くことができる。したがって、光学瞳Pのどの位置に観察者の瞳が位置しても、観察者は明るく高品位な映像を観察することができる。

[0055] また、光源11における同一の領域11aから、RGBの各波長域の光を放射する構成とすることにより、図21および図22と同様の分布を容易に実現することができる。つまり、光源11の放射光強度の分布（瞳位置と放射光強度との関係）をRGBで揃え、光学瞳Pに到達する映像光の強度分布（瞳位置と映像光強度との関係）をRGBでほぼ揃えることができる。その

結果、比視感度を考慮した後述する本発明の放射光強度の設定がより有効となる。

[0056] (H O E の製造方法について)

次に、上記したH O E 3 3 の製造方法について説明する。図7は、H O E 3 3 の製造光学系の主要部を拡大して示す説明図である。反射型のカラーホログラムであるH O E 3 3 は、B G R のそれぞれについて、2 光束を用いて基板（接眼プリズム3 1）上のホログラム感光材料3 3 a を露光して作製される。ホログラム感光材料としては、フォトリソマー、銀塩材料、重クロム酸ゼラチンなどが挙げられるが、中でもドライプロセスで製造できるフォトリソマーが望ましい。上記2 光束のうち一方の光束は、ホログラム感光材料3 3 a に対して基板とは反対側から照射されるが、この光束を物体光と呼ぶことにする。また、他方の光束は、ホログラム感光材料3 3 a に対して基板側から照射されるが、この光束を参照光と呼ぶことにする。

[0057] 物体光生成側の光学系において、点光源7 1（物体光側光源）からのR G B の発散光は、光学的なパワーを有する反射面である自由曲面ミラー7 2 によって所定の波面に整形され、平面反射ミラー7 3 で反射された後、色補正プリズム7 4 を介してホログラム感光材料3 3 a に照射される。なお、色補正プリズム7 4 における物体光の入射面である面7 4 a は、再生時（映像観察時）に用いられる接眼光学系1 4 の接眼プリズム3 1 の面3 1 a 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。このとき、色補正プリズム7 4 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3 3 a 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を介して配置されることが望ましい。

[0058] 一方、参照光生成側の光学系において、点光源8 1（参照光側光源）からのR G B の発散光（例えば球面波）は、参照光としてホログラム感光材料3 3 a に接眼プリズム3 1 側から照射される。このとき、R G B の全てについて、点光源8 1 は光学瞳P の中心に配置されている。

[0059] このようにして、R G B のそれぞれについて物体光および参照光の2 光束

でホログラム感光材料 33a を露光することにより、その 2 光束の干渉によってホログラム感光材料 33a に干渉縞が形成され、H O E 33 が作製される。このとき、2 光束による露光は、R G B について同時に行ってもよいし、順次に行ってもよい。

[0060] 上記のように、露光時の点光源 81 を光学瞳 P の中心に配置して H O E 33 を製造することにより、その H O E 33 を含む接眼光学系 14 において、光源 11 と光学瞳 P との間で収差を良好に補正すれば、光学瞳 P の中心に観察者の瞳を位置させたときに、全ての画角において、照明光（映像光）が H O E 33 で確実に回折反射されて観察者の瞳に到達する。したがって、観察者は、画面全域にわたって明るく高品位な映像を観察することができる。

[0061] ここで、R G B の露光波長は、例えば 647 nm、532 nm、476.5 nm であり、ホログラム感光材料 33a の厚さ方向の収縮率は例えば 2% である。この場合、再生時に光学瞳 P の中心を通過する光についての H O E 33 の回折ピーク波長は、表 1 のようになる。なお、R G B の各波長域において、表示素子 13 の表示面の各位置から H O E 33 を介して光学瞳 P の中心に入射する映像光の回折ピーク波長のうち、最も長波長側のものをそれぞれ λ_{Rlong} (nm)、 λ_{Glong} (nm)、 λ_{Blong} (nm) とし、最も短波長側のものをそれぞれ λ_{Rshort} (nm)、 λ_{Gshort} (nm)、 λ_{Bshort} (nm) とする。

[0062] [表1]

λ_{Rlong} (nm)	634.1
λ_{Rshort} (nm)	634.1
$\lambda_{Rlong} / \lambda_{Rshort}$	1
λ_{Glong} (nm)	521.4
λ_{Gshort} (nm)	521.4
$\lambda_{Glong} / \lambda_{Gshort}$	1
λ_{Blong} (nm)	467
λ_{Bshort} (nm)	467
$\lambda_{Blong} / \lambda_{Bshort}$	1

[0063] 本実施形態では、H O E 33 の作製時に光学瞳 P 側に配置される点光源 8

1 は、光学瞳 P の中心に配置されているので、表 1 において、 $\lambda_{R\text{long}}/\lambda_{R\text{short}} = \lambda_{G\text{long}}/\lambda_{G\text{short}} = \lambda_{B\text{long}}/\lambda_{B\text{short}} = 1$ となっている。しかし、以下の条件式 (1) (2) (3) を満足する範囲内で、点光源 81 が光学瞳 P とずれて配置されていても、後述する放射光強度の設定によって本発明の効果を得ることができる。すなわち、

$$\lambda_{R\text{long}}/\lambda_{R\text{short}} < 1.05 \quad \dots (1)$$

$$\lambda_{G\text{long}}/\lambda_{G\text{short}} < 1.05 \quad \dots (2)$$

$$\lambda_{B\text{long}}/\lambda_{B\text{short}} < 1.05 \quad \dots (3)$$

である。

[0064] また、表 2 は、上記の製造光学系で作製された H O E 3 3 を用い、再生時にその H O E 3 3 で回折反射されて光学瞳 P の Y 方向の各位置に到達する映像光の回折ピーク波長を示している。なお、Y 方向（上下方向）の光学瞳 P の大きさは、上述したように 3 mm であるので、ここでは、瞳下端、瞳中心、瞳上端にそれぞれ対応する、 $Y = -1.5$ (mm)、 $Y = 0$ (mm)、 $Y = 1.5$ (mm) の各位置に到達する映像光の回折ピーク波長を示している。なお、Y 方向において、H O E 3 3 の回折角度が小さくなる方向、すなわち、瞳下端から瞳上端に向かう方向を正とする。

[0065] [表2]

Y(mm)	回折ピーク波長(nm)		
	R	G	B
1.5	651.5	535.7	479.8
0	634.1	521.4	467.0
-1.5	613.3	504.3	451.7

[0066] 表 2 より、光学瞳 P の中心に到達する映像光の回折ピーク波長に対して、光学瞳 P の中心から Y 方向正側にずれた位置 ($Y = 1.5$) に到達する映像光の回折ピーク波長は、長波長側にシフトし、光学瞳 P の中心から Y 方向負側にずれた位置 ($Y = -1.5$) に到達する映像光の回折ピーク波長は、短波長側にシフトすることがわかる。このことから、Y 方向とは、光学瞳 P の面内で回折ピーク波長がシフトする方向であると言い換えることもでき、ま

た、Y方向における正の方向とは、Y方向において回折ピーク波長が長波長側にシフトする方向であると言い換えることもできる。

[0067] (光源の放射光強度の設定について)

次に、本発明の特徴である、光源 11 の放射光強度の設定について説明する。図 1 は、光源 11 (例えば図 4 の構成) の分光特性 (放射光強度特性) を示している。同図に示すように、光源 11 は、RGB の各波長域に放射光の強度ピークを有している。なお、同図では、B の最大放射光強度を 1 としたときの相対的な強度特性を示している。

[0068] ここで、RGB の各波長域において、光学瞳 P の Y 方向の正側の端部に入射する映像光の回折ピーク波長についての光源 11 の放射光強度を、それぞれ E_{RY} 、 E_{GY} 、 E_{BY} とし、光学瞳の Y 方向の負側の端部に入射する映像光の回折ピーク波長についての光源 11 の放射光強度を、それぞれ E_{R-Y} 、 E_{G-Y} 、 E_{B-Y} とし、光学瞳 P の中心に入射する映像光の回折ピーク波長についての光源 11 の放射光強度を、それぞれ E_{R0} 、 E_{G0} 、 E_{B0} とする。表 3 は、本実施形態の光源 11 に関する各パラメータの値を示している。

[0069] [表 3]

R		G		B	
E_{RY}	0.37	E_{GY}	0.36	E_{BY}	0.24
E_{R0}	0.32	E_{G0}	0.33	E_{B0}	0.52
E_{R-Y}	0.26	E_{G-Y}	0.28	E_{B-Y}	0.95
$E_{RY}-E_{R-Y}$	0.11	$E_{GY}-E_{G-Y}$	0.08	$E_{BY}-E_{B-Y}$	-0.71
E_{RY}/E_{R-Y}	1.42	E_{GY}/E_{G-Y}	1.29	E_{BY}/E_{B-Y}	0.25
E_{R-Y}/E_{RY}	0.70	E_{G-Y}/E_{GY}	0.78	E_{B-Y}/E_{BY}	3.96
$E_{RY}-E_{R0}$	0.05	$E_{GY}-E_{G0}$	0.03	$E_{BY}-E_{B0}$	-0.28
$E_{R0}-E_{R-Y}$	0.06	$E_{G0}-E_{G-Y}$	0.05	$E_{B0}-E_{B-Y}$	-0.43

[0070] 表 3 に示すように、本実施形態では、以下の条件式 (4) (5) を満足している。すなわち、

$$E_{BY}-E_{B-Y}<0 \quad \cdots (4)$$

$$E_{RY} - E_{R-Y} > 0 \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

である。

[0071] 上述した条件式（１）、（２）、（３）を満足するとき、すなわち、H O E 3 3 の作製時の光学瞳 P 側に配置される点光源 8 1 を、略光学瞳 P の面上に配置して H O E 3 3 を作製した場合、光学瞳 P の中心から観察者の瞳がずれて位置すると、観察者の瞳に入射する映像光の回折ピーク波長がシフトする点は、前述した通りである。

[0072] 一方、観察者が映像を観察するとき感じる光の強度（観察照度）は、映像光強度および比視感度で決まる。前者の映像光強度は、光源 1 1 の放射光強度と H O E 3 3 の回折効率との積でほぼ決まる。これに対して、後者の比視感度は、図 1 7 で示したように、波長 5 5 5 n m 付近で最も高く、その波長から長波長側および短波長側に向かうにつれて減少する。つまり、比視感度は、B の波長域では長波長側ほど高く、R の波長域では長波長側ほど低い。

[0073] 条件式（４）（５）を満足する場合、B および R の波長域における光源 1 1 の放射光強度の変化は、比視感度の変化とは逆になる。すなわち、光源 1 1 の放射光強度は、B の波長域では長波長側で低く、R の波長域では長波長側で高い。これにより、光学瞳 P の中心から観察者の瞳が Y 方向の正負どちらの方向にずれても、比視感度を考慮した、Y 方向の瞳位置の違いによる R G B の観察照度比の変化を小さく抑えることができる。その結果、観察者が感じ取る映像の色目が Y 方向の瞳位置によって変化するのを小さく抑えることができる。

[0074] 図 8 は、本実施形態における、Y 方向の瞳位置の違いによる R G B の観察照度比の変化を、G の観察照度を基準として示している。同図より、図 2 6 で示した従来に比べて、特に、Y 方向の瞳端部（瞳上端、瞳下端）において、R G B の観察照度比の変化が小さく抑えられていることがわかる。

[0075] つまり、条件式（４）（５）を満足することにより、B および R の波長域において、放射光強度曲線上の 2 点を結ぶ直線の傾きの正負と、比視感度曲

線上の2点を結ぶ直線の傾きの正負とが逆になり、この関係が、Y方向の瞳位置の違いによるRGBの観察照度比の変化を小さく抑える方向に働くため、観察者が感じ取る映像の色目がY方向の瞳位置によって変化するのを小さく抑えることができる。

[0076] なお、観察照度にはH O Eの回折効率も影響するが、前述したように各瞳位置に到達する光についてのH O Eの最大回折効率はほぼ一定であるので、条件式(4)(5)を満足することによって、Y方向のどの瞳位置でもRGBの観察照度比の変化を小さくでき、瞳位置による観察映像の色目の変化を小さくできる点に変わりはない。

[0077] また、表3より、本実施形態では、以下の条件式(6)(7)をさらに満足していることがわかる。すなわち、

$$(E_{BY} - E_{B0}) \times (E_{B0} - E_{B-Y}) > 0 \quad \dots (6)$$

$$(E_{RY} - E_{R0}) \times (E_{R0} - E_{R-Y}) > 0 \quad \dots (7)$$

である。

[0078] 上述した条件式(4)、すなわち、 $E_{BY} - E_{B-Y} < 0$ を満足する条件のもとで、条件式(6)を満足する場合、 E_{BY} 、 E_{B0} 、 E_{B-Y} の間には、 $E_{BY} < E_{B0} < E_{B-Y}$ の関係が成り立つ。これは、Bの波長域では、放射光強度が長波長側ほど低くなる(単調減少である)ことを意味する。また、上述した条件式(5)、すなわち、 $E_{RY} - E_{R-Y} > 0$ を満足する条件のもとで、条件式(7)を満足する場合、 E_{RY} 、 E_{R0} 、 E_{R-Y} の間には、 $E_{RY} > E_{R0} > E_{R-Y}$ の関係が成り立つ。これは、Rの波長域では、放射光強度が長波長側ほど高くなる(単調増加である)ことを意味する。

[0079] 一方、比視感度は、図17に示したように、波長555nmよりも短波長側のBの波長域では、長波長側ほど高くなり(単調増加であり)、波長555nmよりも長波長側のRの波長域では、長波長側ほど低くなる(単調減少である)。

[0080] 本実施形態では、Bの波長域では、光源11の放射光強度の変化を、比視感度の単調な変化に合わせて単調な変化としつつ、比視感度の変化(単調増

加)とは逆の単調減少とする一方、Rの波長域では、光源11の放射光強度の変化を、比視感度の単調な変化に合わせて単調な変化としつつ、比視感度の変化(単調減少)とは逆の単調増加としている。すなわち、BおよびRの波長域で、比視感度の単調な変化に合わせた放射光強度特性としている。これにより、Y方向の瞳位置の違いによる観察映像の色の変化を小さく抑える本発明の効果を高めることができる。

[0081] 〔実施の形態2〕

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、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。

[0082] 本実施形態の映像表示装置1は、H O E 3 3の回折特性および光源11の放射光強度特性が異なる以外は、実施の形態1と同様の構成である。

[0083] 図9は、本実施形態の映像表示装置1に適用されるH O E 3 3の製造光学系の主要部を拡大して示す説明図である。本実施形態のH O E 3 3は、以下のようにして作製されている。すなわち、露光時に光学瞳P側に配置される点光源81R・81G・81Bのうち、点光源81G・81Bを光学瞳Pの中心に配置する一方、点光源81Rを点光源81G・81Bに対して光学瞳Pの面上でずらして配置し、この状態でホログラム感光材料33aを露光することによってH O E 3 3が作製されている。このとき、点光源81RからのRの露光光線のホログラム感光材料33aへの入射角度は30度であり、点光源81B・81GからのBおよびGの露光光線のホログラム感光材料33aへの入射角度は32度となっている。

[0084] 本実施形態において、再生時に光学瞳Pの中心を通過する光についてのH O E 3 3の回折ピーク波長は、表4のようになる。

[0085]

[表4]

λ Rlong (nm)	627.4
λ Rshort (nm)	627.4
λ Rlong / λ Rshort	1
λ Glong (nm)	526.9
λ Gshort (nm)	526.9
λ Glong / λ Gshort	1
λ Blong (nm)	471.9
λ Bshort (nm)	471.9
λ Blong / λ Bshort	1

[0086] 本実施形態において、RGBの露光波長は、実施の形態1と同様に、例えば647 nm、532 nm、476.5 nmであり、ホログラム感光材料33aの厚さ方向の収縮率は例えば2%である。一方、RGBの使用波長（光源11の使用波長領域を考慮したときの瞳中心到達波長）は、例えば627.4 nm、526.9 nm、471.9 nmである。つまり、露光波長と使用波長とのズレが、GやBよりもRのほうが大きい。

[0087] そこで、上記のようにRについての露光波長と使用波長とのズレ量を考慮して、点光源81Rを点光源81G・81Bとはずらして配置し、HOE33を作製することにより、映像観察時に光学瞳Pの中心に観察者の瞳中心を一致させたときには、全ての画角において、照明光がHOE33で確実に回折反射されて観察者の瞳に到達する。したがって、観察者は、光学瞳Pの中心位置で画面全域にわたって明るく高品位な映像を観察することができる。

[0088] 表5は、上記の製造光学系で作製されたHOE33を用い、再生時にそのHOE33で回折反射されて光学瞳PのY方向の各位置に到達する映像光の回折ピーク波長を示している。なお、Y方向（上下方向）の光学瞳Pの大きさは、実施の形態1と同様に3 mmであるので、ここでは、瞳下端、瞳中心、瞳上端にそれぞれ対応する、 $Y = -1.5$ (mm)、 $Y = 0$ (mm)、 $Y = 1.5$ (mm)の各位置に到達する映像光の回折ピーク波長を示している。

[0089]

[表5]

Y(mm)	回折ピーク波長(nm)		
	R	G	B
1.5	645.1	541.1	484.6
0	627.4	526.9	471.9
-1.5	606.5	509.9	456.7

[0090] 表5より、本実施形態においても、光学瞳Pの中心に到達する映像光の回折ピーク波長に対して、光学瞳Pの中心からY方向正側にずれた位置（Y＝1.5）に到達する映像光の回折ピーク波長は、長波長側にシフトし、光学瞳Pの中心からY方向負側にずれた位置（Y＝－1.5）に到達する映像光の回折ピーク波長は、短波長側にシフトしていることがわかる。

[0091] 次に、本実施形態の光源11の放射光強度特性について説明する。図10は、本実施形態の光源11の放射光強度特性を示している。本実施形態では、光源11は、RGBの個々の光を放射するチップを1パッケージ化した、RGB一体型の白色LED（3チップイン1パッケージ）で構成されており、RGBの放射光強度を独立して制御することが可能な構成となっている。ここで、表6は、本実施形態の光源11に関する各パラメータの値を示している。

[0092] [表6]

R		G		B	
E_{RY}	0.83	E_{GY}	0.44	E_{BY}	0.32
E_{R0}	1	E_{G0}	0.82	E_{B0}	0.75
E_{R-Y}	0.24	E_{G-Y}	0.83	E_{B-Y}	0.69
$E_{RY}-E_{R-Y}$	0.59	$E_{GY}-E_{G-Y}$	-0.39	$E_{BY}-E_{B-Y}$	-0.37
E_{RY}/E_{R-Y}	3.46	E_{GY}/E_{G-Y}	0.53	E_{BY}/E_{B-Y}	0.46
E_{R-Y}/E_{RY}	0.29	E_{G-Y}/E_{GY}	1.89	E_{B-Y}/E_{BY}	2.16
$E_{RY}-E_{R0}$	-0.17	$E_{GY}-E_{G0}$	-0.38	$E_{BY}-E_{B0}$	-0.43
$E_{R0}-E_{R-Y}$	0.76	$E_{G0}-E_{G-Y}$	-0.01	$E_{B0}-E_{B-Y}$	0.06

[0093] 表6より、本実施形態では、実施の形態1で示した条件式（1）～（5）

を全て満足していることに加えて、以下の条件式（８）をさらに満足していることがわかる。すなわち、

$$E_{RY}/E_{R-Y} > E_{B-Y}/E_{BY} \quad \cdots (8)$$

である。

[0094] 条件式（８）を満足する場合、 E_{R-Y} に対する E_{RY} の比が、 E_{BY} に対する E_{B-Y} の比よりも大きいので、Bの波長域よりもRの波長域のほうが、光源１１の放射光強度の変化が大きくなる。比視感度の変化は、一般に、Bの波長域よりもRの波長域のほうが大きいので、上記のように光源１１の放射光強度を設定することにより、Y方向の瞳位置の違いによるRの観察照度の変化を効果的に小さく抑えることができる。したがって、Y方向の瞳位置の違いによるBとRの観察照度のバランスの崩れ（BとRの観察照度比の変化）を小さくすることができ、観察者が感じ取る映像の色目がY方向の瞳位置によって変化するのをさらに小さく抑えることができる。

[0095] 図１１は、本実施形態における、Y方向の瞳位置の違いによるRGBの観察照度比の変化を、Gの観察照度を基準として示している。同図より、Y方向の瞳位置の違いによる、RとBの観察照度比の変化が、実施の形態１よりも小さく抑えられていることがわかる。

[0096] また、本実施形態では、以下の条件式（９）をさらに満足することが望ましい。すなわち、

$$(E_{RY}/E_{R-Y}) / (E_{B-Y}/E_{BY}) < 2 \quad \cdots (9)$$

である。

[0097] 条件式（９）を満足することにより、Rの波長域での光源１１の放射光強度の変化が、Bの波長域での光源１１の放射光強度の変化に対して、適正な範囲に設定されるため（放射光強度の変化が大きくなりすぎないため）、観察者が感じ取る映像の色目がY方向の瞳位置によって変化するのを確実に抑えることができる。

[0098] また、本実施形態では、以下の条件式（１０）をさらに満足することが望ましい。すなわち、

$$E_{GY} - E_{G-Y} < 0 \quad \cdots (10)$$

である。

[0099] 色度図（例えばXYZ表色系におけるXY色度座標で示した図）で広い色再現範囲を実現するためには、Gの映像光のピーク波長は500nmから540nmの間にあることが望ましい。上記波長範囲における比視感度は、Bの波長域と同じように、長波長側ほど高くなる（単調増加である）。

[0100] そこで、条件式（10）を満足することにより、光源11の放射光強度は、Bの波長域と同様に、Gの波長域において長波長側で低いので、Y方向の瞳位置の違いによるGの観察照度の変化を小さく抑えることができる。その結果、観察映像の色再現領域を広くしながら、観察者が感じ取る映像の色目がY方向の瞳位置によって変化するのを小さく抑えることができる。

[0101] また、本実施形態では、以下の条件式（11）をさらに満足することが望ましい。すなわち、

$$E_{RY} / E_{R-Y} > E_{G-Y} / E_{GY} \quad \cdots (11)$$

である。

[0102] 条件式（11）を満足する場合、 E_{R-Y} に対する E_{RY} の比が、 E_{GY} に対する E_{G-Y} の比よりも大きいので、Gの波長域よりもRの波長域のほうが、光源11の放射光強度の変化が大きくなる。比視感度の変化は、一般に、Gの波長域よりもRの波長域のほうが大きいので、上記のように光源11の放射光強度を設定することにより、Y方向の瞳位置の違いによるRの観察照度の変化を効果的に小さく抑えながら、Y方向の瞳位置の違いによるGとRの観察照度のバランスの崩れ（GとRの照度比の変化）を小さく抑えることができる。

[0103] また、本実施形態では、以下の条件式（12）をさらに満足することが望ましい。すなわち、

$$(E_{RY} / E_{R-Y}) / (E_{G-Y} / E_{GY}) < 4 \quad \cdots (12)$$

である。

[0104] 条件式（12）を満足することにより、Rの波長域での光源11の放射光

強度の変化が、Gの波長域での光源11の放射光強度の変化に対して、適正な範囲に設定されるため（放射光強度の変化が大きくなりすぎないため）、Y方向の瞳位置の違いによる観察映像の色の変化を確実に抑えることができる。

[0105] また、本実施形態では、以下の条件式（13）をさらに満足することが望ましい。すなわち、

$$(E_{GY} - E_{G0}) \times (E_{G0} - E_{G-Y}) > 0 \quad \cdots (13)$$

である。

[0106] 上述した条件式（10）、すなわち、 $E_{GY} - E_{G-Y} < 0$ を満足する条件のもとで、条件式（13）を満足する場合、 E_{GY} 、 E_{G0} 、 E_{G-Y} の間には、 $E_{GY} < E_{G0} < E_{G-Y}$ の関係が成り立つ。これは、Gの波長域では、放射光強度が長波長側ほど低くなる（単調減少である）ことを意味する。一方、比視感度は、一般に、波長555nmよりも短波長側のGの波長域では、長波長側ほど高くなる（単調増加である）。

[0107] 条件式（13）を満足することにより、Bの波長域と同様に、Gの波長域における光源11の放射光強度の変化を、比視感度の単調な変化に合わせて単調な変化としつつ、比視感度の変化（単調増加）とは逆の単調減少とし、Gの波長域で、比視感度の単調な変化に合わせた放射光強度特性となる。これにより、Y方向の瞳位置の違いによる観察映像の色の変化を小さく抑える本発明の効果をさらに高めることができる。

[0108] 表6より、本実施形態では、条件式（9）～（13）を全て満足していることがわかる。

[0109] 【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、説明の便宜上、実施の形態1、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。

[0110] 図12は、本実施形態の映像表示装置1およびそれを備えたHUD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、光源11と、

照明光学系 1 2 としての照明レンズ 2 2 と、表示素子 1 3 と、観察光学系 1 5 とを有している。

[0111] 観察光学系 1 5 は、体積位相型で反射型の H O E 3 4 と、その H O E 3 4 を保持する基板 3 5 とで構成されている。基板 3 5 は、例えば、車両、船舶、鉄道、航空機などの輸送手段における運転席前面のフロントガラスに相当する透明なウィンドシールドで構成することが可能であり、その少なくとも一部が観察者の視界内に配置される。

[0112] 上記の構成によれば、光源 1 1 から出射される光は、照明レンズ 2 2 で集光され、表示素子 1 3 に入射する。表示素子 1 3 にて画像データに応じて変調された光（映像光）は、H O E 3 4 に入射し、そこで回折反射されて光学瞳 P に導かれる。光学瞳 P の位置では、観察者は、表示素子 1 3 にて表示された映像の拡大虚像を観察できると同時に、H O E 3 4 およびウィンドシールド 3 5 を介して外界を観察することができる。

[0113] なお、ウィンドシールドとは別体の基板に H O E 3 4 を保持し、上記基板を観察者の視界内に配置することによって HUD を構成してもよい。この場合は、プロンプタのような原稿表示装置として HUD を機能させることができる。したがって、本実施形態の HUD は、映像表示装置 1 の H O E 3 4 が観察者の視界内に配置される基板に保持されて構成されればよいと言えることができる。

[0114] ところで、HUD も HMD と同様に、映像を背景（外界）に重ねて観察可能なシースルーディスプレイである。HUD では、映像光と外界光とを重ね合わせるコンバイナとして上記の H O E 3 4 が用いられているが、H O E 3 4 が基板 3 5 にほぼ平行に配置されることが多いので、基板 3 5 の表面反射を考慮する必要がある。つまり、画面中心の光線が H O E 3 4 でほぼ正反射するように光学系を設定すると、H O E 3 4 にて回折される光と基板 3 5 の表面で反射される光との角度ズレが小さいために、基板 3 5 の表面反射による像がゴーストとして観察されることになる。

[0115] このようなゴースト像の観察を回避するためには、H O E 3 4 での回折角

度が全ての像高に対して、正反射角度からずれるように設定する必要がある。本実施形態では、表示素子 13 からの画面中心主光線（光軸上の光線）が H O E 3 4 に入射する角度を 45.5° とし、画面中心主光線が H O E 3 4 で回折された後の射出角度を 35° とし、上下方向の観察画角を 5.4° 、水平方向の観察画角を 7.2° とすることにより、基板 35 の表面反射による光を、観察領域外へ反射させている。また、本実施形態では、光学瞳 P のサイズは、直径 50 mm 程度としている。

[0116] 図 13 は、H O E 3 4 の製造光学系の主要部を拡大して示す説明図である。製造光学系において、光源 91 は、光学瞳 P の面上（例えば瞳中心）に配置されている。光源 91 から射出された光束は、そのまま（基板 35 とは反対側から）ホログラム感光材料 34 a に照射される。一方、ホログラム感光材料 34 a に対して光学瞳 P とは反対側（基板 35 側）には、光源 92 および波面生成光学系 93 が配置されており、光源 92 から射出された光束は、波面生成光学系 93 にて所望の波面を有する光束に変換された後、ホログラム感光材料 34 a に照射される。これら 2 光束の干渉縞をホログラム感光材料 34 a に屈折率分布として記録することにより、H O E 3 4 が作製される。なお、光源 91・92 の位置には、図示しない RGB のレーザ光源から射出された光が 1 点に重なって集光されている。

[0117] 本実施形態では、再生時に光学瞳 P の中心を通過する光についての H O E 3 4 の回折ピーク波長は、表 7 のようになっている。

[0118] [表7]

λ Rlong (nm)	634.1
λ Rshort (nm)	634.1
λ Rlong / λ Rshort	1
λ Glong (nm)	521.4
λ Gshort (nm)	521.4
λ Glong / λ Gshort	1
λ Blong (nm)	467.0
λ Bshort (nm)	467.0
λ Blong / λ Bshort	1

[0119] また、表 8 は、上記の製造光学系で作製された H O E 3 4 を用い、再生時にその H O E 3 4 で回折反射されて光学瞳 P の Y 方向の各位置に到達する映像光の回折ピーク波長を示している。なお、本実施形態では、図 1 2 の光学瞳 P の面内で、H O E 3 3 の回折角度が小さくなる方向は、瞳上端から瞳下端に向かう方向であるため、その方向を Y 方向の正の方向としている。本実施形態では、Y 方向（上下方向）の光学瞳 P の大きさは、上述したように 5 0 mm であるので、表 8 では、瞳上端、瞳中心、瞳下端にそれぞれ対応する、 $Y = -25$ (mm)、 $Y = 0$ (mm)、 $Y = 25$ (mm) の各位置に到達する映像光の回折ピーク波長を示している。

[0120] [表 8]

Y(mm)	回折ピーク波長(nm)		
	R	G	B
-25	620.6	510.3	457.1
0	634.1	521.4	467.0
25	646.4	531.5	476.1

[0121] 表 8 より、光学瞳 P の中心に到達する映像光の回折ピーク波長に対して、光学瞳 P の中心から Y 方向正側にずれた位置（ $Y = 25$ ）に到達する映像光の回折ピーク波長は、長波長側にシフトし、光学瞳 P の中心から Y 方向負側にずれた位置（ $Y = -25$ ）に到達する映像光の回折ピーク波長は、短波長側にシフトすることがわかる。このことから、Y 方向とは、光学瞳 P の面内で回折ピーク波長がシフトする方向であり、Y 方向における正の方向とは、Y 方向において回折ピーク波長が長波長側にシフトする方向である点は、実施の形態 1 および 2 と同様であると言える。

[0122] 次に、本実施形態の光源 1 1 の放射光強度特性について説明する。図 1 4 は、本実施形態の光源 1 1 の放射光強度特性を示している。本実施形態では、光源 1 1 は、実施の形態 2 と同様、R G B の個々の光を放射するチップを 1 パッケージ化した、R G B 一体型の白色 L E D（3 チップイン 1 パッケージ）で構成されており、R G B の放射光強度を独立して制御することが可能な構成となっている。ここで、表 9 は、本実施形態の光源 1 1 に関する各パ

ラメータの値を示している。

[0123] [表9]

R		G		B	
E_{RY}	0.79	E_{GY}	0.65	E_{BY}	0.69
E_{R0}	0.84	E_{G0}	0.95	E_{B0}	0.94
E_{R-Y}	0.47	E_{G-Y}	0.87	E_{B-Y}	0.88
$E_{RY}-E_{R-Y}$	0.32	$E_{GY}-E_{G-Y}$	-0.22	$E_{BY}-E_{B-Y}$	-0.19
E_{RY}/E_{R-Y}	1.68	E_{GY}/E_{G-Y}	0.75	E_{BY}/E_{B-Y}	0.78
E_{R-Y}/E_{RY}	0.59	E_{G-Y}/E_{GY}	1.34	E_{B-Y}/E_{BY}	1.28
$E_{RY}-E_{R0}$	-0.05	$E_{GY}-E_{G0}$	-0.3	$E_{BY}-E_{B0}$	-0.25
$E_{R0}-E_{R-Y}$	0.37	$E_{G0}-E_{G-Y}$	0.08	$E_{B0}-E_{B-Y}$	0.06

[0124] 表9より、本実施形態では、実施の形態1で示した条件式(1)～(5)を全て満足していることに加えて、実施の形態2で示した条件式(8)～(12)をさらに満足していることがわかる。

[0125] 図15は、本実施形態における、Y方向の瞳位置の違いによるRGBの観察照度比の変化を、Gの観察照度を基準として示している。同図より、図26で示した従来に比べて、Y方向の瞳位置の違いによるRGBの観察照度比の変化が大幅に改善されていることがわかる。

[0126] [補足]

露光時の光学瞳側の光源位置を光学瞳から離してホログラム感光材料を露光し(光学瞳と光源との距離の極限值は無有限大)、作製されたHOEを用いた場合、観察映像において、瞳位置のずれによる色ムラは発生しないが、画面内で色ムラが発生する。しかし、この場合でも、本発明と同様に、光源の放射光強度特性を比視感度特性と逆にすれば、つまり、光学瞳に入射するRGBの映像光の波長範囲において、放射光強度曲線上の2点を結ぶ直線の傾きを比視感度曲線上の2点を結ぶ直線の傾きと逆にすれば、瞳位置による色バランスのずれを小さくできる。また、画像の画面内での色補正(画像データの補正)を行うことにより、色バランスのずれを改善することも可能であ

る。

[0127] 光学瞳に入射するRGBの映像光の波長領域としては、露光用に入手可能なレーザ光源の波長と、本発明の上述した条件式を満足する光源との組み合わせによって決まる波長領域のうち、色再現領域の広い波長領域を選択することが望ましい。例えば、光学瞳に入射するRGBの映像光の強度ピーク波長が、B：450nm～480nm、G：510nm～540nm、R：610nm～650nmの範囲内であれば、観察映像においてRGBの色純度を高めて、色再現領域を広げることができる。

[0128] 各実施の形態で説明した構成を適宜組み合わせて映像表示装置やHMD、HUDを構成することも勿論可能である。また、光源の放射光強度を適切に設定することにより、上述した条件式（１）～（５）を満足し、かつ、条件式（６）～（１３）の少なくともいずれかを満足する映像表示装置を実現することができる。

産業上の利用可能性

[0129] 本発明の映像表示装置は、例えばHMDやHUDに利用可能である。

符号の説明

- [0130]
- １ 映像表示装置
 - ２ 支持手段
 - １１ 光源
 - １１a 領域
 - １３ 表示素子
 - １４ 接眼光学系（観察光学系）
 - １５ 観察光学系
 - ３３ HOE
 - ３４ HOE
 - ３５ 基板
 - P 光学瞳

請求の範囲

[請求項1]

光源と、

前記光源からの光を変調して映像を表示する表示素子と、

前記表示素子からの映像光を回折反射させて光学瞳に導く体積位相型で反射型のホログラム光学素子を有する観察光学系と、を備えた映像表示装置であって、

前記光源は、赤、緑、青の各波長域に放射光の強度ピークを有しており、

赤、緑、青の各波長域において、前記表示素子の表示面の各位置から前記ホログラム光学素子を介して光学瞳の中心に入射する映像光の回折ピーク波長のうち、最も長波長側のものをそれぞれ $\lambda_{R\text{ long}}$ 、 $\lambda_{G\text{ long}}$ 、 $\lambda_{B\text{ long}}$ とし、最も短波長側のものをそれぞれ $\lambda_{R\text{ short}}$ 、 $\lambda_{G\text{ short}}$ 、 $\lambda_{B\text{ short}}$ とすると、

$$\lambda_{R\text{ long}} / \lambda_{R\text{ short}} < 1.05$$

$$\lambda_{G\text{ long}} / \lambda_{G\text{ short}} < 1.05$$

$$\lambda_{B\text{ long}} / \lambda_{B\text{ short}} < 1.05$$

を満足し、

光学瞳の面内で回折ピーク波長がシフトする方向をY方向とし、そのY方向において回折ピーク波長が長波長側にシフトする方向を正とし、赤および青の各波長域において、光学瞳のY方向の正側の端部に入射する映像光の回折ピーク波長についての前記光源の放射光強度をそれぞれ E_{RY} 、 E_{BY} とし、光学瞳のY方向の負側の端部に入射する映像光の回折ピーク波長についての前記光源の放射光強度をそれぞれ E_{R-Y} 、 E_{B-Y} としたとき、

$$E_{BY} - E_{B-Y} < 0$$

$$E_{RY} - E_{R-Y} > 0$$

を満足することを特徴とする映像表示装置。

[請求項2]

$$E_{RY} / E_{R-Y} > E_{BY} / E_{B-Y}$$

を満足す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3]
$$(E_{RY}/E_{R-Y}) / (E_{B-Y}/E_{BY}) < 2$$

を満足す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4] 赤および青の各波長域において、光学瞳の中心に入射する映像光の回折ピーク波長についての前記光源の放射光強度をそれぞれ E_{R0} 、 E_{B0} とすると、

$$(E_{BY} - E_{B0}) \times (E_{B0} - E_{B-Y}) > 0$$

$$(E_{RY} - E_{R0}) \times (E_{R0} - E_{R-Y}) > 0$$

を満足することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の映像表示装置。

[請求項5] 緑の波長域において、光学瞳の Y 方向の正側の端部に入射する映像光の回折ピーク波長についての前記光源の放射光強度を E_{GY} とし、光学瞳の Y 方向の負側の端部に入射する映像光の回折ピーク波長についての前記光源の放射光強度を E_{G-Y} としたとき、

$$E_{GY} - E_{G-Y} < 0$$

を満足することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の映像表示装置。

[請求項6]
$$E_{RY}/E_{R-Y} > E_{G-Y}/E_{GY}$$

を満足す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]
$$(E_{RY}/E_{R-Y}) / (E_{G-Y}/E_{GY}) < 4$$

を満足することを特徴とする請求項 6 に記載の映像表示装置。

[請求項8] 緑の波長域において、光学瞳の中心に入射する映像光の回折ピーク波長についての前記光源の放射光強度を E_{G0} とすると、

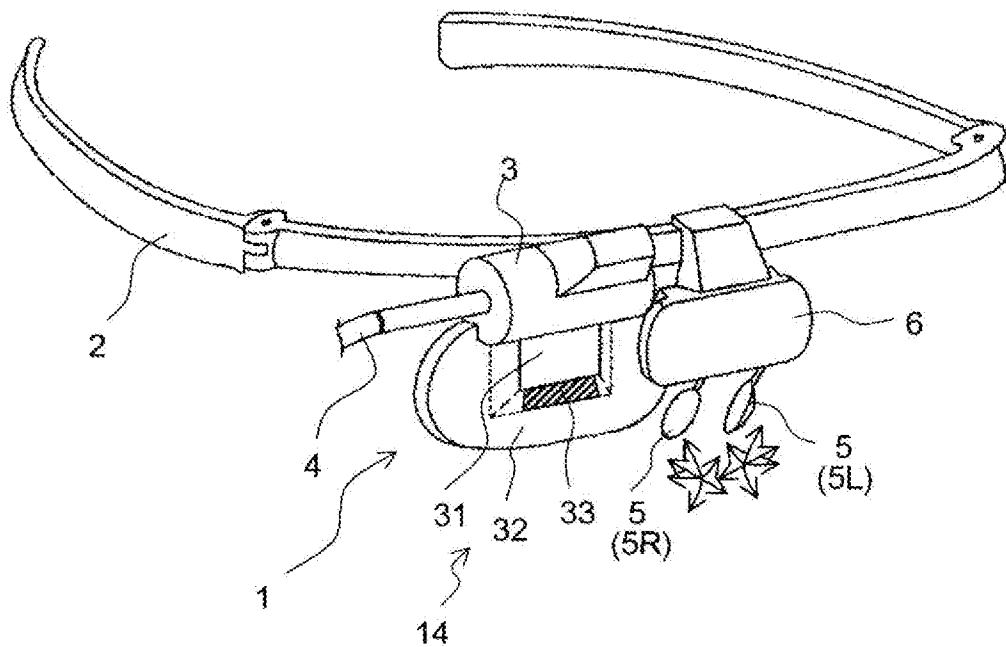
$$(E_{GY} - E_{G0}) \times (E_{G0} - E_{G-Y}) > 0$$

を満足することを特徴とする請求項 5 から 7 のいずれかに記載の映像表示装置。

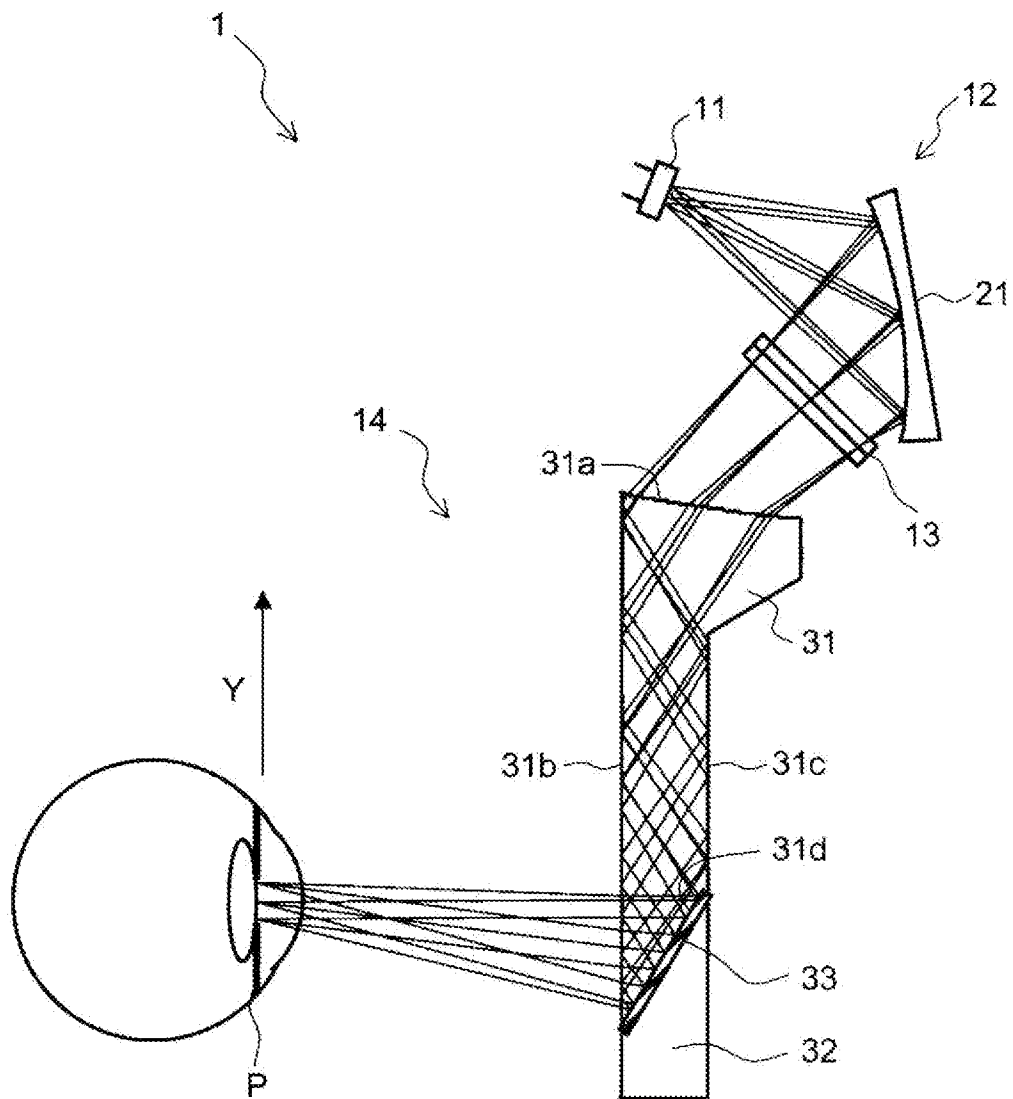
[請求項9] 前記光源と光学瞳とは、共役であることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載の映像表示装置。

- [請求項10] 前記光源における同一の領域から、赤、緑、青の各波長域の光が放射されることを特徴とする請求項 1 から 9 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、
前記映像表示装置を観察者の眼前で支持する支持手段と、を備えていることを特徴とするヘッドマウントディスプレイ。
- [請求項12] 請求項 1 から 10 のいずれかに記載の映像表示装置を備え、前記映像表示装置の前記ホログラム光学素子が、観察者の視界内に配置される基板に保持されていることを特徴とするヘッドアップディスプレイ。

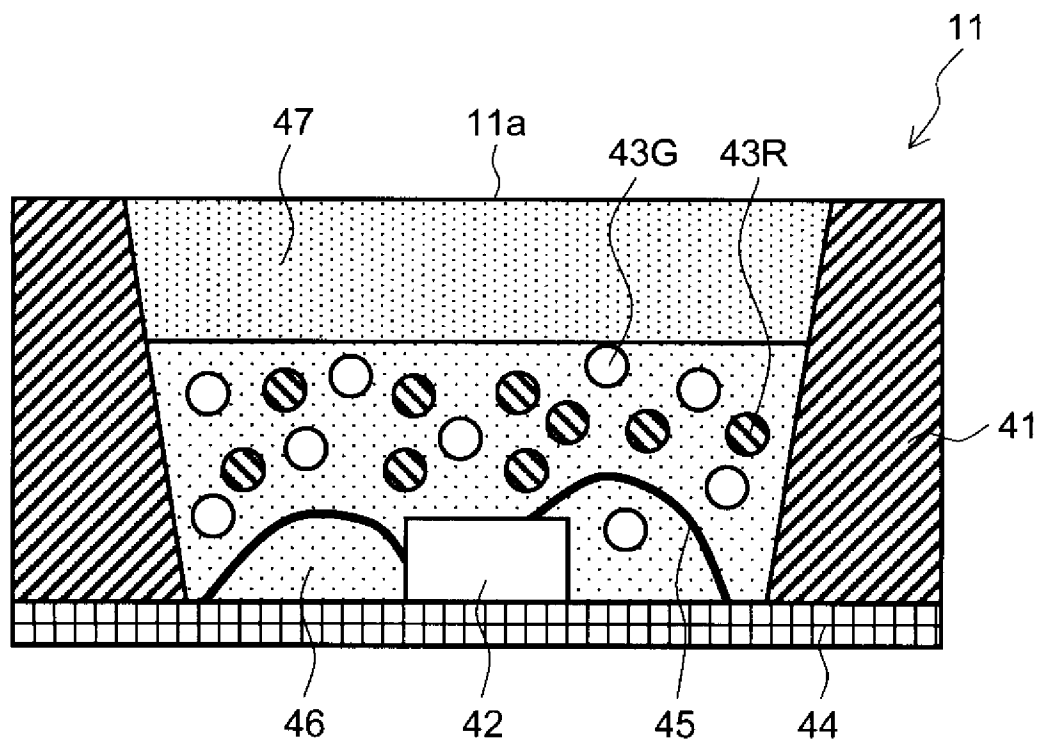
光源の放射光強度特性



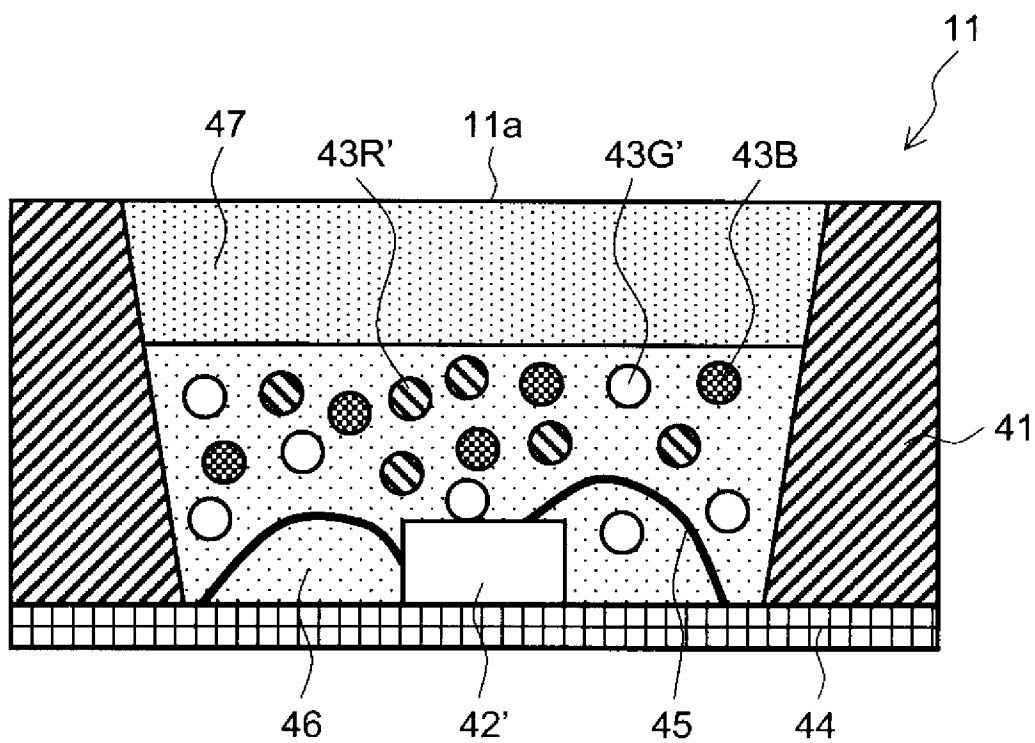
[図3]



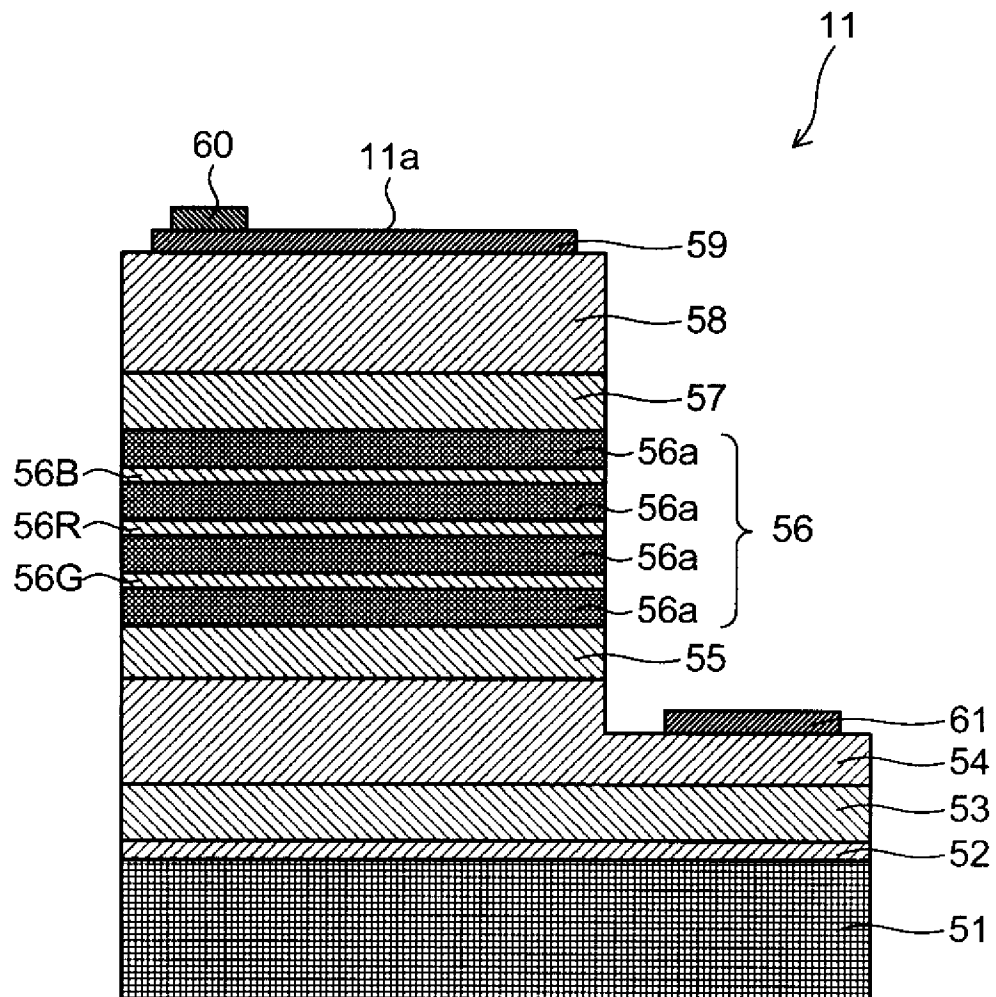
[図4]



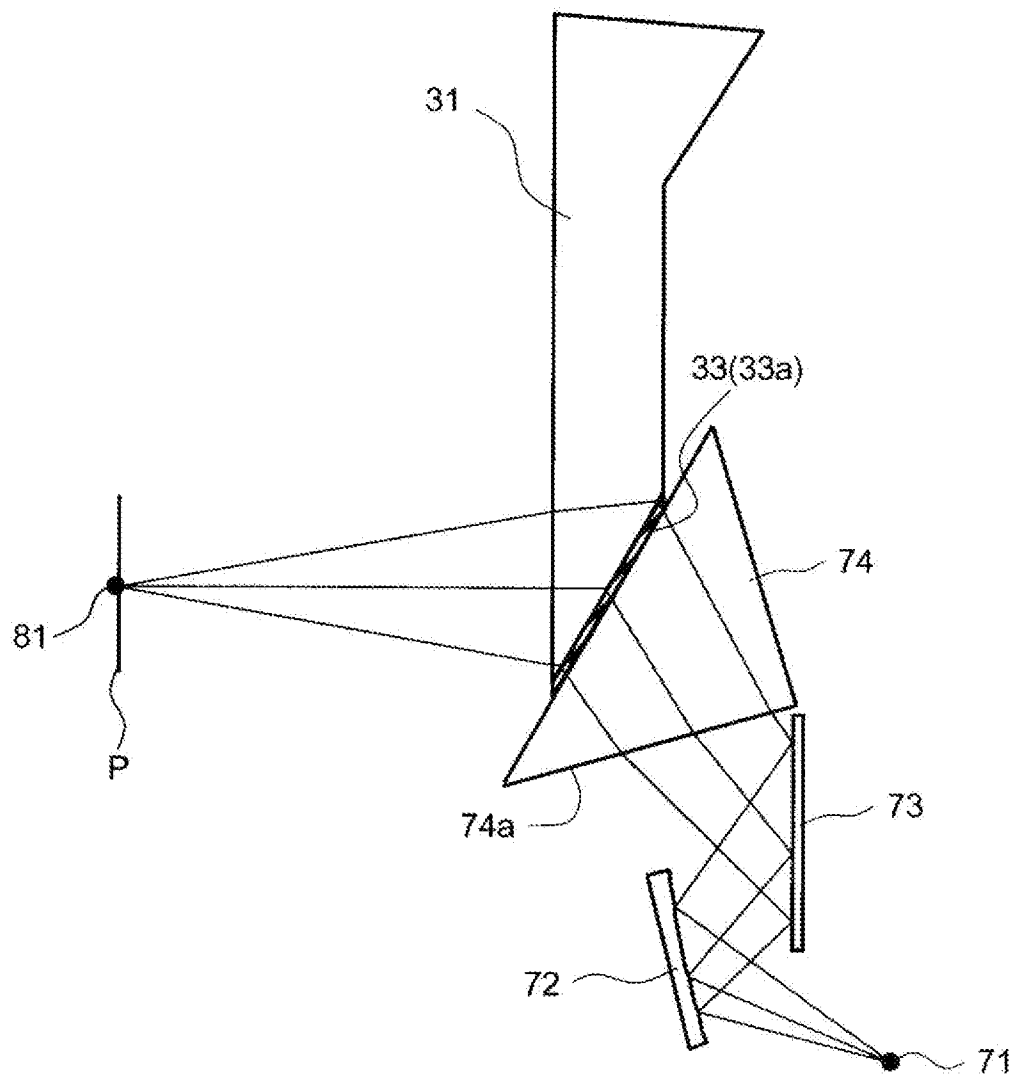
[図5]



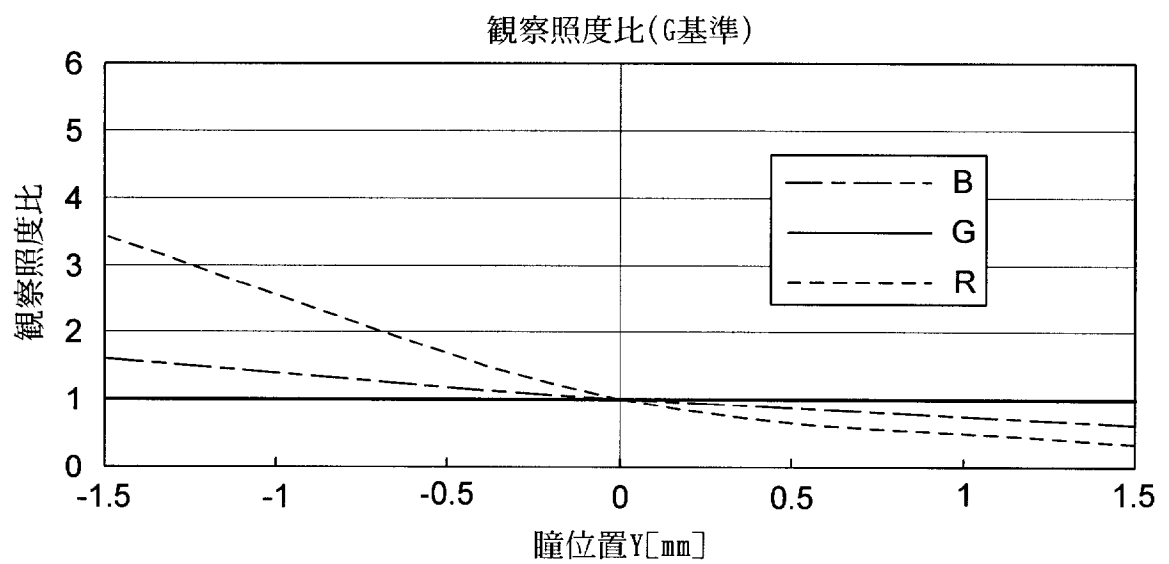
[図6]



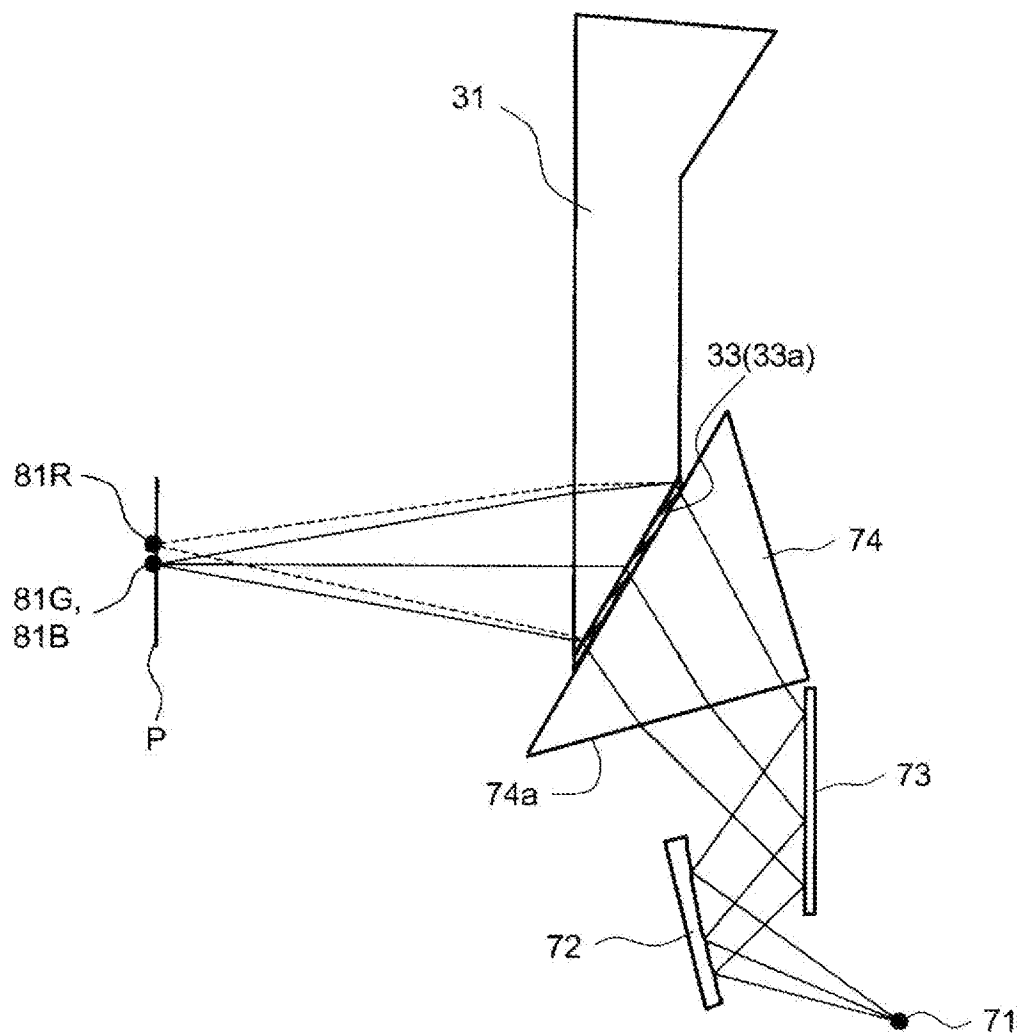
[図7]



[図8]

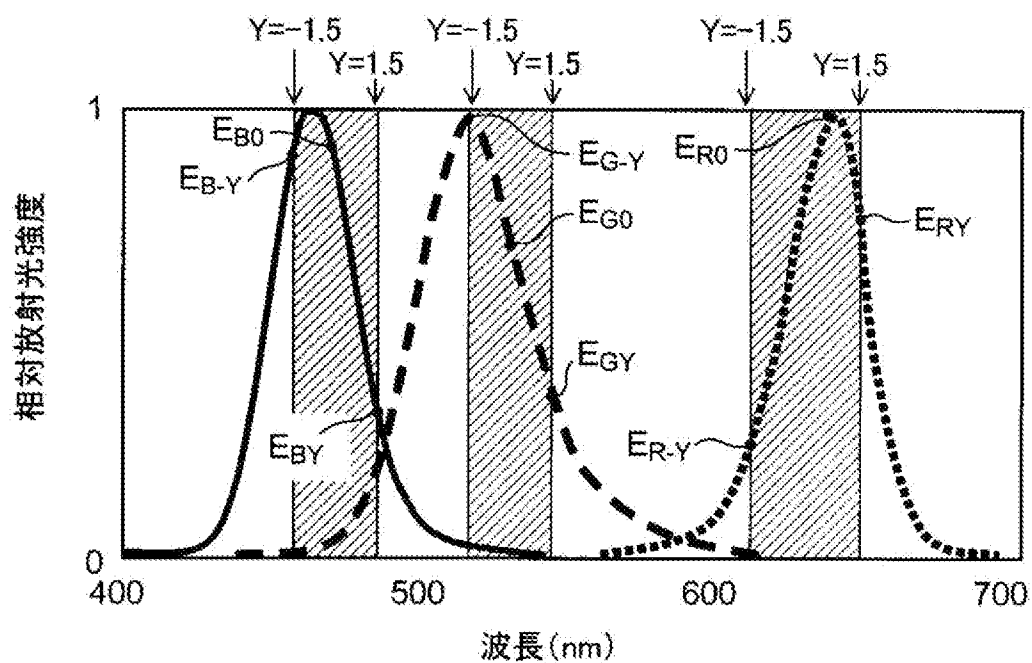


[図9]

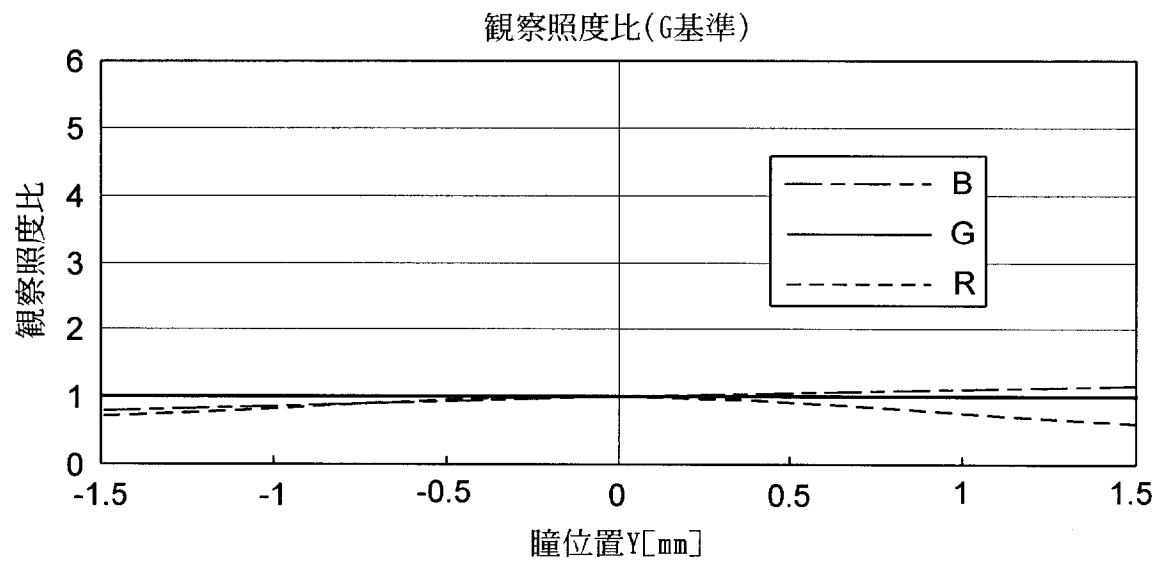


[図10]

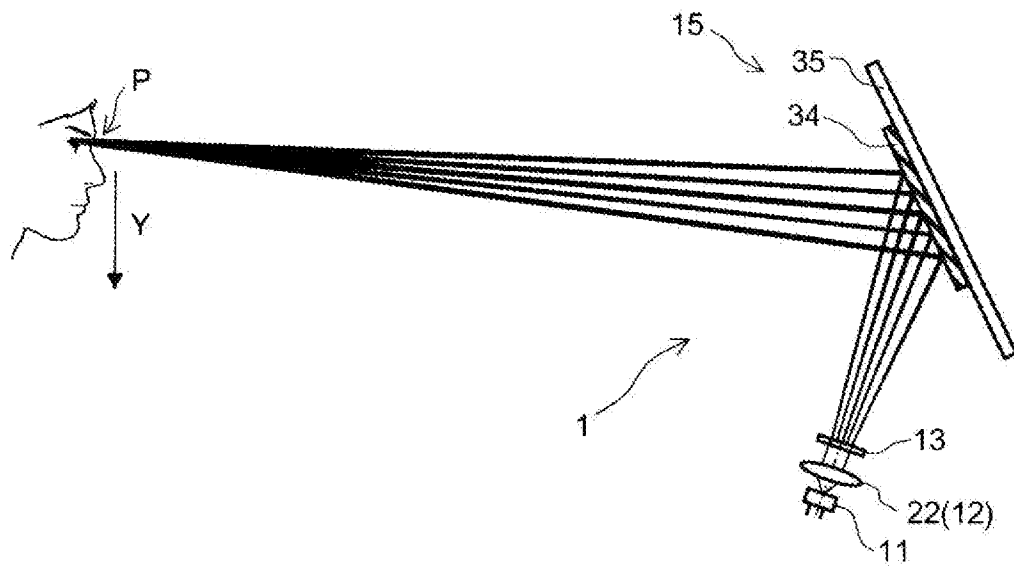
光源の放射光強度特性



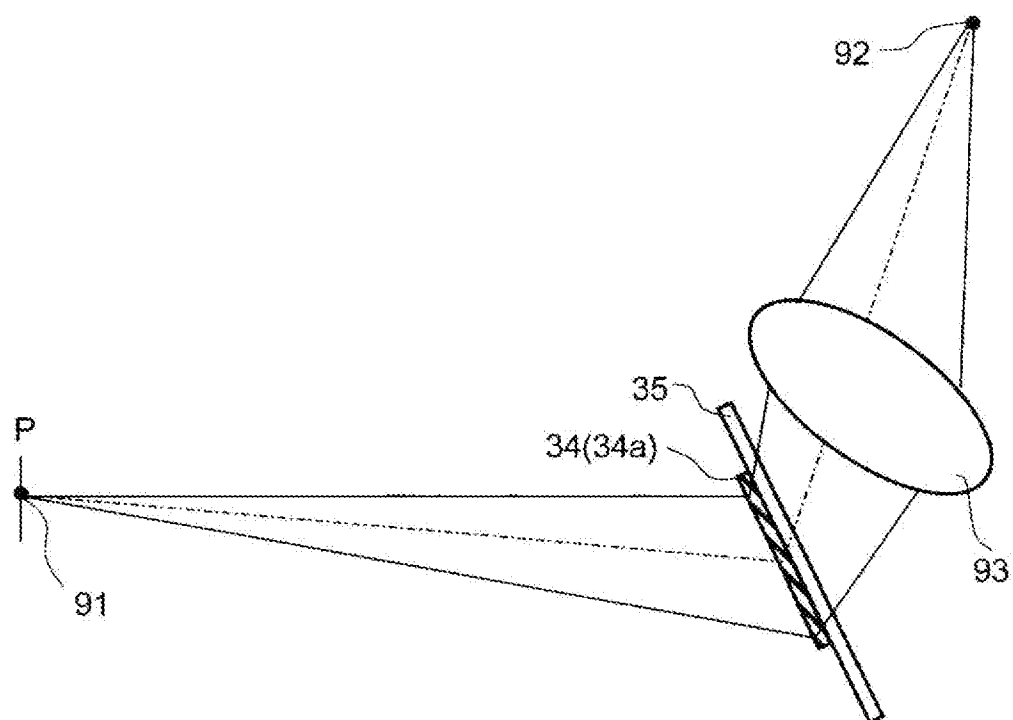
[図11]



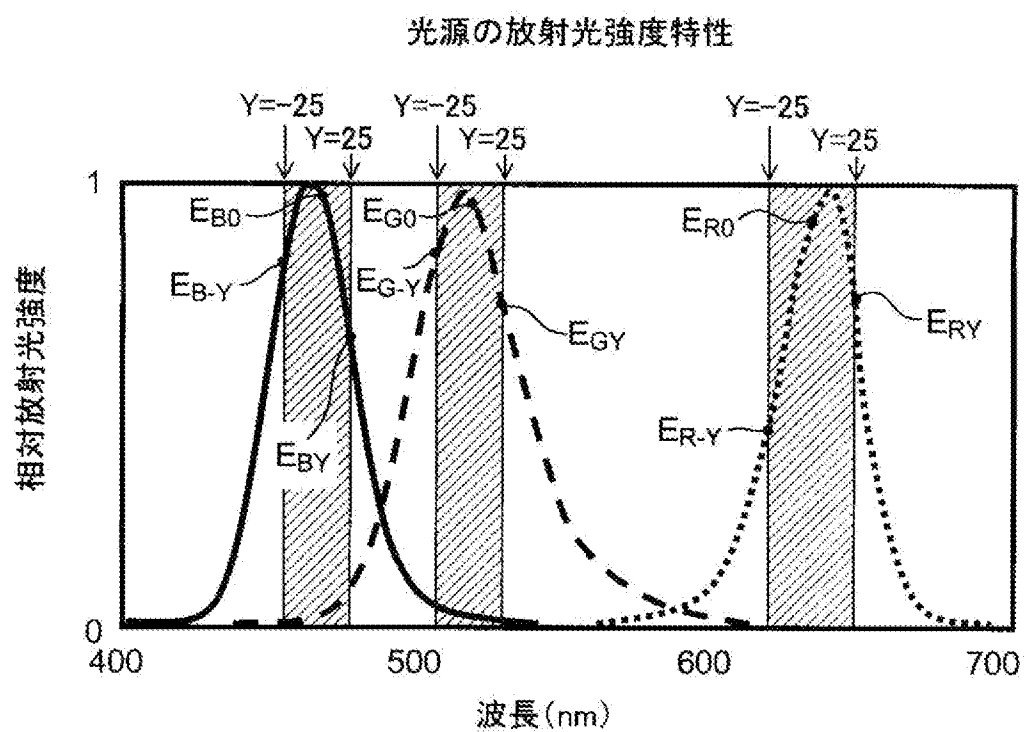
[図12]



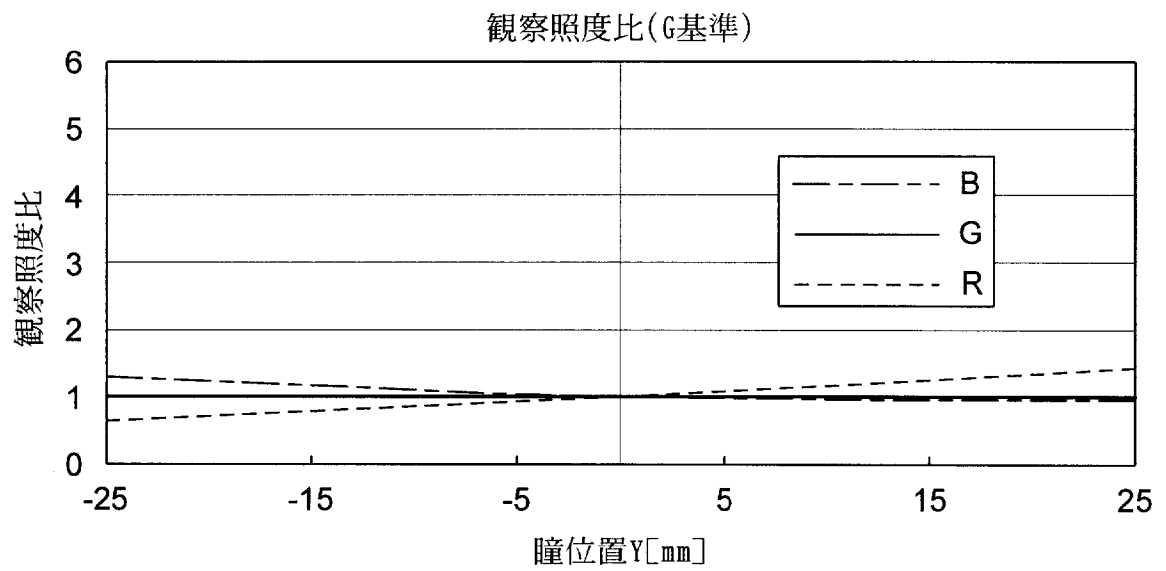
[図13]



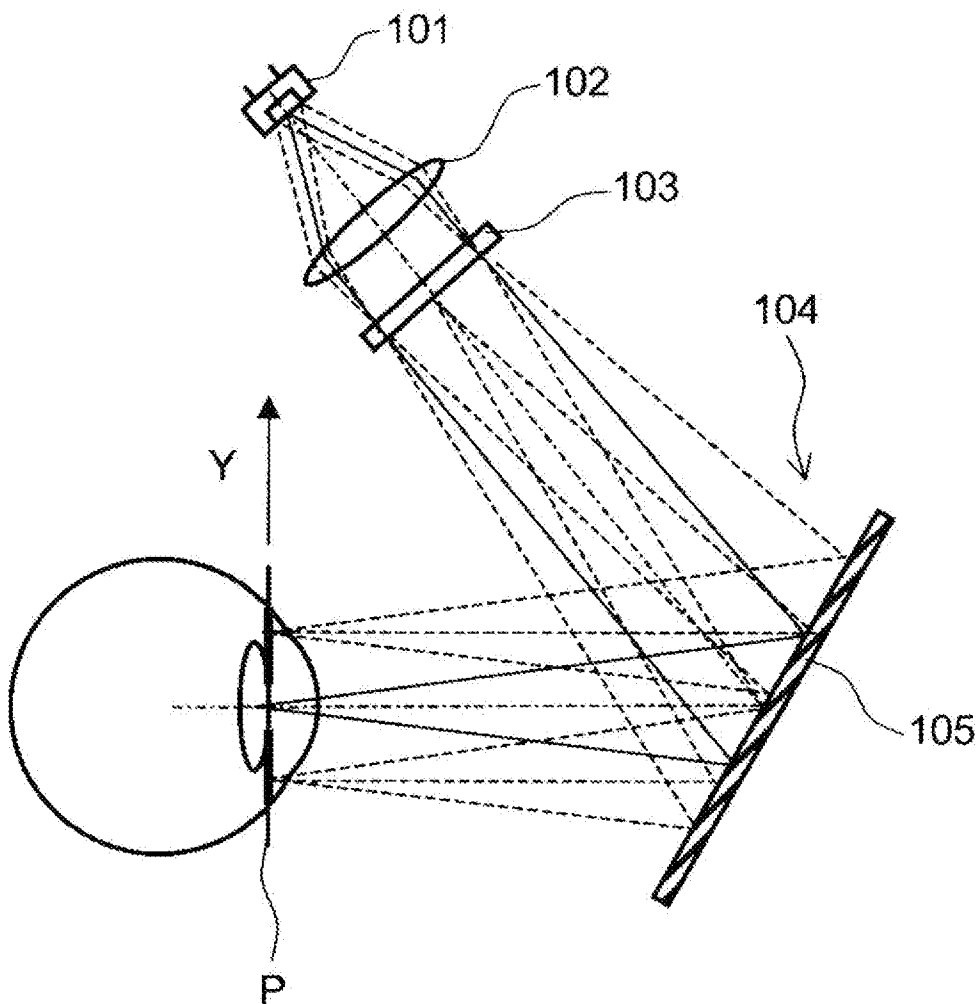
[図14]



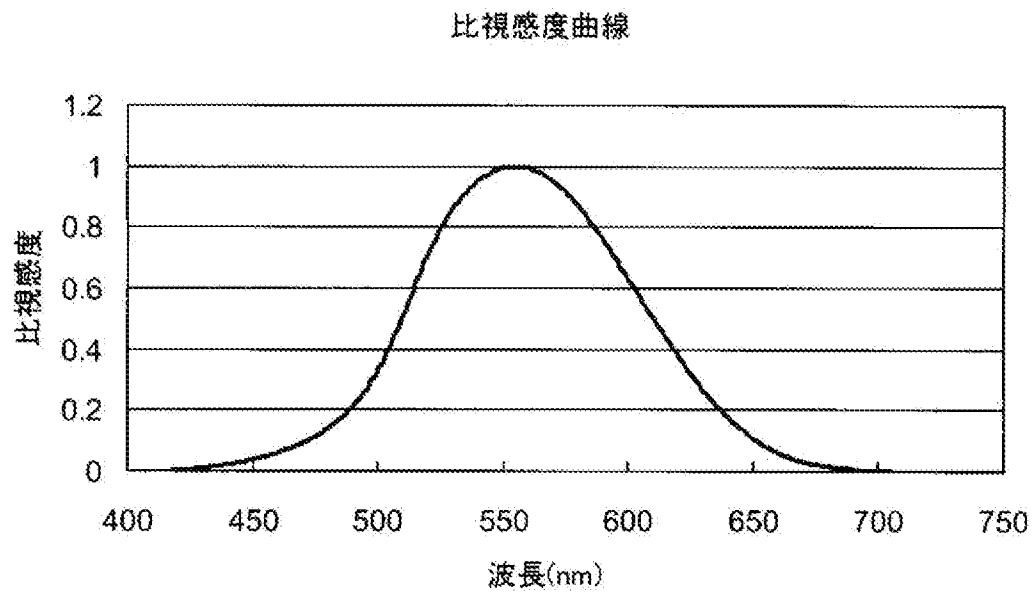
[図15]



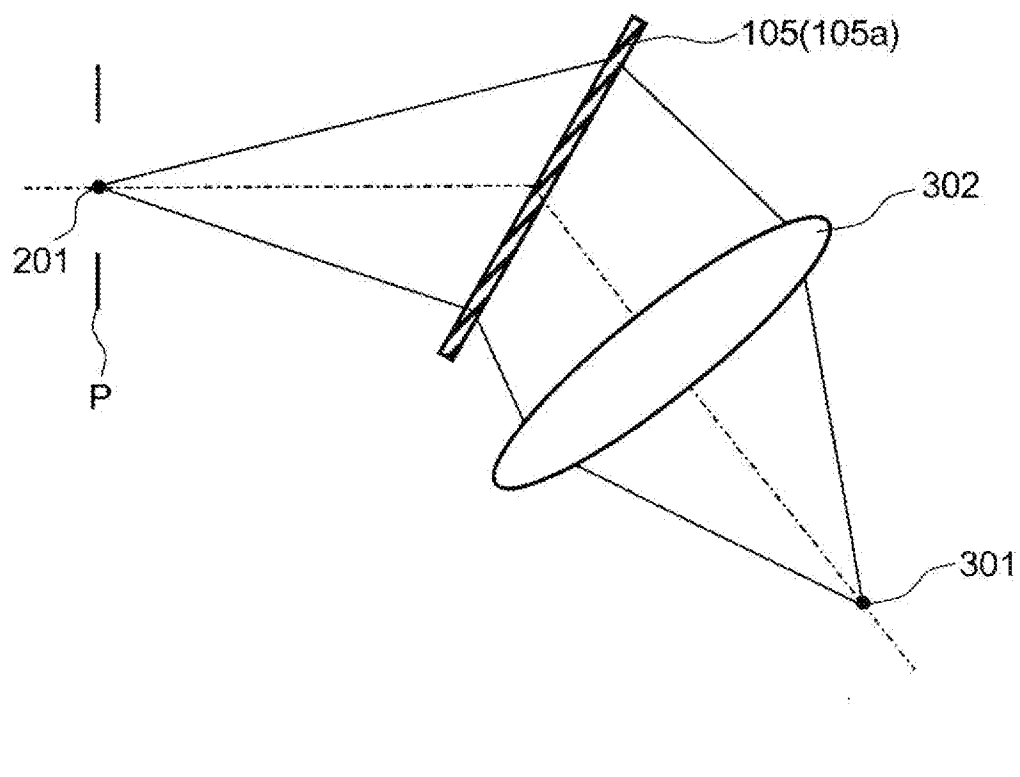
[図16]



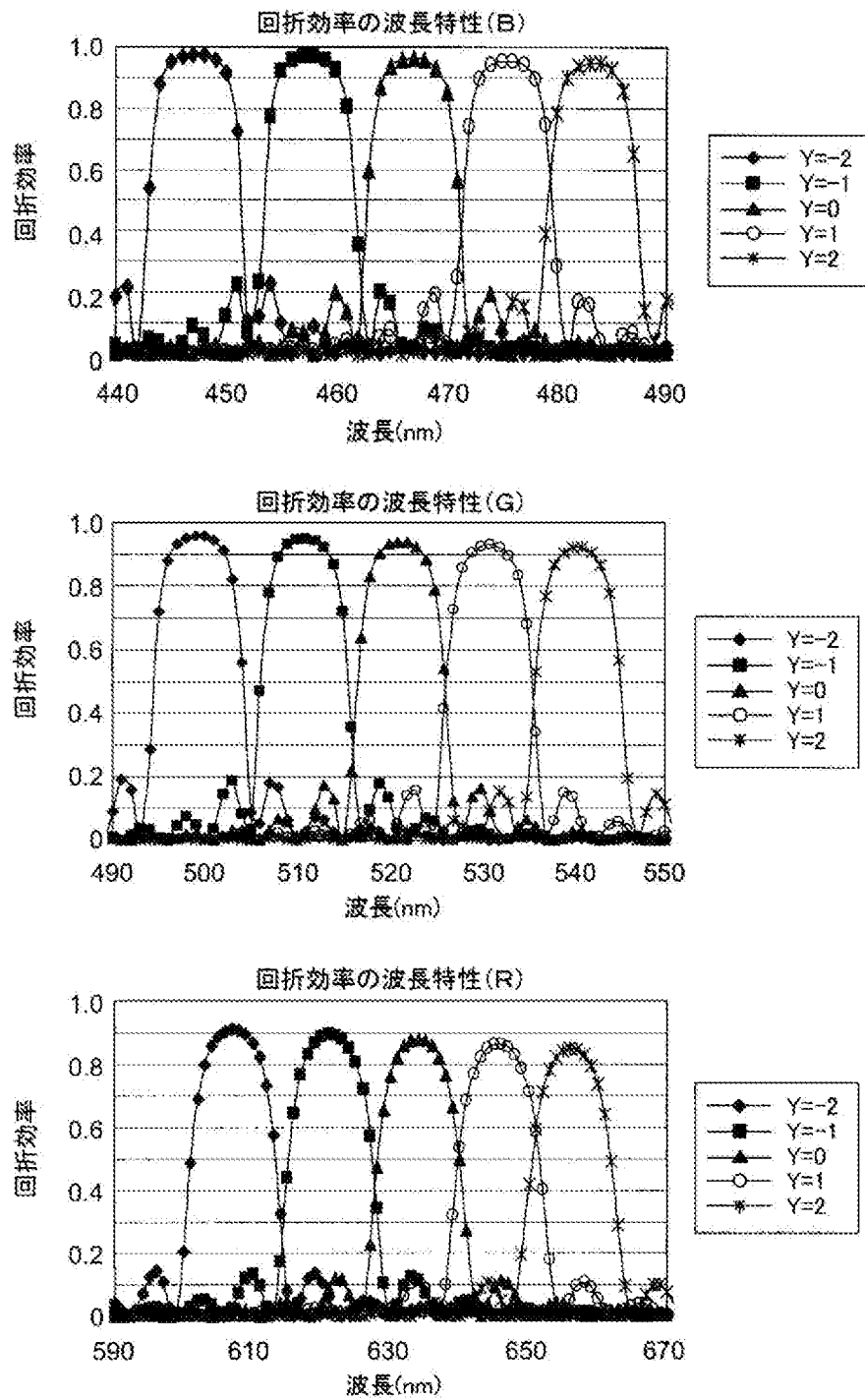
[図17]



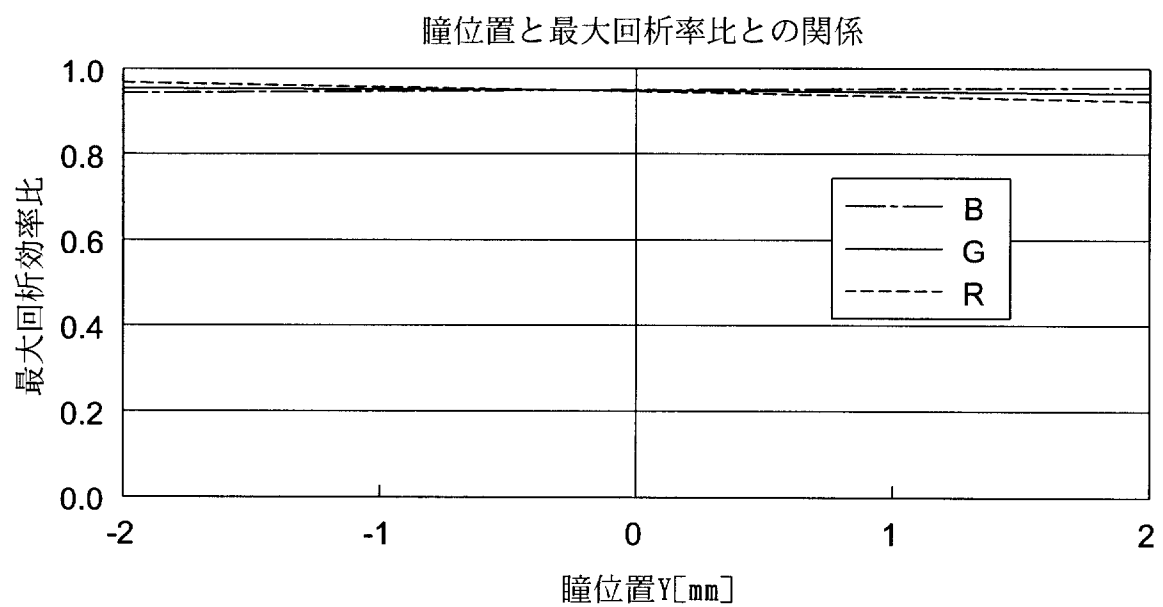
[図18]



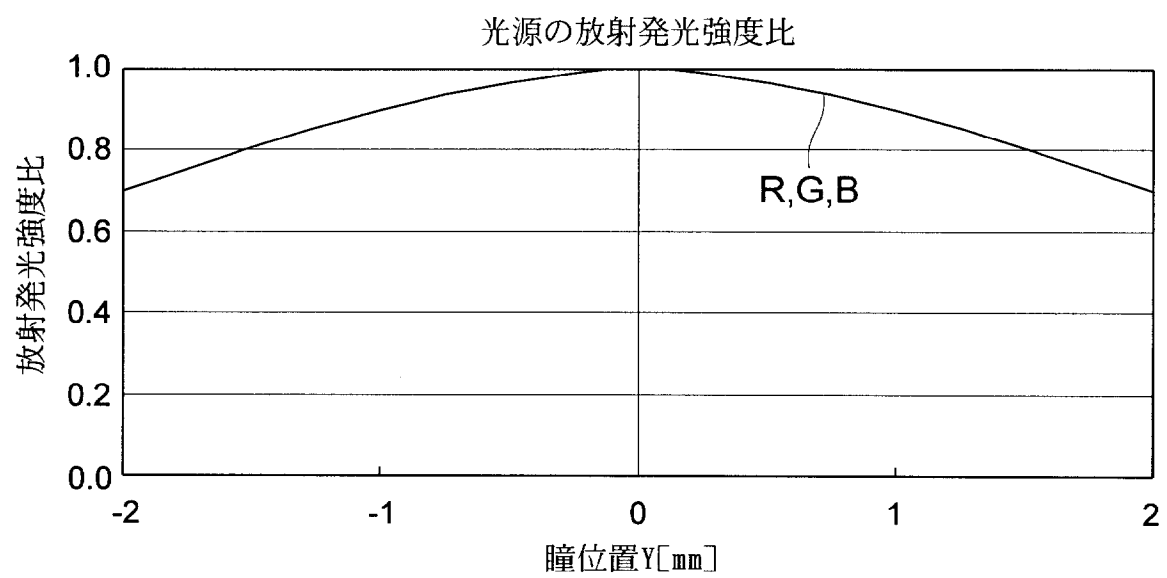
[図19]



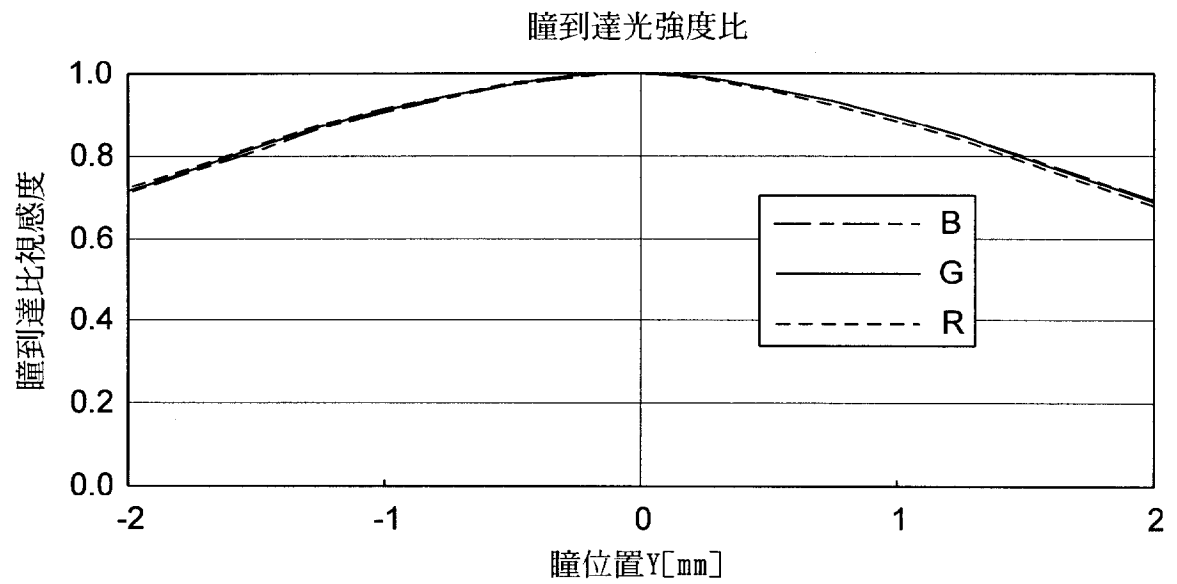
[図20]



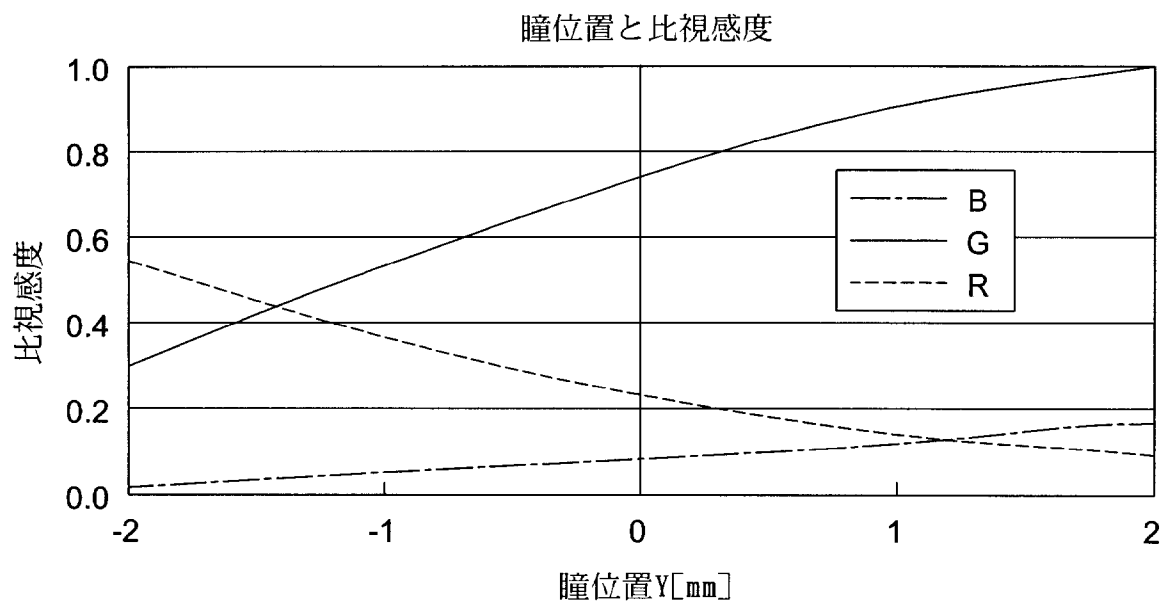
[図21]



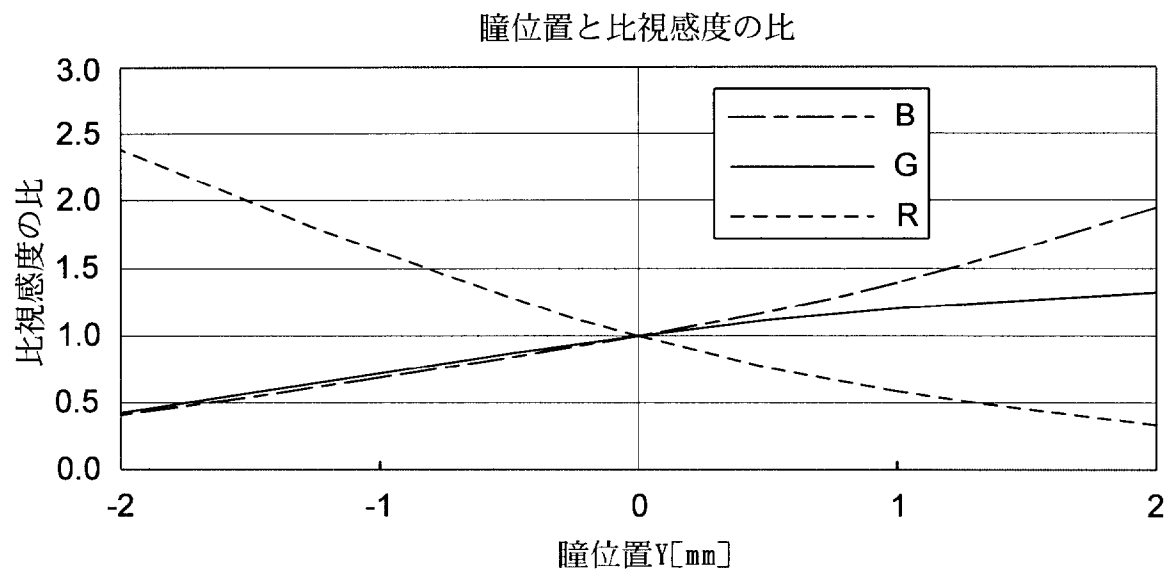
[図22]



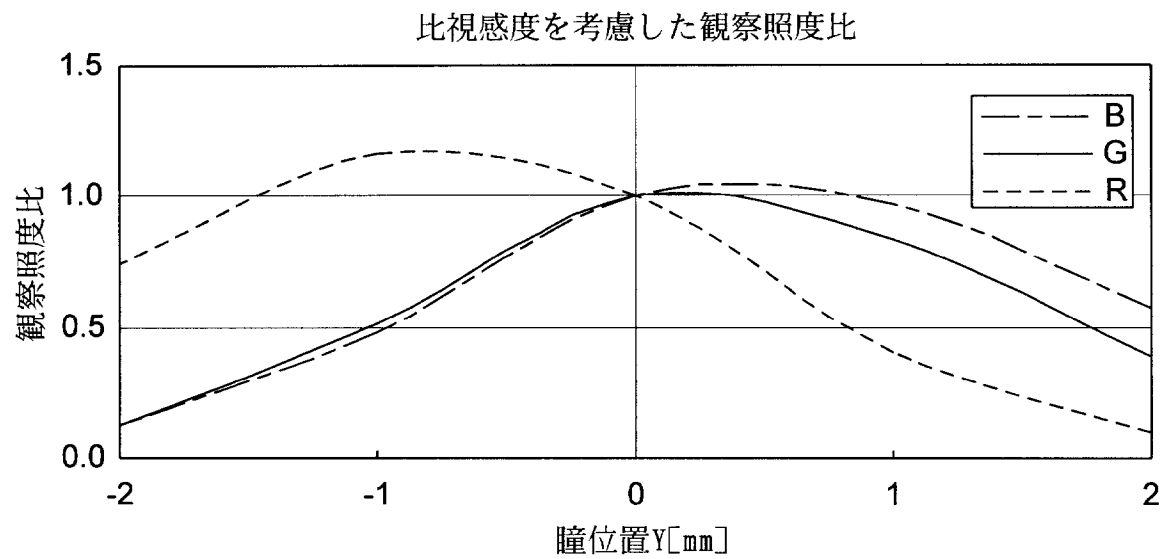
[図23]



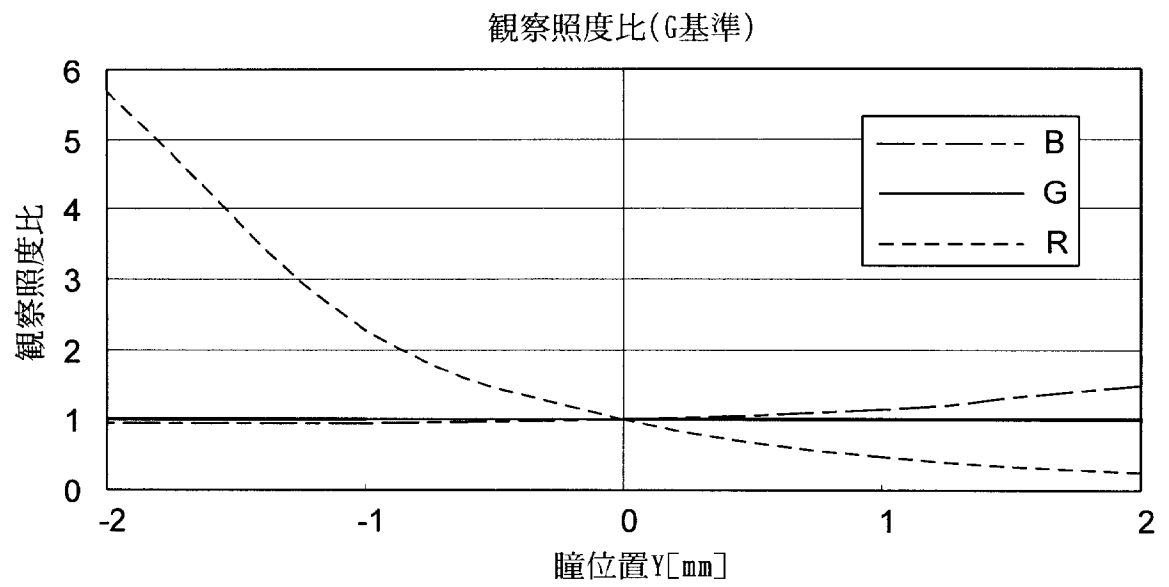
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053649

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B27/02(2006.01)i, G02B5/32(2006.01)i, G02B25/02(2006.01)i, H04N5/64(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B27/02, G02B5/32, G02B25/02, H04N5/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-33601 A (Konica Minolta Photo Imaging, Inc.), 08 February 2007 (08.02.2007), entire text; all drawings & US 2007/0019264 A1	1-12
A	JP 2007-52086 A (Konica Minolta Photo Imaging, Inc.), 01 March 2007 (01.03.2007), entire text; all drawings & US 2006/0268421 A1	1-12
A	JP 2004-61731 A (Nikon Corp.), 26 February 2004 (26.02.2004), entire text; all drawings & US 2005/0141066 A1 & EP 1536268 A1 & WO 2004/011986 A1 & CN 1672082 A	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 June, 2010 (01.06.10)Date of mailing of the international search report
15 June, 2010 (15.06.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B27/02 (2006.01)i, G02B5/32 (2006.01)i, G02B25/02 (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（I P C））

Int.Cl. G02B27/02, G02B5/32, G02B25/02, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
A	J P 2 0 0 7 - 3 3 6 0 1 A（コニカミノルタフォトイメージング株式会社）2 0 0 7 . 0 2 . 0 8 , 全文, 全図 & U S 2 0 0 7 / 0 0 1 9 2 6 4 A 1	1-12
A	J P 2 0 0 7 - 5 2 0 8 6 A（コニカミノルタフォトイメージング株式会社）2 0 0 7 . 0 3 . 0 1 , 全文, 全図 & U S 2 0 0 6 / 0 2 6 8 4 2 1 A 1	1-12

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 1 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

河原 正

2 X

9 0 1 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

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
A	J P 2004-61731 A (株式会社ニコン) 2004. 02. 26, 全文, 全図 &US 2005/0141066 A1 &EP 1536268 A1 &WO 2004/011986 A1 &CN 1672082 A	1-12