

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年8月15日(15.08.2024)



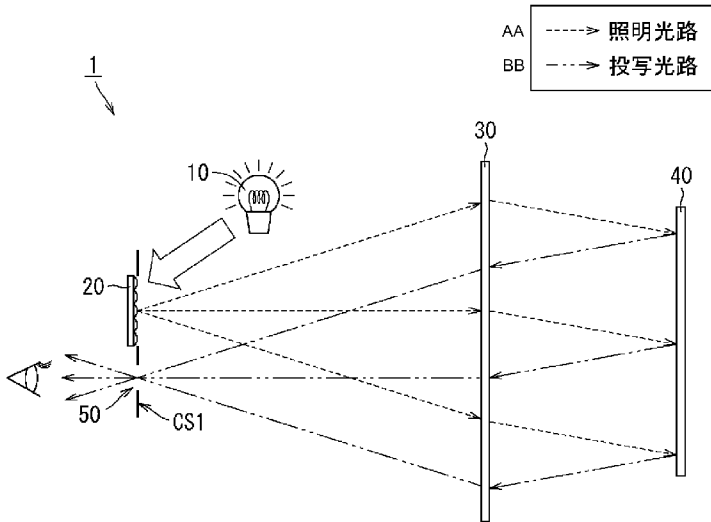
(10) 国際公開番号
WO 2024/166783 A1

- (51) 国際特許分類:
G03B 21/14 (2006.01) *G02F 1/1335* (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01) *G02F 1/13357* (2006.01)
G02B 27/02 (2006.01) *G03B 21/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/003294
- (22) 国際出願日: 2024年2月1日(01.02.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-019004 2023年2月10日(10.02.2023) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5710057 大阪府門真市元町2番6号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 内田 恒夫 (UCHIDA, Tsuneco). 葛原 聡 (KUZUHARA, Satoshi). 友松 駿介 (TOMOMATSU, Shunsuke).
- (74) 代理人: 山尾 憲人, 外(YAMAOKA, Norihito et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号 大阪梅田ツインタワーズ・ノース青山特許事務所 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: OPTICAL SYSTEM AND PROJECTION-TYPE VIDEO DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 光学系及び投射型映像表示装置

[図2]



AA Illumination light path
BB Projection light path

(57) Abstract: This optical system comprises: a lens array element that has a transmission surface on which a lens array is provided and a first reflection surface facing the transmission surface, reflects light received from the transmission surface by the first reflection surface, and emits the light from the transmission surface; an image display element that converts received light into video light and emits the video light; a plurality of optical elements that guide the light emitted by the lens array element to the image display element in a first order; and an opening through which the video light obtained by the conversion by the image display element is emitted. The plurality of optical elements guide the video light emitted by



WO 2024/166783 A1

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the image display element to the opening in a second order reverse to the first order.

(57) 要約 : 光学系は、レンズアレイが設けられた透過面と、透過面に対向する第1反射面を有し、透過面から受けた光を第1反射面で反射して透過面から出射するレンズアレイ素子と、受けた光を映像光に変換して出射する画像表示素子と、レンズアレイ素子が出射した光を、第1順序で画像表示素子に導光する複数の光学素子と、画像表示素子に変換した映像光を出射する開口部と、を備え、複数の光学素子は、画像表示素子が出射した映像光を、第1順序と逆の第2順序で開口部に導光する。

明 細 書

発明の名称：光学系及び投射型映像表示装置

技術分野

[0001] 本開示は、光学系及び投射型映像表示装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば、特許文献1には、照射された光を反射すると共に、画像信号に応じた光変調を行う光変調手段と、この光変調手段からの反射光を投射する投射手段とを備えた画像表示装置に用いられる光源が開示されている。

[0003] 特許文献1に記載の光源は、発光手段と、偏光変換手段と、を備える。発光手段は、光変調手段に照射される光を発する。偏光変換手段は、発光手段の直後に設けられると共に、発光手段から発せられた光のうち、少なくとも5割よりも多い光が所定の方向に偏光して出射されるよう光の偏光方向の変換を行う。

[0004] また、特許文献2、特許文献3には、偏光ビームスプリッタを用いた光学系が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2000-221499号公報
特許文献2：米国特許第9523852号明細書
特許文献3：米国特許第10302957号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1、特許文献2及び特許文献3では、光学系を小型化するという点において未だ改善の余地がある。

[0007] 本開示は、小型化を実現した光学系及びそれを備えた投射型映像表示装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の光学系は、レンズアレイが設けられた透過面と、前記透過面に対向する第1反射面と、を有し、前記第1主面から受けた光を前記第1反射面で反射して前記透過面から出射するレンズアレイ素子と、受けた光を映像光に変換して出射する画像表示素子と、前記レンズアレイ素子が出射した光を、第1順序で前記画像表示素子に導光する複数の光学素子と、前記画像表示素子に変換した映像光を出射する開口部と、を備え、前記複数の光学素子は、前記画像表示素子が出射した映像光を、前記第1順序と逆の第2順序で前記開口部に導光する。

[0009] また、本開示の投射型映像表示装置は、上述した光学系を備える。

発明の効果

[0010] 本開示によれば、小型化を実現した光学系及びそれを備えた投射型映像表示装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1A]側面視における反射型のレンズアレイ素子の概略図

[図1B]平面視における反射型のレンズアレイ素子の概略図

[図2]本開示における光学系の概念を説明するための概略図

[図3]実施形態1における側面視の光学系の光路を説明するための概略図

[図4]実施形態1における平面視の光学系の光路を説明するための概略図

[図5]実施形態1における側面視の光学系の光の偏光状態を説明するための概略図

[図6]実施形態1における側面視の光学系の構成の一例を説明するための概略図

[図7]変形例1における側面視の光学系の光路を説明するための概略図

[図8]変形例1における平面視の光学系の光路を説明するための概略図

[図9]実施形態2における側面視の光学系の光路を説明するための概略図

[図10]実施形態2における平面視の光学系の光路を説明するための概略図

[図11]実施形態2における側面視の光学系の構成の一例を説明するための概略図

- [図12]変形例2における側面視の光学系の光路を説明するための概略図
- [図13A]レンズ素子の別例を説明するための概略図
- [図13B]レンズ素子の別例を説明するための概略図
- [図13C]レンズ素子の別例を説明するための概略図
- [図13D]レンズ素子の別例を説明するための概略図
- [図13E]レンズ素子の別例を説明するための概略図
- [図14]実施形態3における側面視の光学系の概略図
- [図15]実施形態3における平面視の光学系の概略図
- [図16]図14に示す光学系をA-A線で切断した概略断面図
- [図17]図14に示す光学系をB-B線で切断した概略断面図
- [図18]実施形態4における側面視の光学系の概略図
- [図19]実施形態4における平面視の光学系の概略図
- [図20]図18に示す光学系をC-C線で切断した概略断面図
- [図21]図18に示す光学系をD-D線で切断した概略断面図
- [図22]実施形態5における光学系を光源側から見た概略図
- [図23]実施形態5における光学系を第1光学系の反射面側から見た概略図
- [図24]図22に示す光学系をE-E線で切断した概略断面図
- [図25]図22に示す光学系をF-F線で切断した概略断面図
- [図26]変形例3における光学系を光源側から見た概略図
- [図27]変形例3における光学系を第1光学系の反射面側から見た概略図
- [図28]図26に示す光学系をG-G線で切断した概略断面図
- [図29]図26に示す光学系をH-H線で切断した概略断面図
- [図30]実施形態5における光源10の配置の別例を説明するための概略図
- [図31]実施形態5における光源10の配置の別例を説明するための概略図
- [図32]実施形態5における光源10の配置の別例を説明するための概略図
- [図33]変形例4における光学系の概略断面図
- [図34]変形例5における光学系の概略断面図
- [図35]実施形態5の光学系を備えるヘッドマウントディスプレイを説明する

ための概略図

発明を実施するための形態

[0012] (本開示に至った経緯)

光学系の一態様として、画像表示素子を用いた光学系が知られている。このような光学系は、映像を投射する投射光学系と、画像表示素子を照明する照明光学系と、を備える。このような光学系においては、光の輝度分布を均一にするため、レンズアレイ素子やレンズ素子などを用いている。

[0013] しかしながら、レンズアレイ素子等を用いると、これらの素子を配置するスペースを確保するため、光学系のサイズが大きくなりやすいという問題がある。また、レンズアレイ素子としては、一般的に透過型のレンズアレイ素子を用いられている。透過型のレンズアレイ素子を用いる場合、レンズ素子を透過する光の光路を確保するためのスペースが大きくなりやすい。

[0014] また、光源から画像表示素子までの照明光路と、画像表示素子から投射レンズまでの投射光路と、が別々の場所で構成されるため、光学系の小型化が難しいという問題がある。

[0015] そこで、本発明者らは、鋭意検討したところ、反射型のレンズアレイ素子を用いた光学系の構成を見出し、本開示に至った。

[0016] (実施形態1)

以下、実施形態1について、図面を参照しながら説明する。

[0017] [1-1. 反射型のレンズアレイ素子]

まず、反射型のレンズアレイ素子（以下、「レンズアレイ素子」と称する）について、図1A及び図1Bを用いて説明する。

[0018] 図1Aは、側面視におけるレンズアレイ素子20の概略図である。図1Bは、平面視におけるレンズアレイ素子20の概略図である。

[0019] 図1A及び図1Bに示すように、レンズアレイ素子20は、第1主面LS1と、第1主面LS1と反対側に位置する第2主面LS2と、を有する。

[0020] 第1主面LS1には、レンズアレイ21が設けられている。レンズアレイ21は、複数のレンズ素子が規則的に配列されて構成されている。例えば、

レンズアレイ 21 では、複数のレンズ素子が正方格子配列で並べられている。例えば、レンズ素子は、凸レンズである。本明細書では、第 1 主面 LS1 を透過面と称してもよい。

[0021] 第 2 主面 LS2 は、光を反射する反射面 22 が設けられている。反射面 22 は、平坦面で形成されていてもよいし、曲面で形成されていてもよい。本明細書では、レンズアレイ素子 20 の反射面 22 を「第 1 反射面 22」と称してもよい。なお、反射面 22 は、第 2 主面 LS2 に設けられていなくてもよい。例えば、反射面 22 は、第 1 主面 LS1 と第 2 主面 LS2 との間に設けられていてもよい。

[0022] レンズアレイ素子 20 は、例えば、板形状を有する。

[0023] レンズアレイ素子 20 において、光は第 1 主面 LS1 から入射し、レンズアレイ 21 を通って、第 2 主面 LS2 の反射面 22 で反射される。第 2 主面 LS2 で反射された光は、第 1 主面 LS1 から出射される。

[0024] レンズアレイ素子 20 では、透過型のレンズアレイ素子に比べて厚みを小さくできる。透過型のレンズアレイ素子とは、第 1 主面と、第 1 主面と反対側に位置する第 2 主面と、の両方にレンズアレイが設けられている。透過型のレンズアレイ素子では、第 1 主面から入射した光が第 2 主面から出射される。

[0025] レンズ素子の曲率半径を「R」とし、レンズアレイ素子 20 を形成する材質の屈折率を「N」とした場合、レンズアレイ素子 20 の厚み「d」は、以下の数式を満たす。或いは、厚み「d」は、以下の式の右辺の 90～110% の範囲にあることが望ましい。

[0026] [数1]

$$d = \frac{R \times N}{2 \times (N - 1)}$$

[0027] 例えば、レンズアレイ素子 20 の厚さ d は、透過型のレンズアレイ素子の厚さの略 1/2 にすることができる。このため、レンズアレイ素子 20 は、

透過型のレンズアレイ素子に比べて配置するためのスペースを小さくすることができる。

[0028] [1-2. 光学系の概念]

本開示におけるレンズアレイ素子を用いた光学系の概念について、図2を用いて説明する。

[0029] 図2は、本開示における光学系1の概念を説明するための概略図である。

[0030] 図2に示すように、光学系1は、光源10、レンズアレイ素子20、光学素子30、画像表示素子40及び開口部50を備える。

[0031] 光学系1では、光源10から出射された光が照明光としてレンズアレイ素子20に入射して反射され、光学素子30を通過して画像表示素子40に入射する。画像表示素子40に入射した光は映像光に変換されると共に反射され、投射光として光学素子30を通過して開口部50に入射する。

[0032] 光学系1では、レンズアレイ素子20と開口部50とが光学素子30によって光学的共役関係となっている。具体的には、光学系1において、照明光路と投射光路とが逆方向で進行可能になっている。照明光路とは光源10から出射された光がレンズアレイ素子20及び光学素子30を通過して画像表示素子40に入射するまでの光路であり、投射光路とは画像表示素子40から出射された光が光学素子30を通過して開口部50に入射するまでの光路である。光学素子30は、レンズアレイ素子20から開口部50に至る光路上に配置される光学面を含む。光学面は屈折力を有し、レンズアレイ素子20と開口部50との光学的共役関係を実現している。

[0033] 光学系1では、レンズアレイ素子20と開口部50とが共役面CS1上で異なる位置に配置されていることで、照明光路と投射光路とを共通化することができる。これにより、光学系1を小型化できる。

[0034] また、光学系1において、光源10からの光をレンズアレイ素子20によって反射している。これにより、レンズアレイ素子20の第1主面LS1側に光源10を配置できる。即ち、光源10は共役面CS1に対してレンズアレイ素子20が配置される側と反対側に配置される。このため、光学系1で

は、透過型のレンズアレイ素子を用いる光学系と比べて光源10を光学素子30に近づけて配置できる。その結果、光学系1をコンパクトに設計できる。なお、透過型のレンズアレイ素子を用いた光学系では、光源からの光が透過するため、光源が共役面CS1に対して透過型のレンズアレイ素子が配置する側と同じ側に配置される。これにより、光源は光学素子から離れて配置されるため、光学系が大きくなりやすい。

[0035] [1-3. 光学系の構成]

上述した光学系の概念に基づいて実現される光学系1の構成及び光路について、図3及び図4を用いて説明する。

[0036] 図3は、実施形態1における側面視の光学系1の光路を説明するための概略図である。図4は、実施形態1における平面視の光学系1の光路を説明するための概略図である。図3及び図4において、X、Y、Z方向は、互いに直交する方向を示し、例えば、X方向は幅方向、Y方向は奥行き方向、Z方向は高さ方向を示す。また、図3及び図4に示す矢印は、光線の進行方向を示す。なお、光の偏光状態については、後述する。

[0037] まず、光学系1の構成について説明する。図3及び図4に示すように、光学系1は、光源10、レンズアレイ素子20、光学素子30、画像表示素子40、開口部50及び偏光ビームスプリッタ60を備える。

[0038] 光源10は、光をコリメートして出射する。光源から出射される光は、例えば、ランダム偏光である。例えば、光源10は、R（赤）光成分、G（緑）光成分、B（青）光成分を有するランダム偏光を略平行な光に変更して出射する。

[0039] 光源10は、光源素子11及びコリメータ素子12を含む。

[0040] 光源素子11は、光を生成する。光源素子11は、発光ダイオード（LED）等であり、複数の光学素子をまとめて光源素子11として表すこともできる。

[0041] コリメータ素子12は、光源素子11で生成された光をコリメートする。コリメータ素子12は、光を略平行光に変更する。例えば、コリメータ素子

12は、コリメータレンズである。

[0042] なお、コリメータ素子12は複数のレンズで構成されてもよい。また、コリメータ素子12はコリメータレンズに限定されない。コリメータ素子12は、光をコリメート可能な光学素子であればよい。例えば、コリメータ素子12はミラーや回折光学素子等の光学素子であってもよい。

[0043] 偏光ビームスプリッタ60は、光源10からの光を分岐する。具体的には、偏光ビームスプリッタ60は、ランダム偏光である光のうち第1偏光を反射し、第2偏光を透過する分岐面61を含む。

[0044] 本実施形態では、第1偏光はS偏光であり、第2偏光はP偏光である。また、第1偏光及び第2偏光は直線偏光である。

[0045] レンズアレイ素子20は、分岐面61を経由した光を受けて反射する。本実施形態では、レンズアレイ素子20は、分岐面61で反射された光を受けて反射する。

[0046] 光学素子30は、レンズアレイ素子20から開口部50に至る光路上に配置される光学面を含む。光学面は、屈折力を有する。光学素子30は、例えば、レンズ素子、反射素子等を含む。本実施形態では、光学素子30は、投射光学系を構成している。光学素子30は、レンズアレイ素子20が出射した光を画像表示素子40に導光する。また、光学素子30は、レンズアレイ素子20が出射した光を所定の順序で画像表示素子40に導光するとともに、画像表示素子40が出射した映像光を所定の順序と逆の順序で開口部50に導光する。なお、偏光ビームスプリッタ60は、レンズアレイ素子20が出射した光を画像表示素子40に導光する光学素子の一部として機能する。このため、偏光ビームスプリッタ60は、光学素子と称してもよい。

[0047] 画像表示素子40は、レンズアレイ素子20で反射された光を映像光に変換して出射する。具体的には、画像表示素子40は、入射した光を映像光に変換し、反射することによって映像光を出射する。

[0048] 開口部50は、画像表示素子40から出射された映像光を出射する。開口部50は、映像光を出射するための開口である。例えば、開口部50は、絞

りであってもよい。

[0049] 光学系1において、レンズアレイ素子20の反射面側から見たとき、即ち、光学系1の幅方向(X方向)から見たとき、光源10、レンズアレイ素子20及び開口部50は、光学系1の高さ方向(Z方向)に一直列に並んで配置されている。また、光源10側から見たとき、即ち、光学系1の高さ方向(Z方向)から見たとき、光源10はレンズアレイ素子20及び開口部50よりも光学素子30で構成される投射光学系側に配置されている。

[0050] 次に、光学系1の光路について説明する。

[0051] 図3及び図4に示すように、光源10は、光を出射する。光源10から出射された光は、分岐面61に入射する。分岐面61は、光源10の光のうち第1偏光を反射し、反射した第1偏光状態の光をレンズアレイ素子20へ導光する。

[0052] レンズアレイ素子20は、レンズアレイ21が設けられた第1主面LS1で光を受けて、反射面22が設けられた第2主面LS2で光を反射する。第1主面LS1では、入射した光がレンズアレイ21によって複数の2次光源光に分割される。第1主面LS1を通った光は、第2主面LS2で反射され、第1主面LS1から出射されて分岐面61へ進行する。このとき、レンズアレイ素子20から分岐面61へ進行する光は、第1偏光状態から第2偏光状態に変更されている。

[0053] レンズアレイ素子20で反射された光は、分岐面61を透過し、光学素子30で構成される投射光学系を通過して画像表示素子40に入射する。画像表示素子40は、入射した光を映像光に変換し、映像光を反射する。

[0054] 画像表示素子40で反射された映像光は、光学素子30で構成される投射光学系を通過して分岐面61へ進行する。映像光は、分岐面61を透過し、開口部50に入射する。

[0055] 次に、光学系1の光の偏光状態について図5を用いて説明する。

[0056] 図5は、実施形態1における側面視の光学系1の光の偏光状態を説明するための概略図である。

- [0057] 光の偏光状態を変更するための構成について説明する。図5に示すように、光学系1は、光の偏光状態を変更する位相差板71を備える。また、光学系1は、特定の光を抽出する第1偏光子81及び第2偏光子82を備える。
- [0058] 位相差板71は、偏光に所定の位相差を与えることによって偏光状態を変化させる光学素子である。位相差板71は、偏光ビームスプリッタ60の分岐面61とレンズアレイ素子20との間に配置される。
- [0059] 位相差板71は、 $1/4$ 波長板である。位相差板71は、偏光の電界振動方向に $\lambda/4$ の位相差を与える。
- [0060] 位相差板71は、第1偏光状態の光を第2偏光状態の光に変更する。分岐面61で反射された第1偏光状態の光は、位相差板71を通過してレンズアレイ素子20に入射する。レンズアレイ素子20に入射した光は、反射面22が設けられた第2主面LS2で反射され、位相差板71を通過して分岐面61に入射する。このように、光が位相差板71を往復して2回通ることによって $\lambda/2$ の位相差を与えられる。これにより、分岐面61で反射した光は第1偏光状態から第2偏光状態に変更される。
- [0061] なお、位相差板71は $1/4$ 波長板に限定されない。位相差板71は、第1偏光状態から第2偏光状態に変更するための位相差を与えるものであればよい。例えば、位相差板71は、2つの $1/8$ 波長板で構成されていてもよいし、4つの $1/16$ 波長板で構成されていてもよい。また、位相差板71は、偏光の電界振動方向に $0.24 \times \lambda \sim 0.26 \times \lambda$ の位相差を与えてもよい。
- [0062] 第1偏光子81は、光源10と偏光ビームスプリッタ60との間に配置され、第1偏光を抽出する。具体的には、第1偏光子81は、光源10から出射された光のうち第1偏光を透過し、第1偏光以外の光を遮断する。本実施形態では、光源10から出射される光はランダム偏光であるため、第1偏光子81はランダム偏光から第1偏光を抽出する。
- [0063] 第2偏光子82は、偏光ビームスプリッタ60と開口部50との間に配置され、第2偏光を抽出する。具体的には、第2偏光子82は、画像表示素子

40から出射された映像光のうち第2偏光を透過し、第2偏光以外の光を遮断する。これにより、不要光を削減する。

[0064] 次に、光学系1における光の偏光状態の変化について説明する。

[0065] 図5に示すように、光源10から出射された光は、第1偏光子81を通過して分岐面61に入射する。第1偏光子81は、光源10から出射された光のうち第1偏光を透過し、第1偏光以外の光を遮断する。これにより、第1偏光子81を通過した光は、第1偏光状態となって分岐面61に入射する。

[0066] 分岐面61は、第1偏光状態の光を反射し、レンズアレイ素子20へ導光する。分岐面61で反射された光は、位相差板71を通過してレンズアレイ素子20に入射する。分岐面61で反射された光が位相差板71を通過すると、偏光の電界振動方向に $\lambda/4$ の位相差が与えられる。これにより、レンズアレイ素子20へ入射する光は、第3偏光状態となる。第3偏光状態とは、第3偏光で形成された状態である。本実施形態では、第3偏光は、円偏光又は楕円偏光である。

[0067] レンズアレイ素子20では、光は第1主面LS1を通過して第2主面LS2で反射される。反射された光は、第1主面LS1を通過し、位相差板71を通過して分岐面61に入射する。レンズアレイ素子20で反射された光は、位相差板71を通過することによって偏光の電界振動方向に $\lambda/4$ の位相差が再度与えられる。これにより、光は第3偏光状態から第2偏光状態に変更される。

[0068] 第2偏光状態に変更された光は、分岐面61を透過し、光学素子30で構成された投射光学系を通過して画像表示素子40に入射する。画像表示素子40は、光を映像光に変換し、映像光を反射する。

[0069] 画像表示素子40で反射された映像光は、投射光学系を通過して分岐面61に入射する。映像光は、第2偏光状態であるため、分岐面61を透過する。分岐面61を透過した映像光は、第2偏光子82を通過して開口部50から出射される。第2偏光子82は、映像光のうち第2偏光を透過し、第2偏光以外の光を遮断する。これにより、不要光を削減する。

- [0070] 次に、光学系 1 の構成の一例について図 6 を用いて説明する。
- [0071] 図 6 は、実施形態 1 における側面視の光学系 1 の構成の一例を説明するための概略図である。図 6 では、投射光学系が反射面 3 1 を有する反射素子 3 2 及び第 1 ～第 3 レンズ素子 3 3 ～3 5 で構成される例、即ち、光学面が反射面 3 1 及び第 1 ～第 3 レンズ素子 3 3 ～3 5 で構成される例を示す。
- [0072] 図 6 に示すように、光学系 1 は、光学素子 3 0 として、反射面 3 1 を備える反射素子 3 2、第 1 レンズ素子 3 3、第 2 レンズ素子 3 4 及び第 3 レンズ素子 3 5 を備える。また、光学系 1 は、第 1 位相差板 7 1 に加えて、第 2 位相差板 7 2 を備える。
- [0073] 反射素子 3 2 は、光を反射する光学素子である。反射素子 3 2 は、光を反射する反射面 3 1 を有する。反射素子 3 2 は、分岐面 6 1 を間に挟んでレンズアレイ素子 2 0 及び開口部 5 0 と反対側に配置されており、レンズアレイ素子 2 0 を反射した光が分岐面 6 1 を透過して進行する光路上に配置されている。本明細書では、反射素子 3 2 の反射面 3 1 を「第 2 反射面 3 1」と称してもよい。
- [0074] 反射面 3 1 は、レンズアレイ素子 2 0 で反射されて偏光ビームスプリッタ 6 0 の分岐面 6 1 を透過した光を反射し、反射した光を分岐面 6 1 へ導光する。
- [0075] 反射面 3 1 は、例えば、曲面で構成されている。また、反射面 3 1 は平面で構成されてもよい。
- [0076] 例えば、反射素子 3 2 は、曲面を有するミラー又はレンズを用いることができる。
- [0077] 第 1 レンズ素子 3 3 は、偏光ビームスプリッタ 6 0 の分岐面 6 1 とレンズアレイ素子 2 0 との間に配置される。即ち、第 1 レンズ素子 3 3 は、分岐面 6 1 とレンズアレイ素子 2 0 との間で光が進行する光路上に配置されている。
- [0078] 第 2 レンズ素子 3 4 は、偏光ビームスプリッタ 6 0 の分岐面 6 1 と反射素子 3 2 の反射面 3 1 との間に配置される。即ち、第 2 レンズ素子 3 4 は、分

岐面 6 1 と反射面 3 1 との間で光が進行する光路上に配置されている。また、第 2 レンズ素子 3 4 の光学面上に反射面 3 1 を形成するとしてもよい。その場合、反射素子の保持部材などを省略することで低コスト化となり、また、省略した保持部材の厚みによるサイズ小型化を実現できる。

[0079] 第 3 レンズ素子 3 5 は、偏光ビームスプリッタ 6 0 の分岐面 6 1 と画像表示素子 4 0 との間に配置される。即ち、第 3 レンズ素子 3 5 は、分岐面 6 1 と画像表示素子 4 0 との間で光が進行する光路上に配置されている。

[0080] 第 1 レンズ素子 3 3 ~ 第 3 レンズ素子 3 5 は、光を集光するレンズである。第 1 レンズ素子 3 3 ~ 第 3 レンズ素子 3 5 は、例えば、リレーレンズの役割も果たす。

[0081] 第 1 位相差板 7 1 は、図 5 に示す位相差板 7 0 と同様である。

[0082] 第 2 位相差板 7 2 は、偏光ビームスプリッタ 6 0 の分岐面 6 1 と反射素子 3 2 の反射面 3 1 との間に配置される。第 2 位相差板 7 2 は、第 1 位相差板 7 1 と同様の構成を有する。なお、第 2 位相差板 7 2 は、第 1 位相差板 7 1 と異なる構成を有していてもよい。

[0083] 次に、光学系 1 における光源 1 0 から開口部 5 0 までの光路と偏光状態について説明する。

[0084] 図 6 に示すように、光源 1 0 から出射された光は、第 1 偏光子 8 1 を通って分岐面 6 1 に入射する。第 1 偏光子 8 1 を通過した光は、第 1 偏光状態となって分岐面 6 1 に入射する。

[0085] 分岐面 6 1 は、第 1 偏光状態の光を反射し、レンズアレイ素子 2 0 へ導光する。分岐面 6 1 で反射された光は、第 1 レンズ素子 3 3 及び第 1 位相差板 7 1 を通ってレンズアレイ素子 2 0 に入射する。第 1 位相差板 7 1 を通過した光は、第 1 偏光状態から第 3 偏光状態に変更されて、レンズアレイ素子 2 0 に入射する。また、第 1 レンズ素子 3 3 を通過した光は、第 1 レンズ素子 3 3 を配置する場合には、光源素子 1 1 からの光はコリメータ素子 1 2 と第 1 レンズ素子 3 3 の光学的な作用を受けて略コリメートされた状態となりレンズアレイ素子 2 0 に入射することが望ましい。

- [0086] レンズアレイ素子20では、光は第1主面LS1を通過して第2主面LS2で反射される。反射された光は、第1主面LS1を通過し、第1位相差板71及び第1レンズ素子33を通過して分岐面61に入射する。第1位相差板71を通過した光は、第3偏光状態から第2偏光状態に変更されて、分岐面61に入射する。また、第1レンズ素子33を通過した光は、第1レンズ素子33の光学作用を受けて分岐面61に向かって導光される。
- [0087] 第2偏光状態に変更された光は、分岐面61を透過し、第2位相差板72及び第2レンズ素子34を通過して反射素子32に入射する。第2位相差板72を通過した光は、第2偏光状態から第3偏光状態に変更され、第2レンズ素子34の光学的な作用を受けて反射素子32の反射面31に向かって導光される。反射素子32に入射した光は、反射面31で反射される。
- [0088] 反射面31で反射された光は、第2レンズ素子34及び第2位相差板72を通過して分岐面61に入射する。第2レンズ素子34を通過した光は、分岐面61に向かって集光されるとともに、第2位相差板72を通過することで第3偏光状態から第1偏光状態に変更される。
- [0089] 分岐面61は、第1偏光状態の光を反射し、画像表示素子40へ導光する。分岐面61で反射された光は、第3レンズ素子35を通過して画像表示素子40に入射する。第3レンズ素子35を通過した光は、画像表示素子40に向かって導光される。レンズアレイ素子20の第1主面LS1を2次光源として考えると、画像表示素子40に向かう光線は、光線が進行する方向に沿って、第1レンズ素子33、第2レンズ素子34、反射素子32、第2レンズ素子34、第3レンズ素子35の順に通過する。そして、画像表示素子40に向かう光線は、通過した各レンズ素子の光学的な作用を受けて、略コリメートされた状態で画像表示素子40へ導光される。画像表示素子40は、光を映像光に変換し、映像光を反射する。
- [0090] 画像表示素子40で反射された映像光は、第3レンズ素子35を通過して分岐面61に入射する。第3レンズ素子35を通過した映像光は、分岐面61に向かって導光される。映像光は、第1偏光状態であるため、分岐面61で

反射され、反射素子 3 2 へ導光される。

[0091] 分岐面 6 1 で反射された映像光は、第 2 位相差板 7 2 及び第 2 レンズ素子 3 4 を通って反射素子 3 2 の反射面 3 1 に入射する。第 2 位相差板 7 2 を通過した映像光は、第 1 偏光状態から第 3 偏光状態に変更され、第 2 レンズ素子 3 4 によって反射面 3 1 に向かって導光される。反射面 3 1 は、映像光を反射し、分岐面 6 1 へ導光する。

[0092] 反射面 3 1 で反射された映像光は、第 2 レンズ素子 3 4 及び第 2 位相差板 7 2 を通って分岐面 6 1 に入射する。第 2 レンズ素子 3 4 を通過した映像光は、分岐面 6 1 に向かって導光されるとともに、第 2 位相差板 7 2 によって第 3 偏光状態から第 2 偏光状態に変更される。

[0093] 分岐面 6 1 は、第 2 偏光状態の映像光を透過し、開口部 5 0 へ導光する。分岐面 6 1 を透過した映像光は、第 1 レンズ素子 3 3 及び第 2 偏光子 8 2 を通って開口部 5 0 に入射する。第 1 レンズ素子 3 3 を通過した映像光は、開口部 5 0 に向かって導光されるとともに、第 2 偏光子 8 2 によって第 2 偏光を抽出され、開口部 5 0 に入射する。

[0094] 複数の光学素子 3 0 及び偏光ビームスプリッタ 6 0 は、レンズアレイ素子 2 0 が出射した光を、第 1 レンズ素子 3 3、偏光ビームスプリッタ 6 0 の分岐面 6 1、第 2 レンズ素子 3 4、反射素子 3 2 の反射面 3 1、第 2 レンズ素子 3 4、偏光ビームスプリッタ 6 0 の分岐面 6 1 及び第 3 レンズ素子 3 5 の第 1 順序で画像表示素子 4 0 に導光する。また、複数の光学素子 3 0 及び偏光ビームスプリッタ 6 0 は、第 3 レンズ素子 3 5、偏光ビームスプリッタ 6 0 の分岐面 6 1、第 2 レンズ素子 3 4、反射素子 3 2 の反射面 3 1、第 2 レンズ素子 3 4、偏光ビームスプリッタ 6 0 の分岐面 6 1 及び第 1 レンズ素子 3 3 の第 2 順序で開口部 5 0 に導光する。このように、複数の光学素子 3 0 及び偏光ビームスプリッタ 6 0 は、レンズアレイ素子 2 0 から出射された光を画像表示素子 4 0 に導光する第 1 順序と、画像表示素子 4 0 から出射された映像光を導光する第 2 順序と、が逆となるように構成されている。

[0095] [2. 効果等]

このように、光学系1は、レンズアレイ素子20、画像表示素子40、複数の光学素子30、60及び開口部50を備える。レンズアレイ素子20は、レンズアレイ21が設けられた透過面と、透過面に対向した反射面22とを有する。レンズアレイ素子20は、透過面から受けた光を反射面22で反射して透過面から出射する。画像表示素子40は、受けた光を映像光に変換して出射する。複数の光学素子30、60は、レンズアレイ素子20が出射した光を、第1順序で画像表示素子40に導光する。開口部50は、画像表示素子40が変換した映像光を出射する。また、複数の光学素子30、60は、画像表示素子40が出射した映像光を、第1順序と逆の第2順序で開口部50に導光する。

[0096] このような構成により、光学系1の小型化を実現できる。一般的に、光の輝度分布を均一にするために透過型のレンズアレイ素子やレンズ素子などが用いられる。光学系1では、反射型のレンズアレイ素子20を用いることによって、レンズ素子の数などの光学部品数を減らすことができる。また、レンズアレイ素子20は、一般的に用いられる透過型のレンズアレイ素子よりも厚みが薄く、配置するためのスペースを小さくすることができる。また、光学部品の配置の自由度を向上できる。また、光学系1では、複数の光学素子30、60が、レンズアレイ素子20から画像表示素子40に光を導光する第1順序と、画像表示素子40から開口部50に光を導光する第2順序と、が逆になるように構成されている。これにより、光学素子30の数を減らしつつ、コンパクトな光学系を実現できる。

[0097] レンズアレイ素子20と開口部50とは、光学素子30によって光学的共役関係にある。このような構成により、光学系1をより小型化できる。具体的には、光学系1では、レンズアレイ素子20と開口部50とが光学的共役関係にあることで、光源10から画像表示素子40までの照明光路と、画像表示素子40から開口部50までの投射光路とを、光が逆方向で進行可能となる。即ち、照明光路と投射光路を共通化することができる。これにより、光学系1をより小型化できる。

- [0098] 複数の光学素子30, 60は、光を分岐する分岐面61を含む。分岐面61は、第1偏光を反射し、第2偏光を透過する。レンズアレイ素子20は、分岐面61で反射された第1偏光状態の光を受けて反射する。このような構成により、光のうち第1偏光を分岐面61によって反射し、第1偏光状態の光をレンズアレイ素子20へ導光することができる。これにより、光学系1をより小型化できる。
- [0099] 光学系1は、光の偏光状態を変更する位相差板71, 72を備える。このような構成により、光の偏光状態を変更することができる。また、光の偏光状態を変更することによって、分岐面61において反射する光と透過する光を使い分けることができる。
- [0100] 位相差板71, 72は、 $1/4$ 波長板である。このような構成により、より簡易な構成で光の偏光状態を変更できるため、光学系1をより小型化できる。
- [0101] 複数の光学素子30, 60は、レンズアレイ素子20で反射され、且つ分岐面61を透過して受けた光を反射する反射面31を含む。位相差板71, 72は、レンズアレイ素子20と分岐面61との間に配置される第1位相差板71と、分岐面61と反射面31との間に配置される第2位相差板72と、を含む。このような構成により、光の反射と偏光状態の変更を組み合わせることによって、光学系1をより小型化できる。
- [0102] 光学系1は、光を出射する光源10を備える。分岐面61は、光源10から出射された光のうち第1偏光状態の光を反射することによって、光を、第1位相差板71を通してレンズアレイ素子20へ導光する。レンズアレイ素子20は、光を反射することによって、光を、第1位相差板71を通して分岐面61へ導光する。第1位相差板71は、光が往復して通過することによって、光の偏光状態を第1偏光状態から第2偏光状態に変更する。分岐面61は、第1位相差板71で第2偏光状態に変更された光を透過することによって、光を、第2位相差板72を通して第2反射面31へ導光する。第2反射面31は、光を反射することによって、光を、第2位相差板72を通して

分岐面 6 1 へ導光する。第 2 位相差板 7 2 は、光が往復して通過することによって、光の偏光状態を第 2 偏光状態から第 1 偏光状態に変更する。分岐面 6 1 は、第 2 位相差板 7 2 で第 1 偏光状態に変更された光を反射することによって、光を画像表示素子 4 0 へ導光する。画像表示素子 4 0 は、光を映像光に変換し、映像光を分岐面 6 1 へ導光する。分岐面 6 1 は、映像光を反射することによって、映像光を、第 2 位相差板 7 2 を通して第 2 反射面 3 1 へ導光する。第 2 反射面 3 1 は、映像光を反射することによって、映像光を、第 2 位相差板 7 2 を通して分岐面 6 1 へ導光する。第 2 位相差板 7 2 は、映像光が往復して通過することによって、映像光の偏光状態を第 1 偏光状態から第 2 偏光状態に変更する。分岐面 6 1 は、第 2 位相差板 7 2 で第 2 偏光状態に変更された映像光を透過することによって、光を、開口部 5 0 へ導光する。このような構成により、光学系 1 をより小型化できる。

[0103] 複数の光学素子 3 0, 6 0 は、レンズ素子を含む。例えば、レンズ素子は、第 1 レンズ素子 3 3、第 2 レンズ素子 3 4 及び第 3 レンズ素子 3 5 を備える。第 1 レンズ素子 3 3 は、分岐面 6 1 とレンズアレイ素子 2 0 との間に配置される。第 2 レンズ素子 3 4 は、分岐面 6 1 と反射面 3 1 との間に配置される。第 3 レンズ素子 3 5 は、分岐面 6 1 と画像表示素子 4 0 との間に配置される。このような構成により、光の輝度分布を均一化できる。

[0104] 光学系 1 は、分岐面 6 1 と光源 1 0 との間に配置され、第 1 偏光を抽出する第 1 偏光子 8 1 を備える。また、光学系 1 は、分岐面 6 1 と開口部 5 0 との間に配置され、第 2 偏光を抽出する第 2 偏光子 8 2 を備える。このような構成により、不要光を削減できる。

[0105] なお、本実施形態では、レンズアレイ素子 2 0 の反射面側 (X 方向) から見たとき、光源 1 0、レンズアレイ素子 2 0 及び開口部 5 0 が、光学系 1 の高さ方向 (Z 方向) に一列に並んで配置されている例について説明したが、これに限定されない。

[0106] 図 7 は、変形例 1 における側面視の光学系 1 A の光路を説明するための概略図である。図 8 は、変形例 1 における平面視の光学系 1 A の光路を説明す

るための概略図である。図7及び図8に示すように、光学系1Aでは、レンズアレイ素子20の反射面側から見たとき、即ち、光学系1Aの幅方向(X方向)から見たとき、光源10及びレンズアレイ素子20は、光学系1Aの高さ方向(Z方向)に一直列に並んで配置されていてもよい。また、光源10側から見たとき、即ち、光学系1Aの高さ方向(Z方向)から見たとき、レンズアレイ素子20及び開口部50は、光学系1Aの奥行き方向(Y方向)に並んで配置されていてもよい。

[0107] このように、光学系1Aでは、光源10、レンズアレイ素子20及び開口部50が、光学系1Aの高さ方向(Z方向)から見たとき、L字状に並んで配置されていてもよい。このような光学系1Aの構成においても光学系1と同様の効果を奏することができる。

[0108] (実施形態2)

図9を参照して、実施形態2における光学系1Bについて説明する。図9は、実施形態2における側面視の光学系1Bの光路を説明するための概略図である。また、図9に示す矢印は、光線の進行方向を示す。なお、光の偏光状態については、後述する。

[0109] 実施形態2における光学系1Bでは、光源10から出射された光が分岐面61を透過してレンズアレイ素子20に入射する。レンズアレイ素子20で反射された光は分岐面61で反射し、光学素子30を通過して画像表示素子40に入射する。画像表示素子40で反射された映像光は、光学素子30を通過して分岐面61で反射され、開口部50に入射する。これらの点及び以下に説明する点以外の構成については、実施形態2における光学系1Bは実施形態1における光学系1と共通している。

[0110] 図9に示すように、光学系1Bにおいて、光源10は、光を出射する。光源10から出射された光は、分岐面61に入射する。分岐面61は、光源10の光のうち第1偏光を反射し、第2偏光を透過する。分岐面61は、透過した第2偏光状態の光をレンズアレイ素子20へ導光する。

[0111] レンズアレイ素子20は、レンズアレイ21が設けられた第1主面LS1

で光を受けて、反射面 2 2 が設けられた第 2 主面 L S 2 で反射し、第 1 主面 L S 1 から分岐面 6 1 へ導光する。このとき、レンズアレイ素子 2 0 から分岐面 6 1 へ進行する光は、第 1 偏光状態に変更されている。

[0112] レンズアレイ素子 2 0 で反射された光は、分岐面 6 1 で反射され、光学素子 3 0 で構成される投射光学系を通過して画像表示素子 4 0 に入射する。画像表示素子 4 0 は、入射した光を映像光に変換し、映像光を反射する。

[0113] 画像表示素子 4 0 で反射された映像光は、光学素子 3 0 で構成される投射光学系を通過して分岐面 6 1 へ進行する。映像光は、分岐面 6 1 で反射し、開口部 5 0 に入射する。

[0114] 光学系 1 B において、レンズアレイ素子 2 0 の反射面側から見たとき、即ち、光学系 1 B の幅方向 (X 方向) から見たとき、レンズアレイ素子 2 0、画像表示素子 4 0 及び開口部 5 0 は光学系 1 B の高さ方向 (Z 方向) に並んで配置されている。一方、光源 1 0 とレンズアレイ素子 2 0 とは光学系 1 B の幅方向 (X 方向) に重なっている。

[0115] 次に、光学系 1 B の光の偏光状態について図 1 0 を用いて説明する。

[0116] 図 1 0 は、実施形態 2 における平面視の光学系 1 B の光路を説明するための概略図である。

[0117] 図 1 0 に示すように、光源 1 0 から出射された光は、第 1 偏光子 8 1 を通過して分岐面 6 1 に入射する。第 1 偏光子 8 1 は、光源 1 0 から出射された光のうち第 2 偏光を透過し、第 2 偏光以外の光を遮断する。これにより、第 1 偏光子 8 1 を通過する光は、第 2 偏光状態となって分岐面 6 1 に入射する。

[0118] 分岐面 6 1 は、第 2 偏光状態の光を透過し、レンズアレイ素子 2 0 へ導光する。分岐面 6 1 を透過した光は、位相差板 7 1 を通過してレンズアレイ素子 2 0 に入射する。分岐面 6 1 を透過した光は、位相差板 7 1 を通過することによって第 2 偏光状態から第 3 偏光状態に変更される。これにより、レンズアレイ素子 2 0 へ入射する光は、第 3 偏光状態となる。

[0119] レンズアレイ素子 2 0 では、光は第 1 主面 L S 1 を通過して第 2 主面 L S 2 で反射される。反射された光は、第 1 主面 L S 1 を通過し、位相差板 7 1 を

通って分岐面 61 に入射する。レンズアレイ素子 20 で反射された光は、位相差板 71 を通ることによって第 3 偏光状態から第 1 偏光状態に変更される。

[0120] 第 1 偏光状態に変更された光は、分岐面 61 で反射され、光学素子 30 で構成された投射光学系を通して画像表示素子 40 に入射する。画像表示素子 40 は、光を映像光に変換し、反射する。

[0121] 画像表示素子 40 で反射された映像光は、投射光学系を通して分岐面 61 に入射する。映像光は、第 1 偏光状態であるため、分岐面 61 で反射される。分岐面 61 で反射された映像光は、第 2 偏光子 82 を通って開口部 50 から出射される。第 2 偏光子 82 は、映像光のうち第 1 偏光を透過し、第 1 偏光以外の光を遮断する。これにより、不要光を削減できる。

[0122] 次に、光学系 1B の構成の一例について図 11 を用いて説明する。

[0123] 図 11 は、実施形態 2 における側面視の光学系 1B の構成の一例を説明するための概略図である。図 11 では、投射光学系が反射面 31 を有する反射素子 32 及びレンズ素子 33～35 で構成される例、即ち、光学面が反射面 31 及びレンズ素子 33～35 で構成される例を示す。

[0124] 図 11 に示すように、光源 10 から出射された光は、第 1 偏光子 81 を通って分岐面 61 に入射する。第 1 偏光子 81 を通過した光は、第 2 偏光状態となって分岐面 61 に入射する。

[0125] 分岐面 61 は、第 2 偏光状態の光を透過し、レンズアレイ素子 20 へ導光する。分岐面 61 を透過した光は、第 1 レンズ素子 33 及び第 1 位相差板 71 を通ってレンズアレイ素子 20 に入射する。第 1 位相差板 71 を通過した光は、第 2 偏光状態から第 3 偏光状態に変更されて、レンズアレイ素子 20 に入射する。また、第 1 レンズ素子 33 を通過した光は、レンズアレイ素子 20 に向かって導光される。

[0126] レンズアレイ素子 20 では、光は第 1 主面 LS1 を通って第 2 主面 LS2 で反射される。反射された光は、第 1 主面 LS1 を通過し、第 1 位相差板 71 及び第 1 レンズ素子 33 を通って分岐面 61 に入射する。第 1 位相差板 71

1 を通過した光は、第 3 偏光状態から第 1 偏光状態に変更されて、分岐面 6 1 に入射する。また、第 1 レンズ素子 3 3 を通過した光は、分岐面 6 1 に向かって導光される。

[0127] 第 1 偏光状態に変更された光は、分岐面 6 1 で反射され、第 2 位相差板 7 2 及び第 2 レンズ素子 3 4 を通って反射素子 3 2 に入射する。第 2 位相差板 7 2 を通過した光は、第 1 偏光状態から第 3 偏光状態に変更され、第 2 レンズ素子 3 4 によって反射素子 3 2 の反射面 3 1 に向かって導光される。反射素子 3 2 に入射した光は、反射面 3 1 で反射される。

[0128] 反射面 3 1 で反射された光は、第 2 レンズ素子 3 4 及び第 2 位相差板 7 2 を通って分岐面 6 1 に入射する。第 2 レンズ素子 3 4 を通過した光は、分岐面 6 1 に向かって導光されるとともに、第 2 位相差板 7 2 を通過することで第 3 偏光状態から第 2 偏光状態に変更される。

[0129] 分岐面 6 1 は、第 2 偏光状態の光を透過し、画像表示素子 4 0 へ導光する。分岐面 6 1 を透過した光は、第 3 レンズ素子 3 5 を通って画像表示素子 4 0 に入射する。第 3 レンズ素子 3 5 を通過した光は、画像表示素子 4 0 に向かって導光される。画像表示素子 4 0 は、光を映像光に変換し、反射する。

[0130] 画像表示素子 4 0 で反射された映像光は、第 3 レンズ素子 3 5 を通って分岐面 6 1 に入射する。第 3 レンズ素子 3 5 を通過した映像光は、分岐面 6 1 に向かって導光される。映像光は、第 2 偏光状態であるため、分岐面 6 1 を透過し、反射素子 3 2 へ導光される。

[0131] 分岐面 6 1 を透過した映像光は、第 2 位相差板 7 2 及び第 2 レンズ素子 3 4 を通って反射素子 3 2 の反射面 3 1 に入射する。第 2 位相差板 7 2 を通過した映像光は、第 2 偏光状態から第 3 偏光状態に変更され、第 2 レンズ素子 3 4 によって反射面 3 1 に向かって導光される。反射面 3 1 は、映像光を反射し、分岐面 6 1 へ導光する。

[0132] 反射面 3 1 で反射された映像光は、第 2 レンズ素子 3 4 及び第 2 位相差板 7 2 を通って分岐面 6 1 に入射する。第 2 レンズ素子 3 4 を通過した映像光は、分岐面 6 1 に向かって導光されるとともに、第 2 位相差板 7 2 によって

第3偏光状態から第1偏光状態に変更される。

- [0133] 分岐面61は、第1偏光状態の映像光を反射し、開口部50へ導光する。分岐面61で反射された映像光は、第1レンズ素子33及び第2偏光子82を通過して開口部50に入射する。第1レンズ素子33を通過した映像光は、開口部50に向かって導光されるとともに、第2偏光子82によって第1偏光を抽出され、開口部50に入射する。これにより、不要光を削減できる。
- [0134] 光学系1Bにおいても、光学系1と同様に、複数の光学素子30及び偏光ビームスプリッタ60は、レンズアレイ素子20から出射された光を画像表示素子40に導光する第1順序と、画像表示素子40から出射された映像光を導光する第2順序と、が逆となるように構成されている。
- [0135] このように、光学系1Bでは、分岐面61は、光源10から出射された光のうち第2偏光状態の光を透過することによって、光を、第1位相差板71を通してレンズアレイ素子20へ導光する。レンズアレイ素子20は、光を反射することによって、光を、第1位相差板71を通して分岐面61へ導光する。第1位相差板71は、光が往復して通過することによって、光の偏光状態を第2偏光状態から第1偏光状態に変更する。分岐面61は、第1位相差板71で第1偏光状態に変更された光を反射することによって、光を、第2位相差板72を通して第2反射面31へ導光する。第2反射面31は、光を反射することによって、光を、第2位相差板72を通して分岐面61へ導光する。第2位相差板72は、光が往復して通過することによって、光の偏光状態を第1偏光状態から第2偏光状態に変更する。分岐面61は、第2位相差板72で第2偏光状態に変更された光を透過することによって、光を画像表示素子40へ導光する。画像表示素子40は、光を映像光に変換し、映像光を分岐面61へ導光する。分岐面61は、映像光を透過することによって、映像光を、第2位相差板72を通して第2反射面31へ導光する。第2反射面31は、映像光を反射することによって、映像光を、第2位相差板72を通して分岐面61へ導光する。第2位相差板72は、映像光が往復して通過することによって、映像光の偏光状態を第2偏光状態から第1偏光状態

に変更する。分岐面 61 は、第 2 位相差板 72 で第 1 偏光状態に変更された映像光を反射することによって、光を、開口部 50 へ導光する。

[0136] このような構成により、光学系 1B を小型化できる。また、光学部品の配置の自由度を向上できる。

[0137] なお、本実施形態では、光学系 1B において、レンズアレイ素子 20 の反射面側 (X 方向) から見たとき、レンズアレイ素子 20、画像表示素子 40 及び開口部 50 は光学系 1 の高さ方向 (Z 方向) に並んで配置されている例について説明したが、これに限定されない。

[0138] 図 12 は、変形例 2 における側面視の光学系 1C の光路を説明するための概略図である。図 12 に示すように、光学系 1C では、レンズアレイ素子 20 の反射面側から見たとき、即ち、光学系 1C の幅方向 (X 方向) から見たとき、レンズアレイ素子 20、画像表示素子 40 及び開口部 50 は、L 字状に並んで配置されていてもよい。このような光学系 1C の構成においても光学系 1B と同様の効果を奏することができる。

[0139] また、光学系 1B においては、第 1 レンズ素子 33 の位置、形状及び数は本実施形態に限定されない。

[0140] 図 13A~図 13E は、第 1 レンズ素子 33A~33E の別例を説明するための概略図である。

[0141] 図 13A に示すように、第 1 レンズ素子 33A は、レンズアレイ素子 20 と第 1 位相差板 71 との間、及び開口部 50 と第 2 偏光子 82 との間に配置されていてもよい。

[0142] 図 13B に示すように、第 1 レンズ素子 33B は、レンズアレイ素子 20 と第 1 位相差板 71 との間に配置されているが、開口部 50 と第 2 偏光子 82 との間に配置されていなくてもよい。

[0143] 図 13C に示すように、第 1 レンズ素子 33C は、開口部 50 と第 2 偏光子 82 との間に配置されているが、レンズアレイ素子 20 と第 1 位相差板 71 との間に配置されていなくてもよい。

[0144] 図 13D に示すように、第 1 レンズ素子 33D は、2 つのレンズ素子 33

D A, 3 3 D Bを含んでいてもよい。レンズ素子3 3 D Aは、レンズアレイ素子2 0と第1位相差板7 1との間に配置されているが、開口部5 0と第2偏光子8 2との間に配置されていなくてもよい。レンズ素子3 3 D Bは、開口部5 0と第2偏光子8 2との間に配置されているが、レンズアレイ素子2 0と第1位相差板7 1との間に配置されていなくてもよい。

[0145] 図1 3 Eに示すように、第1レンズ素子3 3 Eは、レンズアレイ素子2 0と第1位相差板7 1との間、及び開口部5 0と第2偏光子8 2との間に配置された自由曲面レンズであってもよい。

[0146] 図1 3 A～図1 3 Eに示すような例であっても、実施形態1の光学系1及び実施形態2の光学系1 Bの効果を奏することができる。また、レンズ素子3 3の形状、数、配置などを工夫することによって、光学系1 Bにおいて更なる小型化、光学性能の向上及び輝度の均一化を実現できる。

[0147] 図1 3 A～図1 3 Eに示す例では、第1レンズ素子3 3 A～3 3 Eの別例を説明したが、第2レンズ素子3 4又は第3レンズ素子3 5の形状、数、配置についても、第1レンズ素子3 3と同様に任意の構成に変更されてもよい。

[0148] (実施形態3)

図1 4～図1 7を参照して、実施形態3における光学系1 Dについて説明する。図1 4は、実施形態3における側面視の光学系1 Dの概略図である。図1 5は、実施形態3における平面視の光学系1 Dの概略図である。図1 6は、図1 4に示す光学系1 DをA-A線で切断した概略断面図である。図1 7は、図1 4に示す光学系1 DをB-B線で切断した概略断面図である。なお、図1 6及び図1 7では、光路と光の偏光状態を矢印で示している。

[0149] 実施形態3における光学系1 Dでは、キューブ形状の偏光ビームスプリッタ(PBS)6 0を用いている。第1レンズ素子3 3が配置されておらず、第2レンズ素子3 4及び第3レンズ素子3 5が配置されている。第2レンズ素子3 4に反射面3 1が設けられており、反射素子3 2が配置されていない。これらの点及び以下に説明する点以外の構成については、実施形態3にお

ける光学系 1 D は実施形態 1 における光学系 1 と共通している。

[0150] 光学系 1 D の構成について説明する。

[0151] 図 1 4 ~ 図 1 7 に示すように、光学系 1 D において、偏光ビームスプリッタ (PBS) 6 0 はキューブ形状を有している。例えば、偏光ビームスプリッタ 6 0 は、光源 1 0、レンズアレイ素子 2 0 及び画像表示素子 4 0 を含む断面において、第 1 面 P S 1 ~ 第 4 面 P S 4 を有する。第 1 面 P S 1 は第 3 面 P S 3 と対向し、第 2 面 P S 2 は第 4 面 P S 4 と対向する。また、第 1 面 P S 1 及び第 3 面 P S 3 は、第 2 面 P S 2 及び第 4 面 P S 4 と直交する。偏光ビームスプリッタ 6 0 の内部には、第 1 面 P S 1 ~ 第 4 面 P S 4 と交差する方向に沿って分岐面 6 1 が配置されている。

[0152] 光学系 1 D において、偏光ビームスプリッタ 6 0 の第 1 面 P S 1 側に光源 1 0 及び第 1 偏光子 8 1 が配置されている。第 2 面 P S 2 側には、レンズアレイ素子 2 0、開口部 5 0、第 1 位相差板 7 1 及び第 2 偏光子 8 2 が配置されている。第 3 面 P S 3 側には、第 3 レンズ素子 3 5 及び画像表示素子 4 0 が配置されている。第 4 面 P S 4 側には、第 2 レンズ素子 3 4 及び第 2 位相差板 7 2 が配置されている。

[0153] 第 1 偏光子 8 1 は、偏光ビームスプリッタ 6 0 の第 1 面 P S 1 と、光源 1 0 と、の間に配置されている。第 1 偏光子 8 1 は、偏光ビームスプリッタ 6 0 の第 1 面 P S 1 に密接して配置されている。

[0154] 第 1 位相差板 7 1 は、偏光ビームスプリッタの 6 0 第 2 面 P S 2 と、レンズアレイ素子 2 0 と、の間に配置されているが、第 2 面 P S 2 と開口部 5 0 との間に配置されていない。第 2 偏光子 8 2 は、第 2 面 P S 2 と開口部 5 0 との間に配置されているが、第 2 面 P S 2 とレンズアレイ素子 2 0 との間に配置されていない。第 1 位相差板 7 1 及び第 2 偏光子 8 2 は、偏光ビームスプリッタ 6 0 の第 2 面 P S 2 に密接して配置されている。

[0155] 第 3 レンズ素子 3 5 は、偏光ビームスプリッタ 6 0 の第 3 面 P S 3 と画像表示素子 4 0 との間に配置されている。

[0156] 第 2 位相差板 7 2 は、偏光ビームスプリッタ 6 0 の第 4 面 P S 4 と、第 2

レンズ素子34と、の間に配置されている。第2位相差板72は、偏光ビームスプリッタ60の第4面PS4に密接して配置されている。

[0157] 第2レンズ素子34には、反射面31が設けられており、第2レンズ素子34が反射素子の機能を兼ねている。

[0158] 次に、光学系1Dの光路と光の偏光状態とを説明する。

[0159] 図16に示すように、光源10から出射された光は、第1偏光子81を通過して偏光ビームスプリッタ60の第1面PS1に入射する。光源10から出射される光はランダム光であり、第1偏光子81を通過することによって第1偏光が抽出される。これにより、第1偏光状態の光が第1面PS1から偏光ビームスプリッタ60の内部に入射する。

[0160] 第1面PS1から入射した第1偏光状態の光は、分岐面61で反射され、第2面PS2から出射される。第2面PS2から出射された光は、第1位相差板71を通過してレンズアレイ素子20に入射する。レンズアレイ素子20は、光を反射する。レンズアレイ素子20で反射された光は、第1位相差板71を再び通過して第2面PS2から偏光ビームスプリッタ60の内部に入射する。このとき、光は第1位相差板71を2回通過することによって、第1偏光状態から第2偏光状態に変更される。このため、第2面PS2から入射する光は、第2偏光状態となっている。

[0161] 第2面PS2から入射した第2偏光状態の光は、分岐面61を透過し、第4面PS4から出射される。第4面PS4から出射された光は、第2位相差板72を通過して第2レンズ素子34に入射する。第2レンズ素子34には反射面31が設けられている。このため、第2レンズ素子34に入射した光は、集光されると共に反射面31によって反射される。反射面31で反射された光は、第2位相差板72を再び通過して第4面PS4から偏光ビームスプリッタ60の内部に入射する。このとき、光は第2位相差板72を2回通過することによって、第2偏光状態から第1偏光状態に変更される。このため、第4面PS4から入射する光は、第1偏光状態となっている。

[0162] 第4面PS4から入射した第1偏光状態の光は、分岐面61で反射され、

第3面PS3から出射される。第3面PS3から出射された光は、第3レンズ素子35を通して画像表示素子40に入射する。

[0163] 図17に示すように、画像表示素子40は、入射光を映像光に変換して反射する。画像表示素子40は、映像として投射されるON光と、映像として投射されないOFF光と、を出力する。画像表示素子40は、ON光を第1偏光状態から第2偏光状態に変更し、OFF光を第1偏光状態に維持する。

[0164] 画像表示素子40から出射された光は、第3レンズ素子35を通して第3面PS3から偏光ビームスプリッタ60の内部に入射する。第3面PS3から入射した光は、分岐面61に入射する。ON光は、第2偏光状態であるため、分岐面61で反射され、第4面PS4から出射される。OFF光は、第1偏光状態であるため、分岐面61を透過し、第1面PS1から出射される。

[0165] 第4面PS4から出射された光は、第2位相差板72を通して第2レンズ素子34に入射する。また、第2レンズ素子34に入射した光は、反射面31によって反射され、第2位相差板72を通して第4面PS4から偏光ビームスプリッタ60に入射する。このとき、光は第2位相差板72を2回通過することによって、第1偏光状態から第2偏光状態に変更される。このため、第4面PS4から入射する光は、第2偏光状態となっている。

[0166] 第4面PS4から入射する第2偏光状態の光は、分岐面61を透過し、第2面PS2から出射される。第2面PS2から出射された光は、第2偏光子82を通して第2偏光を抽出された後、開口部50から出射される。

[0167] このように、光学系1Dでは、キューブ形状の偏光ビームスプリッタ60の周囲に光源10やレンズアレイ素子20等を配置し、光学部品の配置スペースを小さくすることができる。これにより、光学系1Dの小型化を実現できる。

[0168] また、第2レンズ素子34に反射面31を設けることによって、反射素子を別途設けることなく光を反射することができる。これにより、反射素子を配置するスペースを省略し、光学系1Dをより小型化できる。

[0169] (実施形態4)

図18～図21を参照して、実施形態4における光学系1Eについて説明する。図18は、実施形態4における側面視の光学系1Eの概略図である。図19は、実施形態4における平面視の光学系1Eの概略図である。図20は、図18に示す光学系1EをC-C線で切断した概略断面図である。図21は、図18に示す光学系1EをD-D線で切断した概略断面図である。なお、図20及び図21では、光路と光の偏光状態を矢印で示している。

[0170] 実施形態4における光学系1Eでは、キューブ形状の偏光ビームスプリッタ(PBS)60を用いている。第1レンズ素子33及び第2レンズ素子34が配置されているが、第3レンズ素子35が配置されていない。第2レンズ素子34に反射面31が設けられており、反射素子32が配置されていない。これらの点及び以下に説明する点以外の構成については、実施形態4における光学系1Eは実施形態2における光学系1Bと共通している。

[0171] 光学系1Eの構成について説明する。

[0172] 図18～図21に示すように、光学系1Eにおいて、偏光ビームスプリッタ(PBS)60はキューブ形状を有している。実施形態4の偏光ビームスプリッタ60は、実施形態3の偏光ビームスプリッタ60と同様であるため、説明を省略する。

[0173] 光学系1Dにおいて、偏光ビームスプリッタ60の第1面PS1側に第2レンズ素子34及び第2位相差板72が配置されている。第2面PS2側には、レンズアレイ素子20、第1レンズ素子33、開口部50、第1位相差板71及び第2偏光子82が配置されている。第3面PS3側には、画像表示素子40が配置されている。第4面PS4側には、光源10及び第1偏光子81が配置されている。

[0174] 第1偏光子81は、偏光ビームスプリッタ60の第4面PS4と、光源10と、の間に配置されている。第1偏光子81は、偏光ビームスプリッタ60の第4面PS4に密接して配置されている。

[0175] 第1位相差板71は、偏光ビームスプリッタの60第2面PS2と、レン

ズアレイ素子20と、の間に配置されているが、第2面PS2と開口部50との間に配置されていない。第2偏光子82は、第2面PS2と開口部50との間に配置されているが、第2面PS2とレンズアレイ素子20との間に配置されていない。第1位相差板71及び第2偏光子82は、偏光ビームスプリッタ60の第2面PS2に密接して配置されている。

[0176] 第1レンズ素子33は、レンズアレイ素子20と第1位相差板71との間、及び開口部50と第2偏光子82との間に跨って配置されている。

[0177] 第2位相差板72は、偏光ビームスプリッタ60の第1面PS1と、第2レンズ素子34と、の間に配置されている。第2位相差板72は、偏光ビームスプリッタ60の第1面PS1に密接して配置されている。

[0178] 第2レンズ素子34には、反射面31が設けられており、第2レンズ素子34が反射素子の機能を兼ねている。

[0179] 次に、光学系1Eの光路と光の偏光状態とを説明する。

[0180] 図20に示すように、光源10から出射された光は、第1偏光子81を通過して偏光ビームスプリッタ60の第4面PS4に入射する。光源10から出射される光はランダム光であり、第1偏光子81を通過することによって第2偏光が抽出される。これにより、第2偏光状態の光が第4面PS4から偏光ビームスプリッタ60の内部に入射する。

[0181] 第4面PS4から入射した第2偏光状態の光は、分岐面61を透過し、第2面PS2から出射される。第2面PS2から出射された光は、第1位相差板71及び第1レンズ素子33を通過してレンズアレイ素子20に入射する。レンズアレイ素子20は、光を反射する。レンズアレイ素子20で反射された光は、第1位相差板71及び第1レンズ素子33を再び通過して第2面PS2から偏光ビームスプリッタ60の内部に入射する。このとき、光は第1位相差板71を2回通過することによって、第2偏光状態から第1偏光状態に変更される。このため、第2面PS2から入射する光は、第1偏光状態となっている。

[0182] 第2面PS2から入射した第1偏光状態の光は、分岐面61で反射され、

第1面PS1から出射される。第1面PS1から出射された光は、第2位相差板72を通過して第2レンズ素子34に入射する。第2レンズ素子34には反射面31が設けられている。このため、第2レンズ素子34に入射した光は、集光されると共に反射面31によって反射される。反射面31で反射された光は、第2位相差板72を再び通過して第1面PS1から偏光ビームスプリッタ60の内部に入射する。このとき、光は第2位相差板72を2回通過することによって、第1偏光状態から第2偏光状態に変更される。このため、第1面PS1から入射する光は、第2偏光状態となっている。

[0183] 第1面PS1から入射した第2偏光状態の光は、分岐面61を透過し、第3面PS3から出射される。第3面PS3から出射された光は、画像表示素子40に入射する。

[0184] 図21に示すように、画像表示素子40は、入射光を映像光に変換して反射する。画像表示素子40は、映像として投射されるON光と、映像として投射されないOFF光と、を出力する。画像表示素子40は、ON光を第2偏光状態に維持し、OFF光を第2偏光状態から第1偏光状態に変更する。

[0185] 画像表示素子40から出射された光は、第3面PS3から偏光ビームスプリッタ60の内部に入射する。第3面PS3から入射した光は、分岐面61に入射する。ON光は、第2偏光状態であるため、分岐面61を透過し、第1面PS1から出射される。OFF光は、第1偏光状態であるため、分岐面61で反射され、第4面PS4から出射される。

[0186] 第1面PS1から出射された光は、第2位相差板72を通過して第2レンズ素子34に入射する。また、第2レンズ素子34に入射した光は、反射面31によって反射され、第2位相差板72を通過して第1面PS1から偏光ビームスプリッタ60に入射する。このとき、光は第2位相差板72を2回通過することによって、第2偏光状態から第1偏光状態に変更される。このため、第1面PS1から入射する光は、第1偏光状態となっている。

[0187] 第1面PS1から入射する第1偏光状態の光は、分岐面61で反射され、第2面PS2から出射される。第2面PS2から出射された光は、第2偏光

子82及び第1レンズ素子33を通して第1偏光を抽出されて不要光を削減された後、開口部50に入射する。

[0188] このように、光学系1Eでは、キューブ形状の偏光ビームスプリッタ60の周囲に光源10やレンズアレイ素子20等を配置し、光学部品の配置スペースを小さくすることができる。これにより、光学系1Eの小型化を実現できる。

[0189] (実施形態5)

図22～図25を参照して、実施形態5における光学系1Fについて説明する。図22は、実施形態5における光学系1Fを光源側から見た概略図である。図23は、実施形態5における光学系1Fを第1光学系2の反射面側から見た概略図である。図24は、図22に示す光学系1FをE-E線で切断した概略断面図である。図25は、図22に示す光学系1FをF-F線で切断した概略断面図である。なお、図24及び図25では、光路と光の偏光状態を矢印で示している。

[0190] 実施形態5における光学系1Fは、第1光学系2、第2光学系3及び第3光学系4を含む。第1光学系2は、第2光学系3と第3光学系4との間に配置され、第2光学系3と第3光学系4に光を出射する。第2光学系3及び第3光学系4は、第1光学系2からの光を受けて映像光に変換して出射する。

[0191] 光学系1Fの構成について説明する。

[0192] 図22～図25に示すように、第1光学系2は、光源10、偏光ビームスプリッタ100、反射素子110及び位相差板120を備える。

[0193] 光源10は、実施形態1の光源10と同様である。第1光学系2～第3光学系4の並ぶ方向(X方向)から見て、光源10は、第2光学系3及び第3光学系4のレンズアレイ素子20及び開口部50が配置される側と同じ側に配置されている。

[0194] 偏光ビームスプリッタ100は、ランダム偏光を第1偏光状態の第1光と第2偏光状態の第2光とに分岐し、第1光を第1方向に導光し、第2光を第1方向と異なる第2方向に導光する。偏光ビームスプリッタ100は、ラン

ダム偏光を第1光と第2光とに分岐する分岐面101を含む。

- [0195] 分岐面101は、第1偏光を反射し、第2偏光を透過する。分岐面101は、ランダム偏光のうち第1偏光を反射して得られる第1偏光状態の第1光と、ランダム偏光のうち第2偏光を透過して得られる第2偏光状態の第2光と、に分岐する。分岐面101は、偏光ビームスプリッタ100の内部に設けられている。
- [0196] 偏光ビームスプリッタ100は、例えば、キューブ形状を有している。例えば、偏光ビームスプリッタ100は、光源10と第2光学系3及び第3光学系4を含む断面において第1面PS11～第4面～PS14を有する。第1面PS11は第3面PS13と対向し、第2面PS12は第4面PS14と対向する。また、第1面PS11及び第3面PS13は、第2面PS12及び第4面PS14と直交する。
- [0197] 偏光ビームスプリッタ100の第1面PS11側には光源10が配置されている。第2面PS12側には第2光学系3が配置されている。第3面PS13側には反射素子110及び位相差板120が配置されている。第4面PS14側には第3光学系4が配置されている。
- [0198] 偏光ビームスプリッタ100の第1面PS11は、光源10からのランダム偏光が入射する入射面である。第2面PS12は、第1光を出射する出射面である。第4面PS14は、第2光を出射する出射面である。
- [0199] 反射素子110は、光を反射する光学素子である。反射素子110は、光を反射する反射面を有する。反射素子110は、偏光ビームスプリッタ100の第3面PS13側において、分岐面101を透過した第2光の光路上に配置されている。また、反射素子110は、偏光ビームスプリッタ100の第3面PS13から離れて配置されており、位相差板120に近接配置される。例えば、反射素子110は、位相差板120から0.05mm以上2.0mm以下の範囲に配置されている。
- [0200] 反射素子110の反射面は、分岐面101から分岐された第2光を反射する。具体的には、反射面は、第2光を反射して再び分岐面101へ導光する

- 。
- [0201] 反射素子 110 の反射面は、偏光ビームスプリッタ 100 の第 3 面 PS13 と面する側に設けられている。
- [0202] 例えば、反射素子 110 は、曲面を有するミラー又はレンズを用いることができる。あるいは、反射素子 110 の反射面は、平面であってもよい。
- [0203] 位相差板 120 は、偏光の偏光状態を変更する。位相差板 120 は、偏光ビームスプリッタ 100 と反射素子 110 との間に配置される。
- [0204] 位相差板 120 は、実施形態 1 の位相差板 71 と同様である。
- [0205] 第 2 光学系 3 及び第 3 光学系 4 は、光源 10 を有していない点を除いて実施形態 3 における光学系 1D と同様である。第 2 光学系 3 及び第 3 光学系 4 は、第 1 光学系 2 を間に挟んで対称に配置されている。本実施形態では、第 2 光学系 3 は第 1 方向に配置され、第 3 光学系 4 は第 2 方向に配置されている。
- [0206] 第 2 光学系 3 及び第 3 光学系 4 は、第 1 光学系 2 に密接して配置されている。具体的には、第 2 光学系 3 の偏光ビームスプリッタ 60 の第 1 面 PS1 が、第 1 偏光子 81 を介して第 1 光学系 2 の偏光ビームスプリッタ 100 の第 2 面 PS12 に密接して配置されている。第 3 光学系 4 の偏光ビームスプリッタ 60 の第 1 面 PS1 が、第 1 偏光子 81 を介して第 1 光学系 2 の偏光ビームスプリッタ 100 の第 4 面 PS14 に密接して配置されている。
- [0207] 次に、光学系 1F の光路及び光の偏光状態について説明する。
- [0208] 図 24 に示すように、第 1 光学系 2 において、光源 10 から出射された光は、偏光ビームスプリッタ 100 の第 1 面 PS11 に入射する。第 1 面 PS11 から入射した光は、分岐面 101 に入射する。
- [0209] 光源 10 から出射された光はランダム偏光である。このため、分岐面 101 は、ランダム偏光のうち第 1 偏光を反射して得られる第 1 偏光状態の第 1 光と、ランダム偏光のうち第 2 偏光を透過して得られる第 2 偏光状態の第 2 光と、に分岐する。
- [0210] 分岐面 101 で反射された第 1 光は、第 1 方向に位置する第 2 光学系 3 に

入射する。具体的には、第1光は、第1光学系2の偏光ビームスプリッタ100の第2面PS12から出射され、第2光学系3における偏光ビームスプリッタ60の第1面PS1に入射する。第2光学系3は、第1光を受けて映像光に変換し、映像光を投射する。なお、第2光学系3の光路及び光の偏光状態については、実施形態3と同様であるため説明を省略する。

[0211] 分岐面101を透過した第2光は、偏光ビームスプリッタ100の第3面PS13から出射され、位相差板120を通過して反射素子110に入射する。反射素子110に入射した第2光は、反射面で反射され、再び位相差板120を通過して偏光ビームスプリッタ100の第3面PS13に入射する。第2光は、位相差板120を2回通ることによって、 $\lambda/2$ の位相差が与えられ、第2偏光状態から第1偏光状態に変更される。

[0212] 第3面PS13に入射した第1偏光状態の第2光は、分岐面101に入射する。分岐面101は、第2光を反射する。分岐面101で反射された第2光は、第2方向に位置する第3光学系4に入射する。具体的には、第2光は、第1光学系2の偏光ビームスプリッタ100の第4面PS14から出射され、第3光学系4における偏光ビームスプリッタ60の第1面PS1に入射する。第3光学系4は、第2光を受けて映像光に変換し、映像光を投射する。なお、第3光学系4の光路及び光の偏光状態については、実施形態3と同様であるため説明を省略する。

[0213] このように、光学系1Fでは、第1光と第2光とを出射する第1光学系2と、第1光学系2から出射された第1光が入射する第2光学系3と、第1光学系2から出射された第2光が入射する第3光学系4と、を備える。第1光学系2は、光源10と、偏光ビームスプリッタ100と、反射素子110と、位相差板120と、を含む。光源10は、ランダム偏光をコリメートして出射する。偏光ビームスプリッタ100は、ランダム偏光のうち第1偏光を反射して得られる第1偏光状態の第1光と、ランダム偏光のうち第2偏光を透過して得られる第2偏光状態の第2光と、に分岐する分岐面を含む。反射素子110は、分岐面101から分岐された第2光を反射する反射面を含む

。位相差板 120 は、偏光ビームスプリッタ 100 と反射素子 110 との間に配置される。分岐面 101 は、第 1 光を第 2 光学系 3 に導光する。位相差板 120 は、第 2 光を第 2 偏光状態から第 1 偏光状態に変更する。分岐面 101 は、第 1 偏光状態に変更された第 2 光を反射して第 3 光学系 4 に導光する。

[0214] このような構成により、光源 10 の光の利用効率を向上させつつ、光学系 1 F の小型化を実現できる。具体的には、第 1 光学系 2 は、光源 10 からのランダム偏光を偏光ビームスプリッタ 100 の分岐面 101 によって第 1 偏光状態の第 1 光と第 2 偏光状態の第 2 光とに分岐する。第 1 光は、分岐面 101 によって導光され、第 1 方向に位置する第 2 光学系 3 に入射する。第 2 光は、反射素子 110 及び位相差板 120 を用いて、第 2 偏光状態から第 1 偏光状態に変更される。第 1 偏光状態に変更された第 2 光は、分岐面 101 によって導光され、第 2 方向に位置する第 3 光学系 4 に入射する。

[0215] 一般的に、偏光状態を揃えた 2 つの光を出力する光学系では、2 つの光源を使用している。このため、光学系の小型化が難しい場合がある。本実施形態における光学系 1 F では、1 つの光源 10 からのランダム偏光を第 1 光及び第 2 光に分岐して偏光状態を揃えて出力する。第 1 光及び第 2 光を出力するための光源 10 を共通化できるため、光源 10 の光の利用効率を向上させつつ、光学系 1 F の小型化を実現できる。また、光学系 1 F の製造コストを低減できる。

[0216] また、光学系 1 F においては、第 2 光の偏光状態を反射素子 110 及び位相差板 120 を用いて第 1 光と同じになるように変更している。これにより、光源 10 の光の利用効率が向上する。なお、一般的には、偏光ビームスプリッタを用いてランダム光を分岐する光学系においては、投射光学系に入射する光を抽出し、その他の光を破棄するものが多い。本実施形態における光学系 1 F では、第 2 光を破棄せずに、偏光状態を変更して活用することによって、光の利用効率を向上させている。

[0217] なお、本実施形態では、第 2 光学系 3 及び第 3 光学系 4 が実施形態 3 の光

学系 1 D である例について説明したが、これに限定されない。

[0218] 図 26 は、変形例 3 における光学系 1 G を光源側から見た概略図である。図 27 は、変形例 3 における光学系 1 G を反射面側から見た概略図である。図 28 は、図 26 に示す光学系 1 G を G-G 線で切断した概略断面図である。図 29 は、図 26 に示す光学系 1 G を H-H 線で切断した概略断面図である。なお、図 28 及び図 29 では、光路と光の偏光状態を矢印で示している。

[0219] 図 26～図 29 に示すように、光学系 1 G において、第 2 光学系 3 A 及び第 3 光学系 4 A は、実施形態 4 の光学系 1 E であってもよい。

[0220] 本実施形態では、第 1 光学系 2 において、第 1 光学系 2～第 3 光学系 4 の並ぶ方向 (X 方向) から見て、光源 10 が第 2 光学系 3 及び第 3 光学系 4 のレンズアレイ素子 20 及び開口部 50 が配置される側と同じ側に配置される例について説明したが、これに限定されない。

[0221] 図 30～図 32 は、実施形態 5 における光源 10 の配置の別例を説明するための概略図である。

[0222] 図 30 に示すように、開口部 50 及びレンズアレイ素子 20 を含む平面において、開口部 50 側に光源 10 を配置してもよい。第 1 光学系 2～第 3 光学系 4 の並ぶ方向 (X 方向) から見て、光源 10 は、レンズアレイ素子 20 と開口部 50 とが並ぶ方向と平行な方向 (Y 方向) に配置され、且つレンズアレイ素子 20 よりも開口部 50 の近くに配置されてもよい。

[0223] 図 31 に示すように、開口部 50 及びレンズアレイ素子 20 と対面する側に光源 10 を配置してもよい。第 1 光学系 2～第 3 光学系 4 の並ぶ方向 (X 方向) から見て、光源 10 は、開口部 50 及びレンズアレイ素子 20 と反対側の反射面 31 側に配置されてもよい。

[0224] 図 32 に示すように、開口部 50 及びレンズアレイ素子 20 を含む平面において、レンズアレイ素子 20 側に光源 10 を配置してもよい。第 1 光学系 2～第 3 光学系 4 の並ぶ方向 (X 方向) から見て、光源 10 は、レンズアレイ素子 20 と開口部 50 とが並ぶ方向と平行な方向 (Y 方向) に配置され、且

つ開口部50よりもレンズアレイ素子20の近くに配置されてもよい。

- [0225] このように、光源10の配置の自由度を向上できる。これにより、光学系1Gをより小型化できる。
- [0226] 本実施形態では、第2光学系3及び第3光学系4が第1光学系2に密接して配置される例について説明したが、これに限定されない。
- [0227] 図33は、変形例4における光学系1Hの概略断面図である。図33に示すように、光学系1Hでは、第2光学系3は、第1光学系2から第1距離D1離れた位置に配置されていてもよい。また、第3光学系4は、第1光学系2から第2距離D2離れた位置に配置されていてもよい。これらの点及び以下に説明する点以外の構成については、変形例4の光学系1Hは実施形態5の光学系1Fと共通している。
- [0228] 第1距離D1は、第1光学系2の偏光ビームスプリッタ100と第2光学系3との間の距離である。具体的には、第1距離D1は、第1光学系2の偏光ビームスプリッタ100の第2面PS12から第2光学系3を構成する光学素子のうち最も第2面PS12に近い位置に配置される光学素子までの距離である。変形例4では、第1距離D1は、第1光学系2の偏光ビームスプリッタ100の第2面PS12から第2光学系3の第1偏光子81までの距離である。
- [0229] 第2距離D2は、第1光学系2の偏光ビームスプリッタ100と第3光学系4との間の距離である。具体的には、第2距離D2は、第1光学系2の偏光ビームスプリッタ100の第4面PS14から第3光学系4を構成する光学素子のうち最も第4面PS14に近い位置に配置される光学素子までの距離である。変形例4では、第2距離D2は、第1光学系2の偏光ビームスプリッタ100の第4面PS14から第3光学系4の第1偏光子81までの距離である。
- [0230] 第1距離D1及び第2距離D2は、第2光学系3へ入射する第1光と第3光学系4に入射する第2光とが略同じ輝度分布となるように設定されている。具体的には、光源10から出射された光が第2光学系3に入射するまでの

光路の長さ、光源 10 から出射された光が第 3 光学系 4 に入射するまでの光路の長さ、が略同じになるように第 1 距離 D1 及び第 2 距離 D2 が設定される。

[0231] 第 1 光学系 2 の偏光ビームスプリッタ 100 内においては、第 1 光は、分岐面 101 で反射された後、第 2 面 PS12 から出射される。一方、第 2 光は、分岐面 101 を透過した後、反射素子 110 の反射面で反射され、さらに分岐面 101 で反射されてから第 4 面 PS14 から出射される。このように、第 1 光学系 2 の偏光ビームスプリッタ 100 内において、第 2 光の光路は第 1 光の光路と比べて長くなっている。このため、第 2 距離 D2 が第 1 距離 D1 より小さく設定されることによって、第 2 光学系 3 へ入射する第 1 光と第 3 光学系 4 に入射する第 2 光とを略同じ輝度分布にすることができる。

[0232] 図 34 は、変形例 5 における光学系 1 I の概略断面図である。図 34 に示すように、光学系 1 I では、第 1 光学系 2 と第 2 光学系 3 との間に第 4 レンズ素子 130 が配置されていてもよい。また、第 1 光学系 2 と第 3 光学系 4 との間に第 5 レンズ素子 131 が配置されていてもよい。これらの点及び以下に説明する点以外の構成については、変形例 5 の光学系 1 G は変形例 4 の光学系 1 H と共通している。

[0233] 第 4 レンズ素子 130 は、第 1 光学系 2 の偏光ビームスプリッタ 100 から出射される第 1 光の光路上に配置されている。第 4 レンズ素子 130 は、第 1 光学系 2 の偏光ビームスプリッタ 100 と第 2 光学系 3 との間に配置されている。第 4 レンズ素子 130 は、第 1 光を集光する。

[0234] 第 5 レンズ素子 131 は、第 1 光学系 2 の偏光ビームスプリッタ 100 から出射される第 2 光の光路上に配置されている。第 5 レンズ素子 131 は、第 1 光学系 2 の偏光ビームスプリッタ 100 と第 3 光学系 4 との間に配置されている。第 5 レンズ素子 131 は、第 2 光を集光する。

[0235] 例えば、第 4 レンズ素子 130 及び第 5 レンズ素子 131 は、リレーレンズである。また、第 4 レンズ素子 130 と第 5 レンズ素子 131 とは、異なるリレーレンズを用いている。例えば、第 4 レンズ素子 130 の屈折力は、

第5レンズ素子131の屈折力よりも大きい。

[0236] このような構成により、第2光学系3に入射する第1光を第4レンズ素子130によって集光し、第1光の輝度分布をより均一化できる。また、第3光学系4に入射する第2光を第5レンズ素子131によって集光し、第2光の輝度分布をより均一化できる。

[0237] また、第4レンズ素子130の屈折力を第5レンズ素子131の屈折力よりも大きくすることによって、第1光学系2と第2光学系3との間の第1距離D1を第1光学系2と第3光学系4との間の第2距離D2と同等まで小さくできる。これにより、光学系11をより小型化できる。

[0238] 実施形態5における光学系1Fを備える投射型映像表示装置の例として、ヘッドマウントディスプレイを説明する。

[0239] 図35は、実施形態5の光学系1Fを備えるヘッドマウントディスプレイ200を説明するための概略図である。図35に示すように、光学系1Fは、ヘッドマウントディスプレイ200に適用されてもよい。ヘッドマウントディスプレイ200は、光学系1F、筐体フレーム5、第1表示画面6及び第2表示画面7を備える。第1表示画面6及び第2表示画面7は、例えば、第2光学系3及び第3光学系4からの映像光をユーザの目に導光する光学デバイス等を含む。また、外界と映像を重畳する構成として、透過型の光学材料に回折構造を有する導光板などが用いられてもよい。

[0240] 筐体フレーム5は、眼鏡形状のフレームである。例えば、筐体フレーム5は、前面フレーム5aと、前面フレーム5aの両サイドから延びる支持フレーム5bと、を含む。ヘッドマウントディスプレイ200をユーザが装着した状態では、前面フレーム5aはユーザの目の前に配置され、支持フレーム5bはユーザの耳で支持される。

[0241] 前面フレーム5aの中央内部には、光学系1Fが収納されている。また、前面フレーム5aは、光学系1Fを間に挟んで第1表示画面6と第2表示画面7とが配置されている。ヘッドマウントディスプレイ200をユーザが装着した状態では、第1表示画面6及び第2表示画面7はユーザの目の前に配

置される。

[0242] 第1表示画面6には、第2光学系3から投射された映像が表示される。第2表示画面7には、第3光学系4から投射された映像が表示される。

[0243] このように、ヘッドマウントディスプレイ200は、光学系1Fが光を投射する、ユーザの右目用の画像を投射する第2光学系3と、ユーザの左目用の画像を投射する第3光学系4と、を備える。

[0244] なお、ヘッドマウントディスプレイ200は、眼鏡タイプに限定されない。例えば、ヘッドマウントディスプレイ200は、支持フレームを有さず、頭部に装着する構成をとってもよい。

[0245] (他の実施形態)

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、上記実施形態を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施形態にも適用可能である。そこで、以下、他の実施形態を例示する。

[0246] 実施形態1～5では、画像表示素子40を備える光学系1～11について説明した。しかし、画像表示素子40は必須でなくてもよい。

[0247] 実施形態1～5では、レンズアレイ素子20を用いた光学系1～11において、レンズアレイ素子20と開口部50とが光学的共役関係にある例について説明した。しかし、レンズアレイ素子20は、レンズアレイ素子20と開口部50とが光学的共役関係にない光学系に用いられてもよい。

[0248] 実施形態1～5では、第1レンズ素子33～第3レンズ素子35、第4レンズ素子130及び第5レンズ素子131は、1枚のレンズからなる例について説明をした。しかし、第1レンズ素子33～第3レンズ素子35、第4レンズ素子130及び第5レンズ素子131は、複数枚のレンズ素子で構成されてもよい。また、第1レンズ素子33～第3レンズ素子35、第4レンズ素子130及び第5レンズ素子131は、硝子材料で構成されてもよく、樹脂材料で構成されてもよい。硝子材料を用いれば信頼性が向上し、また、樹脂材料を用いれば、コストを抑えることができる。また、第1レンズ素子

33～第3レンズ素子35は、複数枚のレンズによる接合レンズであってもよい。また、第1レンズ素子33～第3レンズ素子35は、複数枚のレンズで構成されてもよい。複数枚のレンズの中には、接合レンズが含まれてもよい。

[0249] 実施形態1～4では、光源10がランダム偏光を出射する例について説明した。しかし、光源10から出射する光はランダム偏光に限定されない。例えば、光源10は、第1偏光又は第2偏光を出射してもよい。

[0250] 実施形態5では、第1光学系2の偏光ビームスプリッタ100の形状がキューブ形状である例について説明した。しかし、第1光学系2の偏光ビームスプリッタ100の形状はキューブ形状に限定されない。例えば、偏光ビームスプリッタ100の形状は板状であってもよい。この場合、第1距離D1は分岐面101の中心から第2光学系3までの距離であってもよく、第2距離D2は分岐面101の中心から第3光学系4までの距離であってもよい。

[0251] 実施形態5では、光学系1Fがヘッドマウントディスプレイ200に適用される例について説明した。しかし、光学系1Fはヘッドマウントディスプレイ200以外に適用されてもよい。例えば、光学系1Fは、映像を投射するプロジェクタなどの投射型映像表示装置に適用されてもよい。同様に、実施形態1～4における光学系1～1E及び実施形態5の光学系1G～1Iについても、ヘッドアップディスプレイやプロジェクタなどの投射型映像表示装置に適用されてもよい。

[0252] 実施形態1～5では、偏光ビームスプリッタ60, 100が分岐面61, 101を備える例について説明した。しかし、分岐面61, 101は、偏光ビームスプリッタ60, 100以外の光学素子に設けられていてもよい。また、光学系1～1Iにおいて、偏光ビームスプリッタ60, 100は必須でなくてもよい。

[0253] 実施形態1～5では、光源10から出射される光源光をランダム偏光とする例について説明した。しかし、光源光はその他の光源光であってもよい。例えば、第1偏光、第2偏光の成分を含む直線偏光や、第1偏光と第2偏光

が合成された光や、円偏光、楕円偏光や、これらの光が合成された光であってもよい。つまり、光源光は第1偏光、第2偏光を含む光であればよい。

[0254] なお、本明細書において、「第1」、「第2」などの用語は、説明のためだけに用いられるものであり、相対的な重要性または技術的特徴の順位を明示または暗示するものとして理解されるべきではない。「第1」と「第2」と限定されている特徴は、1つまたはさらに多くの当該特徴を含むことを明示または暗示するものである。

[0255] (実施形態の概要)

(1) 本開示の光学系は、レンズアレイが設けられた透過面と、透過面に対向した第1反射面と、をし、透過面から受けた光を第1反射面で反射して透過面から出射するレンズアレイ素子と、光を映像光に変換して出射する画像表示素子と、レンズアレイ素子が出射した光を、第1順序で画像表示素子に導光する複数の光学素子と、画像表示素子に変換した映像光を出射する開口部と、を備え、複数の光学素子は、画像表示素子が出射した映像光を、第1順序と逆の第2順序で開口部に導光する。

[0256] (2) (1)の光学系は、レンズアレイ素子と開口部とは、光学素子によって光学的共役関係にあってもよい。

[0257] (3) (2)の光学系は、複数の光学素子は、光を分岐する分岐面を含んでもよい。分岐面は、第1偏光を反射してもよく、第2偏光を透過してもよい。レンズアレイ素子は、分岐面で反射された第1偏光状態の光又は分岐面を透過した第2偏光状態の光を受けて反射してもよい。

[0258] (4) (3)の光学系は、光の偏光状態を変更する位相差板をさらに備えてもよい。

[0259] (5) (4)の光学系において、位相差板は、 $1/4$ 波長板であってもよい。

[0260] (6) (4)又は(5)の光学系において、複数の光学素子は、レンズアレイ素子で反射され、且つ分岐面を経由して受けた光を反射する第2反射面を含んでもよい。位相差板は、レンズアレイ素子と分岐面との間に配置され

る第1位相差板と、分岐面と反射面との間に配置される第2位相差板と、を含んでもよい。

[0261] (7) (6)の光学系は、光を出射する光源をさらに備えてもよい。分岐面は、光源から出射された光のうち第1偏光状態の光を反射することによって、光を、第1位相差板を通してレンズアレイ素子へ導光してもよい。レンズアレイ素子は、光を反射することによって、光を、第1位相差板を通して分岐面へ導光してもよい。第1位相差板は、光が往復して通過することによって、光の偏光状態を第1偏光状態から第2偏光状態に変更してもよい。分岐面は、第1位相差板で第2偏光状態に変更された光を透過することによって、光を、第2位相差板を通して第2反射面へ導光してもよい。第2反射面は、光を反射することによって、光を、第2位相差板を通して分岐面へ導光してもよい。第2位相差板は、光が往復して通過することによって、光の偏光状態を第2偏光状態から第1偏光状態に変更してもよい。分岐面は、第2位相差板で第1偏光状態に変更された光を反射することによって、光を画像表示素子へ導光してもよい。画像表示素子は、光を映像光に変換し、映像光を分岐面へ導光してもよい。分岐面は、映像光を反射することによって、映像光を、第2位相差板を通して第2反射面へ導光してもよい。第2反射面は、映像光を反射することによって、映像光を、第2位相差板を通して分岐面へ導光してもよい。第2位相差板は、映像光が往復して通過することによって、映像光の偏光状態を第1偏光状態から第2偏光状態に変更してもよい。分岐面は、第2位相差板で第2偏光状態に変更された映像光を透過することによって、光を、開口部へ導光してもよい。

[0262] (8) (6)の光学系は、光を出射する光源をさらに備えてもよい。分岐面は、光源から出射された光のうち第2偏光状態の光を透過することによって、光を、第1位相差板を通してレンズアレイ素子へ導光してもよい。レンズアレイ素子は、光を反射することによって、光を、第1位相差板を通して分岐面へ導光してもよい。第1位相差板は、光が往復して通過することによって、光の偏光状態を第2偏光状態から第1偏光状態に変更してもよい。分岐面は、第2位相差板で第1偏光状態に変更された光を透過することによって、光を、開口部へ導光してもよい。

岐面は、第1位相差板で第1偏光状態に変更された光を反射することによって、光を、第2位相差板を通して第2反射面へ導光してもよい。第2反射面は、光を反射することによって、光を、第2位相差板を通して分岐面へ導光してもよい。第2位相差板は、光が往復して通過することによって、光の偏光状態を第1偏光状態から第2偏光状態に変更してもよい。分岐面は、第2位相差板で第2偏光状態に変更された光を透過することによって、光を画像表示素子へ導光してもよい。画像表示素子は、光を映像光に変換し、映像光を分岐面へ導光してもよい。分岐面は、映像光を透過することによって、映像光を、第2位相差板を通して第2反射面へ導光してもよい。第2反射面は、映像光を反射することによって、映像光を、第2位相差板を通して分岐面へ導光してもよい。第2位相差板は、映像光が往復して通過することによって、映像光の偏光状態を第2偏光状態から第1偏光状態に変更してもよい。分岐面は、第2位相差板で第1偏光状態に変更された映像光を反射することによって、光を、開口部へ導光してもよい。

[0263] (9) (3) から (8) の光学系のいずれかにおいて、複数の光学素子は、分岐面を囲む偏光ビームスプリッタを有していてもよい。偏光ビームスプリッタは、光を、分岐面を経由して出射すると共に、映像光を出射する出射面を有していてもよい。レンズアレイ素子と開口部とは、偏光ビームスプリッタの出射面側に設けられた共役面上に配置されていてもよい。

[0264] (10) (2) の光学系において、複数の光学素子は、レンズ素子を含んでもよい。

[0265] (11) (10) の光学系は、光を出射する光源と、光源からの光を分岐する分岐面を含む偏光ビームスプリッタと、をさらに備えてもよい。光学素子は、レンズアレイ素子で反射され、且つ分岐面を経由して受けた光を反射する第2反射面を含んでもよい。画像表示素子は、第2反射面で反射され、且つ分岐面を経由して受けた光を映像光に変更してもよい。レンズ素子は、分岐面とレンズアレイ素子との間に配置される第1レンズ素子と、分岐面と第2反射面との間に配置される第2レンズ素子と、分岐面と画像表示素子と

の間に配置される第3レンズ素子と、うちの少なくともいずれかを含んでもよい。

[0266] (12) (11)の光学系において、第2レンズ素子の光学面上に第2反射面が形成されていてもよい。

[0267] (13) (12)の光学系において、レンズ素子は、第1レンズ素子、第2レンズ素子及び第3レンズ素子を含んでいてもよい。

[0268] (14) (3)から(6)の光学系のいずれかは、光を出射する光源と、分岐面と光源との間に配置される第1偏光子と、を備えていてもよい。

[0269] (15) (3)から(9)の光学系のいずれかは、分岐面と開口部との間に配置される第2偏光子を備えていてもよい。

[0270] (16)本開示の光学系は、第1光と第2光とを出射する第1光学系と、第1光学系から出射された第1光が入射する第2光学系と、第1光学系から出射された第2光が入射する第3光学系と、を備える。第1光学系は、ランダム偏光をコリメートして出射する光源と、ランダム偏光のうち第1偏光を反射して得られる第1偏光状態の第1光と、ランダム偏光のうち第2偏光を透過して得られる第2偏光状態の第2光と、に分岐する分岐面を含む偏光ビームスプリッタと、分岐面から分岐された第2光を反射する第2反射面を含む反射素子と、偏光ビームスプリッタと反射素子との間に配置される位相差板と、を含む。分岐面は、第1光を第2光学系に導光する。位相差板は、第2光を第2偏光状態から第1偏光状態に変更する。分岐面は、第1偏光状態に変更された第2光を反射して第3光学系に導光する。第2光学系及び第3光学系は、それぞれ、レンズアレイが設けられた透過面と、透過面に対向した第1反射面を有し、透過面から受けた光を第1反射面で反射して透過面から出射するレンズアレイ素子と、光を映像光に変換して出射する画像表示素子と、レンズアレイ素子が出射した光を、第1順序で画像表示素子に導光する複数の光学素子と、画像表示素子に変換した映像光を出射する開口部と、を含み、複数の光学素子は、画像表示素子が出射した映像光を、第1順序と逆の第2順序で開口部に導光する。

[0271] (17) 本開示の投射型映像表示装置は、(1) から (16) のいずれかの光学系を備える。

[0272] (18) 本開示のヘッドマウントディスプレイは、(16) の光学系を備えるヘッドマウントディスプレイであって、第2光学系は、ユーザの右目用の画像を投射し、第3光学系は、前記ユーザの左目用の画像を投射する。

産業上の利用可能性

[0273] 本開示は、例えば、ヘッドマウントディスプレイやプロジェクタなどの映像を投射する投射型映像表示装置の光学系に適用可能である。

符号の説明

- [0274] 1、1 A、1 B、1 C、1 D、1 E、1 F、1 G、1 H、1 I 光学系
- 2 第1光学系
 - 3、3 A 第2光学系
 - 4、4 A 第3光学系
 - 5 筐体フレーム
 - 6 第1表示画面
 - 7 第2表示画面
 - 10 光源
 - 11 光源素子
 - 12 コリメータ素子
 - 20 反射型のレンズアレイ素子
 - 21 レンズアレイ
 - 22 反射面（第1反射面）
 - 30 光学素子
 - 31 反射面（第2反射面）
 - 32 反射素子
 - 33 第1レンズ素子
 - 34 第2レンズ素子

3 5	第3レンズ素子
4 0	画像表示素子
5 0	開口部
6 0	偏光ビームスプリッタ（光学素子）
6 1	分岐面
7 1	第1位相差板
7 2	第2位相差板
8 1	第1偏光子
8 2	第2偏光子
1 0 0	偏光ビームスプリッタ
1 0 1	分岐面
1 1 0	反射素子
1 2 0	位相差板
1 3 0	第4レンズ素子
1 3 1	第5レンズ素子
2 0 0	ヘッドマウントディスプレイ
D 1	第1距離
D 2	第2距離
L S 1	第1主面
L S 2	第2主面
P S 1	第1面
P S 2	第2面
P S 3	第3面
P S 4	第4面
P S 1 1	第1面
P S 1 2	第2面
P S 1 3	第3面
P S 1 4	第4面

請求の範囲

- [請求項1] レンズアレイが設けられた透過面と、前記透過面に対向する第1反射面と、を有し、前記透過面から受けた光を前記第1反射面で反射して前記透過面から出射するレンズアレイ素子と、
受けた光を映像光に変換して出射する画像表示素子と、
前記レンズアレイ素子が出射した光を、第1順序で前記画像表示素子に導光する複数の光学素子と、
前記画像表示素子に変換した映像光を出射する開口部と、を備え、
前記複数の光学素子は、前記画像表示素子が出射した映像光を、前記第1順序と逆の第2順序で前記開口部に導光する、
光学系。
- [請求項2] 前記レンズアレイ素子と前記開口部とは、前記複数の光学素子によって光学的共役関係にある、
請求項1に記載の光学系。
- [請求項3] 前記複数の光学素子は、光を分岐する分岐面を含み、
前記分岐面は、第1偏光を反射し、第2偏光を透過し、
前記レンズアレイ素子は、前記分岐面で反射された第1偏光状態の光又は前記分岐面を透過した第2偏光状態の光を受けて反射する、
請求項2に記載の光学系。
- [請求項4] 前記光の偏光状態を変更する位相差板をさらに備える、
請求項3に記載の光学系。
- [請求項5] 前記位相差板は、 $1/4$ 波長板である、
請求項4に記載の光学系。
- [請求項6] 前記複数の光学素子は、前記レンズアレイ素子で反射され、且つ前記分岐面を経由して受けた光を反射する第2反射面を含み、
前記位相差板は、
前記レンズアレイ素子と前記分岐面との間に配置される第1位相差板と、

前記分岐面と前記第2反射面との間に配置される第2位相差板と

、

を含む、

請求項4又は5に記載の光学系。

[請求項7]

光を出射する光源をさらに備え、

前記分岐面は、前記光源から出射された前記光のうち第1偏光状態の光を反射することによって、前記光を、前記第1位相差板を通して前記レンズアレイ素子へ導光し、

前記レンズアレイ素子は、前記光を反射することによって、前記光を、前記第1位相差板を通して前記分岐面へ導光し、

前記第1位相差板は、前記光が往復して通過することによって、前記光の偏光状態を前記第1偏光状態から前記第2偏光状態に変更し、

前記分岐面は、前記第1位相差板で前記第2偏光状態に変更された光を透過することによって、前記光を、前記第2位相差板を通して前記第2反射面へ導光し、

前記第2反射面は、前記光を反射することによって、前記光を、前記第2位相差板を通して前記分岐面へ導光し、

前記第2位相差板は、前記光が往復して通過することによって、前記光の偏光状態を前記第2偏光状態から前記第1偏光状態に変更し、

前記分岐面は、前記第2位相差板で前記第1偏光状態に変更された光を反射することによって、前記光を前記画像表示素子へ導光し、

前記画像表示素子は、前記光を前記映像光に変換し、前記映像光を前記分岐面へ導光し、

前記分岐面は、前記映像光を反射することによって、前記映像光を、前記第2位相差板を通して前記第2反射面へ導光し、

前記第2反射面は、前記映像光を反射することによって、前記映像光を、前記第2位相差板を通して前記分岐面へ導光し、

前記第2位相差板は、前記映像光が往復して通過することによって

、前記映像光の偏光状態を前記第1偏光状態から前記第2偏光状態に変更し、

前記分岐面は、前記第2位相差板で前記第2偏光状態に変更された映像光を透過することによって、前記光を、前記開口部へ導光する、請求項6に記載の光学系。

[請求項8]

光を出射する光源をさらに備え、

前記分岐面は、前記光源から出射された前記光のうち第2偏光状態の光を透過することによって、前記光を、前記第1位相差板を通して前記レンズアレイ素子へ導光し、

前記レンズアレイ素子は、前記光を反射することによって、前記光を、前記第1位相差板を通して前記分岐面へ導光し、

前記第1位相差板は、前記光が往復して通過することによって、前記光の偏光状態を前記第2偏光状態から前記第1偏光状態に変更し、

前記分岐面は、前記第1位相差板で前記第1偏光状態に変更された光を反射することによって、前記光を、前記第2位相差板を通して前記第2反射面へ導光し、

前記第2反射面は、前記光を反射することによって、前記光を、前記第2位相差板を通して前記分岐面へ導光し、

前記第2位相差板は、前記光が往復して通過することによって、前記光の偏光状態を前記第1偏光状態から前記第2偏光状態に変更し、

前記分岐面は、前記第2位相差板で前記第2偏光状態に変更された光を透過することによって、前記光を前記画像表示素子へ導光し、

前記画像表示素子は、前記光を前記映像光に変換し、前記映像光を前記分岐面へ導光し、

前記分岐面は、前記映像光を透過することによって、前記映像光を、前記第2位相差板を通して前記第2反射面へ導光し、

前記第2反射面は、前記映像光を反射することによって、前記映像光を、前記第2位相差板を通して前記分岐面へ導光し、

前記第2位相差板は、前記映像光が往復して通過することによって、前記映像光の偏光状態を前記第2偏光状態から前記第1偏光状態に変更し、

前記分岐面は、前記第2位相差板で前記第1偏光状態に変更された映像光を反射することによって、前記光を、前記開口部へ導光する、請求項6に記載の光学系。

[請求項9] 前記複数の光学素子は、前記分岐面を囲む偏光ビームスプリッタを有し、

前記偏光ビームスプリッタは、前記光を、前記分岐面を経由して出射すると共に、前記映像光を出射する出射面を有し、

前記レンズアレイ素子と前記開口部とは、前記偏光ビームスプリッタの前記出射面側に設けられた共役面上に配置されている、請求項3～8のいずれか一項に記載の光学系。

[請求項10] 前記複数の光学素子は、レンズ素子を含む、請求項2に記載の光学系。

[請求項11] 光を出射する光源と、

前記光源からの前記光を分岐する分岐面を含む偏光ビームスプリッタと、

をさらに備え、

前記複数の光学素子は、前記レンズアレイ素子で反射され、且つ前記分岐面を経由して受けた光を反射する第2反射面を含み、

前記画像表示素子は、前記第2反射面で反射され、且つ前記分岐面を経由して受けた光を映像光に変更し、

前記レンズ素子は、

前記分岐面と前記レンズアレイ素子との間に配置される第1レンズ素子と、

前記分岐面と前記第2反射面との間に配置される第2レンズ素子と、

前記分岐面と前記画像表示素子との間に配置される第3レンズ素子と、
うちの少なくともいずれかを含む、
請求項10に記載の光学系。

[請求項12] 前記第2レンズ素子の光学面上に前記第2反射面が形成されている、
請求項11に記載の光学系。

[請求項13] 前記レンズ素子は、前記第1レンズ素子、前記第2レンズ素子、及び、前記第3レンズ素子を含む、
請求項12に記載の光学系。

[請求項14] 光を出射する光源と、
前記分岐面と前記光源との間に配置される第1偏光子と、
をさらに備える、
請求項3～6のいずれか一項に記載の光学系。

[請求項15] 前記分岐面と前記開口部との間に配置される第2偏光子をさらに備える、
請求項3～9のいずれか一項に記載の光学系。

[請求項16] 第1光と第2光とを出射する第1光学系と、
前記第1光学系から出射された前記第1光が入射する第2光学系と、
、
前記第1光学系から出射された前記第2光が入射する第3光学系と、
、
を備え、
前記第1光学系は、
ランダム偏光をコリメートして出射する光源と、
前記ランダム偏光のうち第1偏光を反射して得られる第1偏光状態の第1光と、前記ランダム偏光のうち第2偏光を透過して得られる第2偏光状態の第2光と、に分岐する分岐面を含む偏光ビームスプリ

ッタと、

前記分岐面から分岐された前記第2光を反射する第2反射面を含む反射素子と、

前記偏光ビームスプリッタと前記反射素子との間に配置される位相差板と、

を含み、

前記分岐面は、前記第1光を前記第2光学系に導光し、

前記位相差板は、前記第2光を前記第2偏光状態から前記第1偏光状態に変更し、

前記分岐面は、前記第1偏光状態に変更された前記第2光を反射して前記第3光学系に導光し、

前記第2光学系及び前記第3光学系は、それぞれ、

レンズアレイが設けられた透過面と、前記透過面に対向する反射面を有し、前記透過面から受けた光前記反射面で反射して前記透過面から出射するレンズアレイ素子と、

受けた光を映像光に変換して出射する画像表示素子と、

前記レンズアレイ素子が出射した光を、第1順序で前記画像表示素子に導光する複数の光学素子と、

前記画像表示素子に変換した映像光を出射する開口部と、
を含み、

前記複数の光学素子は、前記画像表示素子が出射した映像光を、前記第1順序と逆の第2順序で前記開口部に導光する、
光学系。

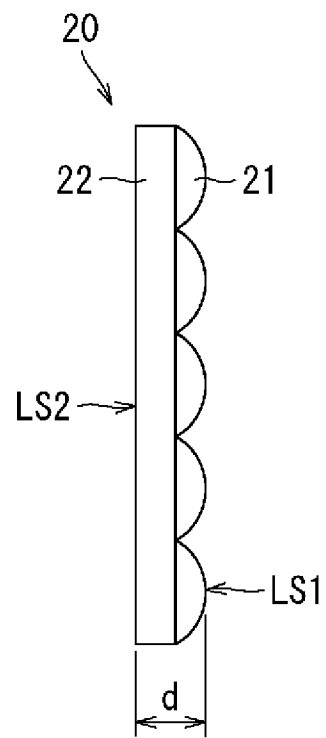
[請求項17] 請求項1～16のいずれか一項に記載の光学系を備える、投射型映像表示装置。

[請求項18] 請求項16に記載の光学系を備えるヘッドマウントディスプレイであって、

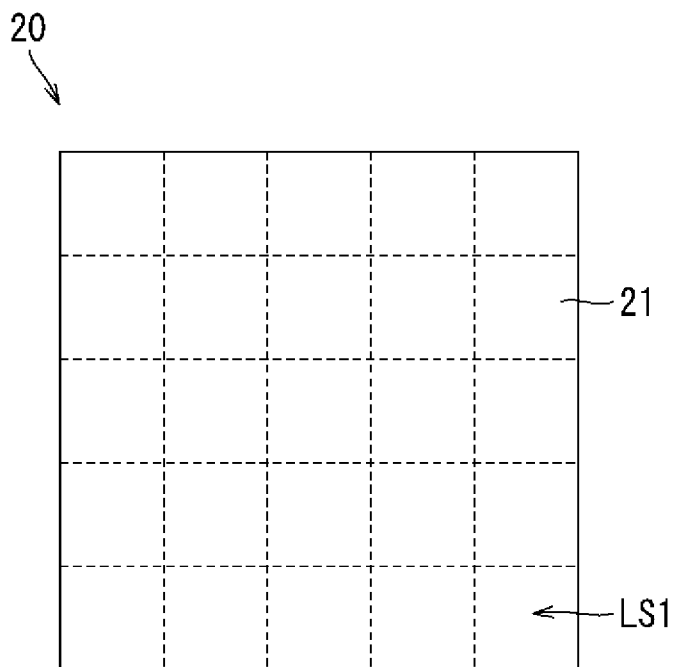
前記第2光学系は、ユーザの右目用の画像を投射し、

前記第3光学系は、前記ユーザの左目用の画像を投射する、ヘッドマウントディスプレイ。

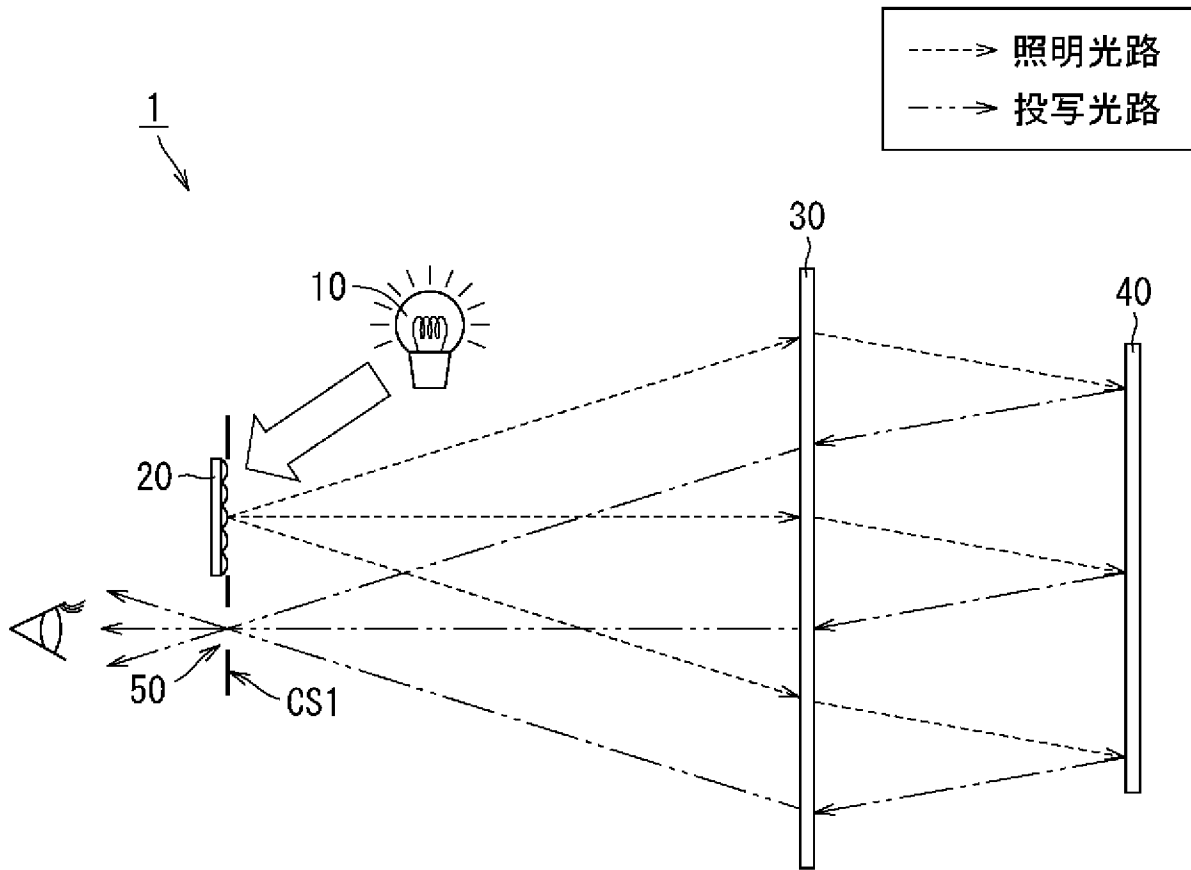
[図1A]



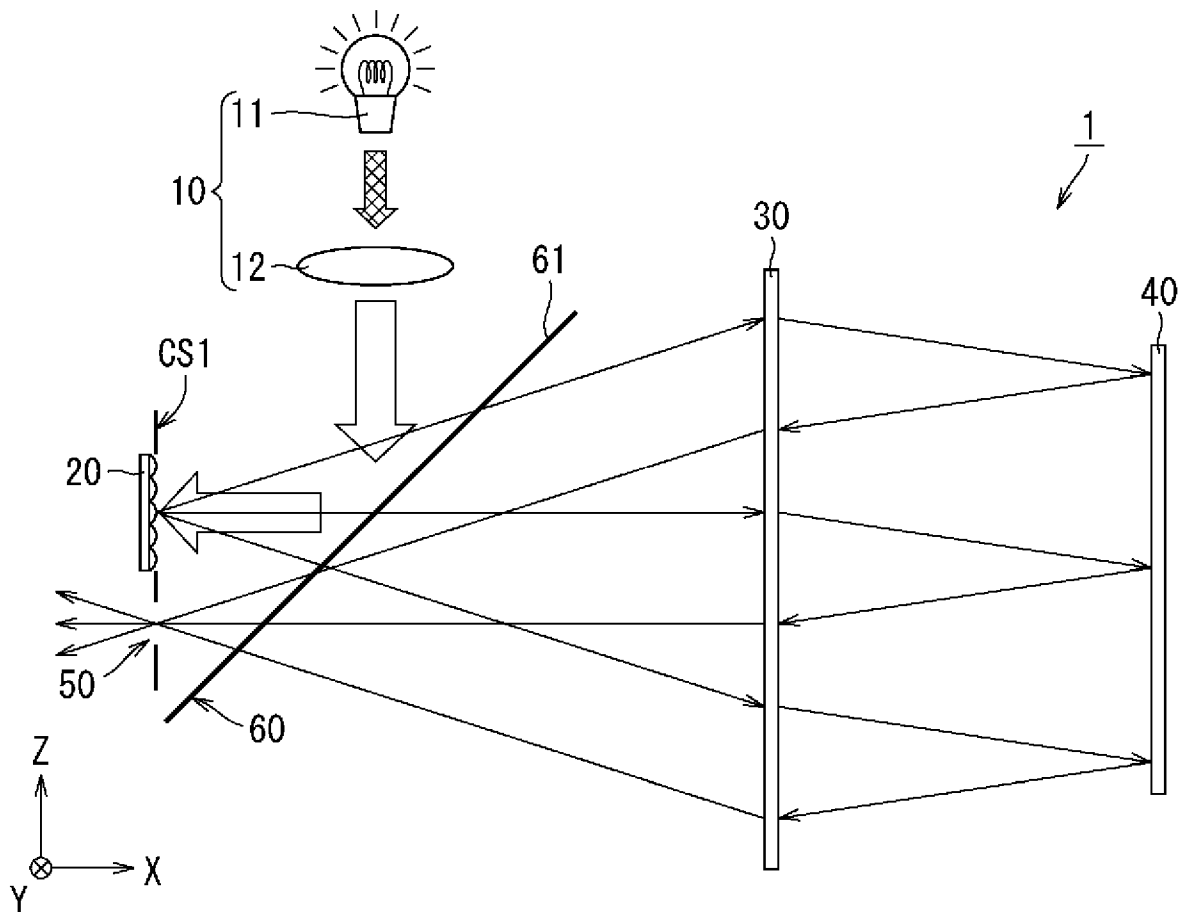
[図1B]



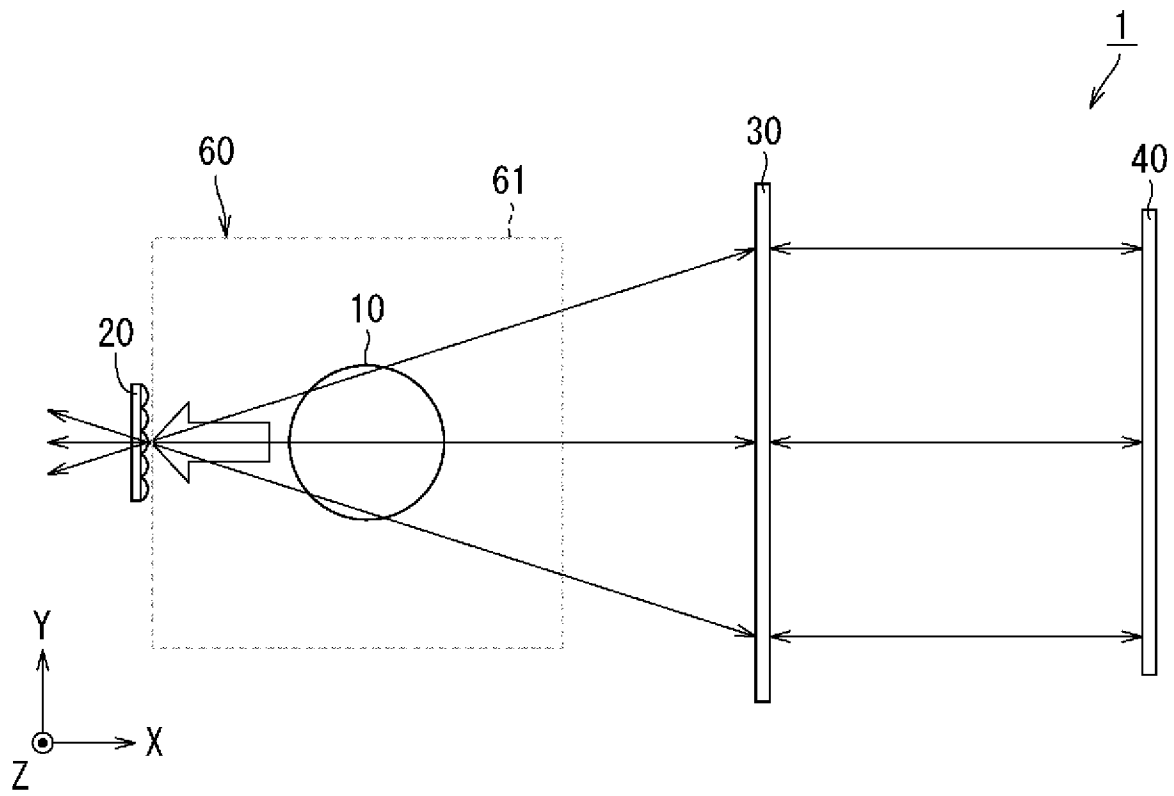
[図2]



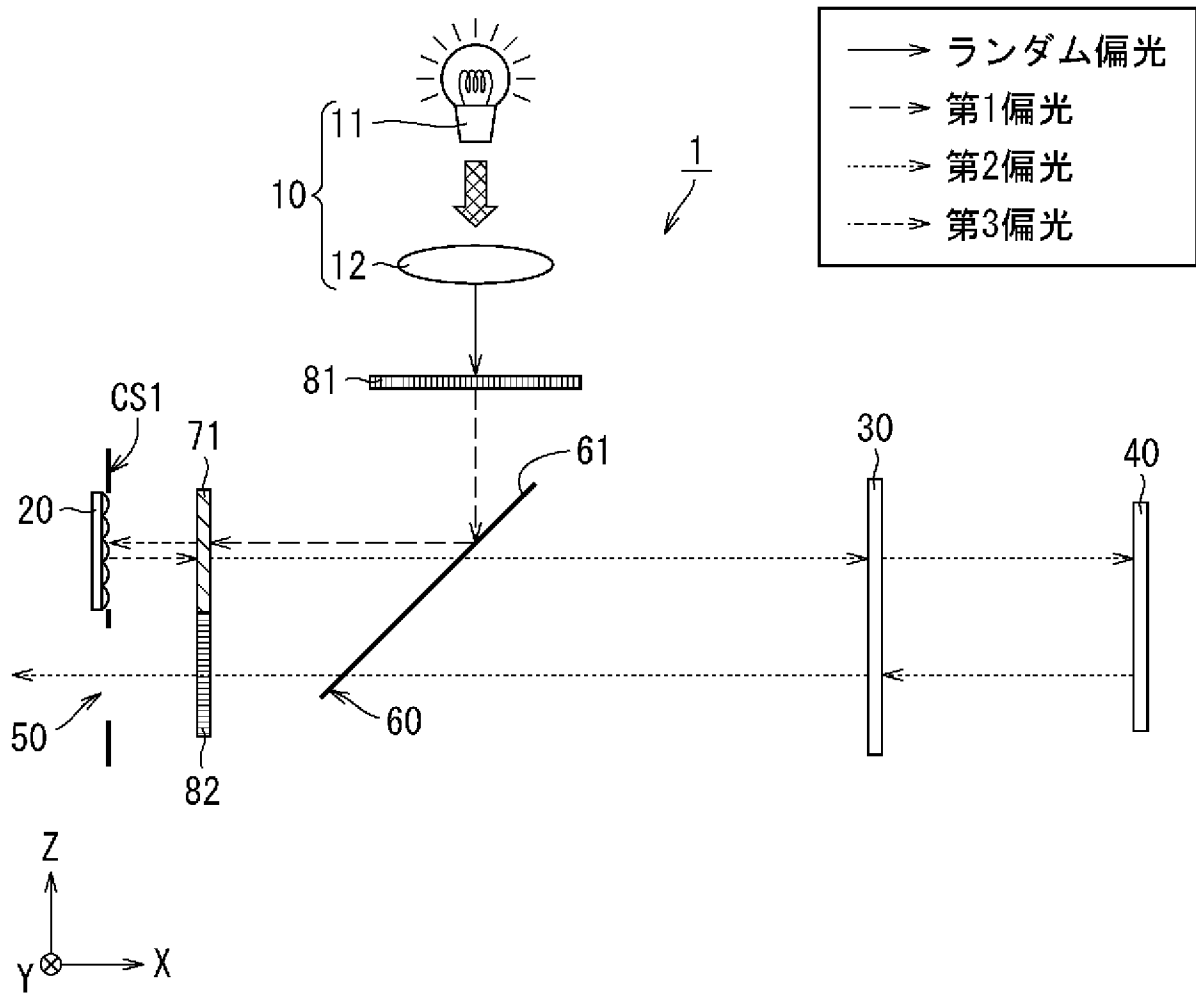
[図3]



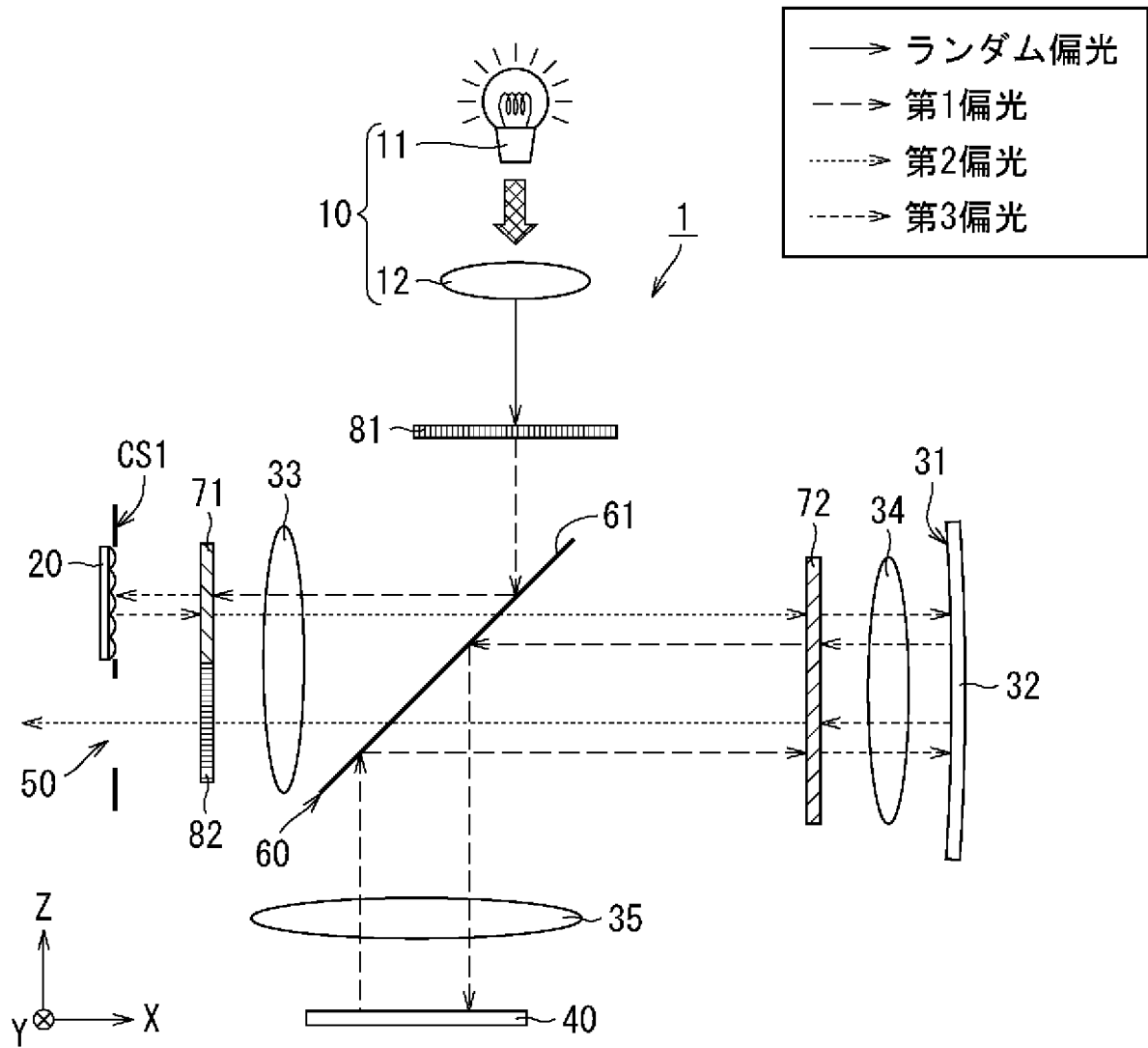
[図4]



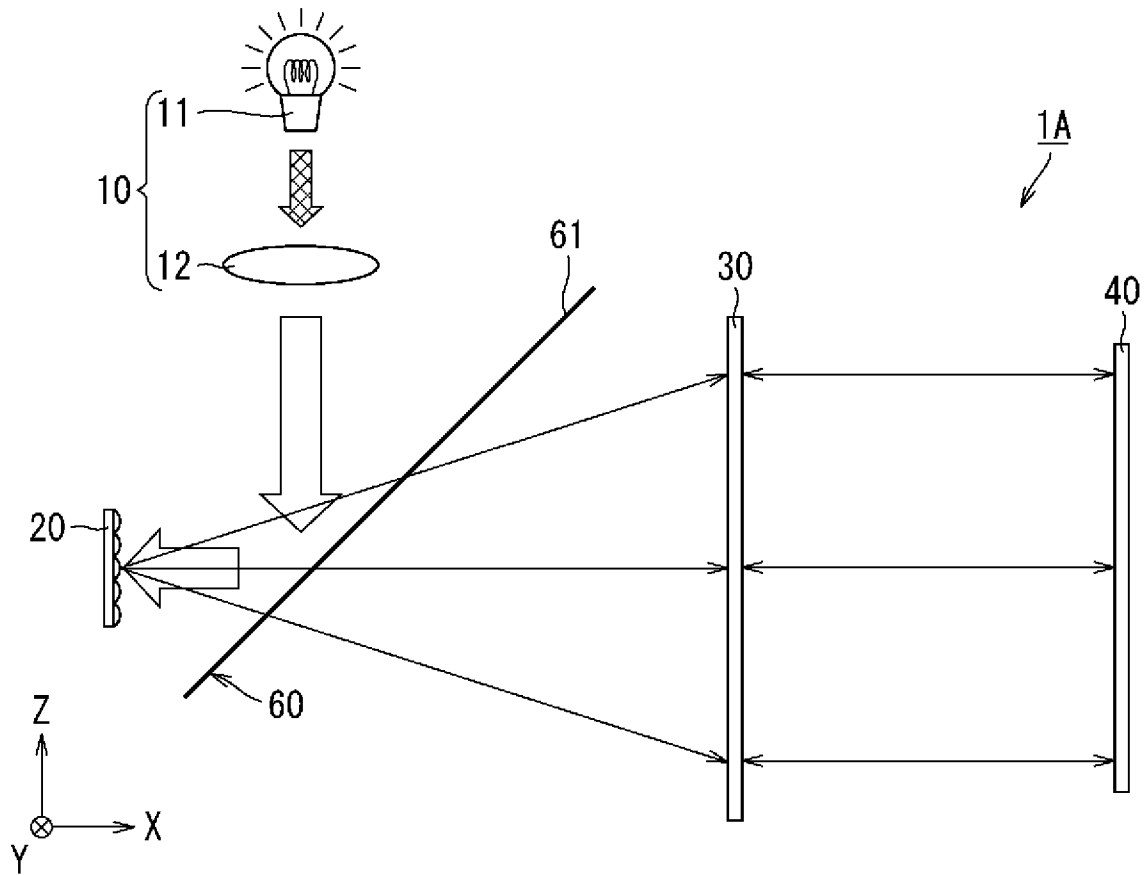
[図5]



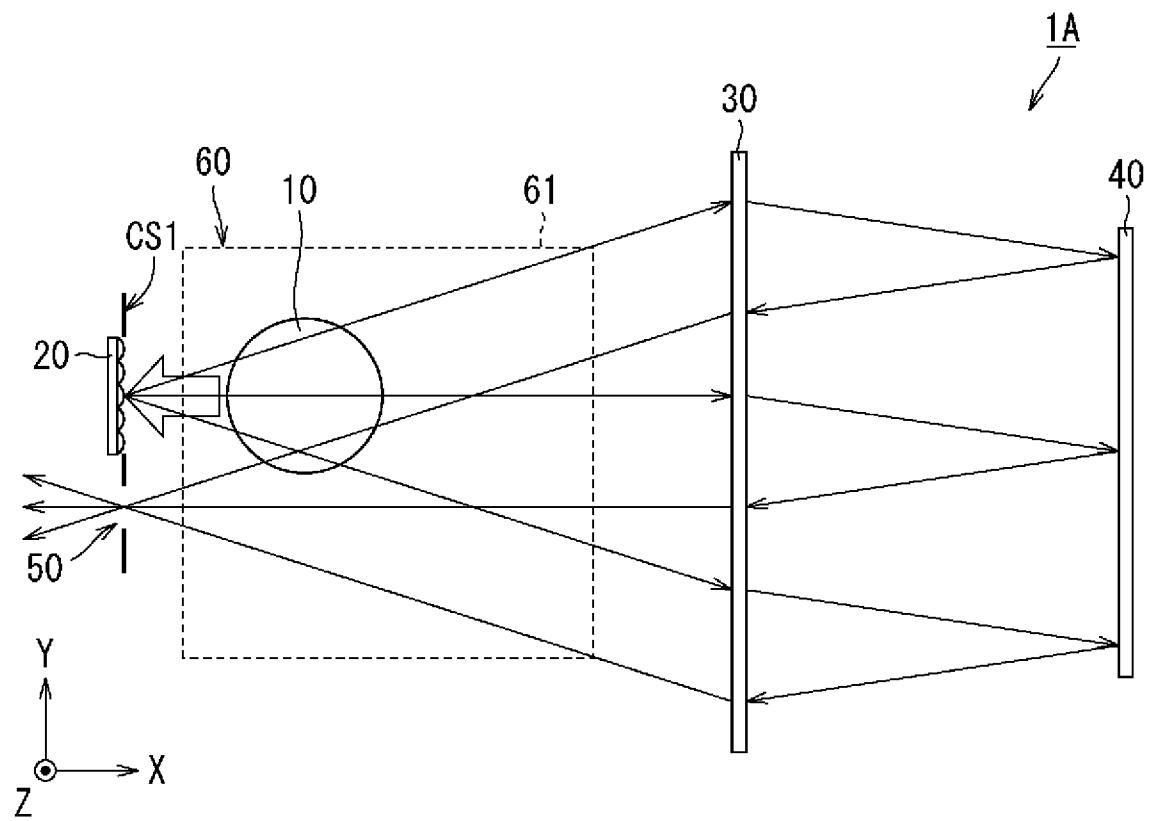
[図6]



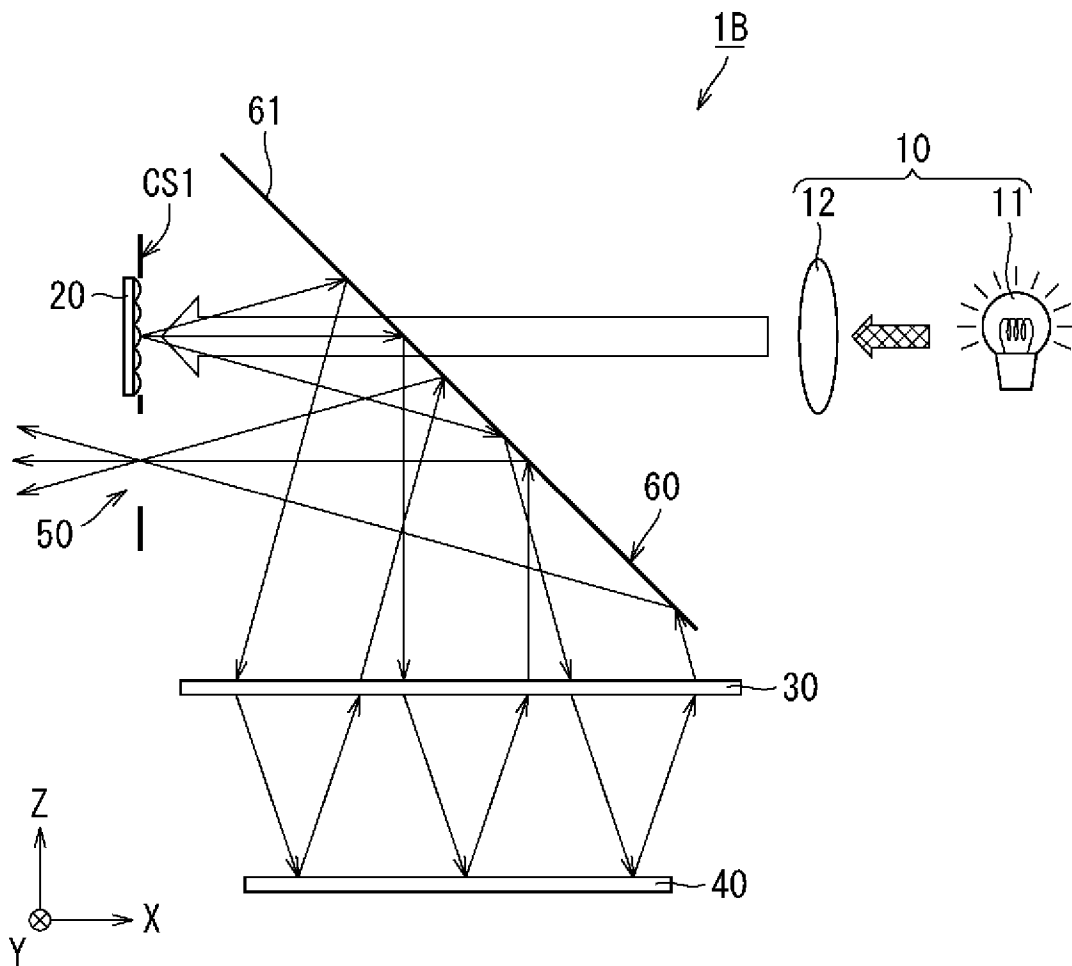
[図7]



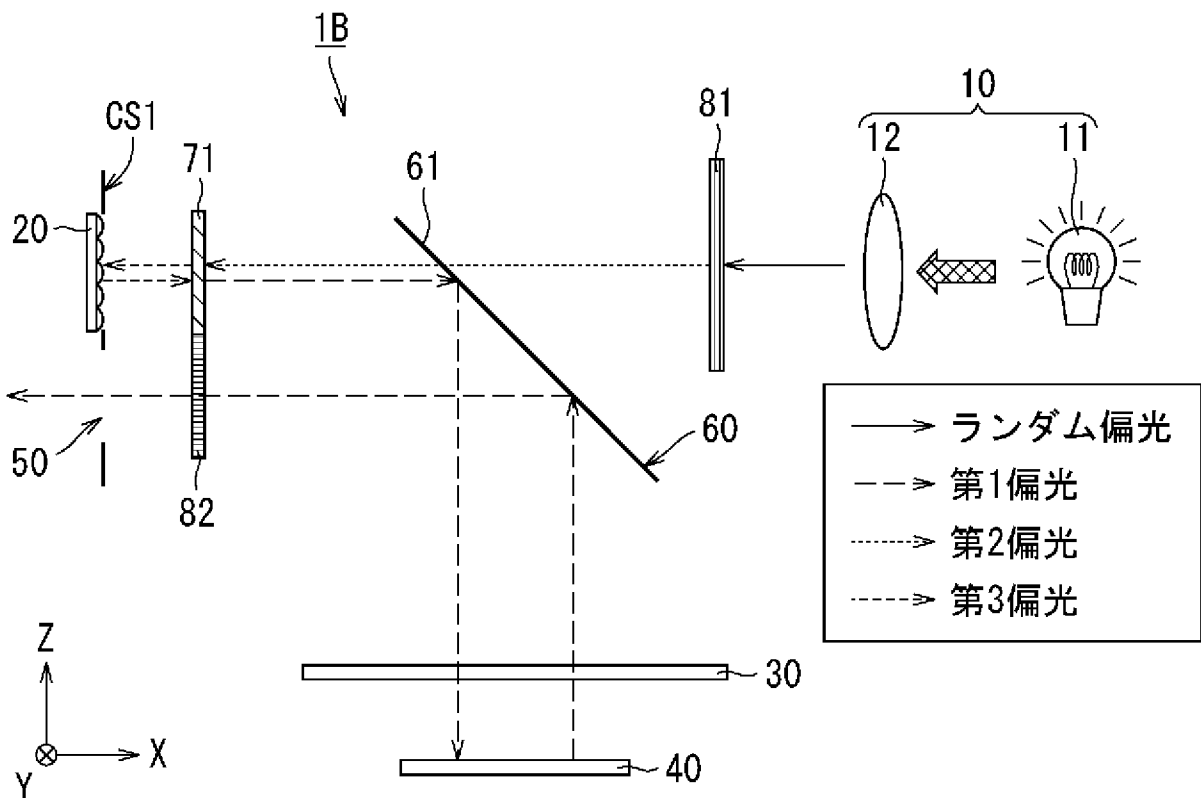
[図8]



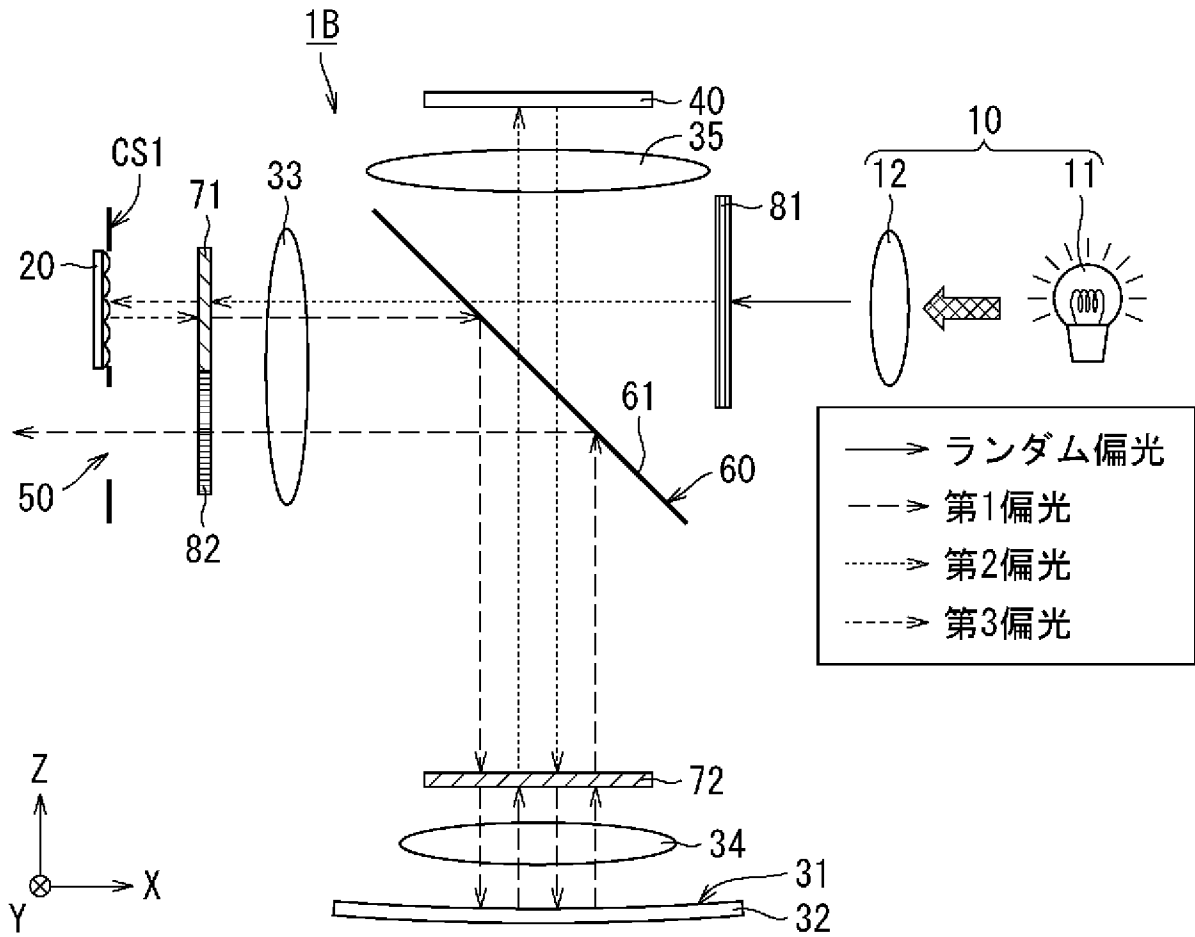
[図9]



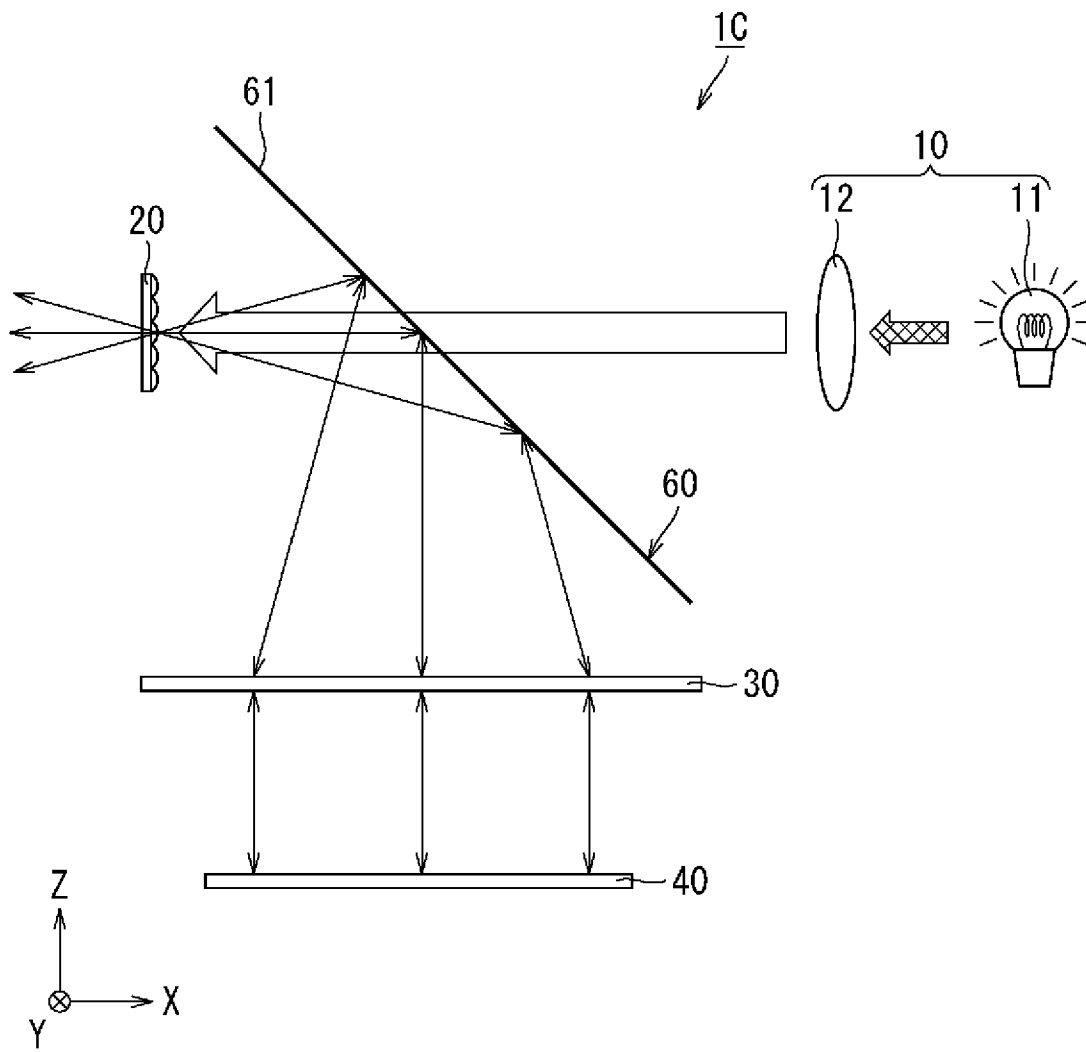
[図10]



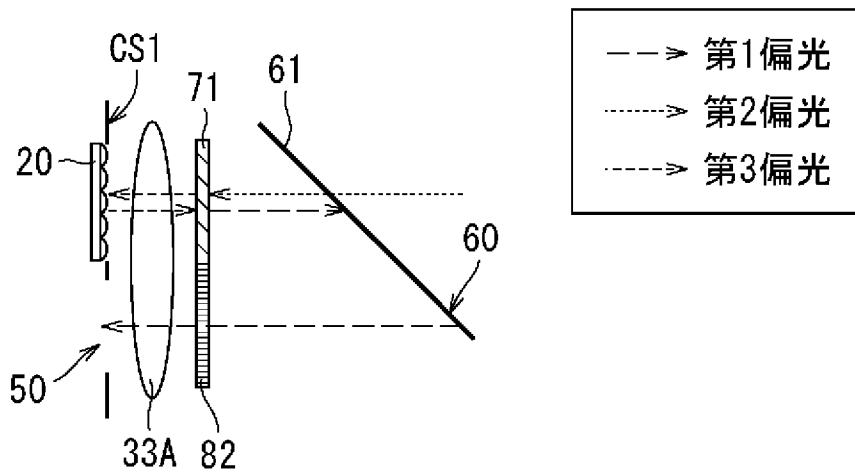
[図11]



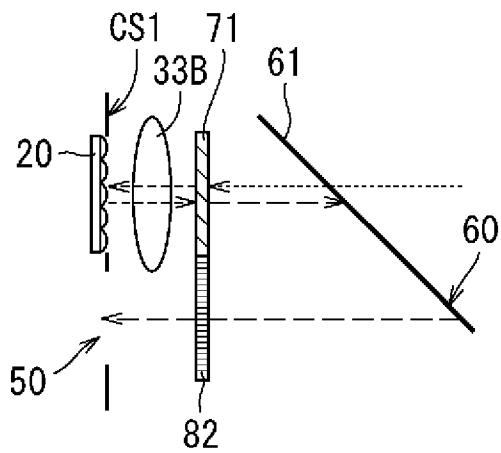
[図12]



[図13A]

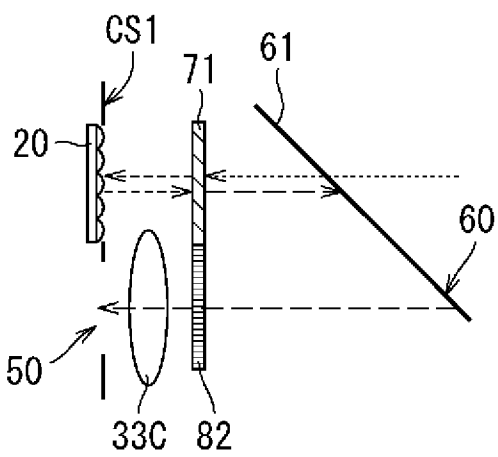


[図13B]



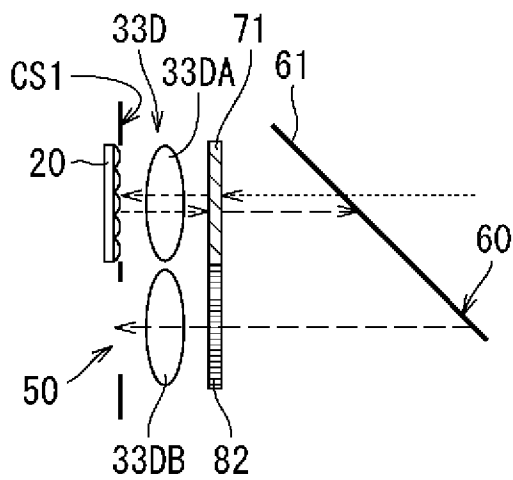
---> 第1偏光
> 第2偏光
 - · - ·> 第3偏光

[図13C]



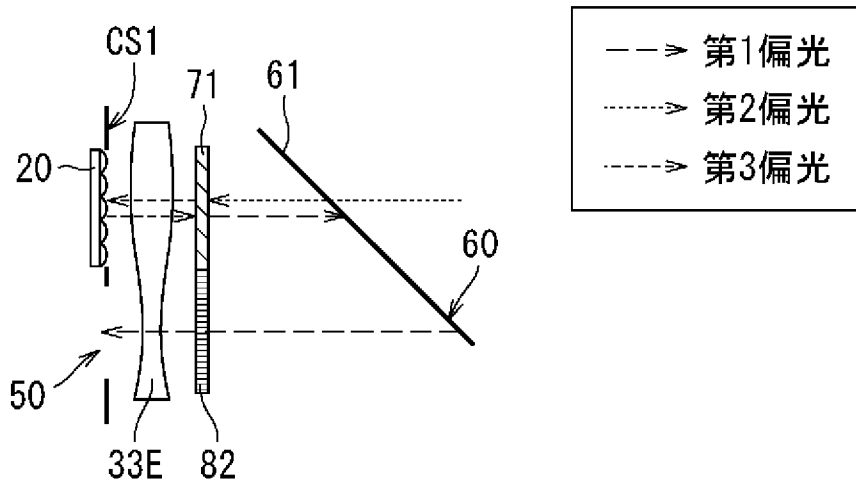
---> 第1偏光
> 第2偏光
 - · - ·> 第3偏光

[図13D]

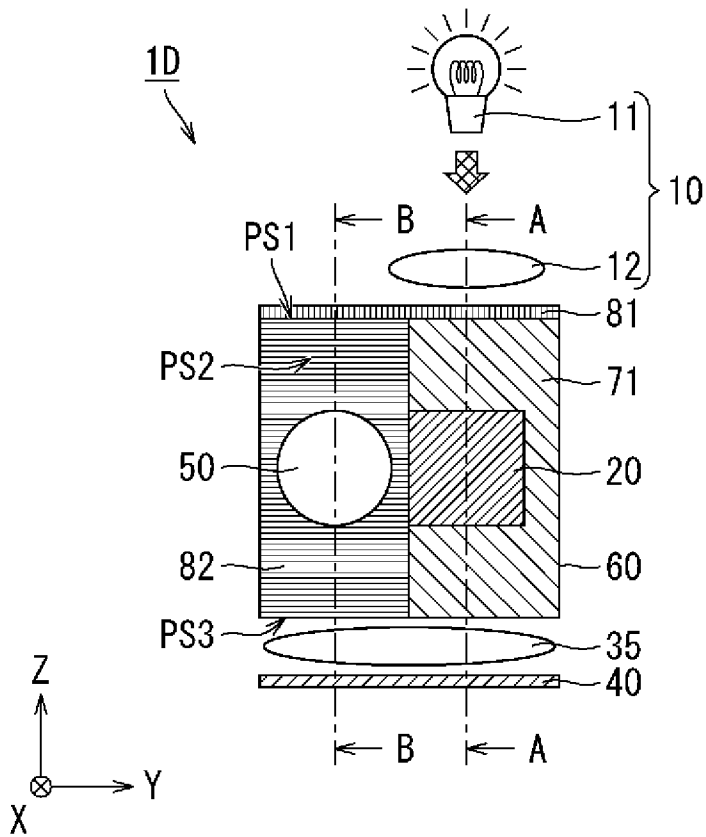


---> 第1偏光
> 第2偏光
 - · - ·> 第3偏光

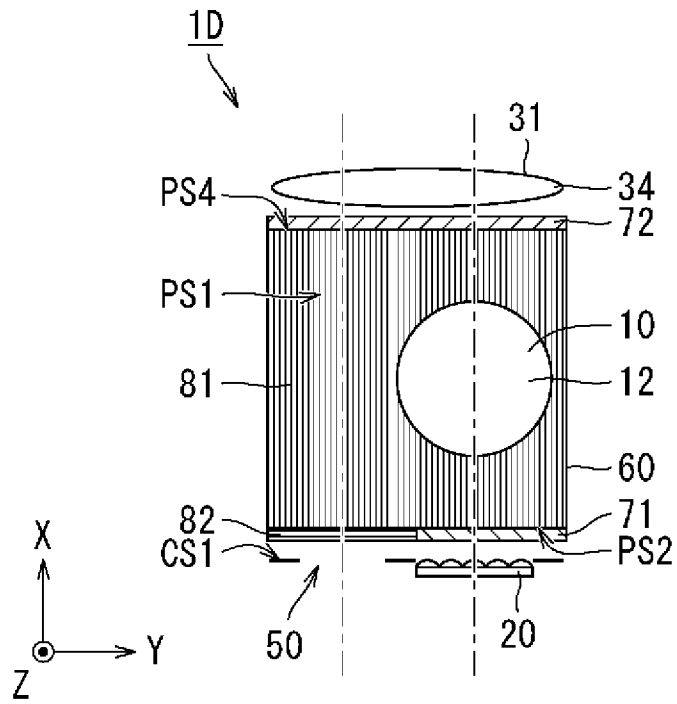
[図13E]



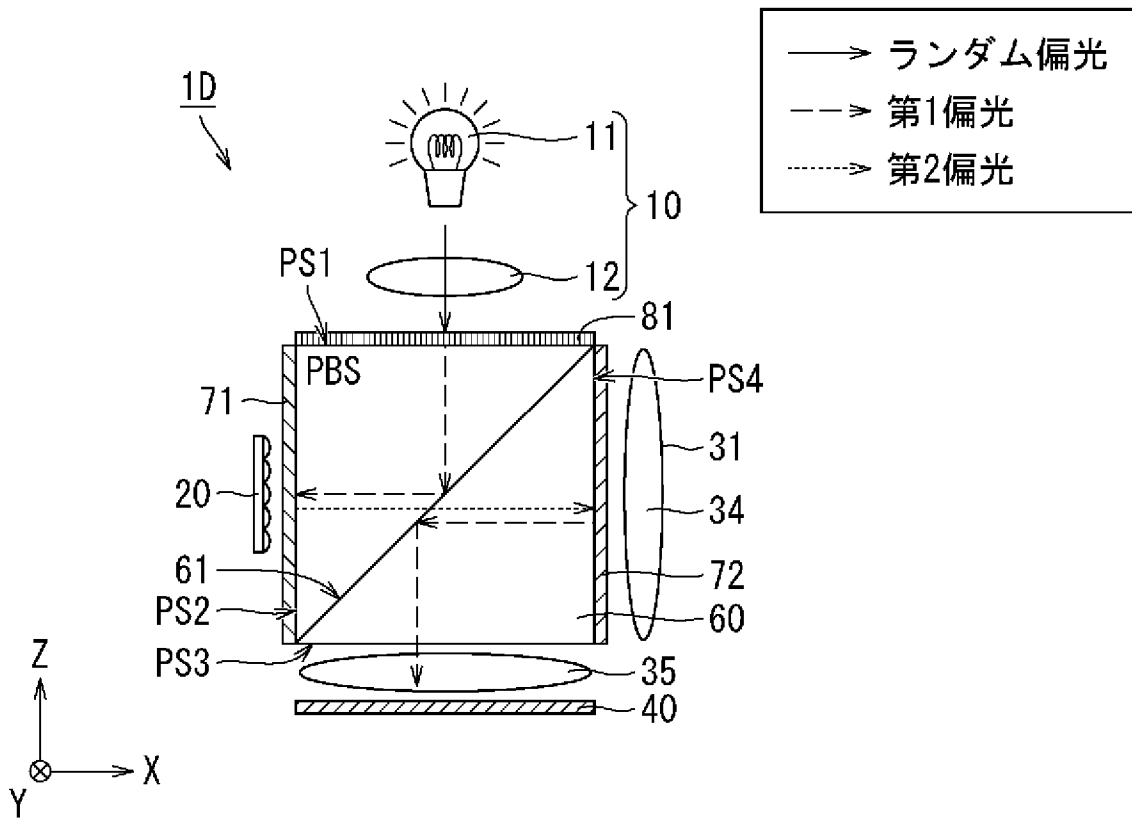
[図14]



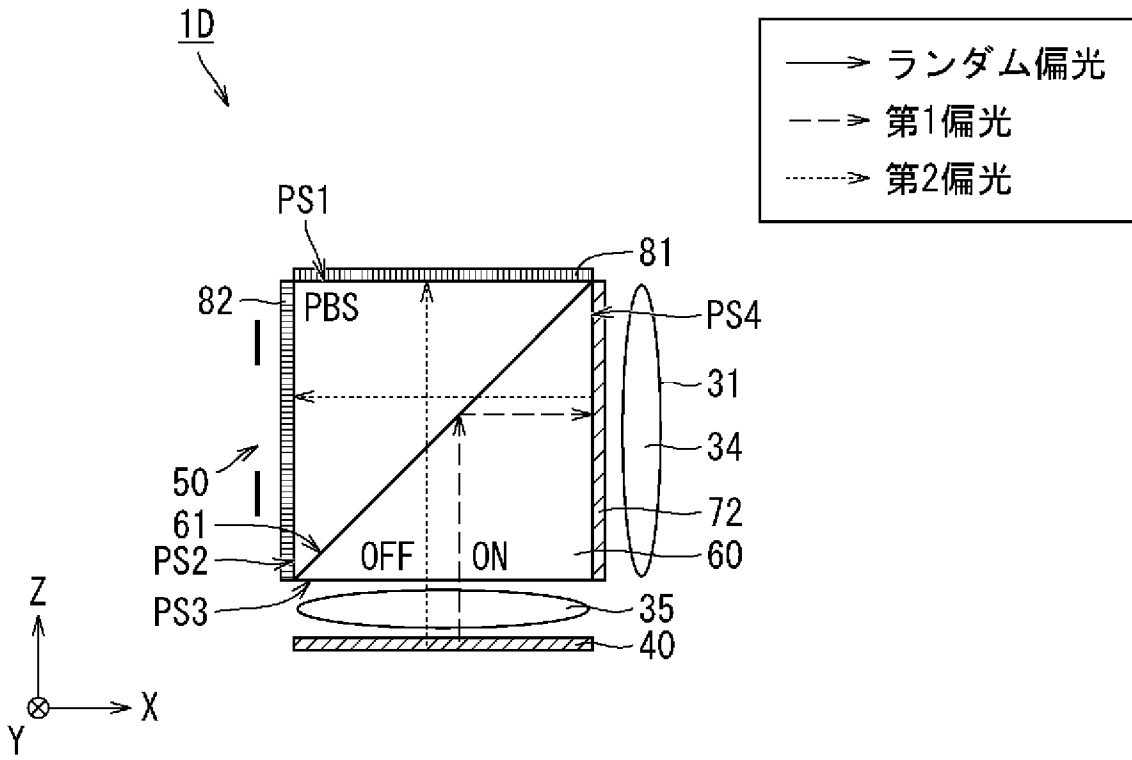
[図15]



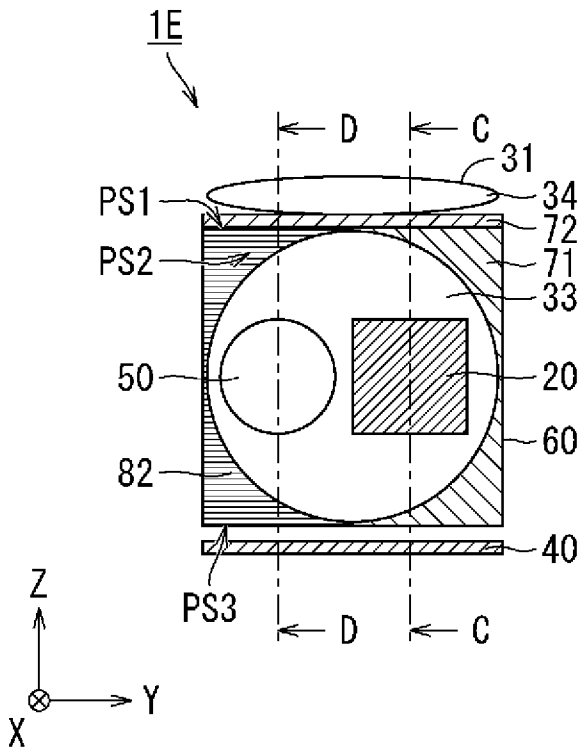
[図16]



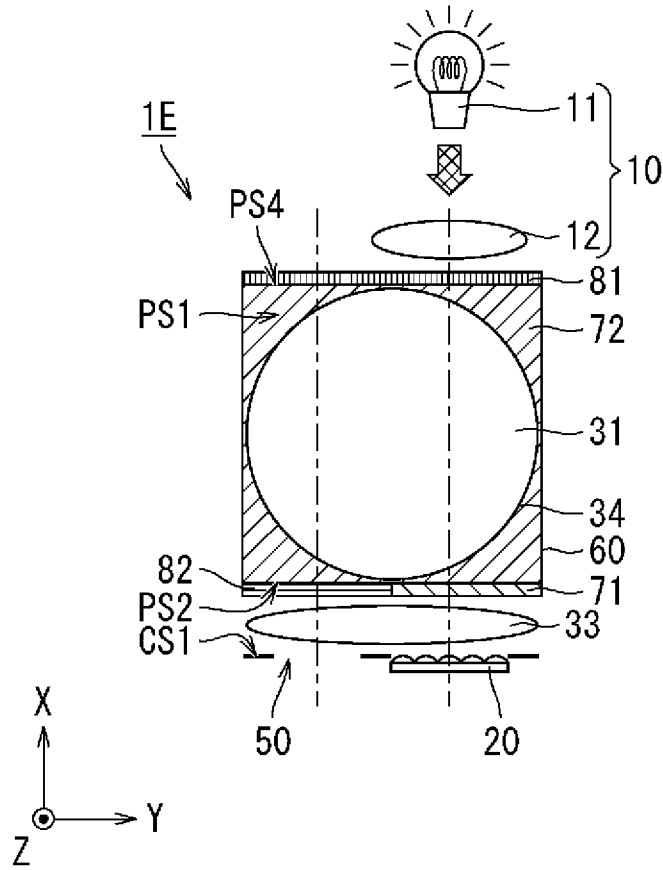
[図17]



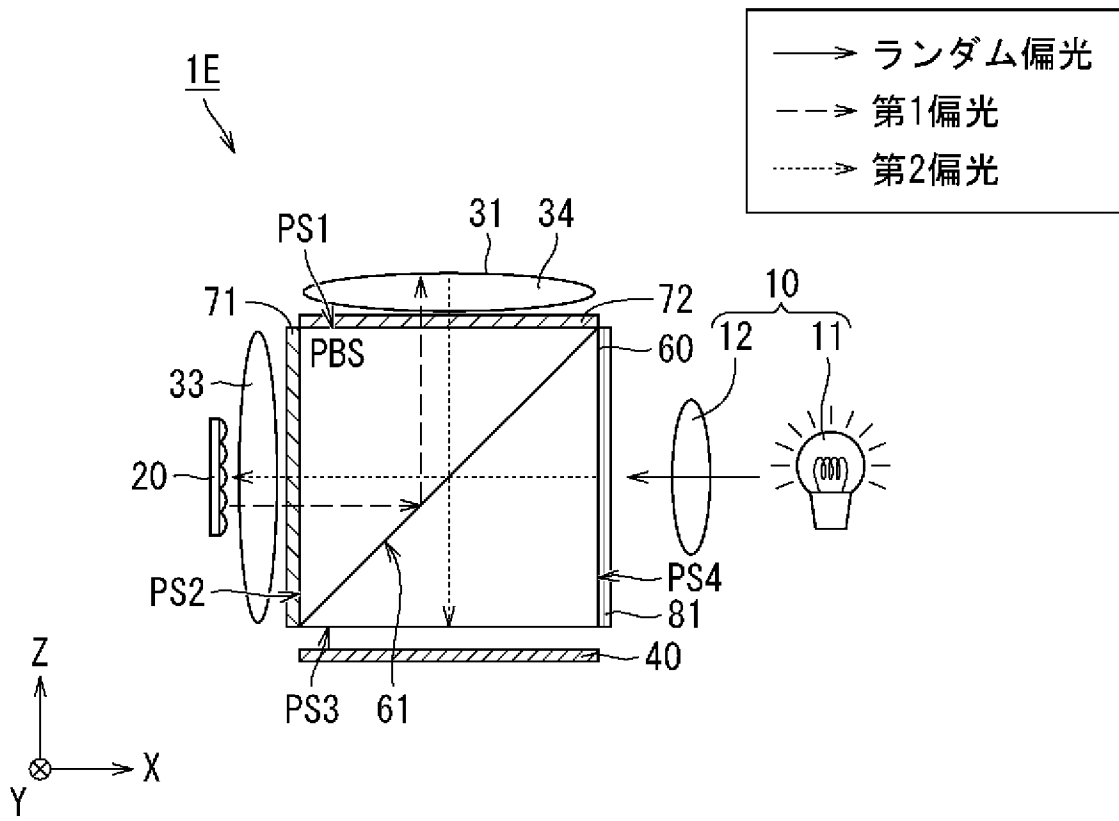
[図18]



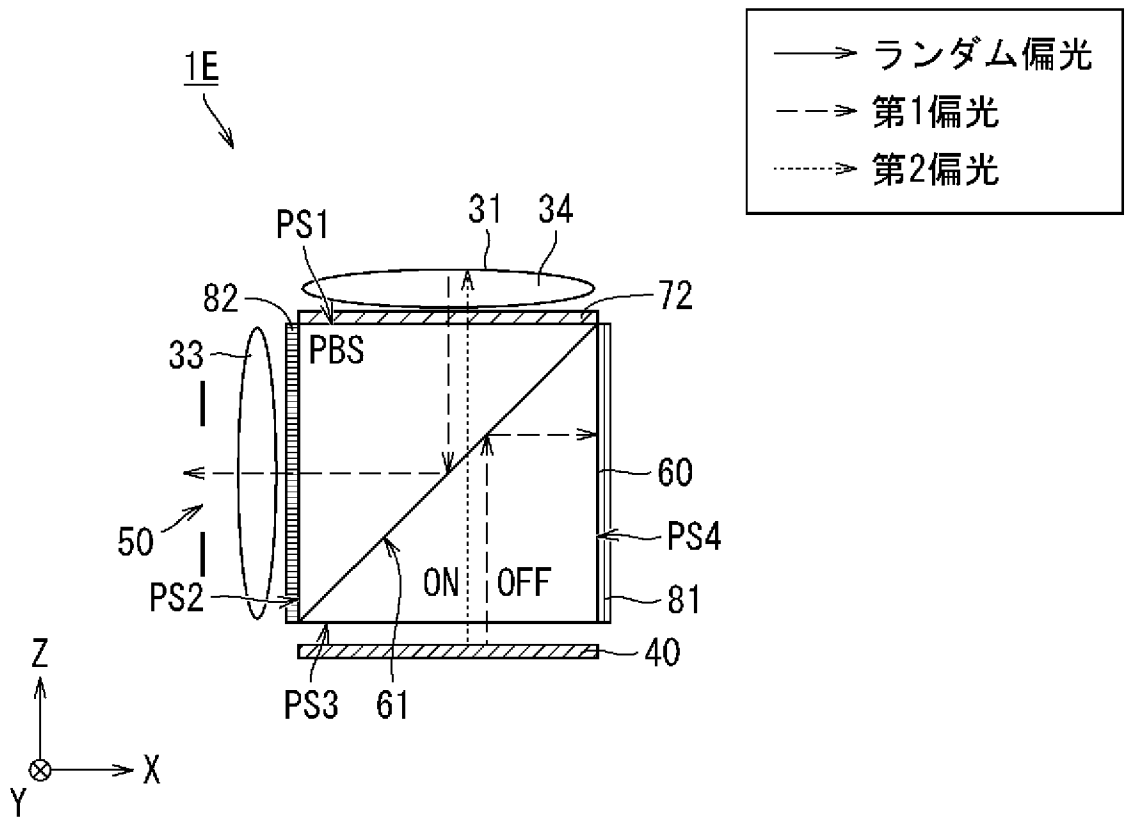
[図19]



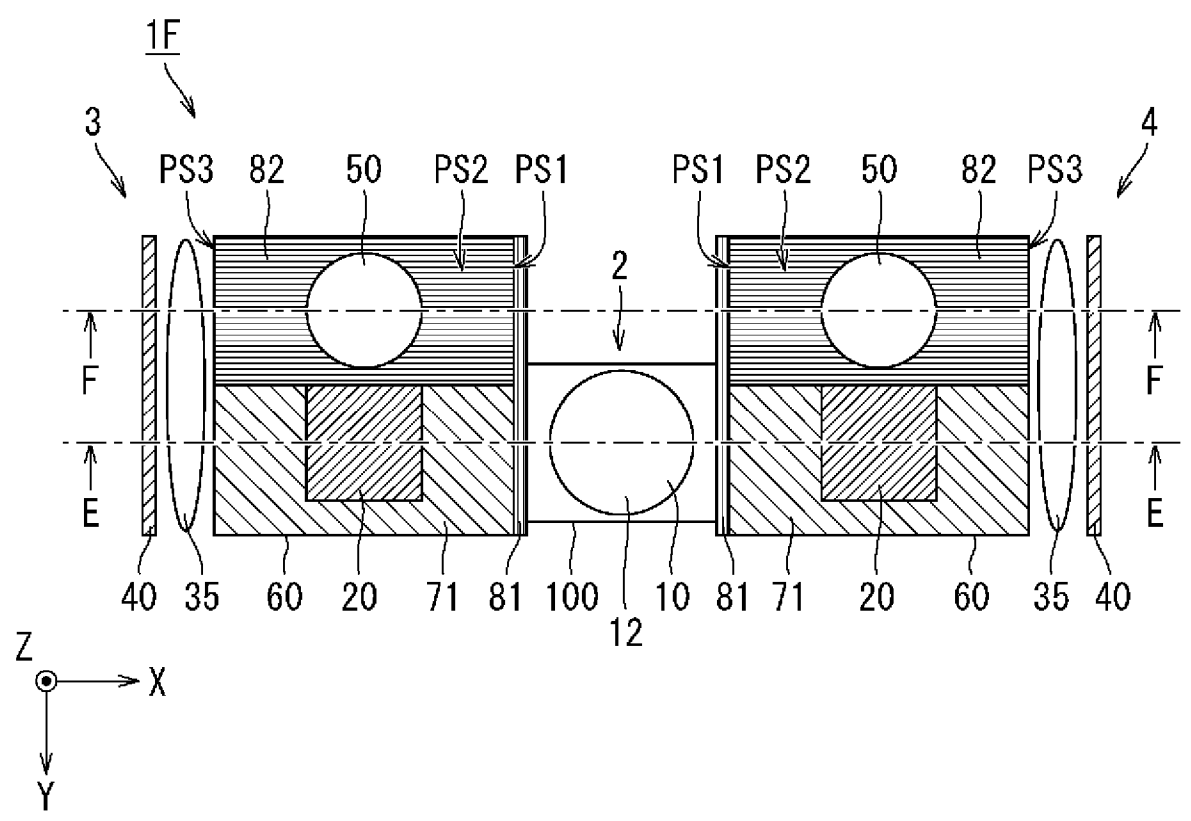
[図20]



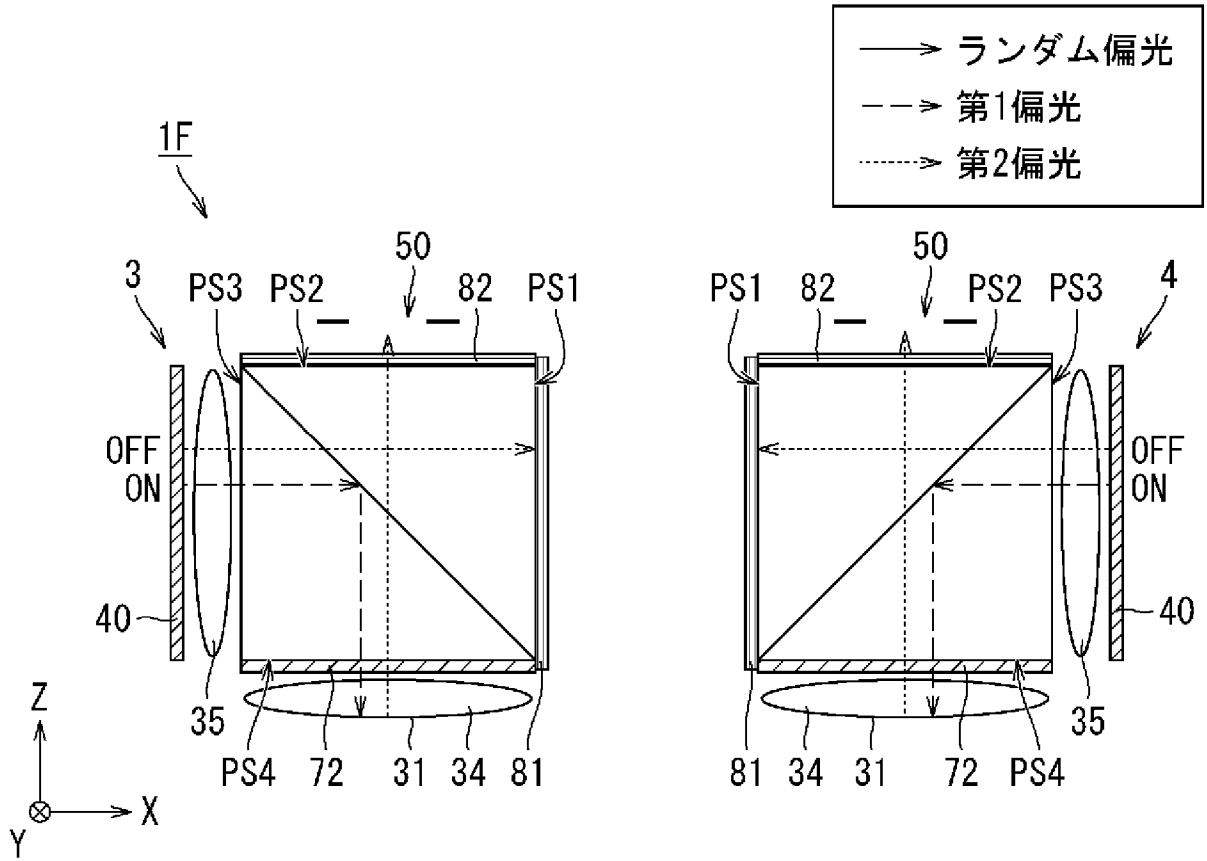
[図21]



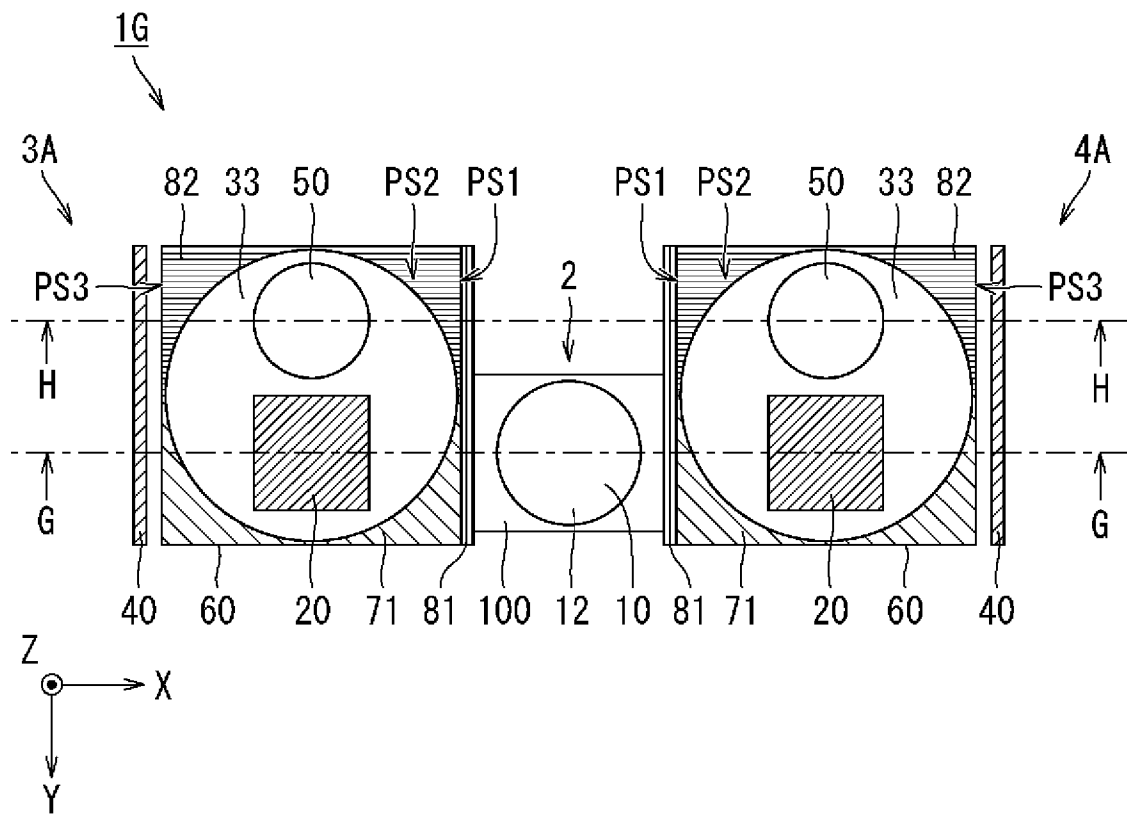
[図22]



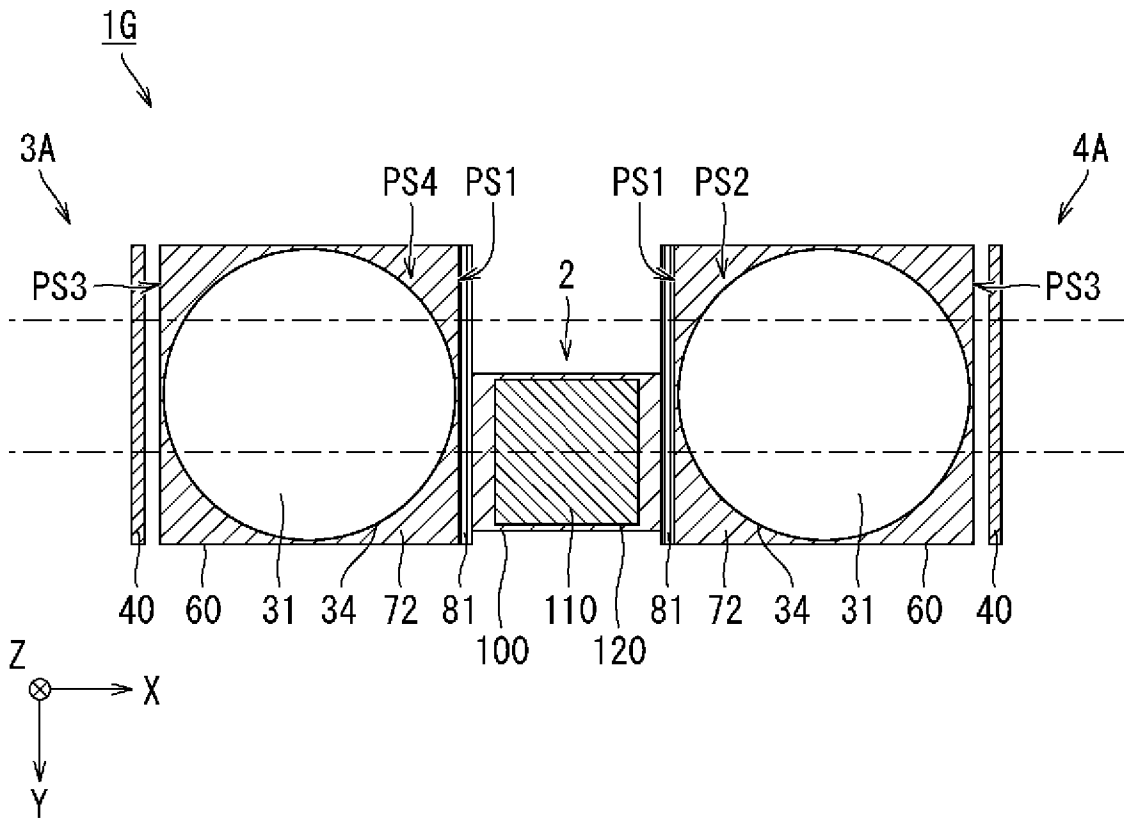
[図25]



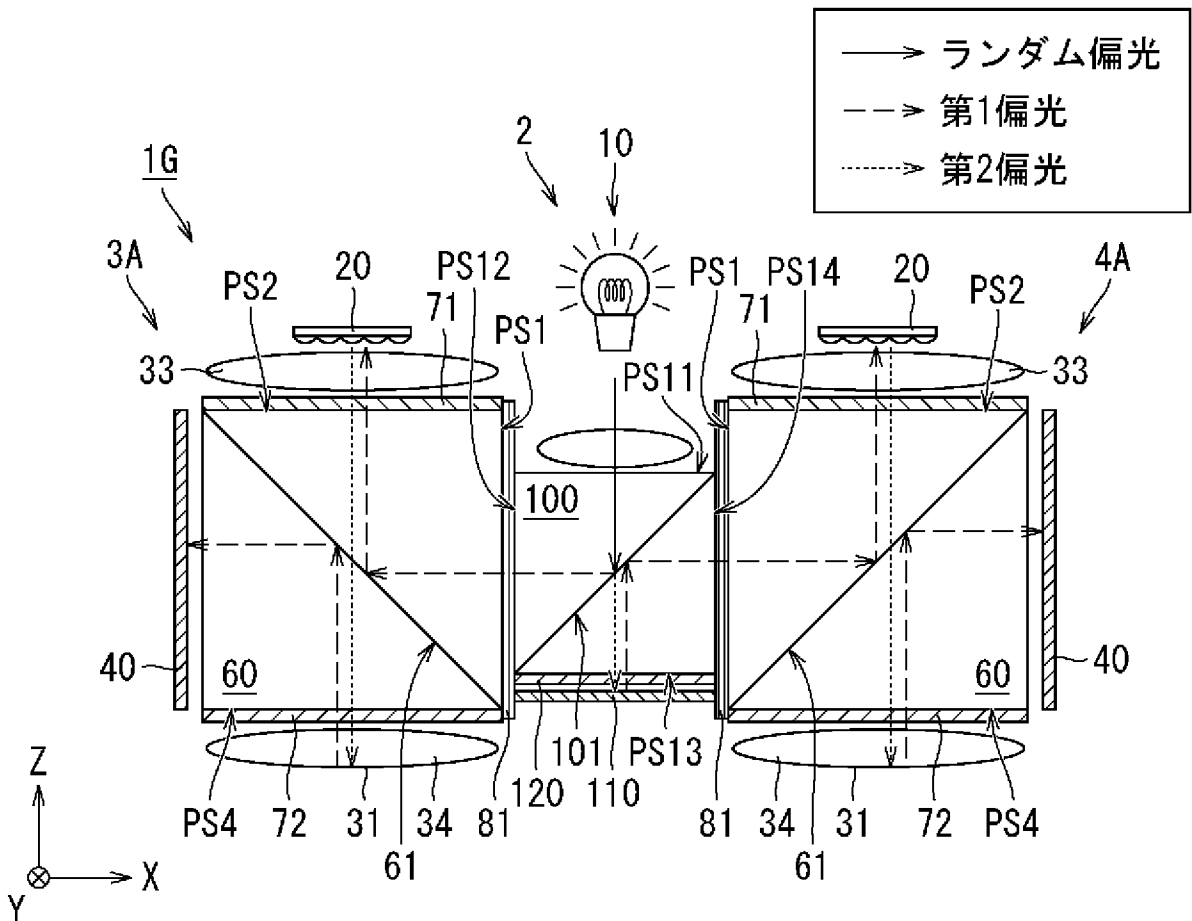
[図26]



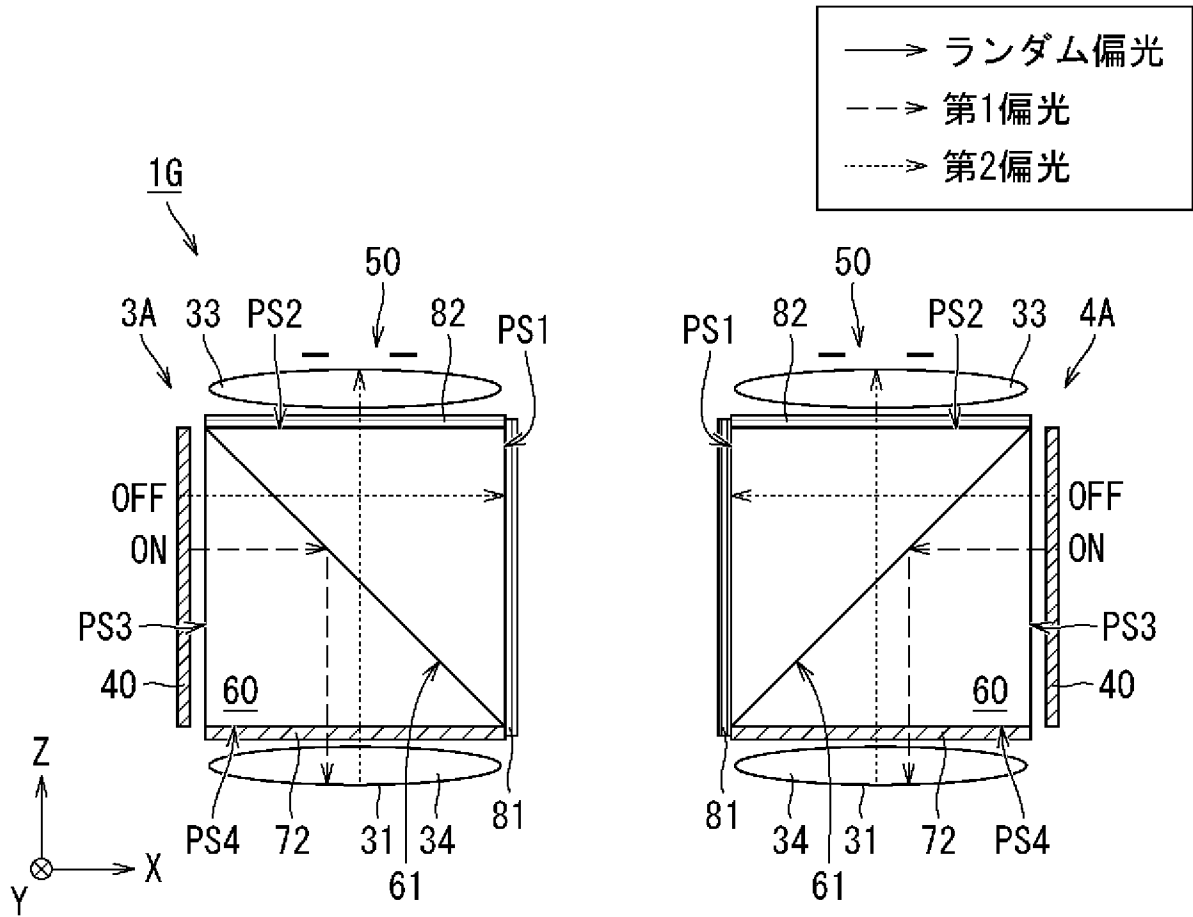
[図27]



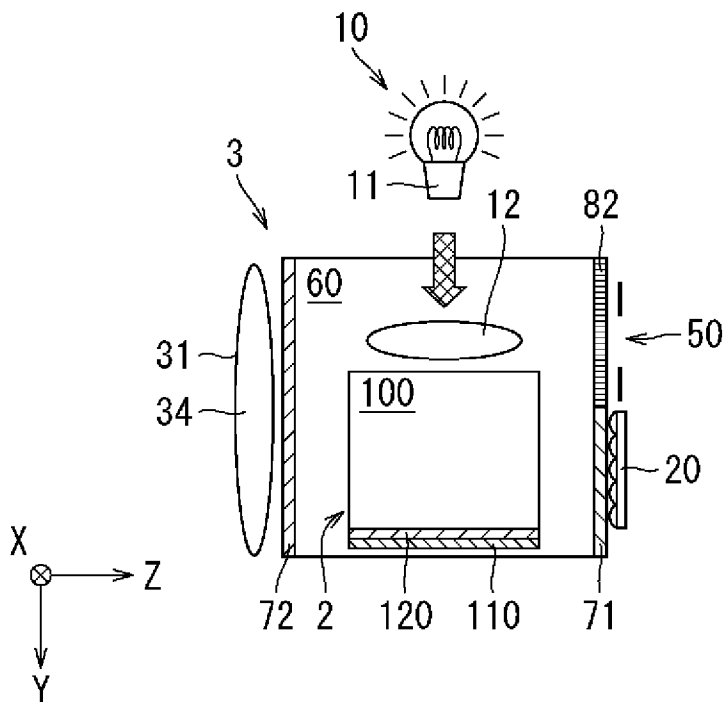
[図28]



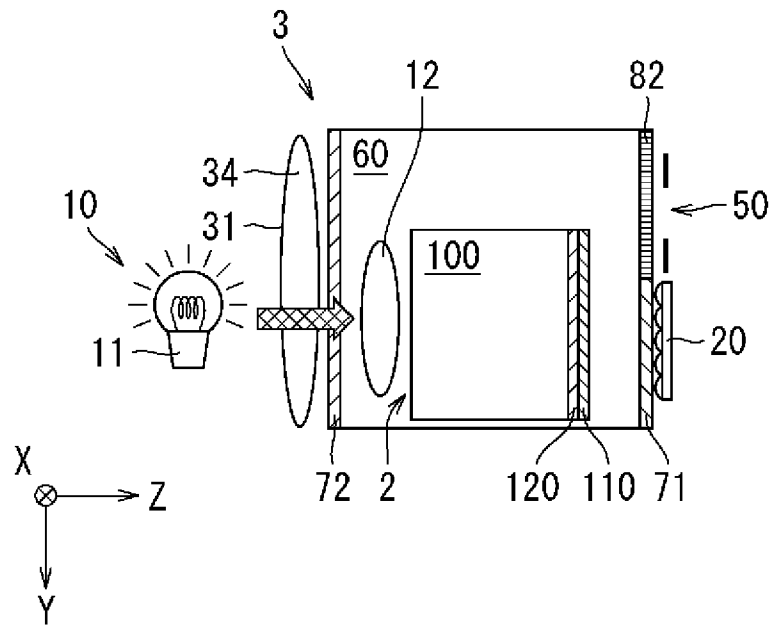
[図29]



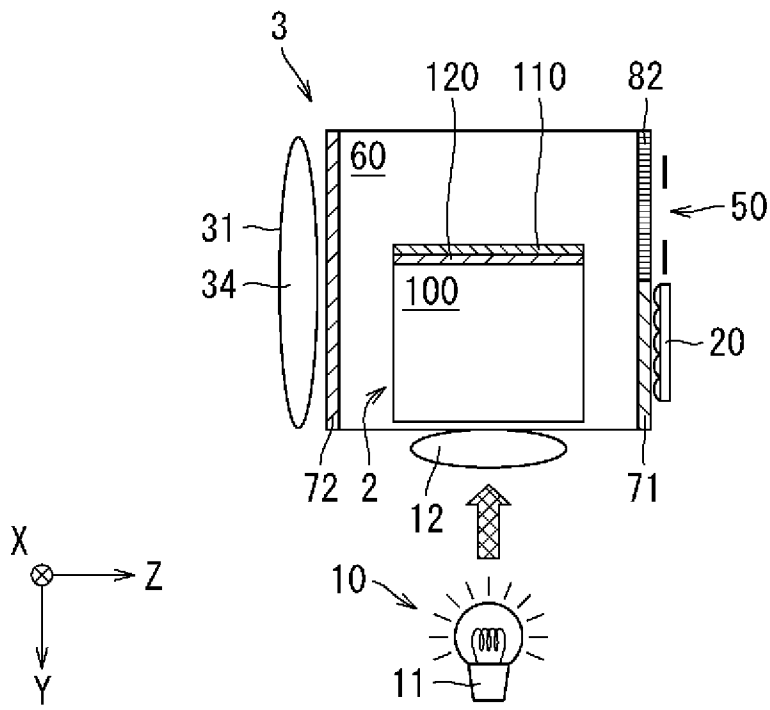
[図30]



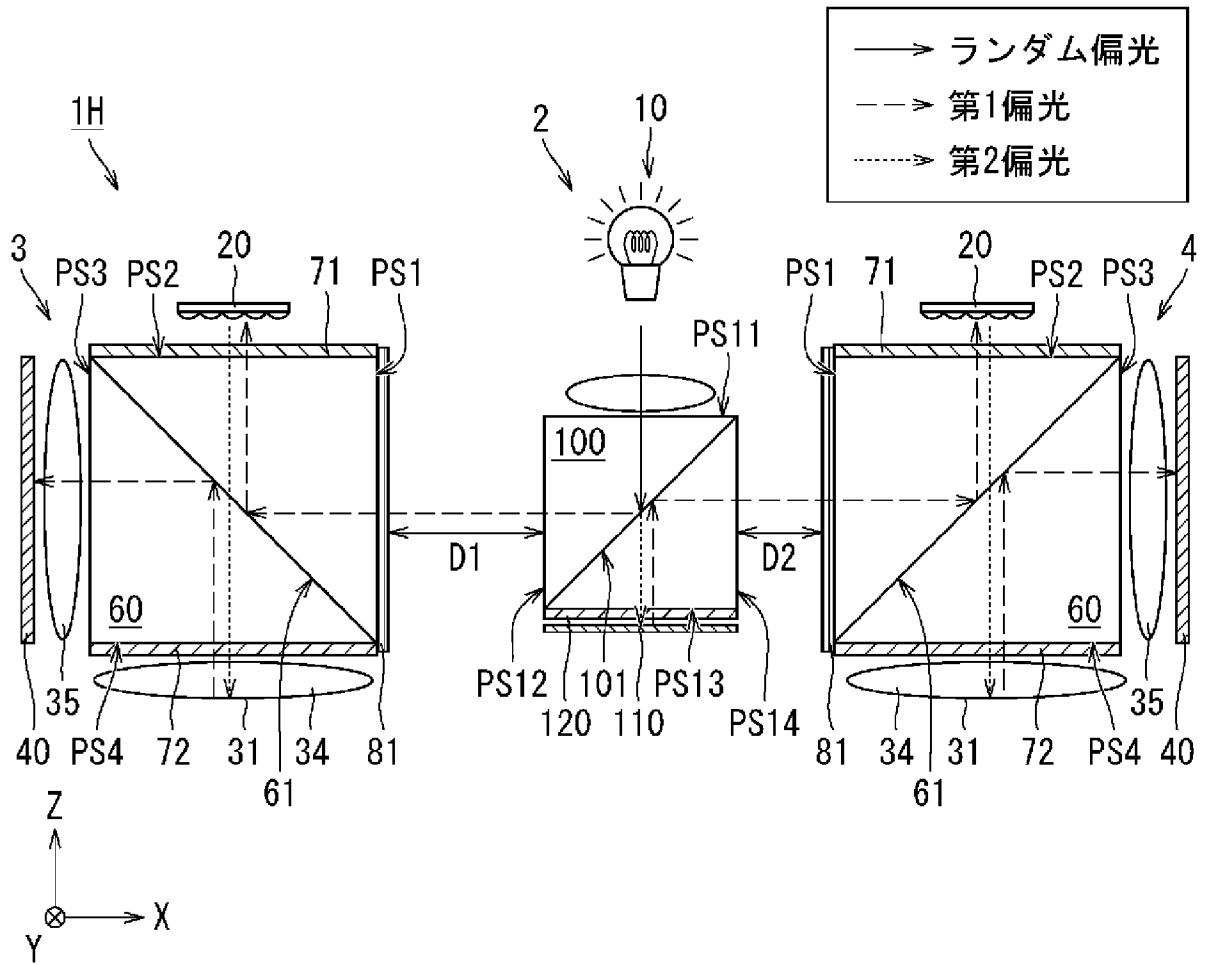
[図31]



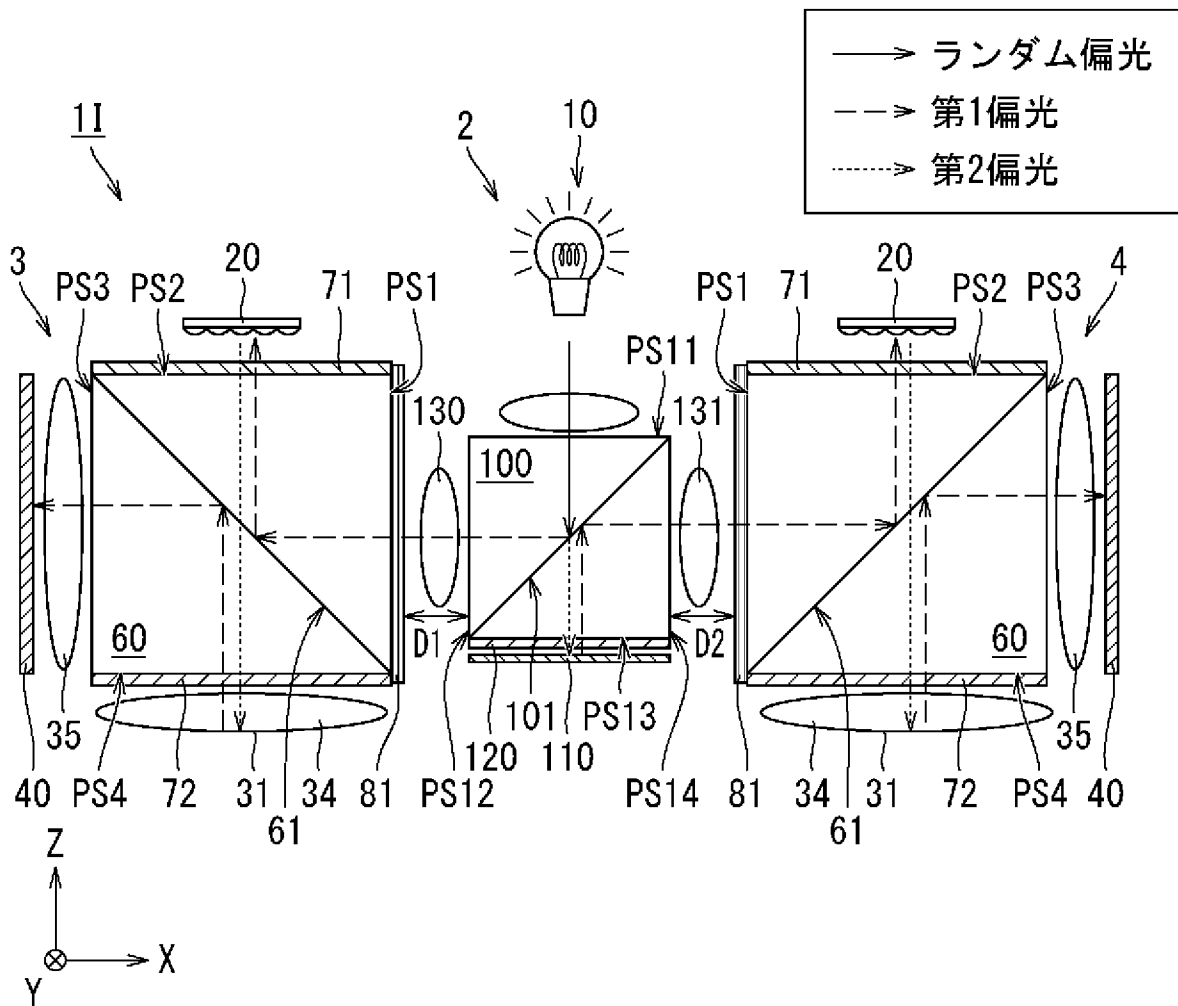
[図32]



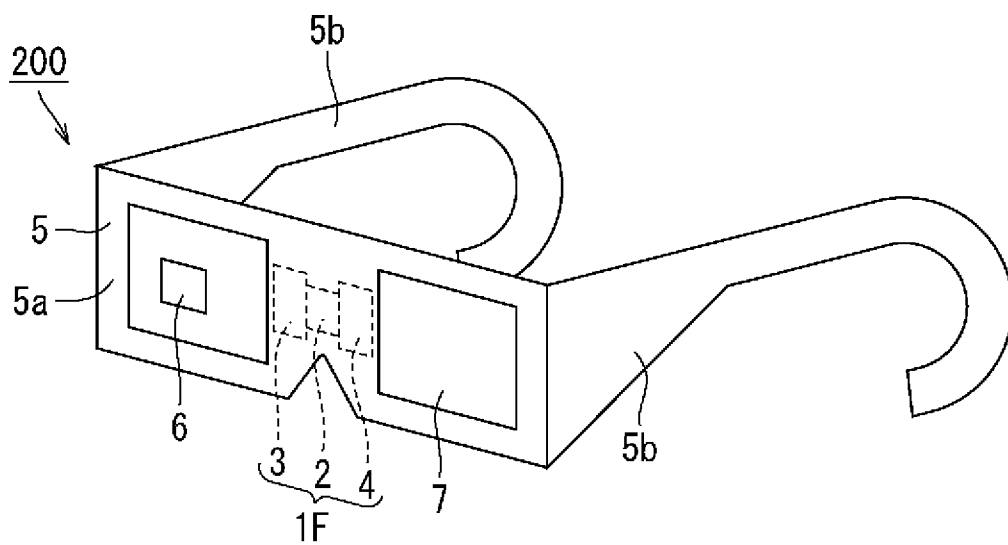
[図33]



[図34]



[図35]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/003294

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G03B 21/14</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/30</i> (2006.01)i; <i>G02B 27/02</i> (2006.01)i; <i>G02F 1/1335</i> (2006.01)i; <i>G02F 1/13357</i> (2006.01)i; <i>G03B 21/00</i> (2006.01)i FI: G03B21/14 Z; G02B27/02 Z; G03B21/00 E; G02B5/30; G02F1/1335; G02F1/13357		
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) G03B21/14; G02B5/30; G02B27/02; G02F1/1335; G02F1/13357; G03B21/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-227998 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 17 December 2015 (2015-12-17) paragraphs [0014]-[0066], fig. 1-2	1, 17
Y	JP 2008-216867 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 18 September 2008 (2008-09-18) paragraphs [0016]-[0027], [0057]-[0065], fig. 1-2, 12	1, 17
Y	JP 11-052289 A (MINOLTA CO., LTD.) 26 February 1999 (1999-02-26) paragraphs [0062]-[0081], fig. 9-12	1, 17
A	JP 2002-268143 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 18 September 2002 (2002-09-18) entire text, all drawings	1-18
A	JP 2005-010275 A (SHARP KABUSHIKI KAISHA) 13 January 2005 (2005-01-13) entire text, all drawings	1-18
A	JP 2005-134867 A (NIKON CORPORATION) 26 May 2005 (2005-05-26) entire text, all drawings	1-18
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 February 2024		Date of mailing of the international search report 05 March 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/003294

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2022-145614 A (CTX OPTO ELECTRONICS CORP.) 04 October 2022 (2022-10-04) entire text, all drawings	1-18
A	WO 2019/181404 A1 (SONY CORPORATION) 26 September 2019 (2019-09-26) entire text, all drawings	1-18
A	WO 2014/093085 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 19 June 2014 (2014-06-19) entire text, all drawings	1-18
A	US 2014/0055755 A1 (OMNIVISION TECHNOLOGIES, INC.) 27 February 2014 (2014-02-27) entire text, all drawings	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/003294

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2015-227998	A 17 December 2015	(Family: none)	
JP 2008-216867	A 18 September 2008	US 2008/0218644 A1 paragraphs [0028]-[0040], [0070]-[0078], fig. 1-2, 12	
JP 11-052289	A 26 February 1999	US 5993010 A column 8, line 13 to column 11, line 10, fig. 9-12	
JP 2002-268143	A 18 September 2002	(Family: none)	
JP 2005-010275	A 13 January 2005	(Family: none)	
JP 2005-134867	A 26 May 2005	US 2007/0018124 A1 entire text, all drawings WO 2005/043216 A1 EP 1679542 A1 TW 200528751 A	
JP 2022-145614	A 04 October 2022	US 2022/0299785 A1 entire text, all drawings EP 4060398 A1 CN 115113391 A	
WO 2019/181404	A1 26 September 2019	US 2020/0400964 A1 entire text, all drawings EP 3770681 A1 CN 111837073 A KR 10-2020-0131219 A	
WO 2014/093085	A1 19 June 2014	TW 201433739 A	
US 2014/0055755	A1 27 February 2014	CN 103631076 A TW 201411196 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G03B 21/14(2006.01)i; G02B 5/30(2006.01)i; G02B 27/02(2006.01)i; G02F 1/1335(2006.01)i; G02F 1/13357(2006.01)i; G03B 21/00(2006.01)i FI: G03B21/14 Z; G02B27/02 Z; G03B21/00 E; G02B5/30; G02F1/1335; G02F1/13357		
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）） G03B21/14; G02B5/30; G02B27/02; G02F1/1335; G02F1/13357; G03B21/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2015-227998 A (キヤノン株式会社) 17.12.2015 (2015-12-17) 段落0014-0066、図1-2	1,17
Y	JP 2008-216867 A (三洋電機株式会社) 18.09.2008 (2008-09-18) 段落0016-0027、0057-0065、図1-2、12	1,17
Y	JP 11-052289 A (ミノルタ株式会社) 26.02.1999 (1999-02-26) 段落0062-0081、図9-12	1,17
A	JP 2002-268143 A (セイコーエプソン株式会社) 18.09.2002 (2002-09-18) 全文、全図	1-18
A	JP 2005-010275 A (シャープ株式会社) 13.01.2005 (2005-01-13) 全文、全図	1-18
A	JP 2005-134867 A (株式会社ニコン) 26.05.2005 (2005-05-26) 全文、全図	1-18
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 20.02.2024	国際調査報告の発送日 05.03.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 川俣 郁子 2I 1167 電話番号 03-3581-1101 内線 3273	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	JP 2022-145614 A (中強光電股▲ふん▼有限公司) 04.10.2022 (2022 - 10 - 04) 全文、全図	1-18
A	WO 2019/181404 A1 (ソニー株式会社) 26.09.2019 (2019 - 09 - 26) 全文、全図	1-18
A	WO 2014/093085 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 19.06.2014 (2014 - 06 - 19) 全文、全図	1-18
A	US 2014/0055755 A1 (OMNIVISION TECHNOLOGIES, INC.) 27.02.2014 (2014 - 02 - 27) 全文、全図	1-18

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/003294

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2015-227998 A	17.12.2015	(ファミリーなし)	
JP 2008-216867 A	18.09.2008	US 2008/0218644 A1 段落0028-0040、 0070-0078、図1 -2、12	
JP 11-052289 A	26.02.1999	US 5993010 A 第8欄第13行-第11欄 第10行、図9-12	
JP 2002-268143 A	18.09.2002	(ファミリーなし)	
JP 2005-010275 A	13.01.2005	(ファミリーなし)	
JP 2005-134867 A	26.05.2005	US 2007/0018124 A1 全文、全図 WO 2005/043216 A1 EP 1679542 A1 TW 200528751 A	
JP 2022-145614 A	04.10.2022	US 2022/0299785 A1 全文、全図 EP 4060398 A1 CN 115113391 A	
WO 2019/181404 A1	26.09.2019	US 2020/0400964 A1 全文、全図 EP 3770681 A1 CN 111837073 A KR 10-2020-0131219 A	
WO 2014/093085 A1	19.06.2014	TW 201433739 A	
US 2014/0055755 A1	27.02.2014	CN 103631076 A TW 201411196 A	