(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
2018年9月20日(20.09.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/168089 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 27/22 (2006.01) *G03B 35/24* (2006.01)
G02B 5/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/042087

(22) 国際出願日： 2017年11月22日(22.11.2017)

(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 2017-049238 2017年3月14日(14.03.2017) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

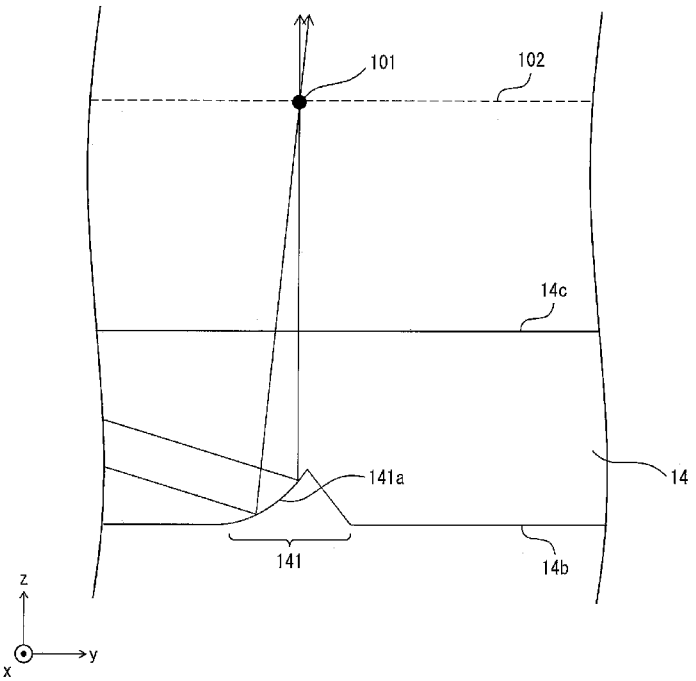
(72) 発明者: 篠原 正幸 (**SHINOHARA, Masayuki**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 倉田 剛大(**KURATA, Gouo**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 荒井 剛(**ARAI, Tsuyoshi**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 北村 智和(**KITAMURA, Norikazu**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 森 裕都(**MORI, Yuto**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

WO 2018/168089 A1

(54) **Title:** DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称： 表示装置

図 3



(57) **Abstract:** In order to make displayed images sharp in this display device, image light reflected by multiple prisms (141) provided in a waveguide plate (14) is emitted from a light output surface (14c). The prisms (141) have a reflective surface (141a) that reflects and emits image light. The reflective surface (141a) is formed in a curved shape in the thickness direction of the waveguide plate (14).

［続葉有］

(74) 代理人：村 上　尚 (MURAKAMI, Takashi)；〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋２丁目北２番６号 大和南森町ビル４Ｆ 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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)）

(57) 要約：表示される画像を鮮明な画像とする。表示装置は、導光板（１４）に設けられた複数のプリズム（１４１）にて反射した画像光を光出射面（１４ｃ）から出射させる。プリズム（１４１）は、画像光を反射させて出射する反射面（１４１ａ）を有する。反射面（１４１ａ）は、導光板（１４）の厚み方向において曲面状に形成されている。

明　細　書

発明の名称 ： 表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、本発明は、空中に結像した画像を表示可能な表示装置に関する。

背景技術

[0002] ディスプレイが存在しない空中に結像した画像を表示可能な空中ディスプレイが従来知られている。例えば、特許文献１には、表示素子からライトガイドへ出射した画像表示光を、当該ライトガイドの基板内部に設けられた複数の反射面にて反射させ、当該ライトガイドの出射面から出力する表示装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開２０１１－１８６３３２号公報（２０１１年９月２２日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献１に開示された表示装置では、反射面が平面で形成されているため、ライトガイドの厚み方向の位置によって、同一の反射面によって反射された光によって像が結像される位置に収差が発生してしまう。その結果、表示装置によって表示される画像が不鮮明となってしまうという問題があった。

[0005] 本発明の一態様は、前記の問題を考えてなされたものであり、表示される画像を鮮明な画像とすることができる表示装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る表示装置は、導光板

の端面から画像光を入射させ、当該導光板に設けられた複数の出射構造部にて反射または屈折した前記画像光を当該導光板の光出射面から出射させる表示装置において、前記出射構造部は、前記画像光を反射または屈折させて出射する光学面を有しており、前記光学面が前記導光板の厚み方向において曲面状に形成されている構成である。

発明の効果

[0007] 本発明の一態様によれば、表示される画像を鮮明な画像とすることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施形態１に係る表示装置の概要を示す模式図である。

[図2]上記表示装置の概要を示す側面図である。

[図3]上記表示装置が備えるプリズムによって光を反射させる様子を示す導光板の拡大側面図である。

[図4]互いに隣接する任意の２つの上記プリズムのそれぞれの反射面と、上記表示装置が備える導光板の底面とがなす角度を説明するための図である。

[図5]上記表示装置が備える導光板の本変形例としての導光板の構成を示す概要図である。

[図6]上記表示装置の本変形例としての表示装置が備えるプリズムによって光を反射させる様子を示す導光板の拡大側面図である。

[図7]本発明の実施形態２に係る表示装置の導光板の概要を示す側面図である。

[図8]上記表示装置が備えるプリズムによって光を屈折させる様子を示す導光板の拡大側面図である。

[図9]互いに隣接する任意の２つの上記プリズムのそれぞれの屈折面と、上記表示装置が備える導光板の光出射面とがなす角度を説明するための図である。

[図10]本発明の実施形態３に係る表示装置の概略構成図である。

[図11]上記表示装置の概略側面図である。

[図12]上記表示装置が備える２次元ディスプレイの表示領域に設定される各ブロックと、立体像が投影される空間領域内の各結像点の対応関係の一例を示すものであり、（ａ）は空間領域の斜視図であり、（ｂ）は２次元ディスプレイの表示領域の一例を示す図である。

[図13]上記表示装置が備える導光板の底面を正面側から部分拡大図である。

[図14]（ａ）は、上記表示装置が備えるプリズムアレイシートの概略正面図であり、（ｂ）は、上記プリズムアレイシートの一つのプリズムアレイの概略斜視図である。

[図15]上記２次元ディスプレイの表示領域上のブロックの位置と、上記プリズムアレイにおける対応するマイクロプリズムの関係の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 〔実施形態１〕

以下、本発明の実施形態１について図面を参照しながら詳細に説明する。

[0010] （表示装置１Ａの構成）

本実施形態における表示装置１Ａの要部構成の一例について、図１～図４を参照しながら説明する。図１は、表示装置１Ａの概要を示す模式図である。図２は、表示装置１Ａの概要を示す側面図である。図３は、プリズム１４１によって光を反射させる様子を示す導光板１４の拡大側面図である。

[0011] 表示装置１Ａは、図１～図３に示すように、画像表示装置１１と、結像レンズ１２と、コリメートレンズ１３と、導光板１４と、マスク１５とを備えている。なお、Ｙ軸方向に沿って、画像表示装置１１、結像レンズ１２、コリメートレンズ１３、および導光板１４が順番に配置されている。また、Ｚ軸方向に沿って、導光板１４およびマスク１５が、この順番で配置されている。

[0012] 画像表示装置１１は、制御装置（不図示）から受信した映像信号に応じて、表示装置１Ａにより空中に投影される２次元画像を表示領域に表示する。画像表示装置１１は、表示領域に画像を表示することによって、画像光を出

力することができる、例えば一般的な液晶ディスプレイである。なお、図示の例において、画像表示装置１１の表示領域、および当該表示領域に対向する、導光板１４の入射面１４ａは、ともにＸＺ平面と平行となるように配置されている。また、導光板１４の、後述するプリズム１４１が配置されている底面１４ｂ、および当該底面１４ｂに対向する、マスク１５に対して光を出射する光出射面１４ｃは、ともにＸＹ平面と平行となるように配置されている。さらに、マスク１５の、後述するスリット１５１が設けられている面も、ＸＹ平面と平行になるように配置されている。なお、画像表示装置１１の表示領域と導光板１４の入射面１４ａとは、対向して配置されてもよいし、画像表示装置１１の表示領域が入射面１４ａに対して傾けて配置されてもよい。

[0013] 結像レンズ１２は、画像表示装置１１と入射面１４ａとの間に配置されている。結像レンズ１２は、画像表示装置１１の表示領域から出力された画像光を、入射面１４ａの長手方向と平行なＸＹ平面において収束光化した後、コリメートレンズ１３へ出射する。結像レンズ１２は、画像光を収束光化できるのであれば、どのようなものであってもよい。例えば、結像レンズ１２は、バルクレンズ、フレネルレンズ、または回折レンズなどであってもよい。また、結像レンズ１２は、Ｙ軸方向に沿って配置された複数のレンズの組み合わせであってもよい。

[0014] コリメートレンズ１３は、画像表示装置１１と入射面１４ａとの間に配置されている。コリメートレンズ１３は、結像レンズ１２にて収束光化された画像光を、入射面１４ａの長手方向と直交するＹＺ平面において平行光化する。コリメートレンズ１３は、平行光化した画像光について、導光板１４の入射面１４ａに対して出射する。コリメートレンズ１３は、結像レンズ１２と同様に、バルクレンズおよびフレネルレンズであってもよい。なお、結像レンズ１２とコリメートレンズ１３とは、その配置順が逆であってもよい。また、結像レンズ１２とコリメートレンズ１３の機能について、１つのレンズによって実現してもよいし、多数のレンズの組み合わせによって実現して

もよい。すなわち、画像表示装置１１が表示領域から出力した画像光を、ＸＹ平面においては収束光化し、ＹＺ平面においては平行光化することができるのであれば、結像レンズ１２およびコリメートレンズ１３の組み合わせは、どのようなものであってもよい。

[0015] 導光板１４は、透明な部材によって構成されており、コリメートレンズ１３によって平行光化された画像光を入射面１４ａにて受光し、光出射面１４ｃから出射する。図示の例において、導光板１４は平板状に形成された直方体の外形を備えており、コリメートレンズ１３に対向する、ＸＺ平面と平行な面を入射面１４ａとする。また、ＸＹ平面と平行かつＺ軸の負方向側に存在する面を底面１４ｂとし、ＸＹ平面と平行かつ底面１４ｂに対向する面を光出射面１４ｃとする。導光板１４は、複数のプリズム（出射構造部）１４１を備えている。

[0016] 複数のプリズム１４１は、導光板１４の入射面１４ａから入射した画像光を反射する。プリズム１４１は、導光板１４の底面１４ｂに、底面１４ｂから光出射面１４ｃへ向けて突出して設けられている。複数のプリズム１４１は、例えば、画像光の伝搬方向がＹ軸方向であるときに、当該Ｙ軸方向に所定の間隔（例えば、１ｍｍ）で配置された、Ｙ軸方向に所定の幅（例えば、１０μｍ）を有する略三角形状の溝である。プリズム１４１は、プリズム１４１が有する光学面のうち、画像光の導光方向（＋Ｙ軸方向）に対して入射面１４ａから近い側の面である反射面（光学面）１４１ａを備えている。図示の例において、複数のプリズム１４１は、底面１４ｂ上に、Ｘ軸と平行に設けられている。これにより、Ｙ軸方向に伝搬する入射面１４ａから入射した画像光が、Ｙ軸に直交するＸ軸と平行に設けられた複数のプリズム１４１の反射面１４１ａによって反射させられる。複数のプリズム１４１のそれぞれは、画像表示装置１１の表示領域で入射面１４ａの長手方向と直交するＺ軸方向において互いに異なる位置から発した画像光を、所定の視点１００へ向けて導光板１４の一方の面である光出射面１４ｃから出射させる。反射面１４１ａの詳細については後述する。

[0017] マスク１５は、可視光に対して不透明な材料にて構成され、複数のスリット１５１を備えている。マスク１５は、導光板１４の光出射面１４ｃから出射された光のうち、平面１０２上の結像点１０１へ向かう光のみを、複数のスリット１５１を用いて透過させることができる。

[0018] 複数のスリット１５１は、導光板１４の光出射面１４ｃから出射された光のうち、平面１０２上の結像点１０１へ向かう光のみを透過させる。図示の例において、複数のスリット１５１は、Ｘ軸と平行となるように設けられている。また、個々のスリット１５１は、複数のプリズム１４１のうち、いずれかのプリズム１４１と対応している。

[0019] 以上の構成を有することにより、表示装置１Ａは、画像表示装置１１に表示された画像を、当該表示装置１Ａの外部の仮想の平面１０２上に結像させ、投影する。具体的には、まず、画像表示装置１１の表示領域から出射された画像光は、結像レンズ１２およびコリメートレンズ１３を通した後、導光板１４の端面である、入射面１４ａへ入射する。次に、導光板１４へ入射した画像光は、当該導光板１４の内部を伝搬し、導光板１４の底面１４ｂに設けられたプリズム１４１に到達する。プリズム１４１に到達した画像光は、当該プリズム１４１の反射面１４１ａによってＺ軸の正方向へ反射させられ、ＸＹ平面と平行となるように配置された、導光板１４の光出射面１４ｃから出射される。そして、光出射面１４ｃから出射した画像光のうち、マスク１５のスリット１５１を通過した画像光は、平面１０２上の結像点１０１にて結像する。すなわち、画像表示装置１１の表示領域の個々の点から発した画像光について、ＸＹ平面においては収束光化し、ＹＺ平面においては平行光化した後、平面１０２上の結像点１０１に投影することができる。表示領域の全ての点に対して前記の処理を行うことにより、表示装置１Ａは、画像表示装置１１の表示領域に出力された画像を、平面１０２上に投影することができる。これにより、ユーザは、視点１００から仮想の平面１０２を見たときに、空中に投影された画像を視認することができる。なお、平面１０２は、投影された画像が結像する仮想的な平面であるが、視認性を向上させる

ためにスクリーンなどを配置してもよい。

[0020] なお、Ｚ軸方向について、入射面１４ａの中心と、コリメートレンズ１３の光軸とが一致するようにコリメートレンズ１３が配置されている場合は、平面１０２上に投影された画像について、以下の問題が生じるおそれがある。すなわち、コリメートレンズ１３の光軸と直交するＸＺ平面内で、Ｚ軸方向に対して光軸を挟んだ等距離である２点のそれぞれから発して、入射面１４ａを介して導光板１４内に入射した光は、底面１４ｂに対して同じ角度をなすことになる。そのため、それら２点からの光は、同じプリズム１４１により反射されて平面１０２へ向かう。そのため、視点１００からは、それら２点が重なって見えるという問題がある。

[0021] したがって、画像表示装置１１は、Ｚ軸方向について、導光板１４よりも正方向側、または、負方向側に表示領域全体が位置するように配置されることが好ましい。本実施形態では、画像表示装置１１の表示領域全体が、導光板１４よりも負方向側に配置される。この場合、画像表示装置１１からコリメートレンズ１３を経由して導光板１４内に入射する光の量を増やすために、図２において点線で示される位置にミラー２０を配置してもよい。ミラー２０は、Ｚ軸方向について、コリメートレンズ１３の光軸を挟んで画像表示装置１１とは反対側に配置され、かつ、光出射面１４ｃと平行かつ画像表示装置１１へ向けられた反射面を持つことが好ましい。

[0022] また、図２に示すように、画像表示装置１１の表示領域のうち、Ｚ軸の正方向側にある点から発した画像光よりも、負方向側にある点から発した画像光の方が、より画像表示装置１１に近い位置にあるプリズム１４１に入射する。そして、プリズム１４１にて反射し、当該プリズム１４１に対応するスリット１５１を透過することがわかる。

[0023] （反射面１４１ａ）

次に、本実施形態におけるプリズム１４１の反射面１４１ａについて、図３を参照しながら詳細に説明する。

[0024] まず、プリズムの反射面が平面である場合において発生する問題点につい

て説明する。表示装置によって表示される画像を鮮明な画像とするためには、同一のプリズムによって反射された光は、プリズムの高さ方向（すなわち、導光板１４の厚み方向）の全ての位置において反射された光が結像点１０１に集光することが好ましい。しかしながら、プリズムの反射面が平面である場合、同一のプリズムに到達し、当該プリズムにより反射されるすべての光を結像点１０１に集光することはできない。換言すれば、プリズムの高さ方向（すなわち、導光板１４の厚み方向）の位置によって、プリズムの反射面に反射される光の平面１０２における結像位置に収差が発生してしまう。そのため、表示装置によって表示される画像が不鮮明となってしまう。

[0025] この問題を解決するために、本実施形態におけるプリズム１４１の反射面１４１ａは、導光板１４の厚み方向において曲面状に形成されている。具体的には、反射面１４１ａは、図３に示すように、導光板１４の厚み方向において底面１４ｂから光出射面１４ｃに近づくにつれて（換言すれば、入射面１４ａからの距離が長くなるにつれて）、光出射面１４ｃ（換言すれば、底面１４ｂ）となす角度が大きくなるように形成されている。これにより、プリズム１４１の高さ方向（すなわち、導光板１４の厚み方向）の位置によらず、プリズム１４１の反射面１４１ａにより反射されるすべての光を結像点１０１に集光することができる。その結果、表示装置１Ａによって表示される画像を鮮明な画像とすることができる。

[0026] 図４は、互いに隣接する任意の２つのプリズム１４１（入射面１４ａから近い側からプリズム１４１Ａ、プリズム１４１Ｂとする）のそれぞれの反射面１４１Ａａおよび反射面１４１Ｂａと、底面１４ｂ（または光出射面１４ｃ）とがなす角度を説明するための図である。図４に示すように、プリズム１４１Ａの反射面１４１Ａａは、画像光が導光する方向（＋Ｙ方向）に関して、入射面１４ａ側の端部において底面１４ｂと角度$\theta 1$をなしており、入射面１４ａ側の端部とは反対側の端部において底面１４ｂと角度$\theta 2$をなしているとする。また、プリズム１４１Ｂの反射面１４１Ｂａは、画像光が導光する方向（＋Ｙ方向）に関して、入射面１４ａ側の端部において底面１４

ｂと角度θ３をなしており、入射面１４ａ側の端部とは反対側の端部において底面１４ｂと角度θ４をなしているとする。このとき、上述したように、反射面１４１ａは、入射面１４ａからの距離が長くなるにつれて、光出射面１４ｃ（換言すれば、底面１４ｂ）となす角度が大きくなるように形成されているので、角度θ１＜角度θ２、角度θ３＜角度θ４となっている。また、本実施形態では、角度θ２＝角度θ３となっている。すなわち、複数のプリズム１４１の反射面１４１ａは、入射面１４ａからの距離が長くなるにつれて光出射面１４ｃ（換言すれば、底面１４ｂ）となす角度が大きくなるように形成されている。なお、角度θ２は角度θ３よりも小さくてもよい。

[0027] なお、前記の説明において、導光板１４は直方体の外形を備える構成としたが、導光板１４は、入射面１４ａに入射した光を光出射面１４ｃから出射し、平面１０２上の結像点１０１にて結像させることが可能な構成であれば、どのようなものであってもよい。例えば、導光板１４は、曲面状に屈曲した形状であってもよい。このとき導光板１４は、結像点１０１にて光を結像させることができるように、複数のプリズム１４１の形状や配置などを適宜設定してもよい。導光板１４を曲面状に屈曲した形状にすることにより、屈曲した導光板１４の内部を伝搬した光を用いて画像光を出力することができる。その結果、導光板１４の配置スペースおよび配置方向に制限されることなく、任意の方向に画像光を出力することができる。したがって、利便性を改善した表示装置を提供することができる。

[0028] また、導光板１４の内部を伝搬する画像光は、複数のプリズム１４１へ入射し、プリズム１４１の反射面１４１ａにて反射して光出射面１４ｃから出射することが可能であれば、どのように伝搬してもよい。例えば、画像光は、光出射面１４ｃと底面１４ｂの少なくともいずれかにおいて、２回以上反射した後、光出射面１４ｃから出射されるように伝搬してもよい。これにより、導光板１４の内部を伝搬する画像光の光出射面１４ｃおよび底面１４ｂでの反射が０回または１回である構成と比較して、画像光をプリズム１４１の反射面１４１ａに対して入射させる際の、底面１４ｂに対する角度をより

大きくすることができる。その結果、導光板１４の広い範囲において解像度の高い画像光を光出射面１４ｃから出射させることができる。

[0029] （変形例１）

次に、実施形態１における導光板１４の変形例としての導光板２４について、図５を参照しながら説明する。

[0030] 図１～図３に示したように、実施形態１では、導光板１４が１枚の部材から構成されており、複数のプリズム１４１が、底面１４ｂ上に、当該導光板１４の内部に向けて凸形状となるように形成されている構成について説明してきた。しかしながら、本発明の表示装置は、画像光を複数のプリズム１４１の反射面１４１ａによって反射させ、光出射面１４ｃから出射することが可能な構成であればどのようなものであってもよい。

[0031] 図５は、本変形例における導光板２４の構成を示す概要図である。図５に示すように、本変形例における導光板２４は、２枚の導光板２４ａ・２４ｂによって構成されている。

[0032] 導光板２４ａは、光出射面２４ａｃが平坦であり、底面２４ａｂが複数のプリズム１４１の反射面１４１ａと予備面１４１ｂの組み合わせからのみ構成されている。導光板２４ｂは、底面２４ｂｂが平坦であり、光出射面２４ｂｃが導光板２４ａの底面２４ａｂと嵌合する形状を有している。導光板２４ａと導光板２４ｂとは、導光板２４ａの底面２４ａｂにて嵌合するように接合されている。このとき、接合された導光板２４の内部を伝搬する画像光は、２枚の導光板２４ａ・２４ｂの境界面にて反射または屈折を生じる。図示の例は、２枚の導光板の屈折率が等しい場合を示しており、境界面を透過した画像光は屈折することなく透過することができる。

[0033] また、導光板２４ａの屈折率および導光板２４ｂの屈折率を調整することにより、導光板２４ａと導光板２４ｂとの境界面における光の反射および屈折の割合を予め設定することができる。これにより、例えば、平面１０２上に結像される画像の光量を制御することができる。

[0034] また、例えば、導光板２４ｂの屈折率を導光板２４ａの屈折率よりも大き

くしたとき、導光板２４ｂから導光板２４ａに入射する光を境界面にて反射することができる。これにより、導光板２４ａの底面２４ａｂ側から導光板２４ａへ入射する光による迷光の発生を抑制することができる。また、導光板２４ｂの屈折率を導光板２４ａの屈折率よりも小さくしたとき、導光板２４ａから出射され導光板２４ｂから導光板２４ａに再入射する光における導光角度（底面１４ｂまたは光出射面１４ｃとなす角度）と、導光板２４ａを導光する光における導光角度とのずれを低減することができる。これにより、結像される画像の解像度が低減することを抑制することができる。

[0035] 〔変形例２〕

前記各実施形態において、表示装置１Ａは、光出射面１４ｃから出射した画像光のうち、マスク１５が備えるスリット１５１を透過した画像光によって画像を結像する構成であった。しかしながら、仮想の平面１０２上の結像点１０１にて画像光を結像させることができるのであれば、マスク１５およびスリット１５１を備えない構成であってもよい。例えば、導光板１４が、底面１４ｂ上に複数のプリズム１４１を備えているとき、光出射面１４ｃは、各プリズム１４１に対応する位置以外に、光吸収層が形成されていてもよい。

[0036] 〔変形例３〕

次に、実施形態１における表示装置１Ａの変形例としての表示装置１Ｂについて、図６を参照しながら説明する。

[0037] 実施形態１における表示装置１Ａでは、平面１０２上にプリズム１４１によって反射された光を集光することによって、平面１０２上に実像を結像させていた。これに対して、変形例における表示装置１Ｂでは、プリズム２４１によって反射された光によって、導光板１４の光出射面１４ｃに関して観察者とは反対側にある平面１１２に虚像を結像する。

[0038] 図６は、本変形例における表示装置１Ｂが備えるプリズム（出射構造部）２４１によって光を反射させる様子を示す導光板１４の拡大側面図である。

[0039] 図６に示すように、本変形例における表示装置１Ｂでは、導光板１４は、

実施形態１におけるプリズム１４１に代えて、プリズム２４１を備えている。

[0040] プリズム２４１は、導光板１４の入射面１４ａから入射した画像光を反射する。プリズム２４１は、導光板１４の底面１４ｂに、底面１４ｂから光出射面１４ｃへ向けて突出して設けられている。プリズム２４１は、プリズム２４１が有する光学面のうち、画像光の導光方向（＋Ｙ軸方向）に対して入射面１４ａから近い側の面である反射面（光学面）２４１ａを備えている。これにより、Ｙ軸方向に伝搬する入射面１４ａから入射した画像光が、Ｙ軸に直交するＸ軸と平行に設けられた複数のプリズム２４１の反射面２４１ａによって反射させられる。複数のプリズム２４１のそれぞれは、画像表示装置１１の表示領域で入射面１４ａの長手方向と直交するＺ軸方向において互いに異なる位置から発した画像光を、所定の視点１００へ向けて導光板１４の一方の面である光出射面１４ｃから出射させる。表示装置１Ｂでは、複数のプリズム２４１の反射面２４１ａによって反射させられた光は、導光板１４の光出射面１４ｃに関して観察者とは反対側にある平面１１２の結像点１１１から出射されたように光出射面１４ｃから出射される。すなわち、複数のプリズム２４１によって反射された光によって、平面１１２に虚像が結像される。これにより、観察者は、表示装置１Ｂに関して観察者とは反対側の空間に立体画像を視認することができる。

[0041] 本変形例におけるプリズム２４１の反射面２４１ａは、導光板１４の厚み方向の形状が曲面状に形成されている。具体的には、反射面２４１ａは、図６に示すように、導光板１４の厚み方向において底面１４ｂから光出射面１４ｃに近づくにつれて、光出射面１４ｃ（換言すれば、底面１４ｂ）となす角度が小さくなるように形成されている。これにより、プリズム２４１の高さ方向（すなわち、導光板１４の厚み方向）の位置によらず、プリズム２４１の反射面２４１ａにより反射されるすべての光を平面１１２の結像点１１１から出射されたようにすることができる。その結果、表示装置１Ｂによって表示される画像（虚像）を鮮明な画像とすることができる。

[0042] 〔実施形態２〕

本発明の他の実施形態について説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0043] 本実施形態における表示装置１Ｃについて、図７～図９を参照しながら説明する。

[0044] 図７は、表示装置１Ｃの導光板１４の概要を示す側面図である。図８は、表示装置１Ｃが備えるプリズム３４１によって光を屈折させる様子を示す導光板１４の拡大側面図である。

[0045] 図７および図８に示すように、表示装置１Ｃでは、実施形態１におけるプリズム１４１に代えて、プリズム（出射構造部）３４１を備えている。

[0046] プリズム３４１は、導光板１４の入射面１４ａから入射した画像光を屈折する。プリズム３４１は、導光板１４の光出射面１４ｃに、光出射面１４ｃから導光板１４の外部へ向けて（＋Ｚ方向に向けて）突出して設けられている。複数のプリズム３４１は、例えば、画像光の伝搬方向がＹ軸方向であるときに、当該Ｙ軸方向に所定の間隔（例えば、１ｍｍ）で配置された、Ｙ軸方向に所定の幅（例えば、１０μｍ）を有する略三角形状の溝である。プリズム３４１は、プリズム３４１が有する光学面のうち、画像光の導光方向（＋Ｙ軸方向）に対して入射面１４ａから近い側の面である屈折面（光学面）３４１ａを備えている。図示の例において、複数のプリズム３４１は、光出射面１４ｃ上に、Ｘ軸と平行に設けられている。これにより、Ｙ軸方向に伝搬する入射面１４ａから入射した画像光が、Ｙ軸に直交するＸ軸と平行に設けられた複数のプリズム３４１の屈折面３４１ａによって屈折させられる。複数のプリズム３４１のそれぞれは、画像表示装置１１の表示領域で入射面１４ａの長手方向と直交するＺ軸方向において互いに異なる位置から発した画像光を、所定の視点１００へ向けて導光板１４の一方の面である光出射面１４ｃから出射させる。

[0047] 表示装置１Ｃは、画像表示装置１１に表示された画像を、当該表示装置１

Ｃの外部の仮想の平面１０２上に結像させ、投影する。具体的には、まず、画像表示装置１１の表示領域から出射された画像光は、結像レンズ１２およびコリメートレンズ１３を通した後、導光板１４の端面である、入射面１４ａへ入射する。次に、導光板１４へ入射した画像光は、当該導光板１４の内部を伝搬し、導光板１４の光出射面１４ｃに設けられたプリズム３４１に到達する。プリズム３４１に到達した画像光は、当該プリズム３４１の屈折面３４１ａによってＺ軸の正方向へ屈折させられ、光出射面１４ｃから出射される。そして、光出射面１４ｃから出射した画像光のうち、マスク１５のスリット１５１を通過した画像光は、平面１０２上の結像点１０１にて結像する。すなわち、画像表示装置１１の表示領域の個々の点から発した画像光について、ＸＹ平面においては収束光化し、ＹＺ平面においては平行光化した後、平面１０２上の結像点１０１に投影することができる。表示領域の全ての点に対して前記の処理を行うことにより、表示装置１Ｃは、画像表示装置１１の表示領域に出力された画像を、平面１０２上に投影することができる。これにより、ユーザは、視点１００から仮想の平面１０２を見たときに、空中に投影された画像を視認することができる。

[0048] （屈折面３４１ａ）

次に、本実施形態におけるプリズム３４１の屈折面３４１ａについて、図８を参照しながら詳細に説明する。

[0049] 本実施形態におけるプリズム３４１の屈折面３４１ａは、導光板１４の厚み方向の形状が曲面状に形成されている。具体的には、屈折面３４１ａは、図８に示すように、導光板１４の厚み方向において光出射面１４ｃから離れるにつれて（換言すれば、入射面１４ａからの距離が長くなるにつれて）、光出射面１４ｃ（換言すれば、底面１４ｂ）となす角度が小さくなるように形成されている。これにより、プリズム３４１の高さ方向（すなわち、導光板１４の厚み方向）の位置によらず、プリズム３４１の屈折面３４１ａにより屈折されるすべての光を結像点１０１に集光することができる。これにより、プリズムの屈折面が平面である場合において発生する屈折光の平面１０

２における結像位置の収差が発生しないようになっている。その結果、表示装置１Ｃによって表示される画像を鮮明な画像とすることができる。

[0050] 図９は、互いに隣接する任意の２つのプリズム３４１（入射面１４ａから近い側からプリズム３４１Ａ、プリズム３４１Ｂとする）のそれぞれの屈折面３４１Ａａおよび屈折面３４１Ｂａと、光出射面１４ｃとがなす角度を説明するための図である。図９に示すように、プリズム３４１Ａの屈折面３４１Ａａは、画像光が導光する方向（＋Ｙ方向）に関して、入射面１４ａ側の端部において光出射面１４ｃと角度θ５をなしており、入射面１４ａ側の端部とは反対側の端部において光出射面１４ｃと角度θ６をなしているとする。また、プリズム３４１Ｂの屈折面３４１Ｂａは、画像光が導光する方向（＋Ｙ方向）に関して、入射面１４ａ側の端部において光出射面１４ｃと角度θ７をなしており、入射面１４ａ側の端部とは反対側の端部において光出射面１４ｃと角度θ８をなしているとする。このとき、上述したように、屈折面１４１ａは、入射面１４ａからの距離が長くなるにつれて）、光出射面１４ｃとなす角度が小さくなるように形成されているので、角度θ５＞角度θ６、角度θ７＞角度θ８となっている。また、本実施形態では、角度θ６＝角度θ７となっている。すなわち、複数のプリズム３４１の屈折面３４１ａは、入射面１４ａからの距離が長くなるにつれて光出射面１４ｃとなす角度が小さくなるように形成されている。なお、角度θ６は角度θ７よりも大きくてもよい。

[0051] 本実施形態において、プリズム３４１が図７～図９のように形成されている場合、光出射面１４ｃから出射される画像光は、屈折面３４１ａにおいて屈折した光である。表示装置１Ｃを構成する各部材における光の屈折率は、一般に、当該部材の温度によって変動する。そのため、屈折面３４１ａにおいて屈折した画像光が結像する位置は、プリズム３４１の温度によって変動する。そこで、表示装置１Ｃは、例えば、プリズム３４１の温度に応じて、マスク１５のスリット１５１の位置を調整することが可能な構成であってもよい。

[0052] 〔実施形態３〕

本発明の他の実施形態について説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0053] 実施形態１における表示装置１Ａでは、２次元画像を表示していた。これに対して、本実施形態における表示装置１Ｄは、３次元画像を表示する。

[0054] 図１０は、表示装置１Ｄの概略構成図である。図１１は、表示装置１Ｄの概略側面図である。表示装置１Ｄは、図１０および図１１に示すように、画像表示装置１１と、コリメートレンズ１３と、導光板１４と、プリズムアレイシート（光偏向部）１６とを有する。なお、以下では、導光板１４の背面側に位置する底面１４ｂと平行な面において、導光板１４の入射面１４ａの長手方向と平行な方向をＸ方向とし、入射面１４ａの法線方向をＹ方向とする。また底面１４ｂおよび導光板１４の正面側に位置する光出射面１４ｃの法線方向をＺ方向とする。

[0055] 画像表示装置１１は、画像表示部の一例であり、例えば、２次元ディスプレイ２１と、制御装置２２とを有する。そして２次元ディスプレイ２１と制御装置２２とは、ビデオケーブルによって接続される。

[0056] ２次元ディスプレイ２１は、例えば、液晶ディスプレイあるいは有機ＥＬディスプレイを有する。２次元ディスプレイ２１上の表示領域は、複数のブロックに分割され、各ブロックは、表示装置１Ｄにより立体像が投影される空間領域２００内に設定される複数の結像点の何れかと１対１に対応する。すなわち、各ブロックに表示された物体の像は、表示装置１Ｄにより、そのブロックに対応する空間領域２００内の結像点に投影される。

[0057] 制御装置２２は、例えば、一つまたは複数のプロセッサと、グラフィックボードと、揮発性あるいは不揮発性の半導体メモリ回路と、外部の機器と制御装置とを通信可能に接続するための通信インターフェースとを有する。

[0058] 制御装置２２は、投影対象となる物体の３次元データを記憶するか、あるいは、通信インターフェースを介して他の機器（図示せず）からその物体の

３次元データを取得する。物体の３次元データは、例えば、基準となる３次元直交座標系（以下、単に基準座標系と呼ぶ）における、その物体の各点ごとの座標値と、各点ごとの色および輝度の情報と、基準となる向きの情報（例えば、物体中に設定される二つの基準点により表される情報）と、サイズの情報（例えば、縦、横、奥行きのそれぞれのサイズ）を含む。

[0059] 制御装置２２は、投影対象となる物体の３次元データに基づいて、表示装置１Ｄがその物体の立体像を投影できる形式でその物体の像を２次元ディスプレイ２１に表示させる。例えば、制御装置２２は、他の機器（図示せず）から受信した制御信号に従って、空間領域内での物体の立体像のサイズ、向きおよび位置を決定する。そして制御装置２２は、その物体のサイズ、向きおよび位置が、決定した値となるように、アフィン変換により、その物体の各点の座標値を基準座標系の値から空間領域に設定される３次元直交座標系（以下、単に空間座標系と呼ぶ）の値に変換する。なお、アフィン変換の各係数は、例えば、物体の３次元データに含まれる、基準点の座標値、向きの情報およびサイズの情報と制御信号に含まれる対応する情報に基づいて算出される。

[0060] 制御装置２２は、空間座標系での物体の各点の座標値に基づいて、その物体を空間領域に投影した場合における、空間領域内の個々の結像点に対応するその物体の点を特定する。そして制御装置２２は、その物体の３次元データ、および、予め記憶される各結像点と各ブロック間の対応関係を参照して、結像点ごとに、２次元ディスプレイ２１の表示領域上の対応するブロックに、その結像点での物体の点の像を表示させる。なお、ブロックは、２次元ディスプレイ２１の一つの画素に対応してもよく、あるいは、Ｘ方向およびＺ方向の少なくとも一方について連続する複数の画素を含んでもよい。

[0061] 図１２は、２次元ディスプレイ２１の表示領域３１０に設定される各ブロックと、立体像が投影される空間領域３００内の各結像点の対応関係の一例を示すものであり、（ａ）は空間領域３００の斜視図であり、（ｂ）は２次元ディスプレイ２１の表示領域３１０の一例を示す図である。

[0062] 空間領域３００は、図１２の（ａ）に示すように、例えば、Ｚ方向に沿って８０ｍｍ、Ｘ方向およびＹ方向のそれぞれに沿って１２５ｍｍの大きさを有する。空間領域３００は、Ｚ方向に沿って１６個の部分領域３０１に分割され、各部分領域３０１には、Ｘ方向およびＹ方向についてそれぞれ５個、すなわち、合計２５個の結像点３０２が設定される。なお、図１２の（ａ）では、簡単化のために、一つの部分領域３０１についての結像点３０２のみが図示される。これに対して、図１２の（ｂ）に示すように、２次元ディスプレイ２１の表示領域３１０も、空間領域３００のＺ方向の分割数と等しい数（この例では、４（Ｘ方向）×４（Ｚ方向）＝１６）の大ブロック３１１に分割される。複数の大ブロック３１１のそれぞれは、部分領域３０１の何れかと１対１に対応する。なお、表示領域３１０において、各大ブロック３１１の配置順序は任意であるが、例えば、空間領域３００において観察者に近い方の部分領域３０１に対応する大ブロック３１１から順に、ラスタスキャン順に配置される。

[0063] 各大ブロック３１１は、対応する部分領域３０１に含まれる結像点数と等しい数（この例では、５（Ｘ方向）×５（Ｚ方向）＝２５）のブロック３１２に分割される。各大ブロック３１１内の個々のブロック３１２は、その大ブロック３１１に対応する空間領域３００内の部分領域３０１における、結像点３０２の何れかと１対１に対応する。したがって、各ブロック３１２には、空間領域３００のうちの対応する結像点３０２に投影されるべき物体の像が表示されればよい。なお、各ブロック３１２の配置順序は任意であるが、各ブロック３１２は、例えば、対応する部分領域３０１内の結像点３０２の配置順序と同じ順序で配置される。

[0064] したがって、空間領域３００に所定の物体の立体像３２１を投影する場合、各大ブロック３１１には、立体像３２１のうち、その大ブロック３１１に対応する空間領域３００内の部分領域３０１と重なる部分３２２が表示されることになる。そして各大ブロック３１１内の各ブロック３１２には、その部分３２２のうちのブロック３１２に対応する部分の像が表示されればよい

。

[0065] なお、各ブロック３１２のうち、対応する結像点３０２に投影される物体の像が存在しないブロックについては、制御装置２２は、何も表示させなくてよい。同様に、各ブロック２１２のうち、対応する結像点３０２が観察者側から見て物体の背面に位置するブロックについても、制御装置２２は、何も表示させなくてよい。

[0066] なお、上記の対応関係は一例であり、２次元ディスプレイ２１の表示領域に設定される各ブロックと、立体像が投影される空間領域内の個々の結像点とが１対１に対応していれば、各ブロックはどのように配置されてもよい。

[0067] 表示装置１Ｄでは、２次元ディスプレイ２１の表示領域上の個々のブロックから発して導光板１４内を伝搬する光は、各プリズム１４１とプリズムアレイシート１６に形成される対応するプリズムアレイ１６１のうちの対応するマイクロプリズム１６２とにより、そのブロックに対応する結像点へ向けられる。

[0068] 図１３は、正面側から見た、底面１４ｂの部分拡大図である。本実施形態では、複数のプリズム１４１は、Ｘ方向およびＹ方向のそれぞれに沿って所定のピッチ（例えば、２ｍｍ）で正方格子状に配置されている。なお、各プリズム１４１は、千鳥足状に配置されてもよい。複数のプリズム１４１のそれぞれは、例えば、Ｘ方向、すなわち、入射面１４ａの長手方向と略平行な方向に沿って延伸され、Ｙ方向において所定の幅（例えば、１０μｍ）を持つ略三角形状の溝として形成される。

[0069] 画像表示装置１１の２次元ディスプレイ２１の表示領域上の個々のブロックから発して導光板１４内に入射した光は、コリメートレンズ１３により平行光となっているので、ＸＺ平面におけるそのブロックの位置に応じた角度を、プリズム１４１の反射面１４１ａに対してなすことになる。そのため、２次元ディスプレイ２１の表示領域上の個々のブロックから発した光は、ＸＺ平面におけるそのブロックの位置に応じて異なる方向へ向けて光出射面１４ｃから出射される。

[0070] プリズムアレイシート１６は、例えば、可視光に対して透明な材料により形成されるシート状の部材とすることができる。プリズムアレイシート１６は、導光板１４の光出射面１４ｃよりも正面側に配置される。プリズムアレイシート１６は、２次元ディスプレイ２１の表示領域上の個々のブロックから発して、導光板１４の光出射面１４ｃから出射した光を、対応する結像点へ向ける。

[0071] 図１４の（ａ）は、プリズムアレイシート１６の概略正面図であり、図１４の（ｂ）は、一つのプリズムアレイ１６１の概略斜視図である。プリズムアレイシート１６は、複数のプリズムアレイ１６１を有し、個々のプリズムアレイ１６１は、複数のプリズム１４１の何れかと１対１に対応する。本実施形態では、複数のプリズム１４１がＸ方向およびＹ方向のそれぞれについて所定のピッチ（例えば、２ｍｍ）で正方格子状に配置されているため、プリズムアレイ１６１もＸ方向およびＹ方向のそれぞれについて所定のピッチ（例えば、２ｍｍ）で正方格子状に配置される。さらに、個々のプリズムアレイ１６１は、２次元ディスプレイ２１の表示領域に設定されるブロックの数と同数のマイクロプリズム１６２を有している。個々のマイクロプリズム１６２は、２次元ディスプレイ２１の表示領域に設定されるブロックの何れかと１対１に対応する。例えば、表示領域が１００個（Ｘ方向）×１００個（Ｚ方向）のブロックに分割される場合、各プリズムアレイ１６１は、１００個（Ｘ方向）×１００個（Ｙ方向）のマイクロプリズム１６２を有する。

[0072] 上述したように、２次元ディスプレイ２１の表示領域上の個々のブロックから発した光は、コリメートレンズ１３により平行光化されて、ＸＺ平面におけるそのブロックの位置に応じて異なる方向へ向けて光出射面１４ｃから出射される。そのため、個々のブロックから発して、光出射面１４ｃから出射した光は、ＸＺ平面における対応するブロックの位置に応じて、プリズムアレイシート１６を透過する時点で異なる位置を透過する。そこで、個々のマイクロプリズム１６２は、対応するブロックからの光がプリズムアレイシート１６を透過する位置に、所定のサイズ（例えば、１０μｍ×１０μｍ）

で形成される。

[0073] 個々のマイクロプリズム１６２は、対応するブロックからの光を、そのブロックに対応する結像点へ向ける。そのために、複数のマイクロプリズム１６２のそれぞれは、例えば、光出射面１４ｃと対向する側のプリズムアレイシート１６の面および観察者側の面のいずれか一方において、側面から見て略三角形状の溝、あるいは、略三角形状の突起として形成される。そして複数のマイクロプリズム１６２のそれぞれは、そのマイクロプリズム１６２に対応するブロックからの光を、対応する結像点へ向けて屈折させる屈折面を有する。光出射面１４ｃに対する屈折面の角度は、プリズムアレイシート１６を形成する材料の屈折率と、そのマイクロプリズム１６２に入射する対応ブロックからの光の方向と、そのマイクロプリズム１６２と対応する結像点との位置関係に応じて設定される。

[0074] 図１５は、２次元ディスプレイ２１の表示領域上のブロックの位置と、各プリズムアレイ１６１における対応するマイクロプリズム１６２の関係の一例を示す図である。図１５に示すように、ブロック６０１から発してコリメートレンズ１３により平行光化され、導光板１４内に入射した光は、各プリズム１４１によって同じ方向へ向けて出射される。したがって、その光は、各プリズムアレイ１６１における同じ位置のマイクロプリズム１６２により、それぞれ、結像点６０２へ向けて屈折される。その結果、結像点６０２には、各プリズムアレイ１６１からの、互いに異なる方向の光が集まるので、結像点６０２において、ブロック６０１に表示された像が投影される。

[0075] 以上に説明してきたように、表示装置１Ｄは、立体像が投影される空間領域３００内の何れかの結像点３０２に対応する、画像表示装置１１の２次元ディスプレイ２１の表示領域３１０上の各ブロックから発した光を平行光化して、導光板１４内に入射させることで、そのブロックの位置の情報を光線の向きに変換する。そして表示装置１Ｄは、導光板１４の底面１４ｂに設けられた複数のプリズム１４１のそれぞれにより、各ブロックからの光を、ブロックごとに異なる方向へ出射させる。そして表示装置１Ｄは、導光板１４

の各プリズム１４１に対応する、プリズムアレイシート１６のプリズムアレイ１６１により、各ブロックからの光は、そのブロックに対応する結像点３０２へ向けられる。これにより、表示装置１Ｄは、投影される物体そのものを用いずに、結像点３０２に集まる光の集合として、物体の立体像を表示できる。

[0076] 本実施形態における表示装置１Ｄにおいても、実施形態１における表示装置１Ａと同様に、導光板１４がプリズム１４１を備えている。すなわち、プリズム１４１の反射面１４１ａは、導光板１４の厚み方向において底面１４ｂから光出射面１４ｃに近づくにつれて、光出射面１４ｃ（換言すれば、底面１４ｂ）となす角度が大きくなるように形成されている。これにより、プリズム１４１の高さ方向（すなわち、導光板１４の厚み方向）の位置によらず、プリズム１４１の反射面１４１ａにより反射されるすべての光をプリズムアレイシート１６上の所定の結像点に集光することができる。その結果、表示装置１Ｄによって表示される画像を鮮明な画像とすることができる。

[0077] （まとめ）

本発明の一態様に係る表示装置は、導光板の端面から画像光を入射させ、当該導光板に設けられた複数の出射構造部にて反射または屈折した前記画像光を当該導光板の光出射面から出射させる表示装置において、前記出射構造部は、前記画像光を反射または屈折させて出射する光学面を有しており、前記光学面が前記導光板の厚み方向において曲面状に形成されている構成である。

[0078] 上記の構成によれば、光学面が導光板の厚み方向において曲面状に形成されていることにより、光学面の、導光板の厚み方向の任意の点において反射または屈折した画像光を所定の点において結像させることができる。その結果、出射構造部が平面である場合において発生する結像位置の収差が発生しないようになっている。これにより、表示される画像を鮮明な画像とすることができる。

[0079] 本発明の一態様に係る表示装置において、前記出射構造部は、前記導光板

の前記光出射面と対向する底面に、当該底面から前記光出射面へ向けて突出して設けられており、前記光学面は、前記導光板の厚み方向において前記光出射面に近づくにつれて、前記光出射面となす角度が大きくなるように形成されており、前記画像光が前記光学面により反射されて実像を結像する構成であってもよい。

[0080] 上記の構成によれば、前記導光板の厚み方向において前記光出射面に近づくにつれて、光出射面となす角度が大きくなるように形成されているので、結像位置に収差を発生させずに出射構造部により反射させる光によって実像を結像させることができる。

[0081] 本発明の一態様に係る表示装置において、前記出射構造部の前記光学面の、前記画像光が前記導光板で導光される方向における前記端面から遠い側の端部と、前記光出射面とがなす角度は、当該出射構造部の前記画像光が前記導光板で導光される方向に隣接する前記出射構造部の前記光学面の前記端面に近い側の端部と、前記光出射面とがなす角度以下である構成であってもよい。

[0082] 本発明の一態様に係る表示装置において、前記出射構造部は、前記導光板の前記光出射面と対向する底面に、当該底面から前記光出射面へ向けて突出して設けられており、前記光学面は、前記導光板の厚み方向において前記光出射面に近づくにつれて、前記光出射面となす角度が小さくなるように形成されており、前記画像光は、前記光学面により屈折されて虚像を結像する構成であってもよい。

[0083] 上記の構成によれば、光学面が導光板の厚み方向において光出射面に近づくにつれて、光出射面となす角度が小さくなるように形成されているので、結像位置に収差を発生させずに出射構造部により反射させる光によって虚像を結像させることができる。

[0084] 本発明の一態様に係る表示装置において、前記出射構造部の前記光学面の、前記画像光が前記導光板で導光される方向における前記端面から遠い側の端部と、前記光出射面とがなす角度は、当該出射構造部の前記画像光が前記

導光板で導光される方向に隣接する前記出射構造部の前記光学面の前記端面に近い側の端部と、前記光出射面とがなす角度以上である構成であってもよい。

[0085] 本発明の一態様に係る表示装置において、前記導光板は、曲面状に屈曲している構成であってもよい。

[0086] 上記の構成によれば、屈曲した導光板の内部を伝搬した光を用いて画像光を出力することができる。その結果、導光板の配置スペースおよび配置方向に制限されることなく、任意の方向に画像光を出力することができる。したがって、利便性を改善した表示装置を提供することができる。

[0087] 本発明の一態様に係る表示装置において、前記導光板の内部を伝搬する画像光は、前記光出射面または前記光出射面に対向する底面において、２回以上反射した後、前記光出射面から出射される構成であることが好ましい。

[0088] 上記の構成によれば、導光板の内部を伝搬する画像光の光出射面および底面での反射が０回または１回である構成と比較して、画像光を出射構造部に対して入射させる際の、底面に対する角度をより大きくすることができる。その結果、導光板の広い範囲において解像度の高い画像光を光出射面から出射させることができる。

[0089] 本発明の一態様に係る表示装置において、前記導光板の底面と嵌合する形状を有し、当該導光板と接合される別の導光板を備えている構成であってもよい。

[0090] 上記の構成によれば、導光板の屈折率および別の導光板の屈折率を調整することにより、境界面における光の反射および屈折の割合を予め設定することができる。これにより、例えば、平面上に結像される画像の光量を制御することができる。

[0091] 本発明の一態様に係る表示装置において、前記別の導光板の屈折率と、前記導光板の屈折率とは異なっている構成であってもよい。

[0092] 上記の構成によれば、別の導光板の屈折率を、導光板の屈折率よりも大きくした場合、導光板の底面側から導光板へ入射する光による迷光の発生を抑

制することができる。また、別の導光板の屈折率を、導光板の屈折率よりも小さくした場合、導光板から出射され別の導光板から導光板に再入射する光における導光角度（光出射面となす角度）と、導光板を導光する光における導光角度とのずれを低減することができる。これにより、結像される画像の解像度が低減することを抑制することができる。

[0093] 本発明の一態様に係る表示装置は、表示領域に画像を表示することによって画像光を出力する画像表示装置と、前記画像表示装置と前記導光板の入射面との間に配置され、前記画像光を、前記入射面の長手方向と直交する方向において平行光化するコリメートレンズと、前記画像表示装置と前記入射面との間に配置され、前記画像光を、前記入射面の長手方向と平行な方向に関して所定の位置で結像させる結像レンズとをさらに備え、前記複数の出射構造部のそれぞれは、前記表示領域における、前記入射面の長手方向と直交する方向において互いに異なる位置から発した光を所定の視点へ向けて前記導光板の一方の面である光出射面から出射させる構成である。

[0094] 上記の構成によれば、所定の視点において、光出射面から出射された画像光が結像した画像を視認することができる。すなわち、表示装置は、画像表示装置に表示された画像を、当該表示装置の外部で鮮明に表示することができる。

[0095] 本発明の一態様に係る表示装置は、所定の空間領域内の複数の結像点のそれぞれについて、当該結像点における前記所定の空間領域に投影される物体の像を、表示領域を分割した複数のブロックのうちの当該結像点に対応するブロックに表示させる画像表示装置と、前記画像表示装置の前記複数のブロックのそれぞれから発した光を、互いに異なる方向を向く光にするコリメートレンズと、前記導光板の前記光出射面と対向するように配置され、前記複数の出射構造部のそれぞれについて、当該出射構造部を介して前記光出射面から出射した前記複数のブロックのそれぞれからの光を前記複数の結像点のうちの対応する結像点へ向ける光偏向部とをさらに備え、前記複数の出射構造部のそれぞれは、前記光出射面または前記光出射面と対向する底面のいず

れかに設けられ、前記複数のブロックのそれぞれから発し、かつ前記導光板の入射面から入射した光をそれぞれ前記光偏向部の所定の位置に向けて前記光出射面から出射させる構成である。

[0096] 上記の構成によれば、投影対象となる物体その物を用いずに、その物体の立体像を鮮明に空中に投影することができる。

[0097] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

符号の説明

[0098]

１Ａ～１Ｄ	表示装置
１１	画像表示装置
１２	結像レンズ
１３	コリメートレンズ
１４	導光板
１４ａ	入射面（端面）
１４ｂ、２４ａｂ	底面
１４ｃ、２４ａｃ	光出射面
１４１、２４１、３４１	プリズム（出射構造部）
１４１ａ、２４１ａ	反射面（光学面）
１５	マスク
１５１	スリット
１６	プリズムアレイシート（光偏向部）
２０	ミラー
３４１ａ	屈折面（光学面）

請求の範囲

[請求項1] 導光板の端面から画像光を入射させ、当該導光板に設けられた複数の出射構造部にて反射または屈折した前記画像光を当該導光板の光出射面から出射させる表示装置において、

前記出射構造部は、前記画像光を反射または屈折させて出射する光学面を有しており、

前記光学面が前記導光板の厚み方向において曲面状に形成されていることを特徴とする表示装置。

[請求項2] 前記出射構造部は、前記導光板の前記光出射面と対向する底面に、当該底面から前記光出射面へ向けて突出して設けられており、

前記光学面は、前記導光板の厚み方向において前記光出射面に近づくにつれて、前記光出射面となす角度が大きくなるように形成されており、

前記画像光が前記光学面により反射されて実像を結像することを特徴とする請求項１に記載の表示装置。

[請求項3] 前記出射構造部の前記光学面の、前記画像光が前記導光板で導光される方向における前記端面から遠い側の端部と、前記光出射面とがなす角度は、当該出射構造部の前記画像光が前記導光板で導光される方向に隣接する前記出射構造部の前記光学面の前記端面に近い側の端部と、前記光出射面とがなす角度以下であることを特徴とする請求項２に記載の表示装置。

[請求項4] 前記出射構造部は、前記導光板の前記光出射面と対向する底面に、当該底面から前記光出射面へ向けて突出して設けられており、

前記光学面は、前記導光板の厚み方向において前記光出射面に近づくにつれて、前記光出射面となす角度が小さくなるように形成されており、

前記画像光は、前記光学面により屈折されて虚像を結像することを特徴とする請求項１に記載の表示装置。

[請求項5] 前記出射構造部の前記光学面の、前記画像光が前記導光板で導光される方向における前記端面から遠い側の端部と、前記光出射面とがなす角度は、当該出射構造部の前記画像光が前記導光板で導光される方向に隣接する前記出射構造部の前記光学面の前記端面に近い側の端部と、前記光出射面とがなす角度以上であることを特徴とする請求項４に記載の表示装置。

[請求項6] 前記導光板は、曲面状に屈曲していることを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載の表示装置。

[請求項7] 前記導光板の内部を伝搬する画像光は、前記光出射面または前記光出射面に対向する底面において、２回以上反射した後、前記光出射面から出射されることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載の表示装置。

[請求項8] 前記導光板の底面と嵌合する形状を有し、当該導光板と接合される別の導光板を備えていることを特徴とする請求項７に記載の表示装置。

[請求項9] 前記別の導光板の屈折率と、前記導光板の屈折率とは異なっていることを特徴とする請求項８に記載の表示装置。

[請求項10] 表示領域に画像を表示することによって画像光を出力する画像表示装置と、

前記画像表示装置と前記導光板の入射面との間に配置され、前記画像光を、前記入射面の長手方向と直交する方向において平行光化するコリメートレンズと、

前記画像表示装置と前記入射面との間に配置され、前記画像光を、前記入射面の長手方向と平行な方向に関して所定の位置で結像させる結像レンズとをさらに備え、

前記複数の出射構造部のそれぞれは、前記表示領域における、前記入射面の長手方向と直交する方向において互いに異なる位置から発した光を所定の視点へ向けて前記導光板の一方の面である光出射面から

出射させることを特徴とする請求項１～９のいずれか１項に記載の表示装置。

[請求項11] 所定の空間領域内の複数の結像点のそれぞれについて、当該結像点における前記所定の空間領域に投影される物体の像を、表示領域を分割した複数のブロックのうちの当該結像点に対応するブロックに表示させる画像表示装置と、

前記画像表示装置の前記複数のブロックのそれぞれから発した光を、互いに異なる方向を向く光にするコリメートレンズと、

前記導光板の前記光出射面と対向するように配置され、前記複数の出射構造部のそれぞれについて、当該出射構造部を介して前記光出射面から出射した前記複数のブロックのそれぞれからの光を前記複数の結像点のうちの対応する結像点へ向ける光偏向部とをさらに備え、

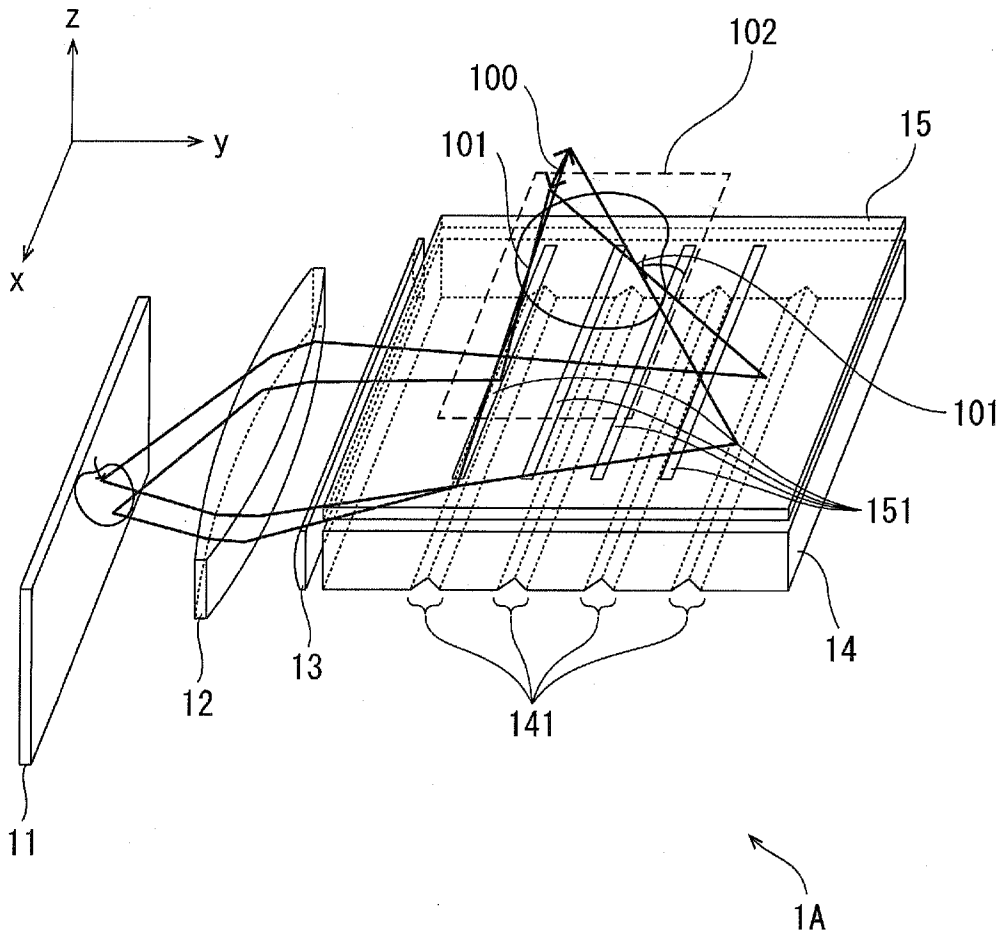
前記複数の出射構造部のそれぞれは、

前記光出射面または前記光出射面と対向する底面のいずれかに設けられ、

前記複数のブロックのそれぞれから発し、かつ前記導光板の入射面から入射した光をそれぞれ前記光偏向部の所定の位置に向けて前記光出射面から出射させることを特徴とする請求項１～９のいずれか１項に記載の表示装置。

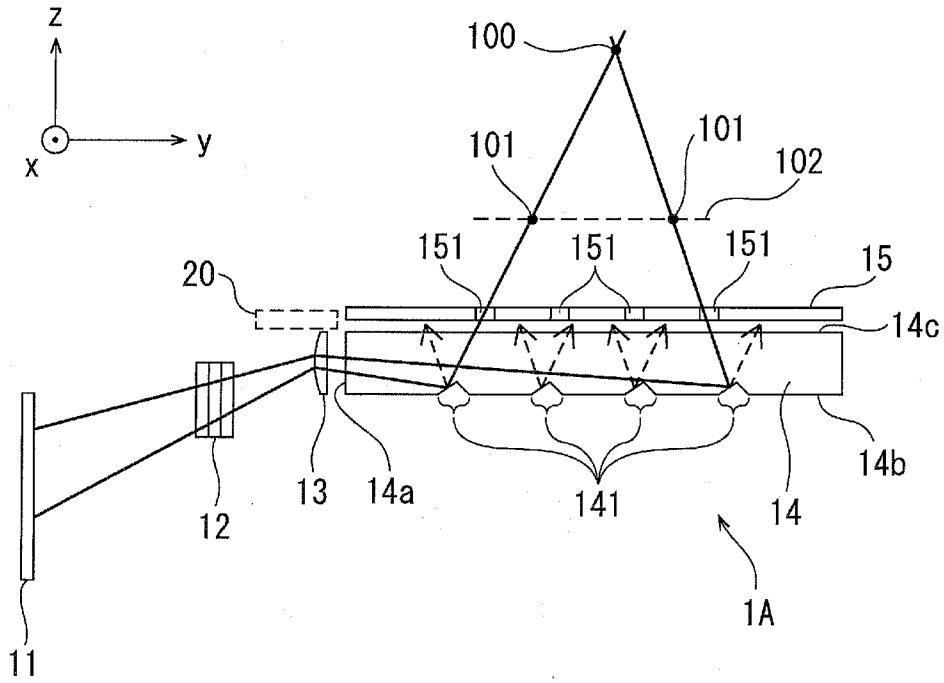
[図1]

図 1



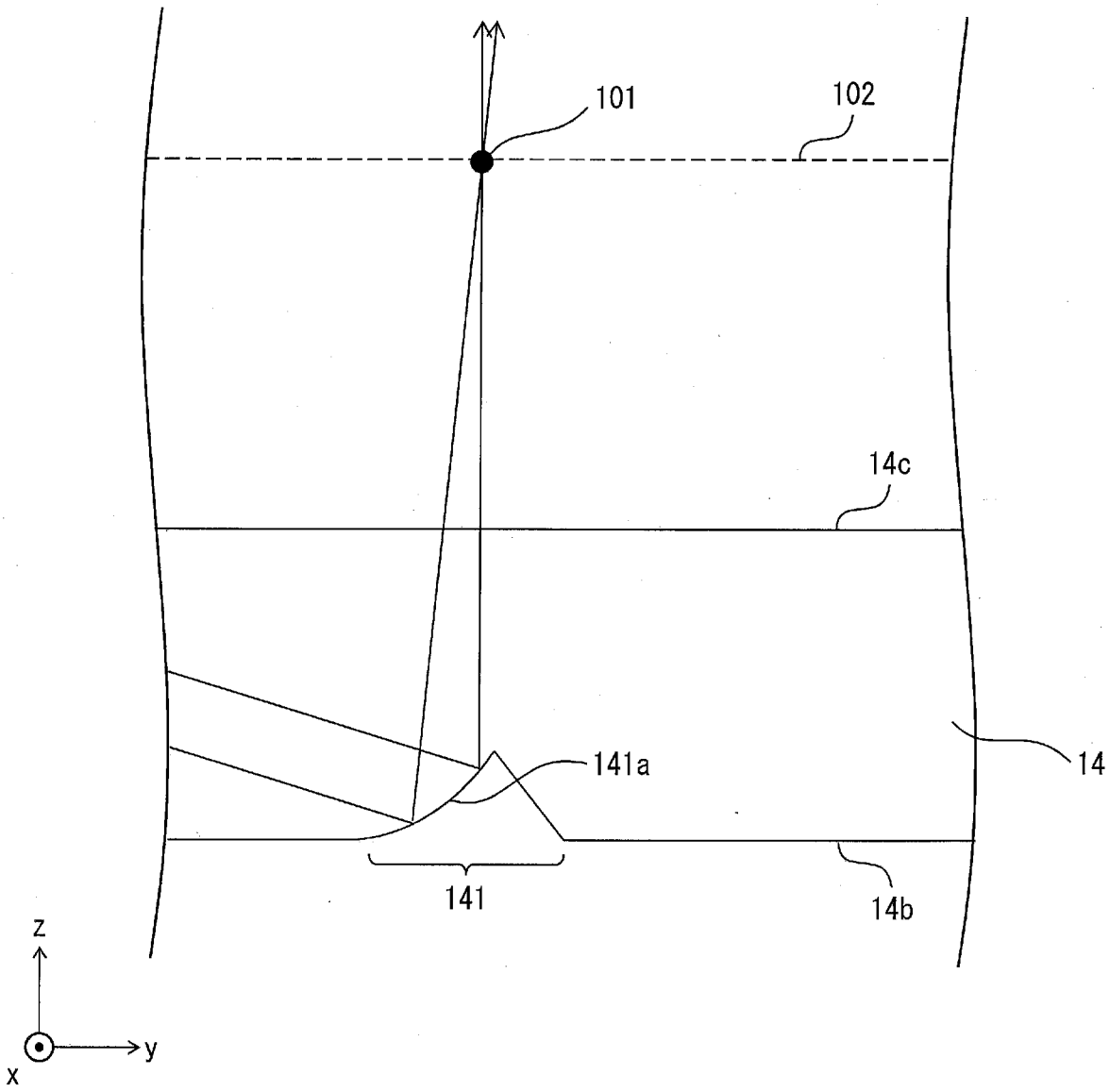
[図2]

図 2


z
y
x
100
101
101
102
151
151
151
15
20
14c
14b
13
14a
12
141
14
1A
11

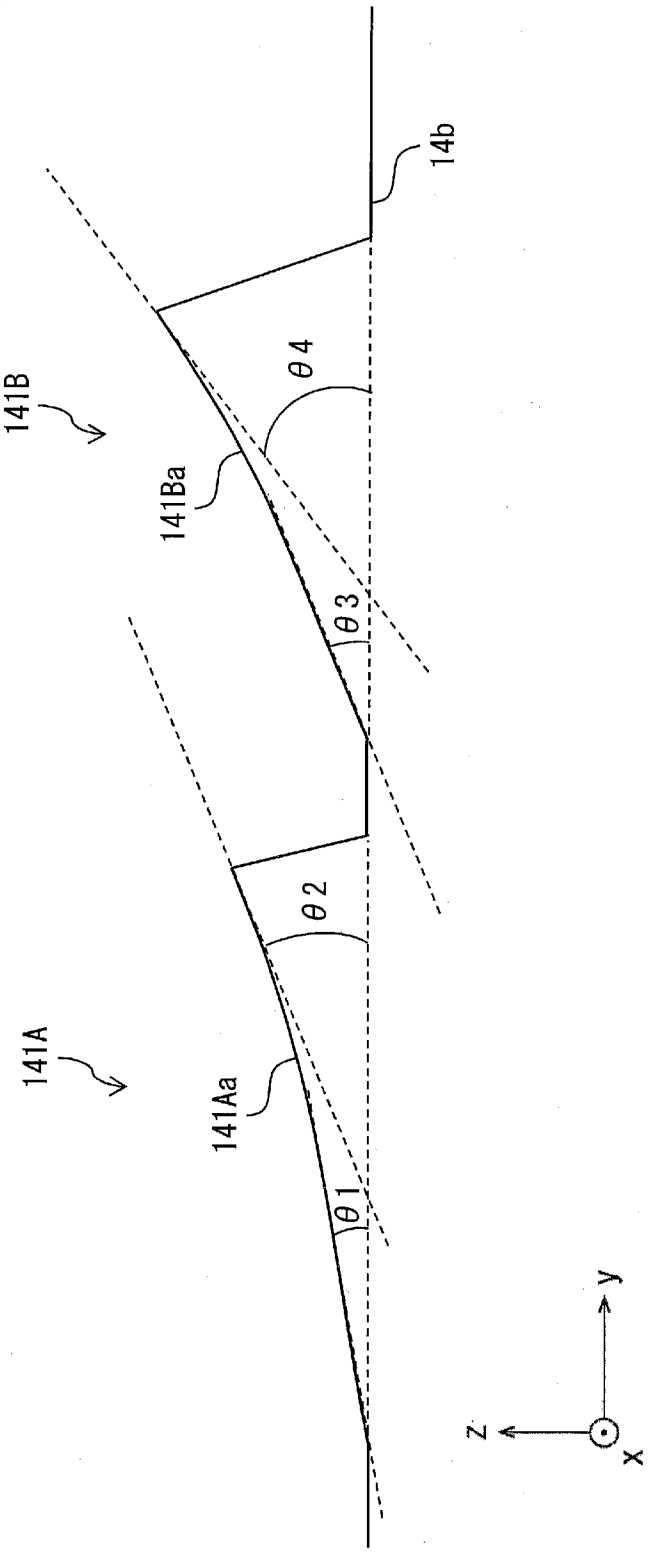
[図3]

図 3



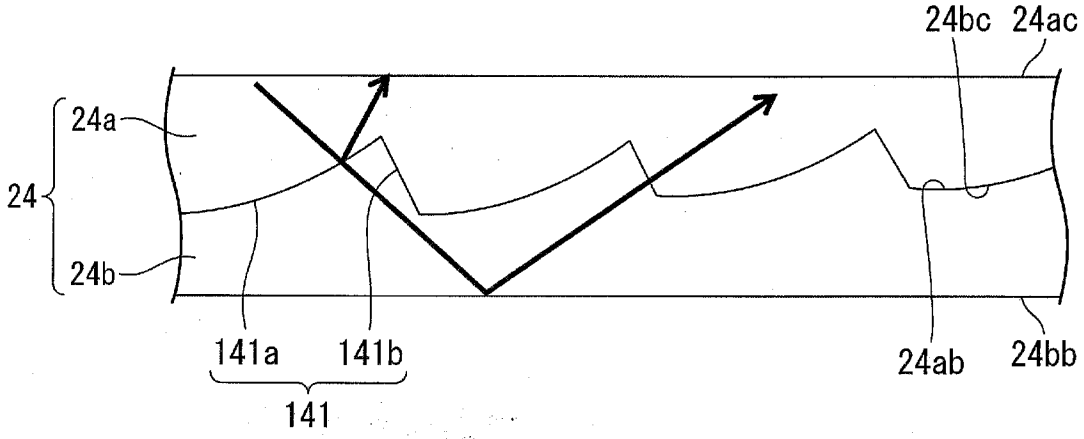
[図4]

図 4



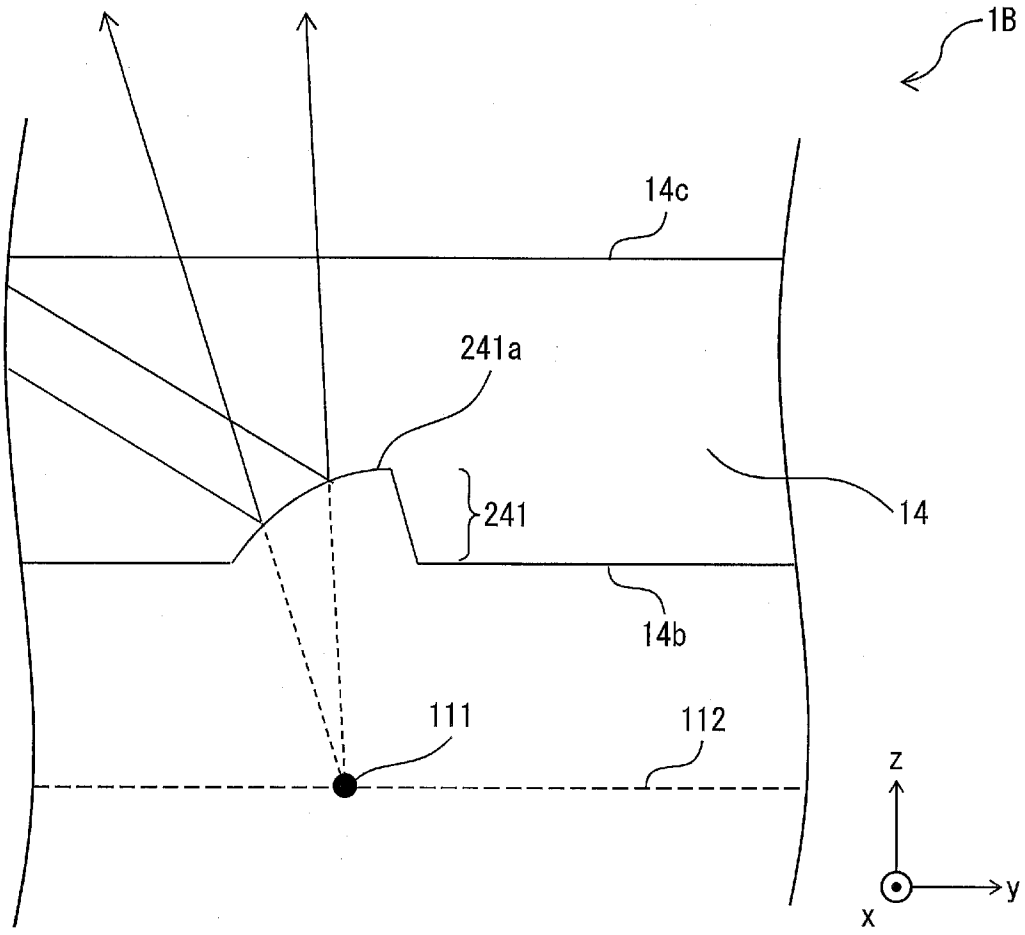
[図5]

図 5


24bc
24ac
24a
24
24b
141a
141b
141
24ab
24bb

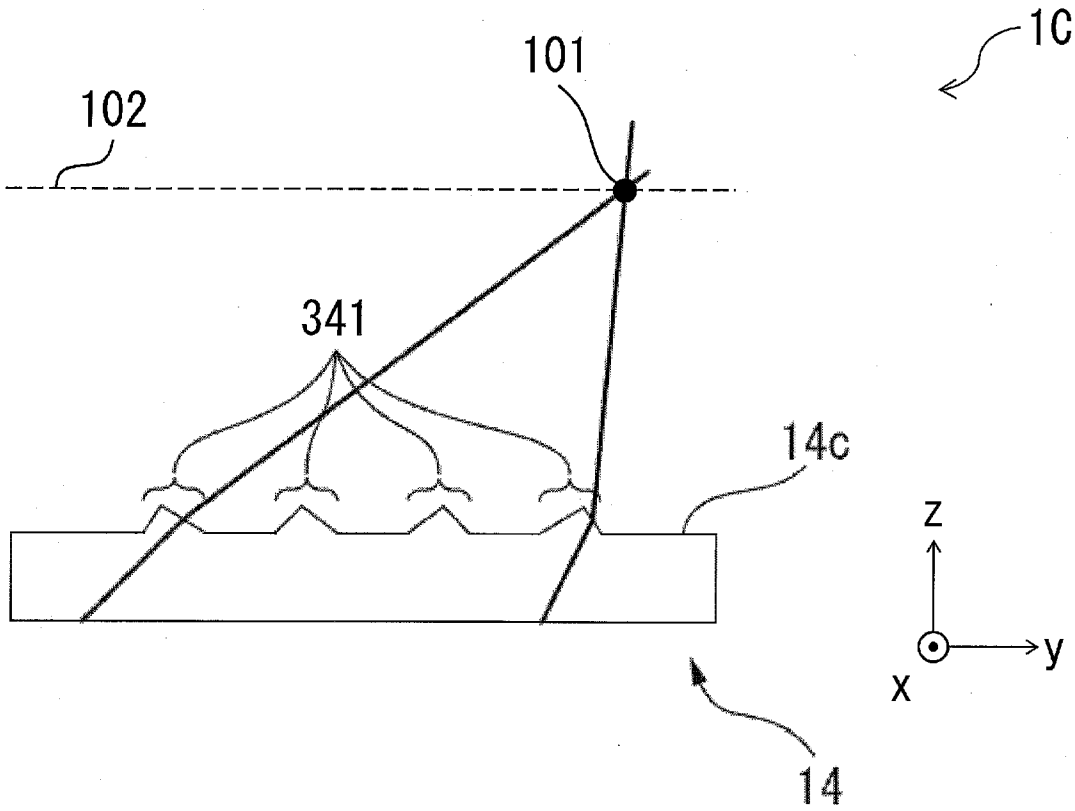
[図6]

図 6


1B
14c
241a
241
14
14b
111
112
z
y
x

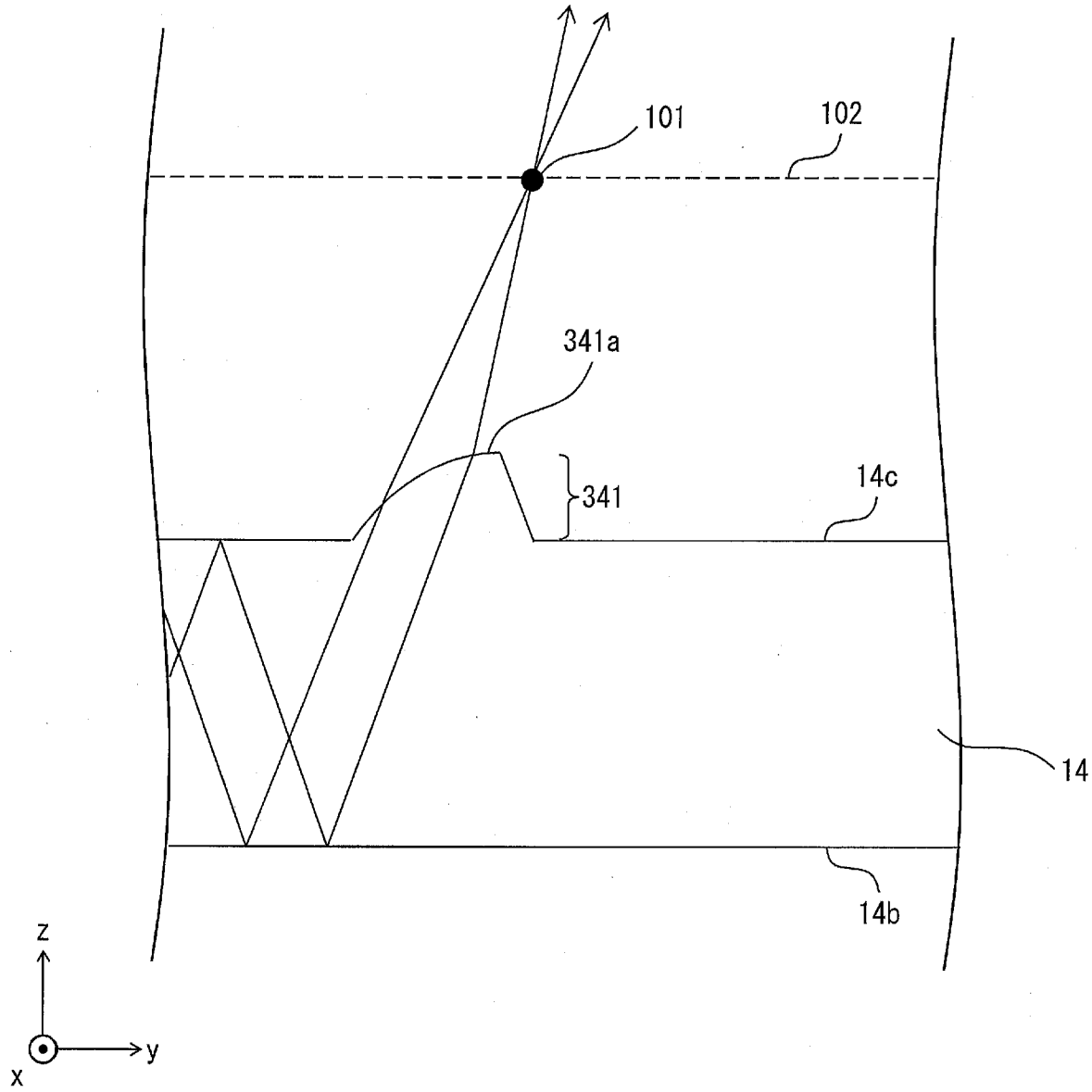
[図7]

図 7



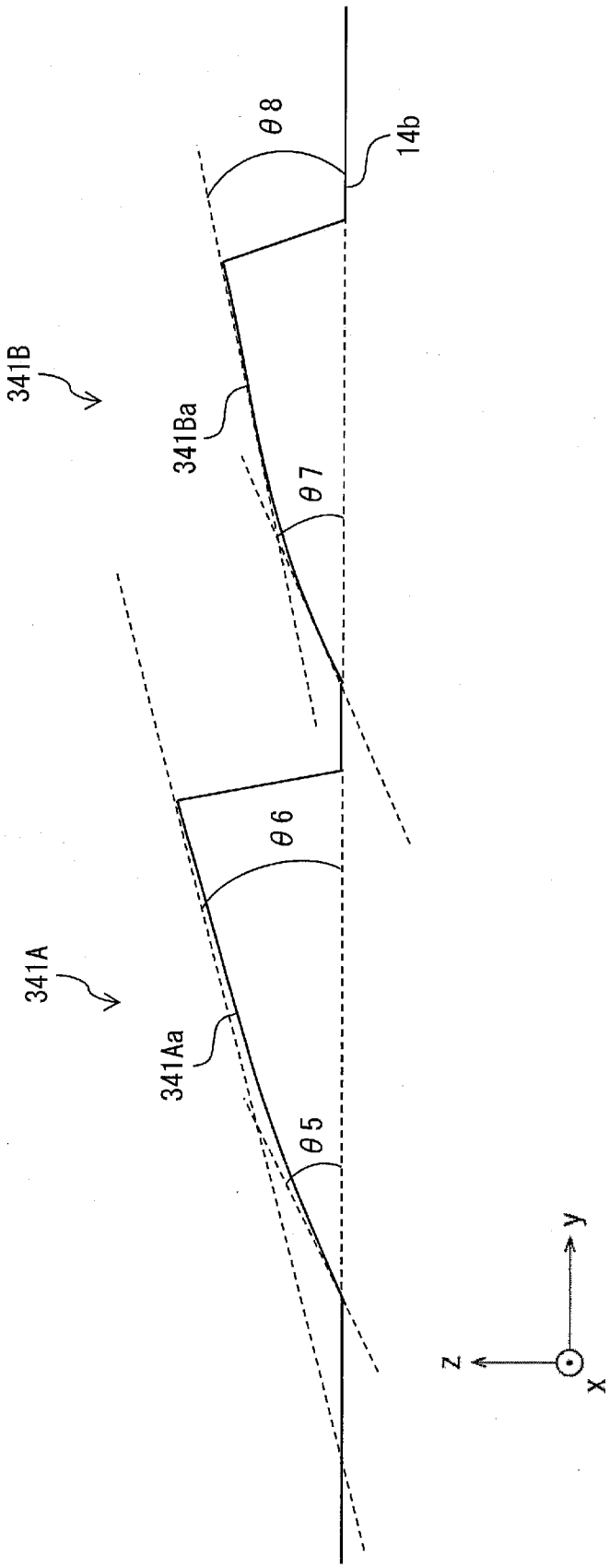
[図8]

図 8



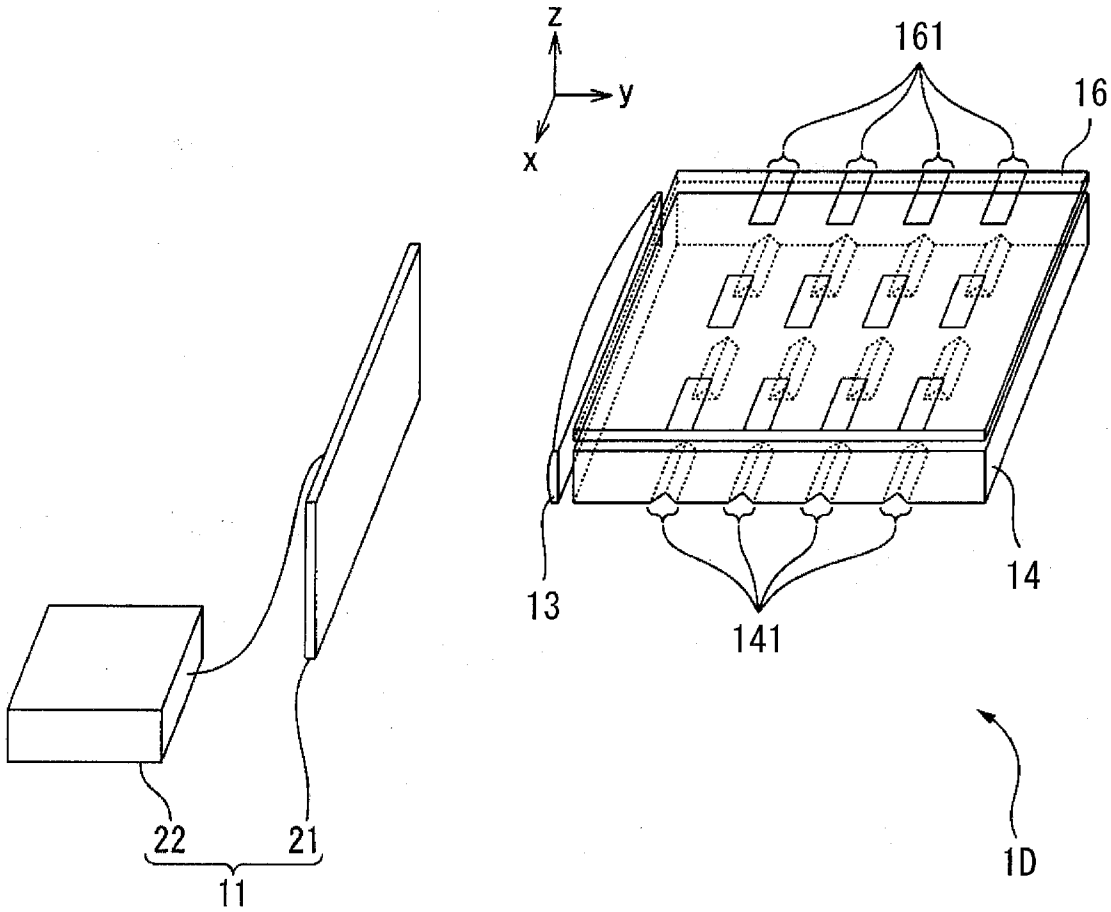
[図9]

図9



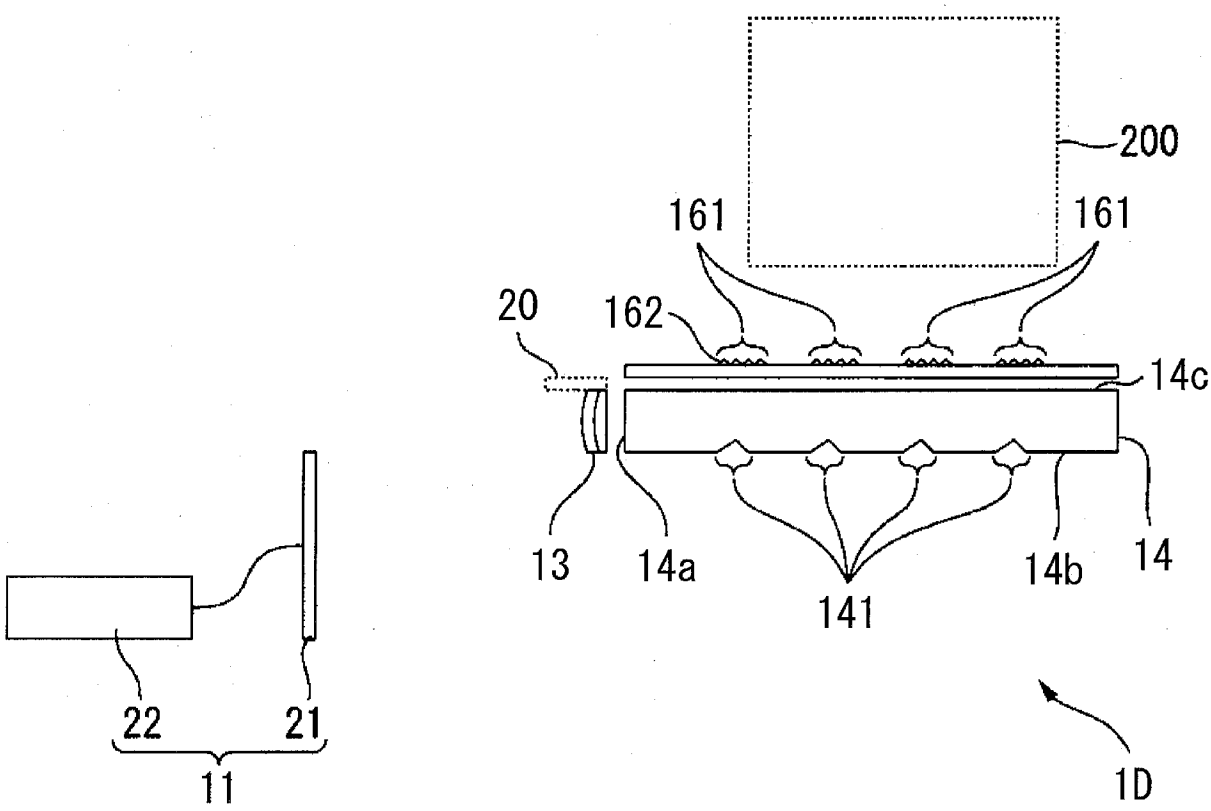
[図10]

図 10



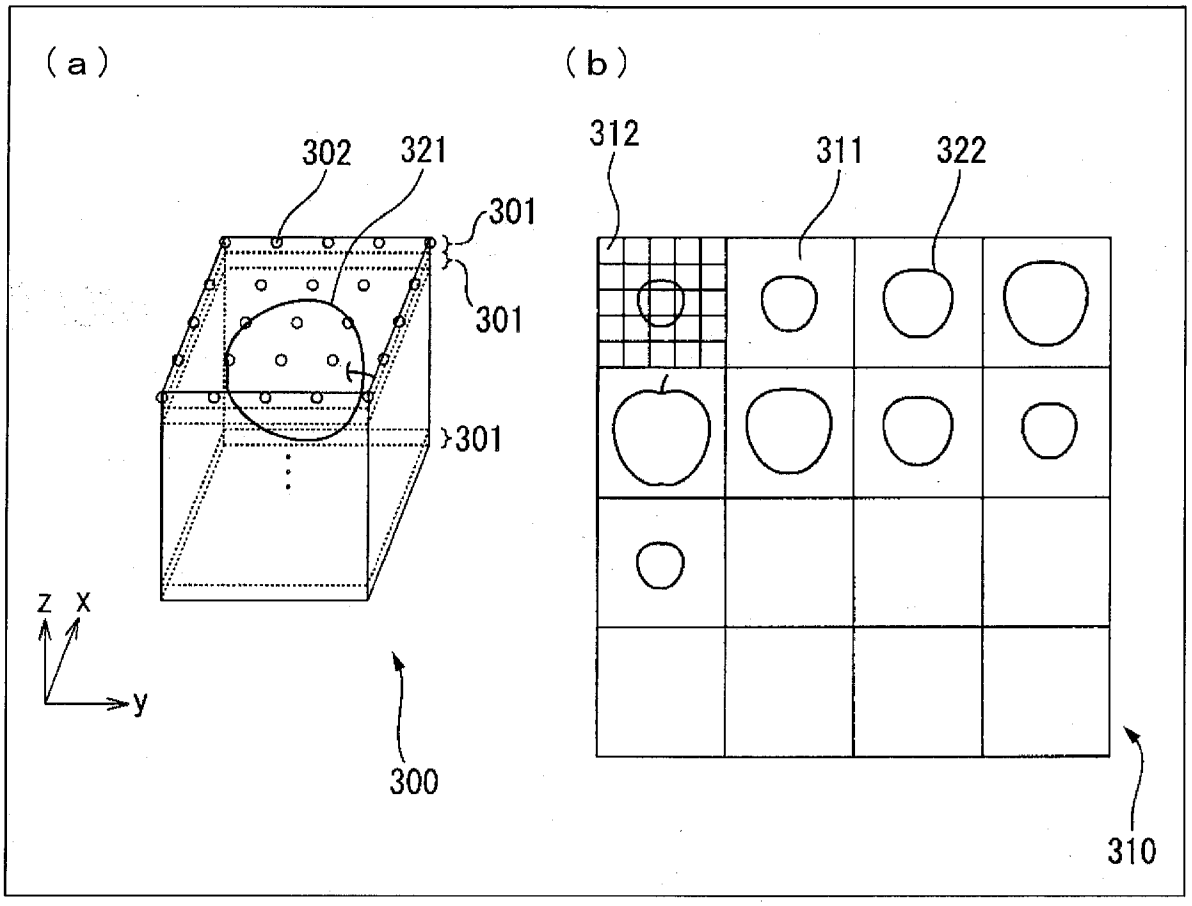
[図11]

図 11



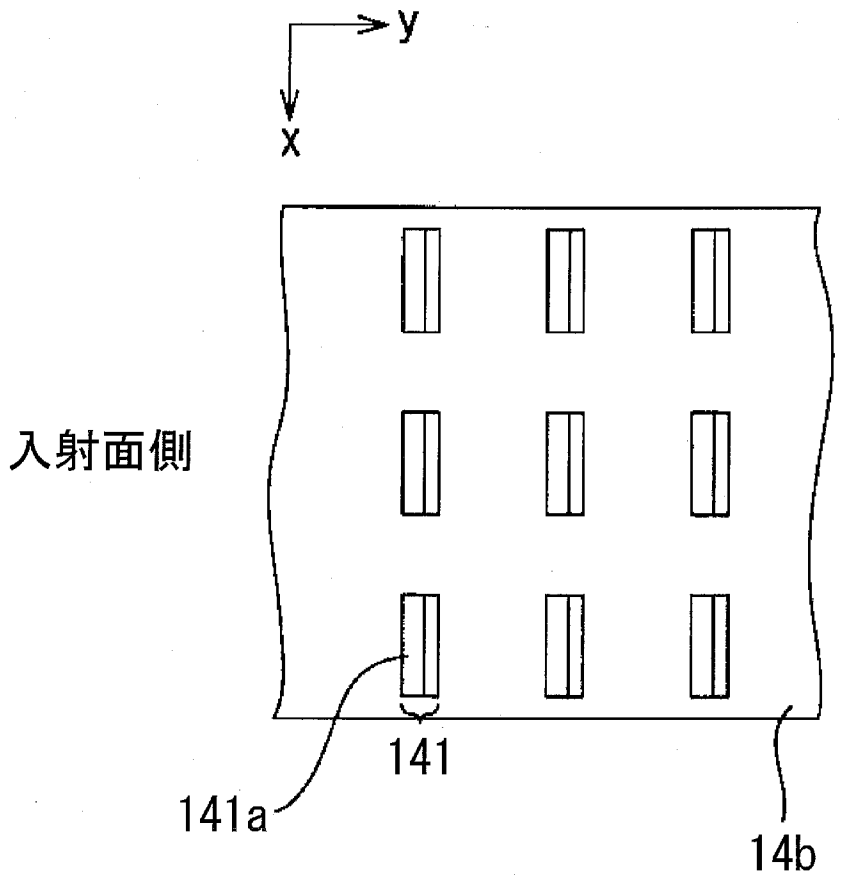
[図12]

図 12

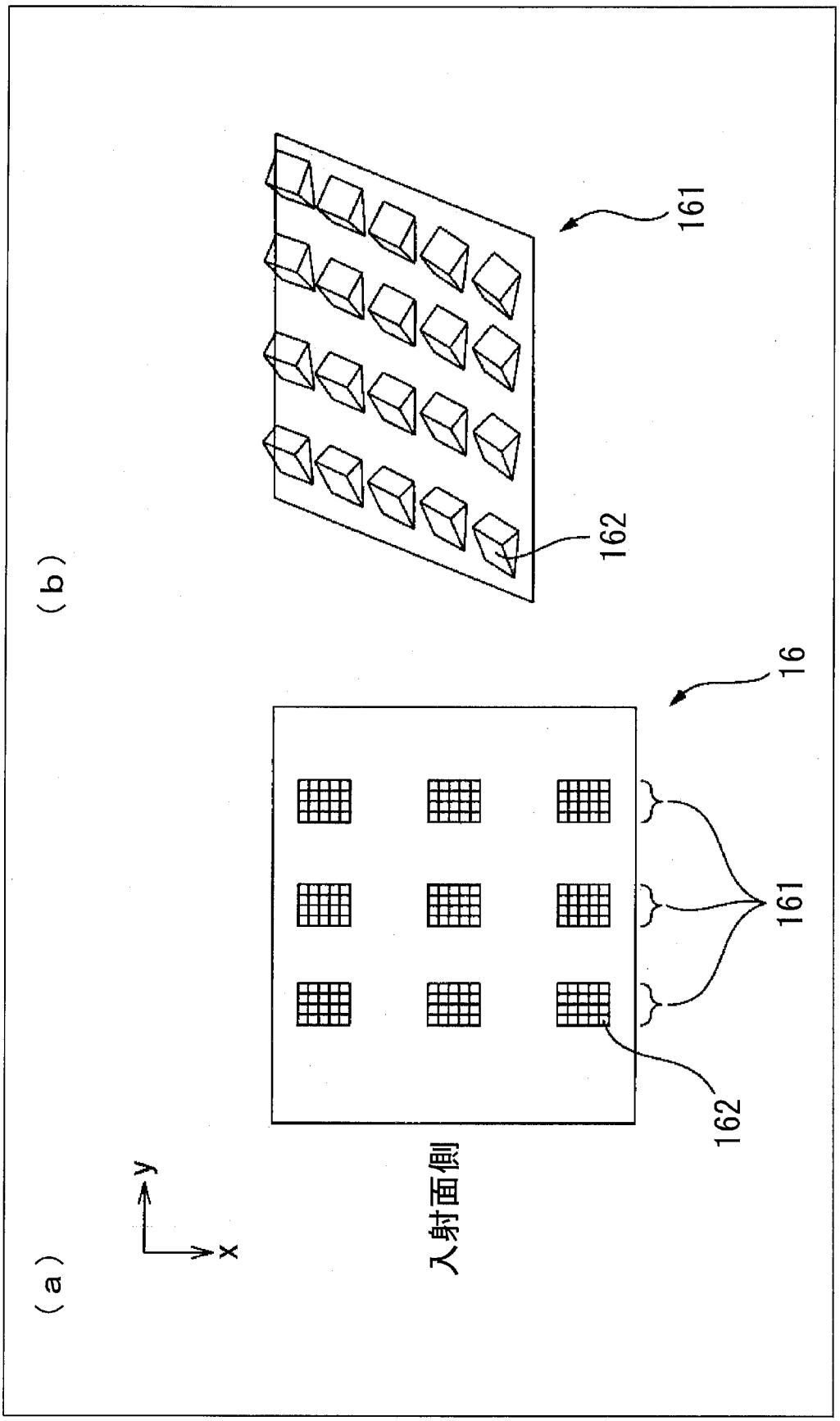


[図13]

図 13

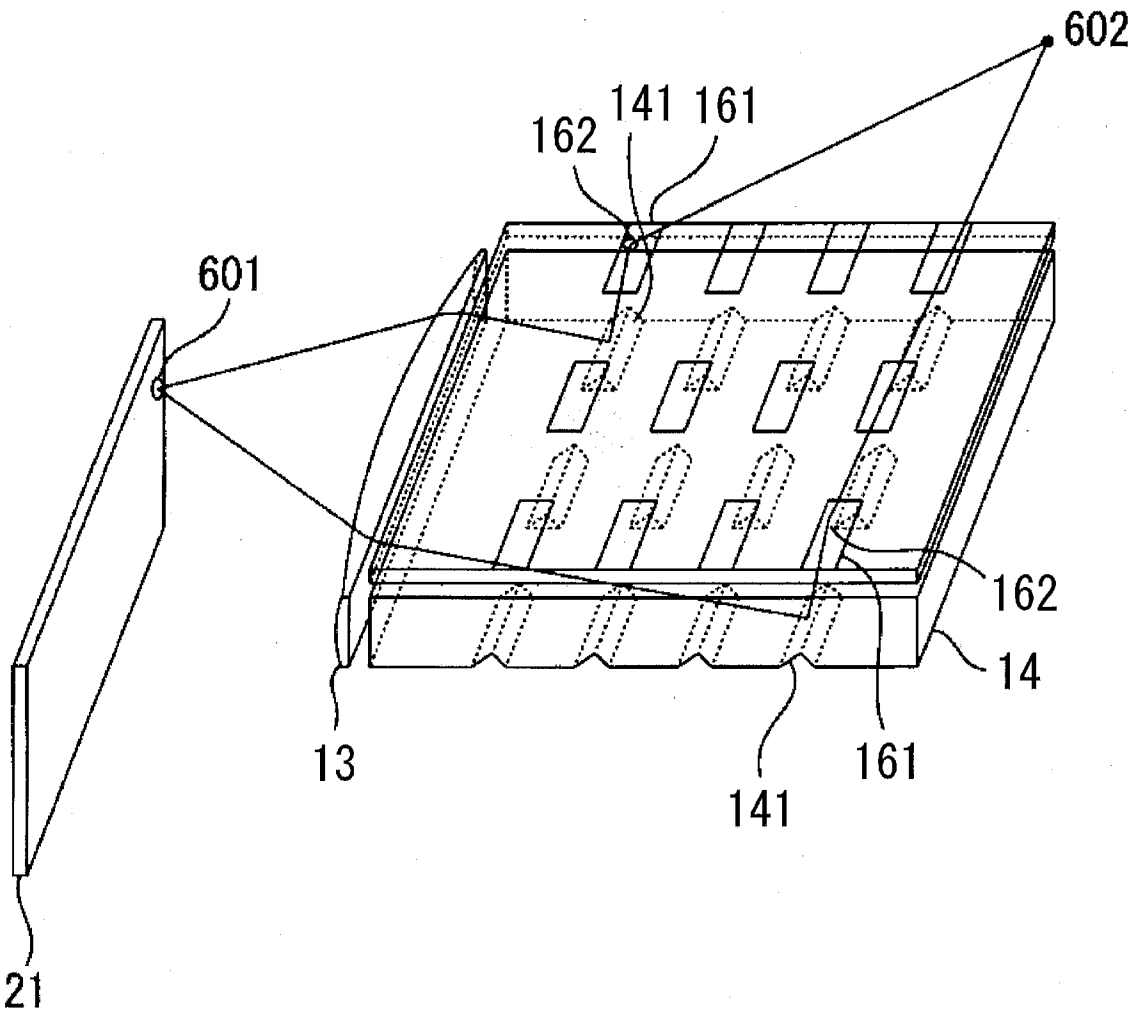


[図14]



[図15]

図 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/042087

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G02B27/22(2006.01)i, G02B5/10(2006.01)i, G03B35/24(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)
Int. Cl. G02B27/22, G02B5/10, G03B35/24

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 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 Y	JP 2011-232717 A (FUJIKURA LTD.) 17 November 2011, paragraphs [0042]-[0046], [0052]-[0056], fig. 4, 6 (Family: none)	1 2-11
Y	JP 2016-180776 A (FUJIKURA LTD.) 13 October 2016, paragraphs [0023]-[0076], [0092]-[0101], [0117]-[0119], fig. 1, 4, 8, 13, 18 & WO 2016/006525 A1	2-11
Y	JP 2007-11057 A (SONY CORP.) 18 January 2007, paragraphs [0034]-[0046], fig. 1 (Family: none)	9

☒ 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	Date of mailing of the international search report
30.01.2018	06.02.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/042087

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-114929 A (OMRON CORP.) 23 June 2016, paragraphs [0041]-[0062], fig. 1-3 & US 2017/0192244 A1, paragraphs [0164]-[0185], fig. 1-3 & WO 2016/056345 A1 & TW 201636536 A & CN 107077003 A	11
A	US 2014/0268327 A1 (OPSEC SECURITY GROUP, INC.) 18 September 2014, entire text, all drawings & WO 2014/152119 A1	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０４２０８７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B27/22(2006.01)i, G02B5/10(2006.01)i, G03B35/24(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B27/22, G02B5/10, G03B35/24

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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 Y	JP 2011-232717 A（株式会社フジクラ）2011.11.17, [0042]-[0046],[0052]-[0056],図4,6（ファミリーなし）	1 ２－１１
Y	JP 2016-180776 A（株式会社フジクラ）2016.10.13, [0023]-[0076],[0092]-[0101],[0117]-[0119],図1,4,8,13,18 & WO 2016/006525 A1	２－１１
Y	JP 2007-11057 A（ソニー株式会社）2007.01.18, [0034]-[0046],図1（ファミリーなし）	9

☑　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	国際調査報告の発送日
３０．０１．２０１８	０６．０２．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｌ　９５１３
右田　昌士
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｙ	JP 2016-114929 A（オムロン株式会社）2016.06.23, [0041]-[0062],図 1-3 & US 2017/0192244 A1,[0164]-[0185],図 1-3 & WO 2016/056345 A1 & TW 201636536 A & CN 107077003 A	１１
Ａ	US 2014/0268327 A1 (OPSEC SECURITY GROUP, INC.) 2014.09.18, 全文,全図 & WO 2014/152119 A1	１－１１