

(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  
2023年2月2日(02.02.2023)



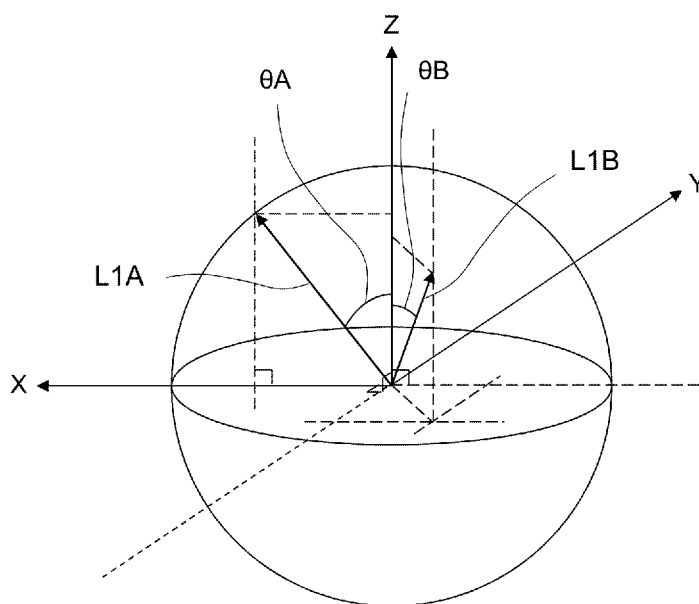
(10) 国際公開番号

**WO 2023/007863 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*G02B 27/01* (2006.01)    *G02B 5/18* (2006.01)  
*B60K 35/00* (2006.01)    *G02B 5/32* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                    PCT/JP2022/016242
- (22) 国際出願日:                    2022年3月30日(30.03.2022)
- (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 2021-125659    2021年7月30日(30.07.2021) 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]; 〒5406207
- 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 南 和博 (MINAMI, Kazuhiro). 庄林 寛幸 (SHOBAYASHI, Hiroyuki). 葛原 聡 (KUZUHARA, Satoshi).
- (74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (YAMAO, Norihito et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 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, 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 HEAD-UP DISPLAY SYSTEM COMPRISING SAME

(54) 発明の名称: 光学系及びそれを備えたヘッドアップディスプレイシステム



(57) Abstract: This optical system is provided with a light-guide body. A light beam which enters the light-guide body from a display unit is replicated by diffraction by means of a diffraction structure for an augmented area, in a first direction corresponding to the horizontal direction of an image, or a second direction corresponding to the perpendicular direction of the image. A direction normal to the light-guide body in the augmented area is taken as the Z-axis direction, and a plane tangential to the light tube as the XY-plane. In the XY-plane, where the advancing direction of the center ray of the light beam incident on the augmented area is the X-axis and a direction perpendicular to the X-axis is the Y-axis, then the diffraction structure for the augmented area is formed so that a light beam which is the light beam incident on the augmented area and which is replicated when transmitted through the XY-plane of the augmented area from the Z-axis



WO 2023/007863 A1

HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, 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, 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, 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))

positive direction, and a light beam which is the augmented-area incident beam replicated when transmitted from the Z-axis negative direction are contained within the field of view angle through which images are visible. The diffraction structure for the augmented area is inclined with respect to the Z-axis direction.

(57) 要約 : 光学系は導光体を備える。表示部から導光体に入射した光束は、拡張領域の回折構造による回折によって像の水平方向に対応した第1の方向、または像の垂直方向に対応した第2の方向に複製される。拡張領域における導光体に対する法線方向をZ軸方向、接平面をXY平面とする。XY平面において、拡張領域に入射する光束の中心光線の進行方向をX軸、X軸に垂直の方向をY軸としたとき、拡張領域の回折構造は、拡張領域に入射する光束が拡張領域のXY平面をZ軸の正の方向から透過した場合に複製された光束と、Z軸の負の方向から透過した場合に複製された光束とが像を視認可能な視野角内に収容されるように形成されている。拡張領域の回折構造は、Z軸方向に対して傾斜している。

## 明 細 書

発明の名称：

光学系及びそれを備えたヘッドアップディスプレイシステム

### 技術分野

[0001] 本開示は、像の表示に用いられる光学系及びそれを備えたヘッドアップディスプレイシステムに関する。

### 背景技術

[0002] 従来、ヘッドアップディスプレイ装置を用いて、拡張現実（AR）表示を行う車両情報投影システムを開示している。ヘッドアップディスプレイ装置は、例えば、車両のウインドシールドに虚像を表す光を投影することで、運転者に、車両の外界の実景とともに虚像を視認させている。

[0003] 虚像を表示させる装置として、特許文献1には、出射瞳を2方向で拡張するための導波路（導光体）を備える光学要素が記載されている。光学要素は、回折光学素子を利用して、出射瞳を拡張することができる。また、文献2には、体積ホログラム回折格子を用いて拡張現実（AR）表示を行うヘッドマウントディスプレイが記載されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許第10429645号明細書

特許文献2：国際公開第2018/198587号

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、例えば、ヘッドマウントディスプレイに利用される瞳拡張型ホログラムをヘッドアップディスプレイで実現する場合、像の見える視野範囲が狭い。

[0006] 本開示は、像の見える視野範囲を拡大した光学系及びヘッドアップディスプレイシステム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

[0007] 本開示の光学系は、像として観察者に視認される光束を出射する表示部と、光束を複製する導光体と、を備える。導光体は、表示部からの光束が入射する入射面と、導光体から光束が出射する出射面と、を有する。表示部から出射する光束の中心の光線は、導光体の入射面に入射する。導光体の入射面に入射した光束は、導光体内の結合領域の回折構造による回折によって進行方向が変更される。進行方向が変更された光束は、導光体内の拡張領域の回折構造による回折によって観察者の視認する像の水平方向に対応した第1の方向、または像の垂直方向に対応した第2の方向、またはその両方向に複製されることで拡張された後に出射面から出射される。拡張領域の中心または重心における導光体の表面に対する法線方向をZ軸方向、接平面をXY平面とし、XY平面において、拡張領域に入射する光束の中心光線の進行方向をX軸、X軸に垂直の方向をY軸としたとき、拡張領域の回折構造は、拡張領域に入射する光束が拡張領域のXY平面をZ軸の正の方向から透過した場合に複製された光束と、Z軸の負の方向から透過した場合に複製された光束とが像を視認可能な視野角に収容されるように形成され、拡張領域の回折構造は、Z軸方向に対して傾斜している。

[0008] また、本開示のヘッドアップディスプレイシステムは、上述の光学系と、導光体から出射した光束が反射する透光部材と、を備え、透光部材を介して視認可能な実景に虚像として像を重ねて表示する。

## 発明の効果

[0009] 本開示の光学系及びヘッドアップディスプレイシステムによれば、像の見える視野範囲を拡大することができる。

## 図面の簡単な説明

[0010] [図1]導光体の構成を示す概略斜視図

[図2]ヘッドマウントディスプレイの導光体への入射光と出射光の方向を示す説明図

[図3]ヘッドアップディスプレイの導光体への入射光と出射光の方向を示す説

明図

[図4]実施の形態のヘッドアップディスプレイシステムを搭載した車両のYZ面断面図

[図5A]表示部から出射される光束の光路を示す説明図

[図5B]虚像の水平方向の視野領域を示す説明図

[図5C]虚像の垂直方向の視野領域を示す説明図

[図6]実施の形態における導光体の構成を示す透視斜視図

[図7]表示部から出射される光束の中心の光路を示す説明図

[図8]第1拡張領域の平面図

[図9]図8のIX-IX矢視断面図

[図10]第1拡張領域の平面図

[図11]回折構造に入射した光束と複製された光束とを示す説明図

[図12]各実施例と比較例における数値を示す表

[図13]実施例1の虚像の視野領域を示す説明図

[図14]比較例1の虚像の視野領域を示す説明図

[図15]実施例2の虚像の視野領域を示す説明図

[図16]実施例3の虚像の視野領域を示す説明図

[図17]実施例4の虚像の視野領域を示す説明図

[図18]実施例5の虚像の視野領域を示す説明図

[図19]実施例6の虚像の視野領域を示す説明図

[図20]実施例7の虚像の視野領域を示す説明図

[図21]比較例2の虚像の視野領域を示す説明図

[図22]視野角と規格化回折効率との関係を示すグラフ

[図23]視野角と規格化回折効率との関係を示すグラフ

## 発明を実施するための形態

[0011] (本開示の概要)

図1を参照して、本開示の概要をまず説明する。図1は、導光体13の構成を示す概略図である。ヘッドマウントディスプレイ（以下、HMDと称す

る)などに用いられる光学系で、いわゆる瞳拡張型の導光体13が用いられる。瞳拡張型の導光体13は、表示部11からの画像光を入射して進行方向を変更する結合領域21と、第1の方向に入射した光束を拡張する第1拡張領域23と、第2の方向に入射した光束を拡張する第2拡張領域25とを備える。第1の方向と第2の方向とは互いに交差し、例えば、直交してもよい。

[0012] 結合領域21、第1拡張領域23及び第2拡張領域25は、それぞれ、画像光を回折する回折パワーを有し、エンボス型ホログラム、または、体積型ホログラムが形成されている。エンボス型ホログラムは、例えば、回折格子である。体積型ホログラムは、例えば、誘電体膜内の周期的な屈折率分布である。結合領域21は、外部から入射した画像光の進行方向を、回折パワーにより第1拡張領域23へ向かうように変更する。

[0013] 第1拡張領域23は、例えば、回折構造素子が配置されており、入射した画像光を、回折パワーにより第1の方向に進行する画像光と第2拡張領域25へ進行する画像光とに分割することで画像光を複製する。例えば、図1では、第1拡張領域23において、画像光が全反射を繰り返して進行する方向に並んだ4個のポイント23pに回折構造素子が配置されている。それぞれのポイント23pで回折構造素子が画像光を分割し、分割した画像光を第2拡張領域25へ進行させている。これにより、入射した画像光の光束が、第1の方向に4つの画像光の光束に複製されることで拡張される。

[0014] 第2拡張領域25は、例えば、回折構造素子が配置されており、入射した画像光を、回折パワーにより第2の方向に進行する画像光と第2拡張領域25から外部へ出射する画像光とに分割することで画像光を複製する。例えば、図1では、第2拡張領域25において画像光が全反射を繰り返して進行する方向に並んだポイント25pが1列につき3つ配置され、4列で合計12個のポイント25pにそれぞれ回折構造素子が配置されている。それぞれのポイント25pで画像光を分割し、分割した画像光を外部へ出射させている。これにより、4列で入射した画像光の光束がそれぞれ、第2の方向に3つ

の画像光の光束に複製されることで拡張される。このようにして、導光体13は、入射した1つの画像光の光束から、12個の画像光の光束を複製することができ、第1の方向及び第2の方向にそれぞれ光束を複製して視野領域を拡張することができる。観察者はこの12個の画像光の光束からそれぞれの画像光の光束を虚像として視認することができ、観察者が画像光を視認可能な視認領域を広くすることができる。

[0015] 次に、図2及び図3を参照して瞳拡張型のHMDとヘッドアップディスプレイ（以下、HUDと称する）の違いについて説明する。図2は、HMDの入射光と出射光を示す説明図である。図3は、HUDの入射光と出射光を示す説明図である。

[0016] 図2に示す様に、HMDにおける導光体13は、観察者が虚像を視認可能な視認領域Acに対してほぼ正対している。表示部11から垂直に入射した画像光は導光体13内で分割され、分割された画像光が導光体13の出射面27から垂直に視認領域Acに向けて出射する。

[0017] これに対して、図3に示す様に、HUDの場合、導光体13から出射した画像光を例えば、ウインドシールド5に反射させて視認領域Acに入射させるので、分割された映像光を導光体13の出射面27から斜め方向に出射させる。以下、HUD用の光学系について説明する。

[0018] （実施の形態）

以下、図4～図6を参照して、実施の形態を説明する。なお、上述した構成要素と共通の機能を有する構成要素に対して同じ符号を付している。また、図中におけるウインドシールドの傾斜角度は、それぞれ理解しやすいように示しているので、図によって異なる場合がある。

[1-1. 構成]

[1-1-1. 光学系及びヘッドアップディスプレイシステムの全体構成]

本開示のヘッドアップディスプレイシステム1（以下、HUDシステム1と称する）の具体的な実施の形態を説明する。図4は、本開示に係るHUDシステム1を搭載した車両3の断面を示す図である。図5Aは、表示部から

出射される光束の光路を示す説明図である。実施の形態において、車両3に搭載されたHUDシステム1を例として説明する。

[0019] 以下において、図4に示す、X1軸、Y1軸、及びZ1軸に基づいてHUDシステム1に関する方向を説明する。Z1軸方向は、観察者が虚像Ivを視認可能な視認領域Acから観察者が虚像Ivを視認する方向である。X1軸方向は、Z1軸と直交した水平方向である。Y1軸方向は、X1軸及びZ1軸で形成されるX1Z1面と直交する方向である。したがって、X1軸方向は車両3の水平方向に対応し、Y1軸方向は車両3の略鉛直方向に対応し、Z1軸方向は車両3の略前進方向に対応する。

[0020] 図4に示すように、車両3のウィンドシールド5の下方のダッシュボード（図示省略）の内部に、光学系2が配置されている。車両3の運転席に座った観察者Dは、HUDシステム1から投射される画像を虚像Ivとして認識する。このようにして、HUDシステム1は、ウィンドシールド5を介して視認可能な実景に虚像Ivを重ねて表示する。複製された複数の画像が視認領域Acに投射されるので、視認領域Acの中であれば、観察者Dの眼の位置がY1軸方向及びX1軸方向にずれても虚像Ivを視認することができる。なお、観察者Dが視認する虚像Ivの範囲について、観察者Dが視認する虚像Ivの水平方向の視野角を示す角度 $\theta_h$ が図5Bに示され、虚像Ivの垂直方向の視野角を示す角度 $\theta_v$ が図5Cに示される。なお、観察者Dは、車両3のように移動体内に搭乗する搭乗者であり、例えば、運転者または助手席に座る搭乗者である。

[0021] 図4を参照する。HUDシステム1は、光学系2とウィンドシールド5を備える。光学系2は、表示部11、導光体13、及び、制御部15を備える。表示部11は、虚像Ivとして観察者に視認される画像を形成する光束L1を出射する。導光体13は、表示部11から出射された光束L1を分割複製し、複製した光束L2をウィンドシールド5へ導く。ウィンドシールド5で反射した光束L2は虚像Ivとして、ウィンドシールド5を介して視認可能な実景を重ねて表示される。

[0022] 表示部11は、外部の制御部による制御に基づき、画像を表示する。表示部11として、例えば、バックライト付きの液晶表示装置(Liquid Crystal Display)や有機発光ダイオード(Organic Light-Emitting Diode)ディスプレイ、プラズマディスプレイなどを用いることができる。また、表示部11として、光を拡散または反射するスクリーンと、プロジェクタや走査型レーザを用いて画像を生成してもよい。表示部11は、道路進行案内表示や、前方車両までの距離、車のバッテリー残量、現在の車速など、各種の情報を含む画像コンテンツを表示することができる。このように、表示部11は虚像Ivとして観察者Dに視認される画像コンテンツを含む光束L1を出射する。

[0023] 制御部15は、半導体素子などで構成される回路で実現可能である。制御部15は、例えば、マイコン、CPU、MPU、GPU、DSP、FPGA、またはASICで構成することができる。制御部15は、内蔵する記憶部(図示省略)に格納されたデータやプログラムを読み出して種々の演算処理を行うことで、予め定められた機能を実現する。また、制御部15は記憶装置17を備える。

[0024] 記憶装置17は、制御部15の機能を実現するために必要なプログラム及びデータを記憶する記憶媒体である。記憶装置17は、例えば、ハードディスク(HDD)、SSD、RAM、DRAM、強誘電体メモリ、フラッシュメモリ、磁気ディスク、またはこれらの組み合わせによって実現できる。記憶装置17には、虚像Ivを表す複数の画像データが格納されている。制御部15は、外部から取得する車両関連情報に基づいて、表示する虚像Ivを決定する。制御部15は、決定した虚像Ivの画像データを記憶部から読み出して、表示部11に出力する。

[0025] [1-1-2. 導光体]

図6を参照して、導光体13の構成を説明する。図6は導光体13の構成を示す透視斜視図である。以下において図6に示す、X軸、Y軸、及びZ軸に基づいて導光体13の拡張領域に関する方向を説明する。第1拡張領域2

3の中心または重心における導光体13の表面に対する法線方向をZ軸方向、接平面をXY平面とする。XY平面において、第1拡張領域23に入射する光束の中心光線の進行方向をX軸方向、X軸方向に垂直の方向をY軸方向とする。同様に、第2拡張領域25の中心または重心における導光体13の表面に対する法線方向をZa軸方向、接平面をXaYa平面とする。XaYa平面において、第2拡張領域に入射する光束の中心光線の進行方向をXa軸方向、Xa軸方向に垂直の方向をYa軸方向とする。

[0026] 導光体13は、第1主面13a及び第2主面13bと、を有する。第1主面13aと第2主面13bとは対向する。導光体13は、入射面20、結合領域21、第1拡張領域23、第2拡張領域25、及び出射面27を有する。入射面20、結合領域21、第1拡張領域23、及び第2拡張領域25は第2主面13bに含まれ、出射面27は第1主面13aに含まれる。出射面27は、第2拡張領域25と対向する。なお、結合領域21、第1拡張領域23、及び第2拡張領域25は第1主面13aと第2主面13bの間に存在してもよい。第1主面13aは、ウインドシールド5と対向する。本実施の形態では、入射面20は結合領域21に含まれるが、結合領域21と対向する面であって第1主面13aに含まれてもよい。また、出射面27は第2拡張領域25に含まれてもよい。

[0027] 結合領域21、第1拡張領域23、及び第2拡張領域25は、それぞれ異なる回折パワーを有し、それぞれ、回折構造素子が形成されている。結合領域21、第1拡張領域23及び第2拡張領域25は、それぞれ、画像光の回折角度が異なる。また、導光体13は、入射した光束が内部で全反射する構成である。導光体13は、例えば、表面が鏡面加工されたガラスや樹脂製の板で構成されている。導光体13は、平面形状に限らず曲面形状であってもよい。このように、導光体13は、一部に光を回折する、例えば、体積型ホログラムなどの回折構造素子を含む。結合領域21、第1拡張領域23、及び第2拡張領域25は、体積型ホログラムを含む場合、立体領域となる。

[0028] 結合領域21は、表示部11を出射した光束L1を入射面20から入射し

、光束L 1の進行方向を変更する領域である。結合領域2 1は回折パワーを有し、入射した光束L 1の伝播する方向を第1 拡張領域2 3の方向へ変更し、光束L 1 Aとして出射する。本実施の形態において、結合とは、全反射条件で導光体1 3内を伝播する状態である。

[0029] 第1 拡張領域2 3は、虚像I vの水平方向に対応した第1 の方向に光束L 1 Aを拡張して、第1 の方向と交差する第2 の方向にある第2 拡張領域に出射する。第1 の方向に光束L 1 Aを拡張する第1 拡張領域2 3において、第1 の方向の長さは第2 の方向の長さよりも大きい。なお、実施の形態において、導光体1 3は、第1 の方向が水平方向（X 1軸の方向）となるように配置されているがこれに限らず、第1 の方向が水平方向と完全に一致しなくてもよい。結合領域2 1から伝播した光束L 1 Aは、第1 主面1 3 a及び第2 主面1 3 bで全反射を繰り返しながら第1 の方向に伝播しつつ、第2 主面1 3 bに形成された第1 拡張領域2 3の回折構造により光束L 1を複製して第2 拡張領域2 5に出射する。

[0030] 第2 拡張領域2 5は、虚像I vの垂直方向に対応した第2 の方向に光束L 1 Bを拡張して出射面2 7から拡張された光束L 2を出射する。第2 の方向は、例えば、第1 の方向と垂直である。なお、導光体1 3は、第2 の方向がZ 1軸方向に配置されている。第1 拡張領域2 3から伝播した光束L 1 Bは、第1 主面1 3 a及び第2 主面1 3 bで全反射を繰り返しながら、第2 の方向に伝播しつつ、第2 主面1 3 bに形成された第2 拡張領域2 5の回折構造により光束L 1 Bを複製して出射面2 7を介して導光体1 3の外部へ出射する。

[0031] したがって、観察者Dの視点からすると、導光体1 3は、入射面2 0に入射して進行方向が変更された光束L 1を、観察者Dの視認する虚像I vの水平方向（X 1軸の方向）に複製することで拡張した後に、さらに、虚像I vの垂直方向（Y 1軸の方向）に複製することで拡張して出射面2 7から光束L 2を出射する。ここで、像の水平方向に複製とは、完全な水平方向だけに複製することに限らず、略水平方向に複製することも含まれる。また、像の

垂直方向に複製とは、完全な垂直方向だけに複製することに限らず、略垂直方向に複製することも含まれる。

[0032] [1-1-3. 瞳拡張の順番]

上述した配置の導光体13において、HUDシステム1では、画像光の光束L1の瞳拡張の順番によって、第1拡張領域23と第2拡張領域25の波数ベクトルの大きさが異なる。実施の形態の瞳拡張の順番について図7を参照して説明する。図7は、表示部から出射される光束の中心の光路を示す説明図である。

[0033] 導光体13に入射した画像光の光束L1は、結合領域21に形成された回折構造により、第1の方向として水平方向(X軸方向)に瞳拡張する第1拡張領域23へ伝播方向を変更する。したがって、光束L1は、結合領域21に斜めに入射した後、図7に示す波数ベクトルk1の作用を受けて光束L1Aとして第1拡張領域23の方向へ伝播する。

[0034] 第1の方向に延びる第1拡張領域23へ伝播する光束L1Aは、全反射を繰り返しながら第1拡張領域23に形成された回折構造により、第1の方向へ伝播する光束L1Aと、複製されて第2拡張領域25へ伝播方向を変更する光束L1Bとに分割される。このとき、複製された光束L1Bは、図7に示す波数ベクトルk2の作用を受けて第2拡張領域25の方向へ伝播する。

[0035] 第2の方向としてZ1軸の負の方向に沿って延びる第2拡張領域25へ伝播方向を変更された光束L1Bは、第2拡張領域25に形成された回折構造により、第2の方向へ伝播する光束L1Bと、複製されて第2拡張領域25から出射面27を介して導光体13の外部へ出射する光束L2とに分割される。このとき、複製された光束L2は、図7に示す波数ベクトルk3の作用を受けて出射面27の方向へ伝播する。

[0036] [1-1-4. 回折構造]

次に、図8及び図9を参照して、第1拡張領域23の回折構造について説明する。図8は、第1拡張領域23の平面図であり、図9は、図8のIX-IX矢視断面図である。

[0037] 第1拡張領域23の回折構造が、例えば体積型ホログラムの場合、第1拡張領域23は、回折構造として干渉縞31が形成されている。第1拡張領域23において、XY面における干渉縞31の延びる方向と光束L1Aの進行方向との間の角度を $\alpha$ とする。また、回折構造の垂直方向の断面視、すなわち、図8のIX-IX矢視断面視において、干渉縞31の垂直方向に対する傾斜角度を $\beta$ とする。

[0038] 図10に示すように、第1の方向に延びる第1拡張領域23へ伝播する光束L1Aは、全反射を繰り返しながら第1拡張領域23に形成された回折構造により、第1の方向へ伝播する光束L1Aと、複製されて第2拡張領域25へ伝播方向を変更する光束L1Bとに分割される。

[0039] 図11は、光束L1Aが、第1拡張領域23のXY平面をZ軸の負の方向から正の方向へ透過した場合に複製された光束L1Bを球面座標系で示している。観察者Dの見る虚像Ivの視野角を $\pm F$ 度とし、光束L1Aの中心光線のZ軸に対する角度を $\theta A$ 度とし、光束L1Bの中心光線のZ軸に対する角度を $\theta B$ 度としたとき、以下の(1)式及び(2)式を満たす。

$$|\theta A - \theta B| < |F| / 2 \quad \dots (1) \text{式}$$

$$|\beta| \times 2 \times \cos(\alpha) \leq |F| - |\theta A - \theta B| \quad \dots (2) \text{式}$$

ただし、 $\beta \neq 0$ 。

[0040] 虚像Ivの水平方向の視野角について $2 \times |F| = \theta h$ であり、虚像Ivの垂直方向の視野角について $2 \times |F| = \theta v$ である(図5B、図5C参照)。以下、水平方向の視野角について説明するが、垂直方向の視野角についても同様の関係が成り立つ。

[0041] (1)式における $|\theta A - \theta B|$ により、Z軸に沿って正の方向から負の方向へ透過した際の回折効率と、負の方向から正の方向へ透過した際の回折効率の2つのピークの中央が決められる。また、(2)式における $|\beta| \times 2 \times \cos(\alpha)$ により、Z軸に沿って正の方向から負の方向へ透過した際の回折効率と、負の方向から正の方向へ透過した際の回折効率の2つのピークの離間量が決められる。 $\beta = 0$ の場合、光束L1Aが、第1拡張領域23をZ軸の

正の方向から負の方向へ透過した際に複製された光束L1Bと、Z軸の負の方向から正の方向へ透過した際に複製された光束L1Bとが、同じ回折効率となるので、水平方向の画角が広がらなくなる。逆に、 $\beta \neq 0$ の場合、光束L1Aが、第1拡張領域23をZ軸の正の方向から負の方向へ透過した際に複製された光束L1Bと、Z軸の負の方向から正の方向へ透過した際に複製された光束L1Bとが、異なる回折効率となるので、水平方向の画角を拡げることができる。

[0042] 次に、図12～図21を参照して、各実施例と比較例について説明する。図12は、各実施例と比較例におけるそれぞれのパラメータの表である。図13～図21は、各実施例及び比較例における視野角における回折効率を示す。図13(a)～図21(a)は、それぞれの条件において、光束L1Aが、第1拡張領域23をZ軸の負の方向から正の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの回折効率を示す。図13(b)～図21(b)は、それぞれの条件において、光束L1Aが、第1拡張領域23をZ軸の正の方向から負の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの回折効率を示す。各実施例及び比較例において、体積型ホログラムの厚みは5 $\mu$ mである。

[0043] 実施例1～比較例2において、視野角Fは全て3.50度である。実施例1～比較例2における視野角Fは、水平方向（左右方向）の画角（横画角）を示している。なお、垂直方向の画角（縦画角）についても同様の関係が成立する。図13に示す、実施例1の場合、(1)式及び(2)式に関連してそれぞれ説明した、角度 $\theta A$ 及び角度 $\theta B$ は50.00度であり、角度 $\alpha$ は45.00度であり、傾斜角度 $\beta$ は1.24度である。図13(c)は、第1拡張領域23をZ軸に対して一往復した光束L1Bの回折効率を示す。すなわち、図13(c)は、第1拡張領域23をZ軸の負の方向から正の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの回折効率と、Z軸の正の方向から負の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの回折効率を足し合わせた回折効率を示す。回折効率は、レベルA1～A5まで段階的に示しており、レベルA1からA4に上がるにつれて回折効率が上昇している。レベルA1は0

%以上10%未満の回折効率を示し、レベルA2は10%以上20%未満の回折効率を示し、レベルA3は20%以上30%未満の回折効率を示し、レベルA4は30%以上40%未満の回折効率を示す。

[0044] 実施例1によれば、 $\beta \neq 0$ であり、(1)式及び(2)式を満たすので、図13(a)及び(b)に示すように、回折効率のピークが画角の左右に分かれて存在し、広い範囲で高い回折効率を得ることができる。これにより、画角拡大の効果を得ることができる。

[0045] これに対して、図14に示す比較例1の場合、角度 $\theta A$ 及び角度 $\theta B$ は50.00度であり、角度 $\alpha$ は45.00度であり、傾斜角度 $\beta$ は0度である。 $\beta = 0$ であるので、第1拡張領域23をZ軸の正の方向から透過する場合も、負の方向から透過する場合も視野角内のそれぞれの回折効率のピーク的位置が同じ位置になるので、中心部の回折効率は良くても、画角拡大の効果を得ることができない。

[0046] 図15に示す実施例2の場合、角度 $\theta A$ は49.00度であり、角度 $\theta B$ は50.00度であり、角度 $\alpha$ は44.57度であり、傾斜角度 $\beta$ は0.71度である。実施例2によれば、 $\beta \neq 0$ であり、(1)式及び(2)式を満たしている。図15(a)に示すように、第1拡張領域23をZ軸の負の方向から正の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの回折効率は、画角の中心が高くなっている。また、図15(b)に示すように、第1拡張領域23をZ軸の正の方向から負の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの回折効率は、画角の右側が高くなっている。このように、それぞれの回折効率のピーク位置が分離しているので、画角拡大の効果を得ることができる。

[0047] 図16に示す実施例3の場合、角度 $\theta A$ は59.00度であり、角度 $\theta B$ は60.00度であり、角度 $\alpha$ は44.71度であり、傾斜角度 $\beta$ は0.71度である。実施例3によれば、 $\beta \neq 0$ であり、(1)式及び(2)式を満たしている。図16(a)において、レベルA1aは0%以上5%未満の回折効率を示し、レベルA1bは5%以上10%未満の回折効率を示し、レベルA2aは10%以上15%未満の回折効率を示し、レベルA2bは15%

以上20%未満の回折効率を示し、レベルA3aは20%以上25%未満の回折効率を示す。図16(a)に示すように、第1拡張領域23をZ軸の負の方向から正の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの回折効率は、画角の中心が高くなっている。また、図16(b)に示すように、第1拡張領域23をZ軸の正の方向から負の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの回折効率は、画角の右側が高くなっている。このように、それぞれの回折効率のピーク位置が分離しているため、画角拡大の効果を得ることができる。

[0048] 図17に示す実施例4の場合、角度 $\theta A$ は59.00度であり、角度 $\theta B$ は58.50度であり、角度 $\alpha$ は50.76度であり、傾斜角度 $\beta$ は-0.32度である。実施例4によれば、 $\beta \neq 0$ であり、(1)式及び(2)式を満たしている。図17(a)に示すように、第1拡張領域23をZ軸の負の方向から正の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの回折効率は、画角の中心が高くなっている。また、図17(b)に示すように、第1拡張領域23をZ軸の正の方向から負の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの回折効率は、画角の左側が高くなっている。このように、それぞれの回折効率のピーク位置が分離しているため、画角拡大の効果を得ることができる。

[0049] 図18に示す実施例5の場合、角度 $\theta A$ は59.00度であり、角度 $\theta B$ は59.55度であり、角度 $\alpha$ は34.85度であり、傾斜角度 $\beta$ は0.48度である。角度実施例5によれば、 $\beta \neq 0$ であり、(1)式及び(2)式を満たしている。図18において、レベルA5は40%以上50%未満の回折効率を示す。図18(a)に示すように、第1拡張領域23をZ軸の負の方向から正の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの回折効率は、画角の中心が高くなっている。また、図18(b)に示すように、第1拡張領域23をZ軸の正の方向から負の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの回折効率は、画角の右側が高くなっている。このように、それぞれの回折効率のピーク位置が分離しているため、画角拡大の効果を得ることができる。

[0050] 図19に示す実施例6の場合、角度 $\theta A$ は50.00度であり、角度 $\theta B$

は46.00度であり、角度 $\alpha$ は46.80度であり、傾斜角度 $\beta$ は-2.83度である。図19において、レベルA1cは0%以上2%未満の回折効率を示し、レベルA1dは2%以上4%未満の回折効率を示し、レベルA1eは4%以上6%未満の回折効率を示し、レベルA1fは6%以上8%未満の回折効率を示し、レベルA1gは8%以上10%未満の回折効率を示す。実施例6によれば、 $\beta \neq 0$ であるが、(1)式及び(2)式を満たさない。したがって、図19(a)、(b)に示すように、第1拡張領域23をZ軸の正の方向から透過する場合と、負の方向から透過する場合とで、視野角内のそれぞれの回折効率のピークの位置が異なる位置になるので、画角拡大の効果を得ることができる。しかしながら、(1)式及び(2)式を満たさないで、画角のより外方に回折効率のピークがあり、図19(b)に示すように、第1拡張領域23をZ軸の正の方向から負の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの画角内の回折効率が高く、実施例1~5よりも、画角の拡大効果が小さい。

[0051] 図20に示す実施例7の場合、角度 $\theta A$ は50.00度であり、角度 $\theta B$ は53.00度であり、角度 $\alpha$ は43.81度であり、傾斜角度 $\beta$ は2.12度である。実施例7によれば、 $\beta \neq 0$ であるが、(1)式及び(2)式を満たさない。したがって、図20(a)、(b)に示すように、第1拡張領域23をZ軸の正の方向から透過する場合と、負の方向から透過する場合とで、視野角内のそれぞれの回折効率のピークの位置が異なる位置になるので、画角拡大の効果を得ることができる。しかしながら、(1)式及び(2)式を満たさないで、図20(b)に示すように、第1拡張領域23をZ軸の正の方向から負の方向へ透過した際に複製される光束L1Bの画角内の回折効率が高く、実施例1~5よりも、画角の拡大効果が小さい。

[0052] 図21に示す比較例2の場合、角度 $\theta A$ 及び $\theta B$ は59.00度であり、角度 $\alpha$ は52.97度であり、傾斜角度 $\beta$ は0度である。比較例1とは $\alpha$ の値が異なるものの、比較例1と同様に $\beta = 0$ であるので、第1拡張領域23をZ軸の正の方向から透過する場合も、負の方向から透過する場合も視野角

内のそれぞれの回折効率のピークの位置が同じ位置になるので、中心部の回折効率は良くても、画角拡大の効果を得ることができない。

[0053] また、図9に示す体積ホログラムのZ方向の厚みTと波長 $\lambda$  [ $\mu\text{m}$ ]の光束L1Aが以下の関係式を満たす場合であっても、本実施の形態により回折効率が向上する。

$$T > (-2.3576 \times \lambda + 0.0952) \times |F| + (22.3540 \times \lambda - 0.9125) \quad \dots (3) \text{式}$$

[0054] 図22は、(3)式の厚みTが下限付近での規格化された回折効率の一例を示すグラフである。厚みTが(3)式の右辺の値より大きい値になると、視野角の範囲内で回折効率がゼロになることもある。これにより、映像の一部が欠落し品質が悪化するが、本実施の形態により、回折効率が向上するので、(3)式の関係を満たす体積ホログラムの厚みを採用することができる。

[0055] また、図9に示す体積ホログラムのZ方向の厚みTと波長 $\lambda$  [ $\mu\text{m}$ ]の光束L1Aが以下の関係式を満たす場合であっても、本実施の形態により回折効率が向上する。

$$T < (-3.8645 \times \lambda - 0.2185) \times |F| + (37.4910 \times \lambda + 1.5298) \quad \dots (4) \text{式}$$

[0056] 図23は、(4)式の厚みTが上限付近での規格化された回折効率の一例を示すグラフである。厚みTが(4)式の右辺の値より小さい値になると、視野角の半分の範囲内で回折効率がゼロ以上になる。これにより、厚みTが(4)式の右辺の値以上の値になると、回折効率がゼロ以上になる範囲が狭くなりすぎるが、(4)式の右辺の値未満の範囲においては、本実施の形態により、回折効率が向上するので、視野角の範囲全域で映像を表示することができる。

[0057] なお、本実施の形態において、第1拡張領域23の回折構造と同様の構造を、第2拡張領域25も有する。このような構造は、第1拡張領域23と第2拡張領域25のいずれかの拡張領域だけが有してもよいし、光学系2が、

さらに別の拡張領域を備え、この別の拡張領域がこのような回折構造を有してもよい。また、第1拡張領域23と第2拡張領域25の機能を1つの拡張領域で実現してもよく、この1つの拡張領域は、例えば、2次元形状の干渉縞を有することで、入射した光束を水平方向および垂直方向に複製することができる。

[0058] [1-2. 効果等]

本開示の光学系2は、虚像 $I_v$ として観察者Dに視認される光束L1を出射する表示部11と、光束L1を複製する導光体13と、を備える。導光体13は、表示部11からの光束L1が入射する入射面20と、導光体13から光束L2が出射する出射面27と、を有する。表示部11から出射する光束L1の中心の光線は、導光体13の入射面20に入射する。導光体13の入射面20に入射した光束L1は、導光体13内の結合領域の回折構造による回折によって進行方向が変更される。進行方向が変更された光束は、導光体13内の拡張領域の回折構造による回折によって観察者Dの視認する虚像 $I_v$ の水平方向に対応した第1の方向、または虚像 $I_v$ の垂直方向に対応した第2の方向、またはその両方向に複製されることで拡張された後に出射面27から出射される。拡張領域の中心または重心における導光体13の表面に対する法線方向をZ軸方向、接平面をXY平面とし、拡張領域に入射する光束を光束L1A、拡張領域で回折して出射する光束を光束L1Bとし、XY平面において、光束L1Aの中心光線の進行方向をX軸、X軸に垂直の方向をY軸としたとき、拡張領域の回折構造は、光束L1Aが拡張領域のXY平面をZ軸の正の方向から透過した場合に複製された光束L1Bと、Z軸の負の方向から透過した場合に複製された光束L1Bとが虚像を視認可能な視野角に収容されるように形成され、拡張領域の回折構造は、Z軸方向に対して傾斜している。

[0059] 拡張領域の回折構造がZ軸方向に対して傾斜しているので、光束L1Aが拡張領域のXY平面をZ軸の正の方向から透過した場合に複製された光束L1Bと、Z軸の負の方向から透過した場合に複製された光束L1Bとのそれ

ぞれの回折効率のピークを視野角内で異なる位置に形成することができる。したがって、虚像の見える視野範囲を拡大した光学系を提供することができる。

[0060] また、車両3のウィンドシールド5に光学系2からの出射光を投射することで、車両3を運転する観察者Dに適した虚像I<sub>v</sub>を表示することができる。

[0061] (他の実施の形態)

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、上記実施の形態を説明した。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の形態にも適用可能である。そこで、以下、他の実施の形態を例示する。

[0062] 上記実施の形態では、拡張領域の回折構造は、干渉縞であったがこれに限らない。例えば、物理的な凹凸構造を樹脂で埋めたものでもよい。

[0063] 上記実施の形態では、分割複製した光束L<sub>2</sub>をウィンドシールド5に反射させて観察者Dに虚像I<sub>v</sub>を視認させていたがこれに限らない。ウィンドシールド5の代わりにコンバイナーを用いて、コンバイナーに分割複製した光束L<sub>2</sub>を反射させて観察者Dに虚像I<sub>v</sub>を視認させてもよい。

[0064] 上記実施の形態では、第1拡張領域23で光束L<sub>1A</sub>を拡張する第1の方向と、第2拡張領域25で光束L<sub>1B</sub>を拡張する第2の方向とは互いに直交していたがこれに限らない。図6に示すように、第1拡張領域23で第1の方向に光束L<sub>1A</sub>を拡張するのは、Z軸に沿う方向よりも水平方向に拡張する成分が大きければよく、また、第2拡張領域25で第2の方向に光束L<sub>1B</sub>を拡張するのは、水平方向に拡張するよりもZ軸に沿う方向に拡張する成分が大きければよい。

[0065] 上記実施の形態では、HUDシステム1を自動車などの車両3に適用した場合について説明した。しかしながら、HUDシステム1を適用する対象物は車両3に限らない。HUDシステム1を適用する対象物は、例えば、列車、オートバイ、船舶、または航空機であってもよいし、移動を伴わないアミ

ューズメント機でもよい。アミューズメント機の場合、ウインドシールド5の代わりに表示部11から出射された光束を反射する透光部材としての透明曲板に表示部11からの光束が反射される。また、ユーザが透明曲板を介して視認可能な実景は、別の映像表示装置から表示される映像であってもよい。すなわち、別の映像表示装置から表示される映像にHUDシステム1による虚像を重ねて表示してもよい。このように、本開示における透光部材として、ウインドシールド5、コンバイナー、及び透明曲板のいずれかを採用してもよい。

[0066] 上記実施の形態では、光学系2は虚像1vを表示するHUDシステム1に用いられていたがこれに限らない。光学系2は、観察者が透光部材を介して虚像を見るのではなく、例えば、出射面27から出射される光束を直接観察する画像表示システムに用いられてもよい。この場合、観察者は、出射される光束で形成される画像を直接視認する者となるので、移動体の搭乗者に限定されない。

[0067] (実施の形態の概要)

(1) 本開示の光学系は、像として観察者に視認される光束を出射する表示部と、光束を複製する導光体と、を備える。導光体は、表示部からの光束が入射する入射面と、導光体から光束が出射する出射面と、を有する。表示部から出射する光束の中心の光線は、導光体の入射面に入射する。導光体の入射面に入射した光束は、導光体内の結合領域の回折構造による回折によって進行方向が変更される。進行方向が変更された光束は、導光体内の拡張領域の回折構造による回折によって観察者の視認する虚像の水平方向に対応した第1の方向、または像の垂直方向に対応した第2の方向、またはその両方向に複製されることで拡張された後に出射面から出射される。拡張領域の中心または重心における導光体の表面に対する法線方向をZ軸方向、接平面をXY平面とし、XY平面において、拡張領域に入射する光束の中心光線の進行方向をX軸、X軸に垂直の方向をY軸としたとき、拡張領域の回折構造は、拡張領域に入射する光束が拡張領域のXY平面をZ軸の正の方向から透過

した場合に複製された光束と、Z軸の負の方向から透過した場合に複製された光束とが像を視認可能な視野角に收容されるように形成され、拡張領域の回折構造は、Z軸方向に対して傾斜している。

[0068] 拡張領域の回折構造がZ軸方向に対して傾斜しているので、拡張領域に入射する光束が拡張領域のXY平面をZ軸の正の方向から透過した場合に複製された光束と、Z軸の負の方向から透過した場合に複製された光束とのそれぞれの回折効率のピークを視野角内で異なる位置に形成することができる。したがって、像の見える視野範囲を拡大した光学系を提供することができる。

[0069] (2) (1)の光学系において、観察者の見る像の視野角を $\pm F$ 度とし、XY平面における拡張領域の回折構造と拡張領域に入射する光束の進行方向との間の角度を $\alpha$ 度とし、回折構造とZ軸との間の傾斜角を $\beta$ 度とし、拡張領域に入射する光束の中心光線とZ軸との間の角度を $\theta A$ 度とし、拡張領域で回折して出射する光束の中心光線とZ軸との間の角度を $\theta B$ 度としたとき、以下の関係式を満たす。

$$\begin{aligned} &|\theta A - \theta B| < |F| / 2、かつ、 \\ &|\beta| \times 2 \times \cos(\alpha) \leq |F| - |\theta A - \theta B|、 \\ &\text{ただし、}\beta \neq 0 \end{aligned}$$

[0070] (3) (2)の光学系において、光学系は、2つの拡張領域を有し、一方の拡張領域は、一方の拡張領域に入射した光束を、観察者の視認する像の水平方向に対応した第1の方向に複製することで拡張し、他方の拡張領域は、他方の拡張領域に入射した光束を、観察者の視認する虚像の垂直方向に対応した第2の方向に複製することで拡張する。

[0071] (4) (3)の光学系において、2つの拡張領域において、回折構造の回折ピッチが狭い方の拡張領域において、関係式が満たされる。

[0072] (5) (1)から(4)のいずれか1つの光学系において、拡張領域は透過型体積ホログラムを含む。

[0073] (6) (5)の光学系において、体積ホログラムのZ方向の厚みTと体積

ホログラムに入射する光束の波長 $\lambda$  [ $\mu\text{m}$ ]とは以下の関係式を満たす。

$$T > (-2.3576 \times \lambda + 0.0952) \times |F| + (22.3540 \times \lambda - 0.9125)$$

[0074] (7) (5) または (6) の光学系において、体積ホログラムのZ方向の厚みTと体積ホログラムに入射する光束の波長 $\lambda$  [ $\mu\text{m}$ ]とは以下の関係式を満たす。

$$T < (-3.8645 \times \lambda - 0.2185) \times |F| + (37.4910 \times \lambda + 1.5298)$$

[0075] (8) (1) から (7) のいずれか1つの光学系において、表示部から出射する光束の中心の光線は、導光体の入射面の法線方向に対して傾いて入射し、導光体から出射する光束の中心の光線は、導光体の出射面の法線方向に対して傾いて透光部材に向かって出射する。

[0076] (9) 本開示のヘッドアップディスプレイシステムは、(1) から (8) のいずれか1つの光学系と、導光体から出射した光束が反射する透光部材と、を備え、記透光部材を介して視認可能な実景に虚像として像を重ねて表示する。

[0077] (10) (9) のヘッドアップディスプレイシステムにおいて、透光部材は、移動体のウインドシールドである。

### 産業上の利用可能性

[0078] 本開示は、像を複製して表示する光学系及びヘッドアップディスプレイシステムに適用可能である。

### 符号の説明

[0079] 1 ヘッドアップディスプレイシステム  
 3 車両  
 3 a 中心線  
 5 ウインドシールド  
 1 1 表示部  
 1 3 導光体

- 1 3 a 第 1 主面
- 1 3 b 第 2 主面
- 1 5 制御部
- 1 7 記憶装置
- 2 0 入射面
- 2 1 結合領域
- 2 3 第 1 拡張領域
- 2 3 a ポイント
- 2 5 第 2 拡張領域
- 2 5 a ポイント
- 2 7 出射面
- A c 視認領域
- D 観察者
- l v 虚像
- k 1、k 2、k 3 波数ベクトル
- L 1、L 1 A、L 1 B、L 2 光束

## 請求の範囲

### [請求項1]

前記像として観察者に視認される光束を出射する表示部と、

前記光束を複製する導光体と、を備え、

前記導光体は、前記表示部からの光束が入射する入射面と、前記導光体から光束が出射する出射面と、を有し、

前記表示部から出射する光束の中心の光線は、前記導光体の入射面に入射し、

前記導光体の前記入射面に入射した光束は、前記導光体内の結合領域の回折構造による回折によって進行方向が変更され、

前記進行方向が変更された光束は、前記導光体内の拡張領域の回折構造による回折によって観察者の視認する前記像の水平方向に対応した第1の方向、または前記像の垂直方向に対応した第2の方向、またはその両方向に複製されることで拡張された後に前記出射面から出射され、

前記拡張領域の中心または重心における前記導光体の表面に対する法線方向をZ軸方向、接平面をXY平面とし、

前記XY平面において、前記拡張領域に入射する光束の中心光線の進行方向をX軸、前記X軸に垂直の方向をY軸としたとき、

前記拡張領域の回折構造は、前記拡張領域に入射する光束が前記拡張領域の前記XY平面を前記Z軸の正の方向から透過した場合に複製された光束と、前記Z軸の負の方向から透過した場合に複製された光束とが前記像を視認可能な視野角内に収容されるように形成され、

前記拡張領域の回折構造は、前記Z軸方向に対して傾斜している、光学系。

### [請求項2]

前記観察者の見る前記像の前記視野角を $\pm F$ 度とし、前記XY平面における前記拡張領域の回折構造と前記拡張領域に入射する光束の進行方向との間の角度を $\alpha$ 度とし、前記回折構造と前記Z軸との間の傾斜角を $\beta$ 度とし、前記拡張領域に入射する光束の中心光線と前記Z軸

との間の角度を $\theta A$ 度とし、前記拡張領域で回折して出射する光束の中心光線と前記Z軸との間の角度を $\theta B$ 度としたとき、以下の関係式を満たす、

請求項1に記載の光学系。

$$|\theta A - \theta B| < |F| / 2、かつ、$$

$$|\beta| \times 2 \times \cos(\alpha) \leq |F| - |\theta A - \theta B|、$$

ただし、 $\beta \neq 0$

[請求項3]

前記光学系は、2つの前記拡張領域を有し、

一方の前記拡張領域は、前記一方の拡張領域に入射した光束を前記観察者の視認する前記像の水平方向に対応した前記第1の方向に複製することで拡張し、

他方の前記拡張領域は、前記他方の拡張領域に入射した光束を前記観察者の視認する前記像の垂直方向に対応した前記第2の方向に複製することで拡張する、

請求項2に記載の光学系。

[請求項4]

前記2つの拡張領域において、前記回折構造の回折ピッチが狭い方の前記拡張領域において、前記関係式が満たされる、

請求項3に記載の光学系。

[請求項5]

前記拡張領域は透過型体積ホログラムを含む、

請求項1から4のいずれか1つに記載の光学系。

[請求項6]

前記体積ホログラムのZ方向の厚み $T$  [ $\mu m$ ]と前記体積ホログラムに入射する光束の波長 $\lambda$  [ $\mu m$ ]とは以下の関係式を満たす、

請求項5に記載の光学系。

$$T > (-2.3576 \times \lambda + 0.0952) \times |F| + (22.3540 \times \lambda - 0.9125)$$

[請求項7]

前記体積ホログラムのZ方向の厚み $T$  [ $\mu m$ ]と前記体積ホログラムに入射する光束の波長 $\lambda$  [ $\mu m$ ]とは以下の関係式を満たす、

請求項5または6に記載の光学系。

$$T < (-3.8645 \times \lambda - 0.2185) \times |F| + (37.4910 \times \lambda + 1.5298)$$

[請求項8] 前記表示部から出射する光束の中心の光線は、前記導光体の前記入射面の法線方向に対して傾いて入射し、前記導光体から出射する光束の中心の光線は、前記導光体の出射面の法線方向に対して傾いて出射する、

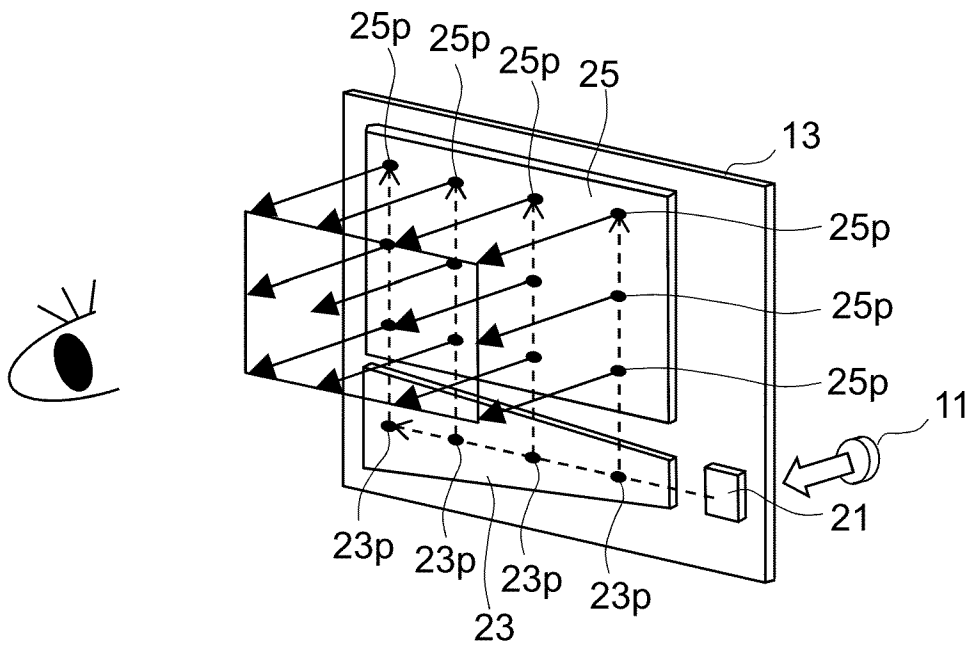
請求項1から7のいずれか1つに記載の光学系。

[請求項9] 請求項1から8のいずれか1つの前記光学系と、  
前記導光体から出射した光束が反射する透光部材と、を備え、  
前記透光部材を介して視認可能な実景に虚像として前記像を重ねて表示する、

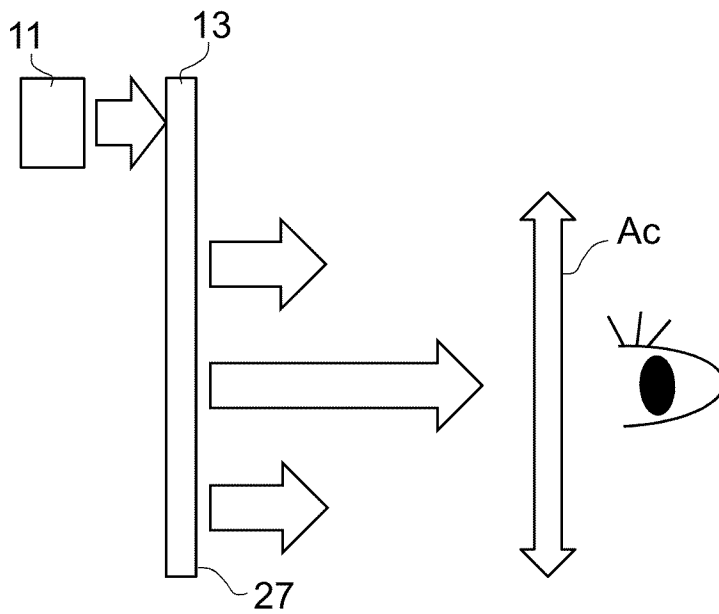
ヘッドアップディスプレイシステム。

[請求項10] 前記透光部材は、移動体のウインドシールドである、  
請求項9に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

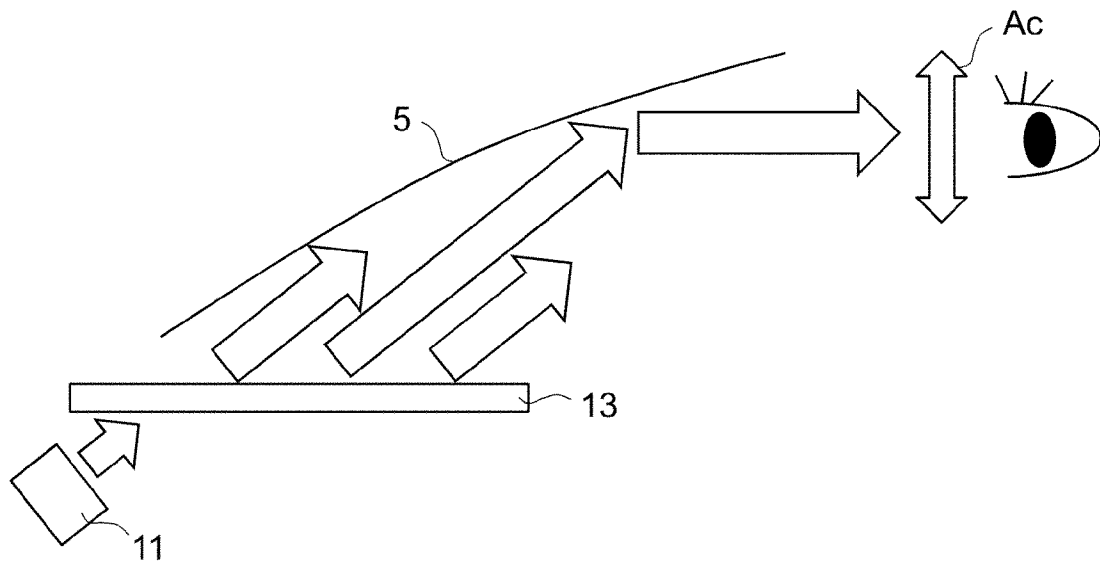
[図1]



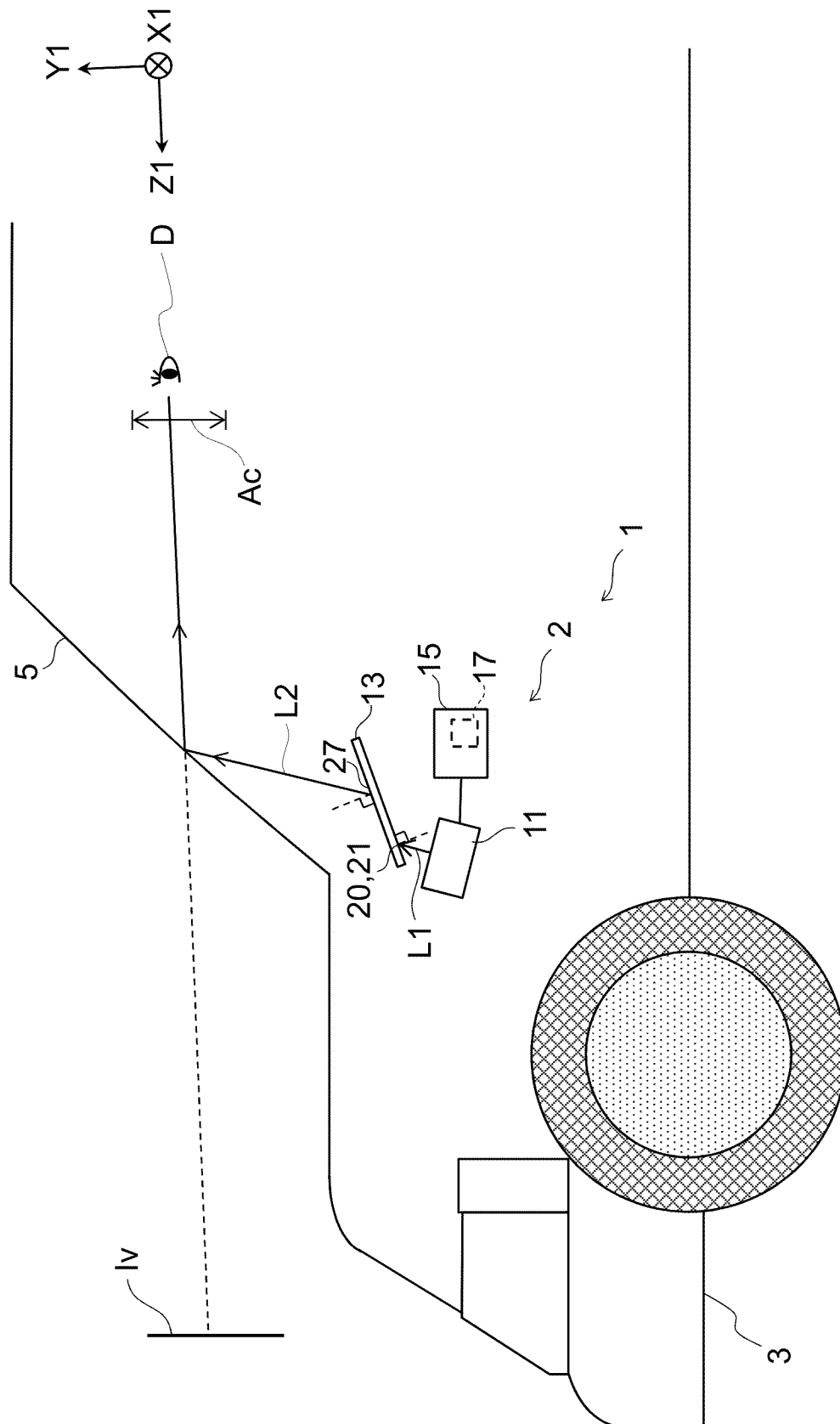
[図2]



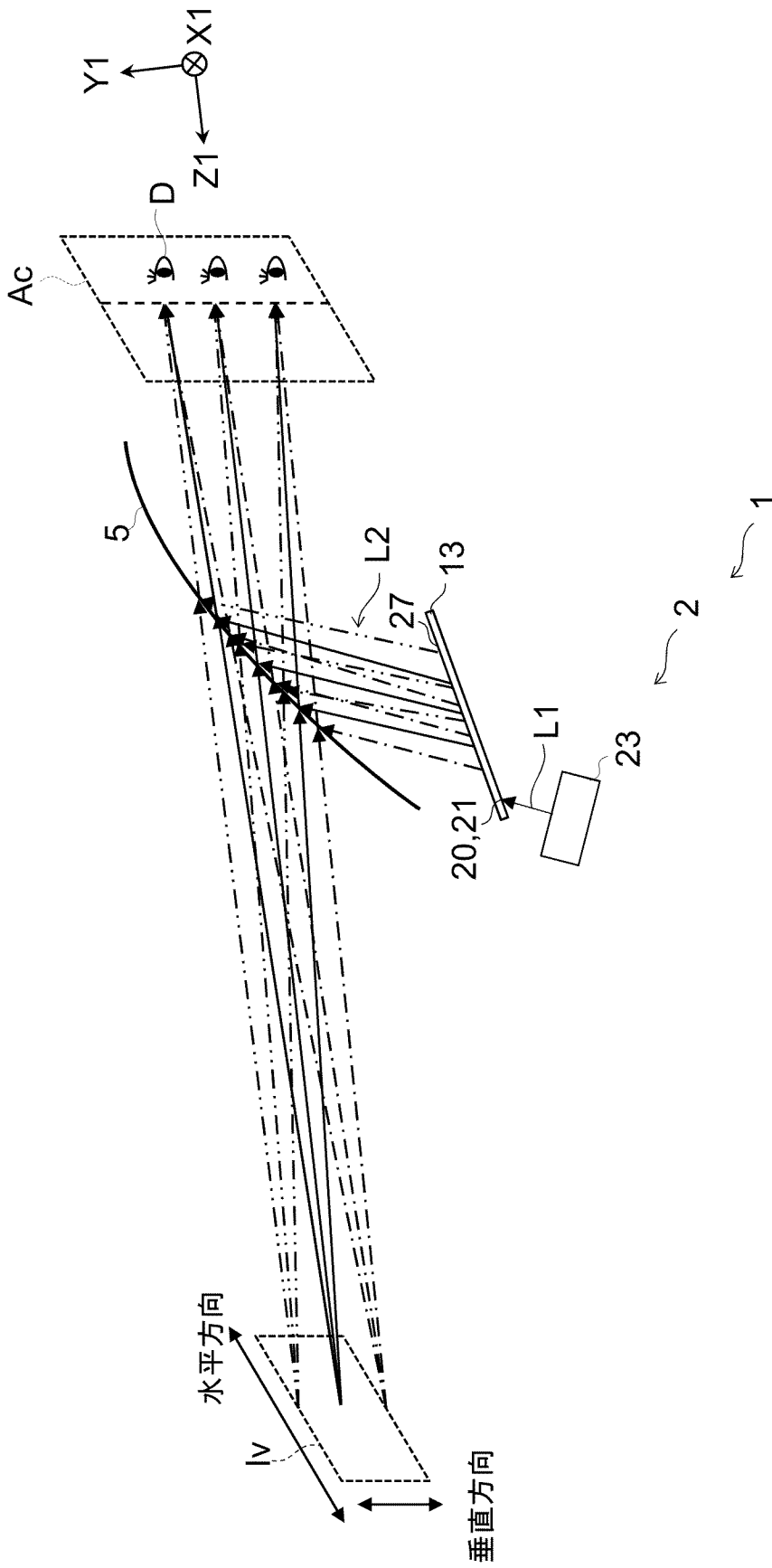
[図3]



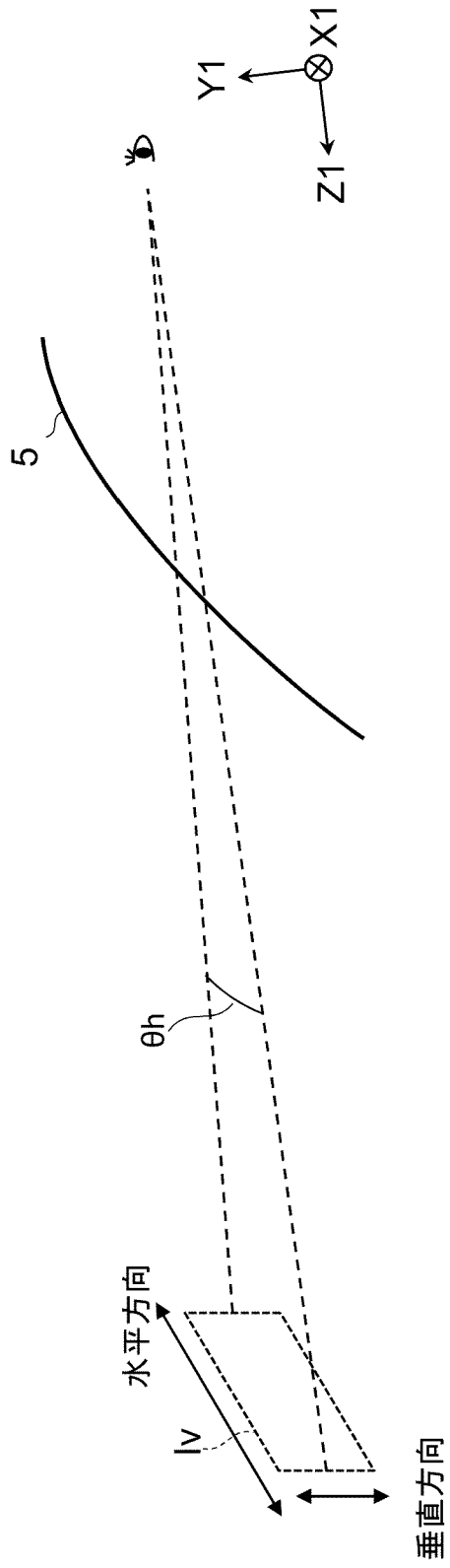
[図4]



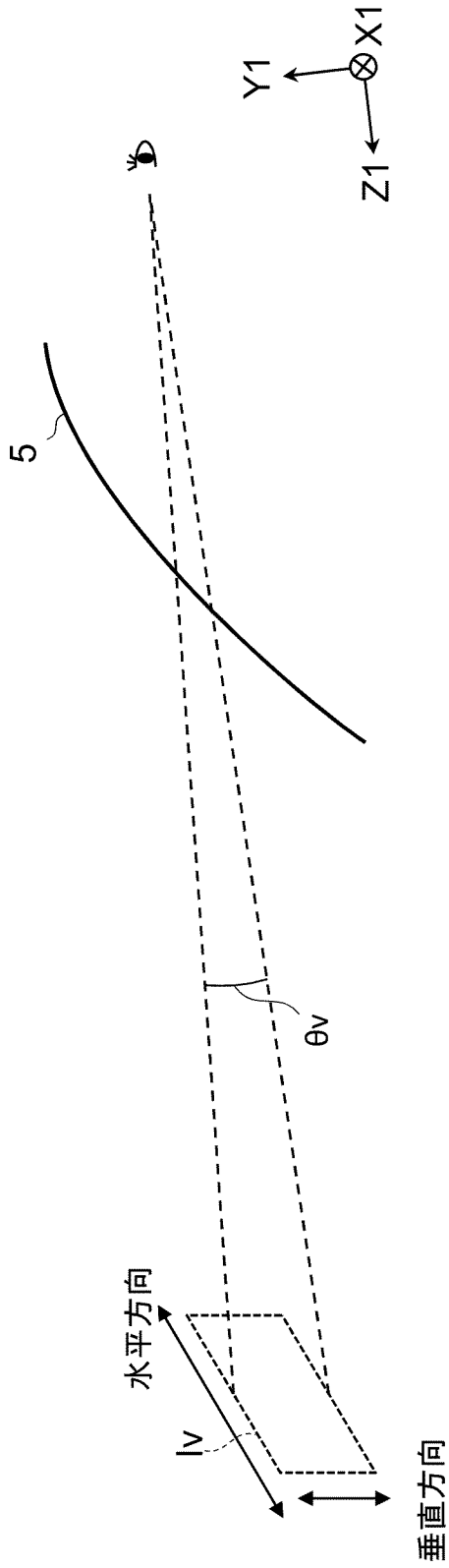
[図5A]



[図5B]

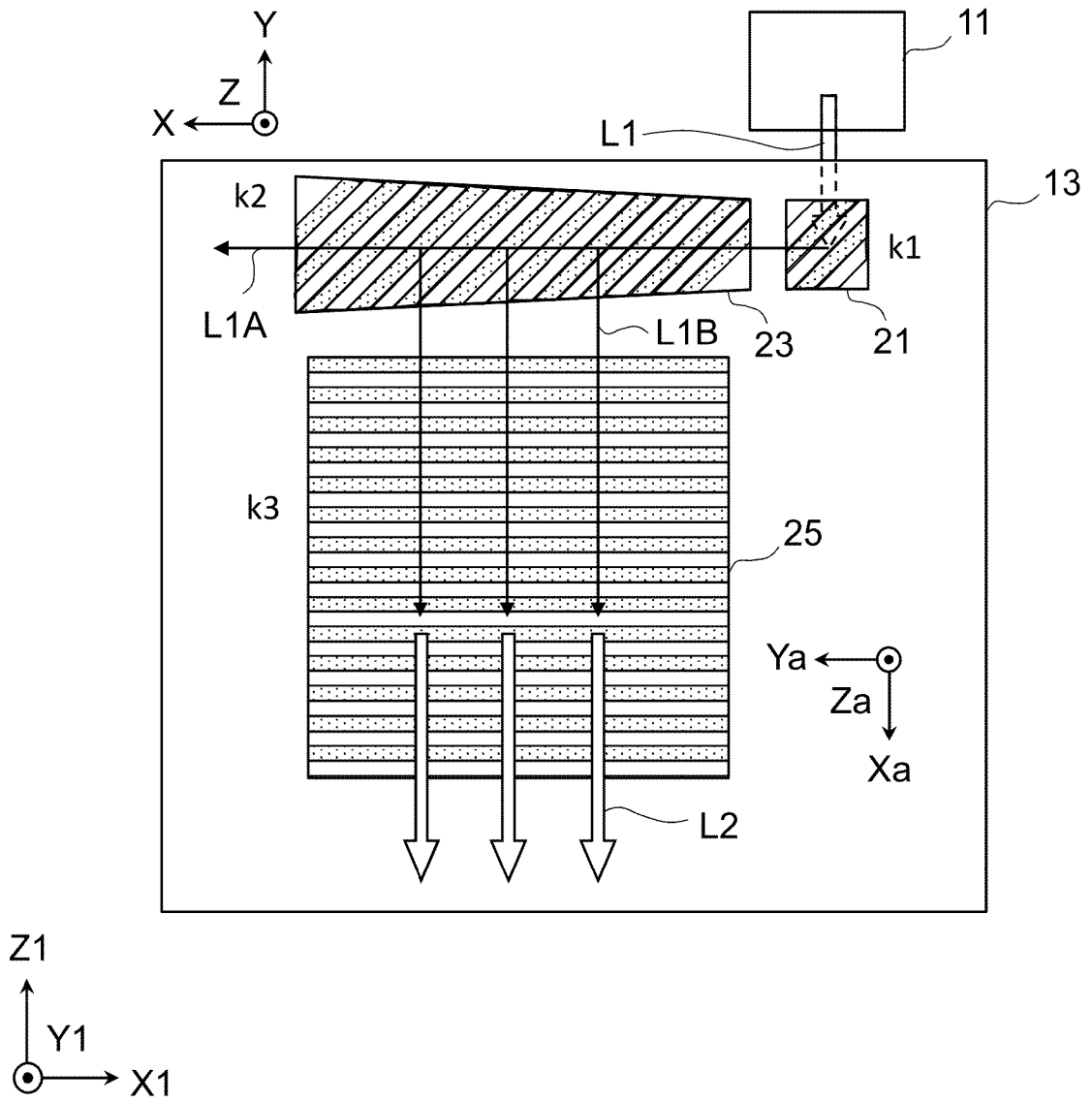


[図5C]

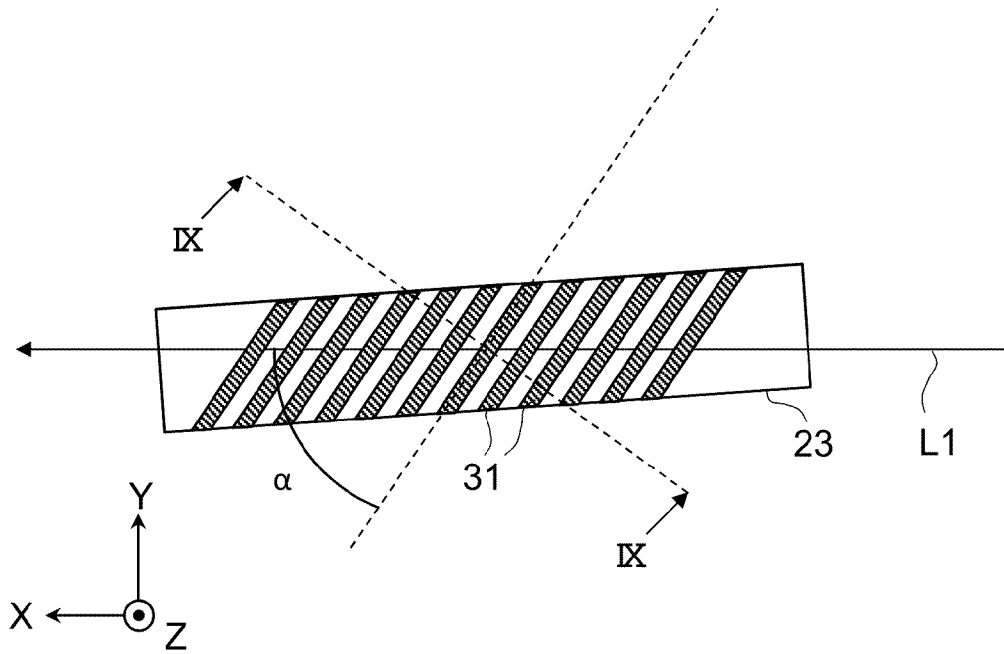




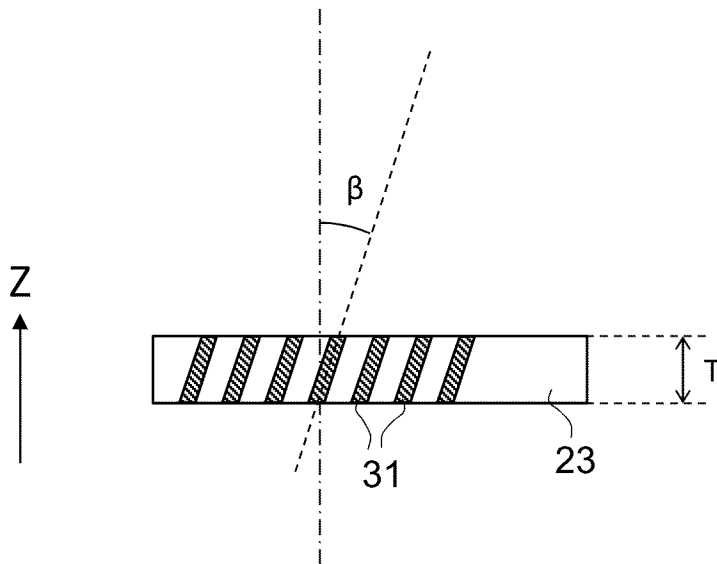
[図7]



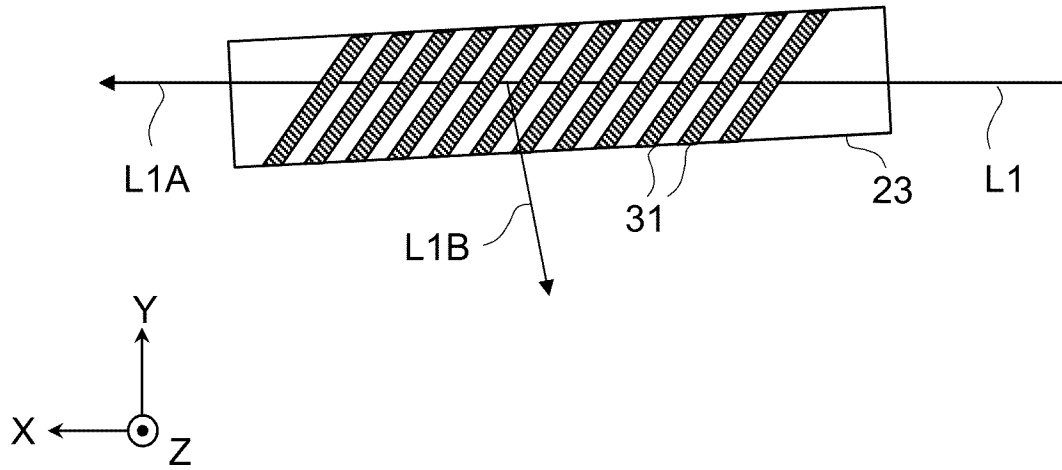
[図8]



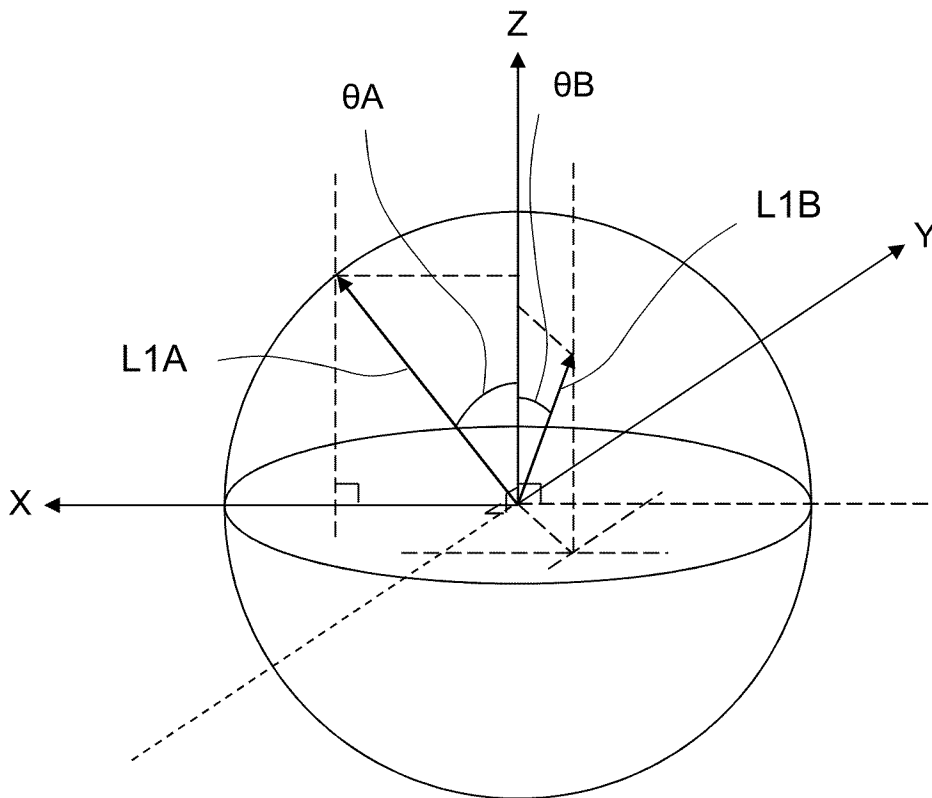
[図9]



[図10]



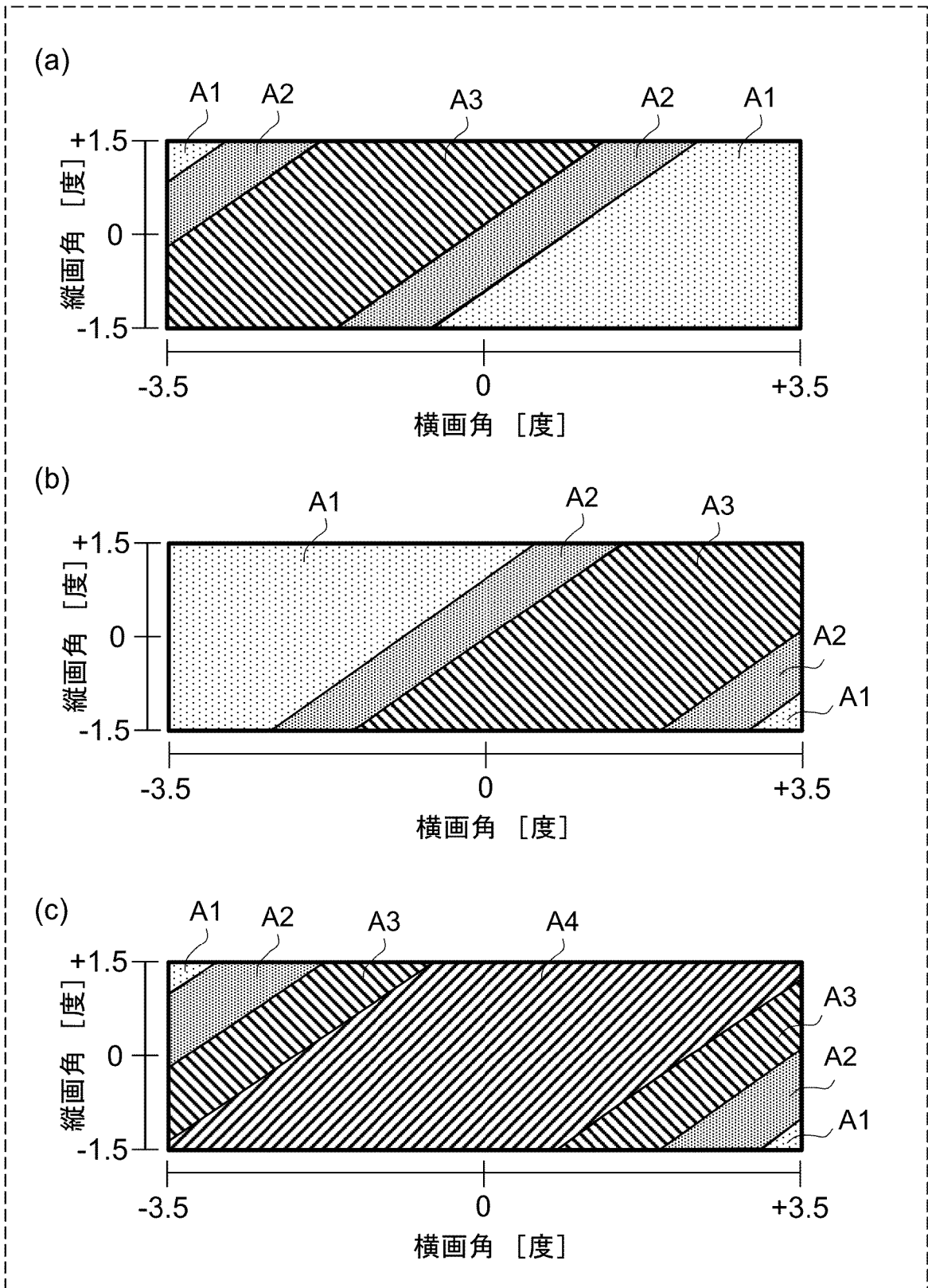
[図11]



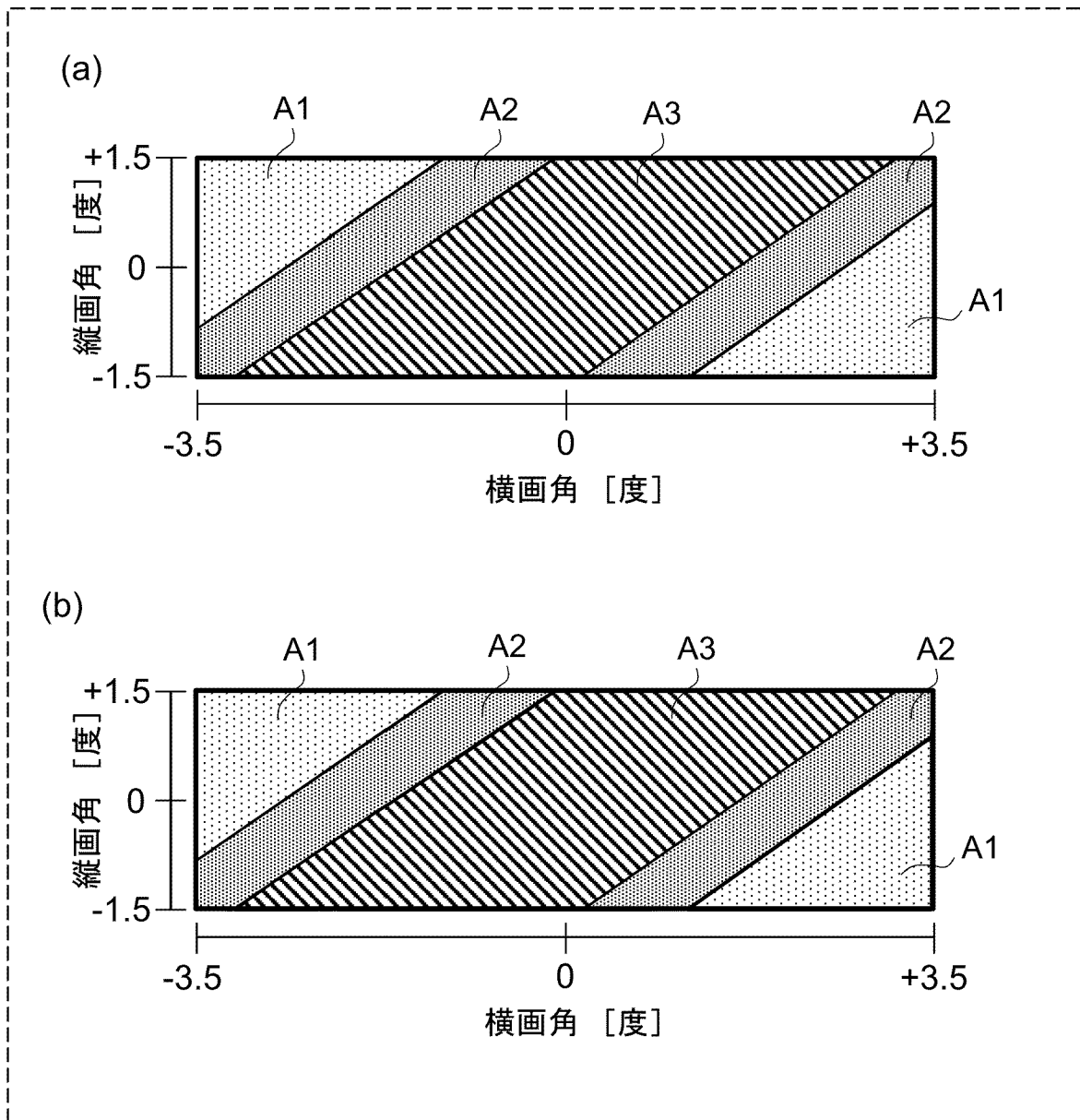
[図12]

	F [度]	$\theta A$ [度]	$\theta B$ [度]	$\alpha$ [度]	$\beta$ [度]	$ \theta A - \theta B $	$ \beta  \cdot \cos(\alpha) \cdot 2$	効果
実施例1	3.50	50.00	50.00	45.00	1.24	0.00	1.75	◎
比較例1	3.50	50.00	50.00	45.00	0.00	0.00	0.00	—
実施例2	3.50	49.00	50.00	44.57	0.71	1.00	1.01	◎
実施例3	3.50	59.00	60.00	44.71	0.71	1.00	1.01	◎
実施例4	3.50	59.00	58.50	50.76	-0.32	0.50	0.41	◎
実施例5	3.50	59.00	59.55	34.85	0.48	0.55	0.79	◎
実施例6	3.50	50.00	46.00	46.80	-2.83	4.00	3.87	○
実施例7	3.50	50.00	53.00	43.81	2.12	3.00	3.06	○
比較例2	3.50	59.00	59.00	52.97	0.00	0.00	0.00	—

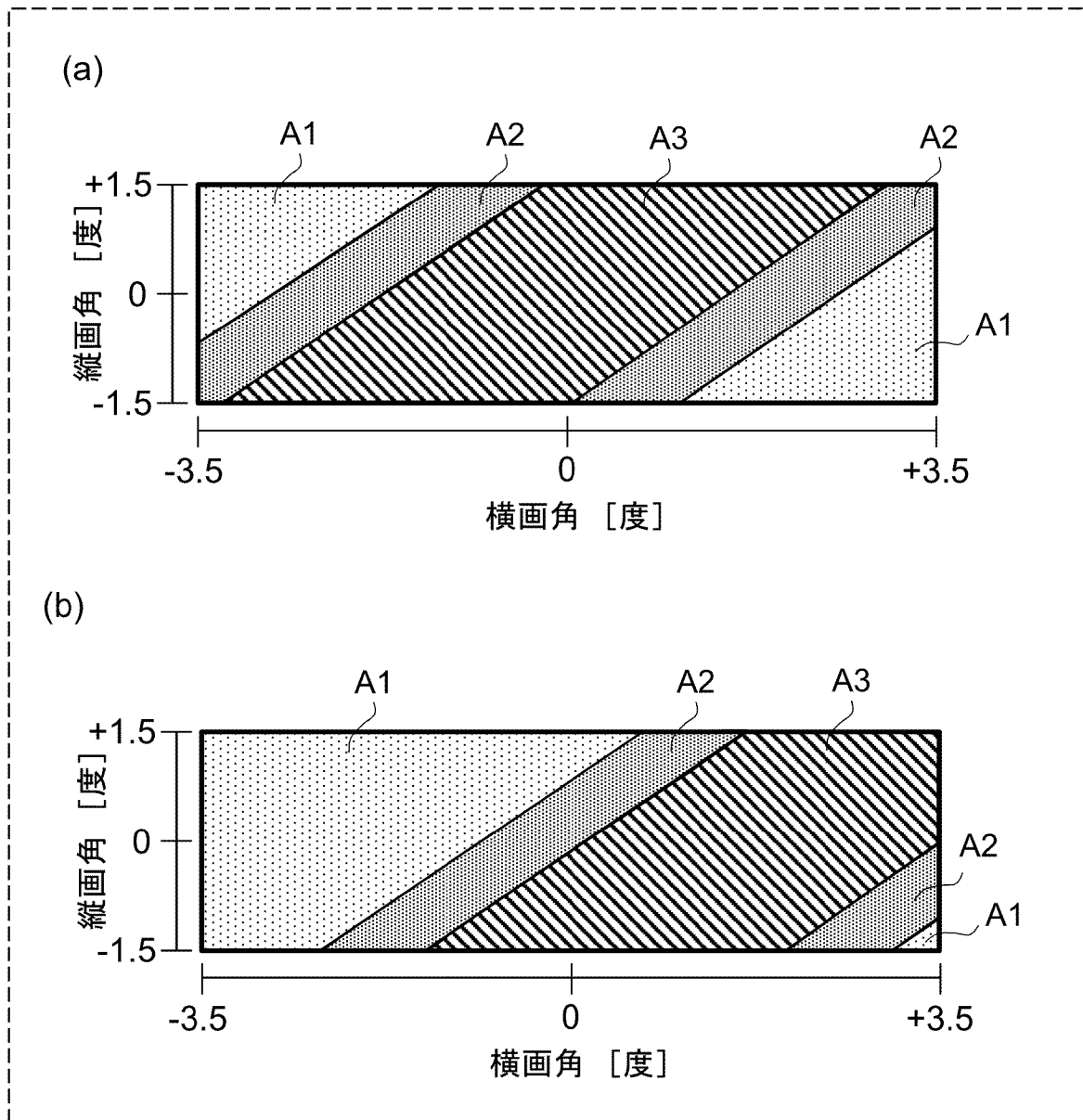
[図13]



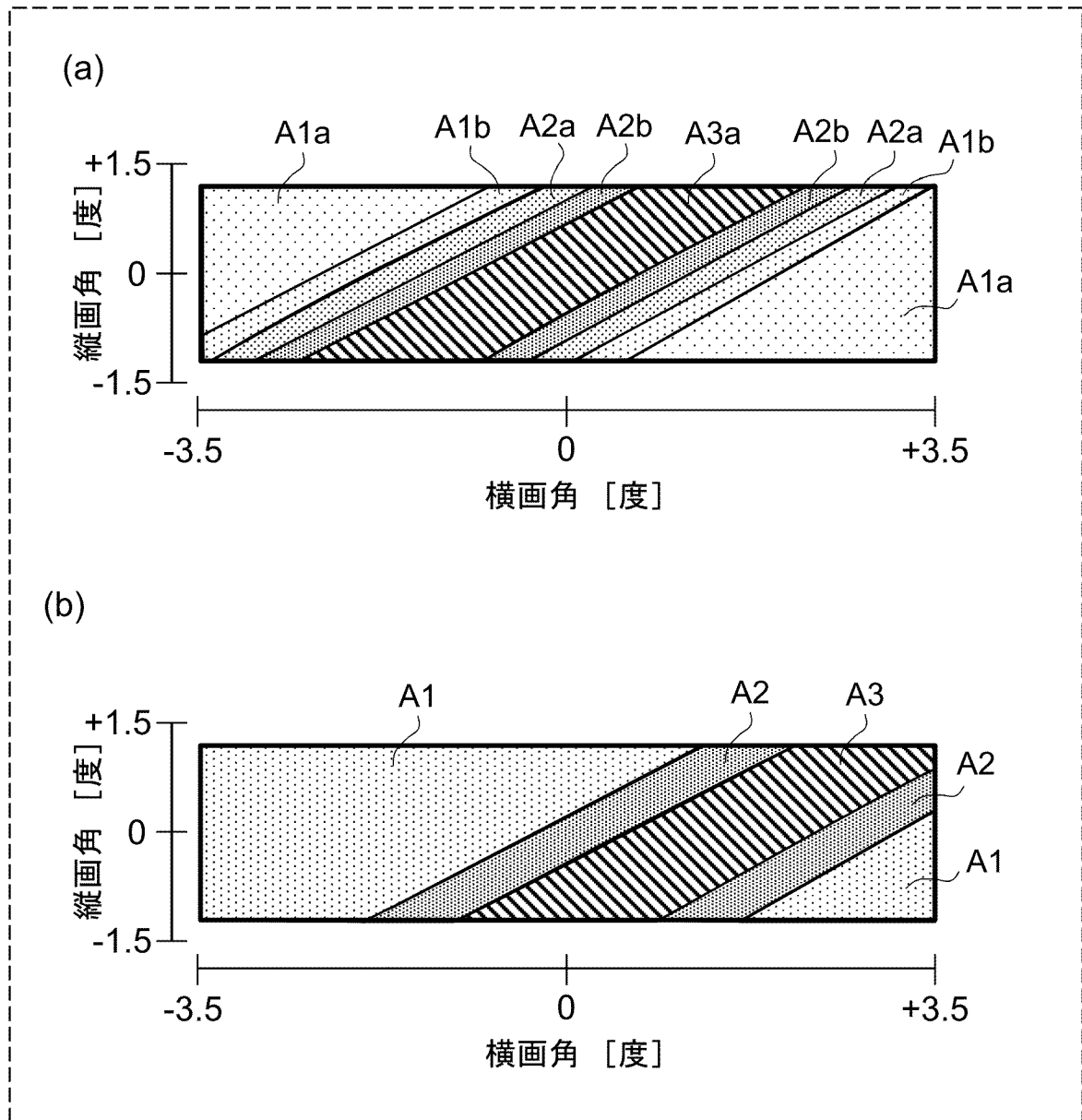
[図14]



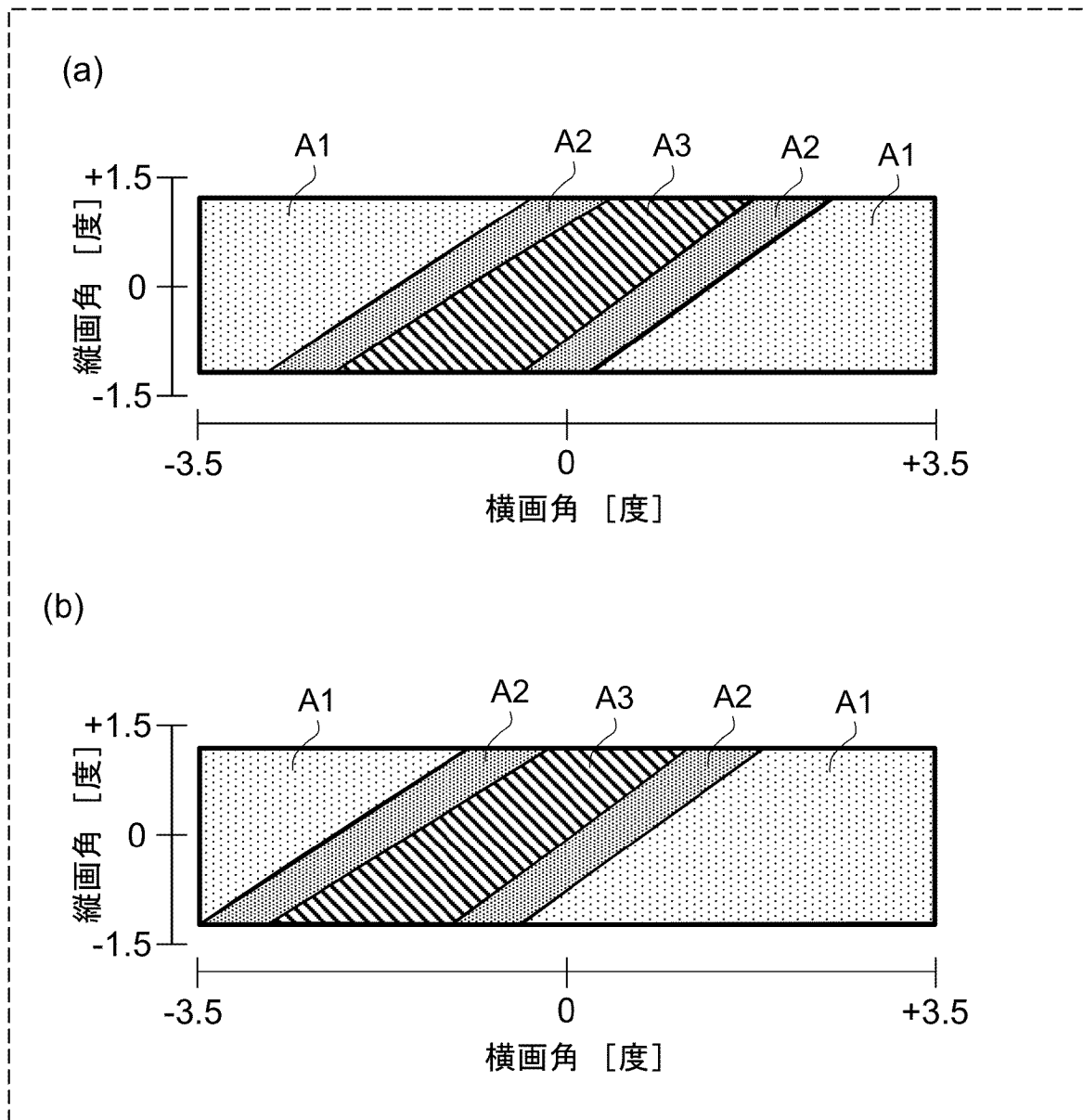
[図15]



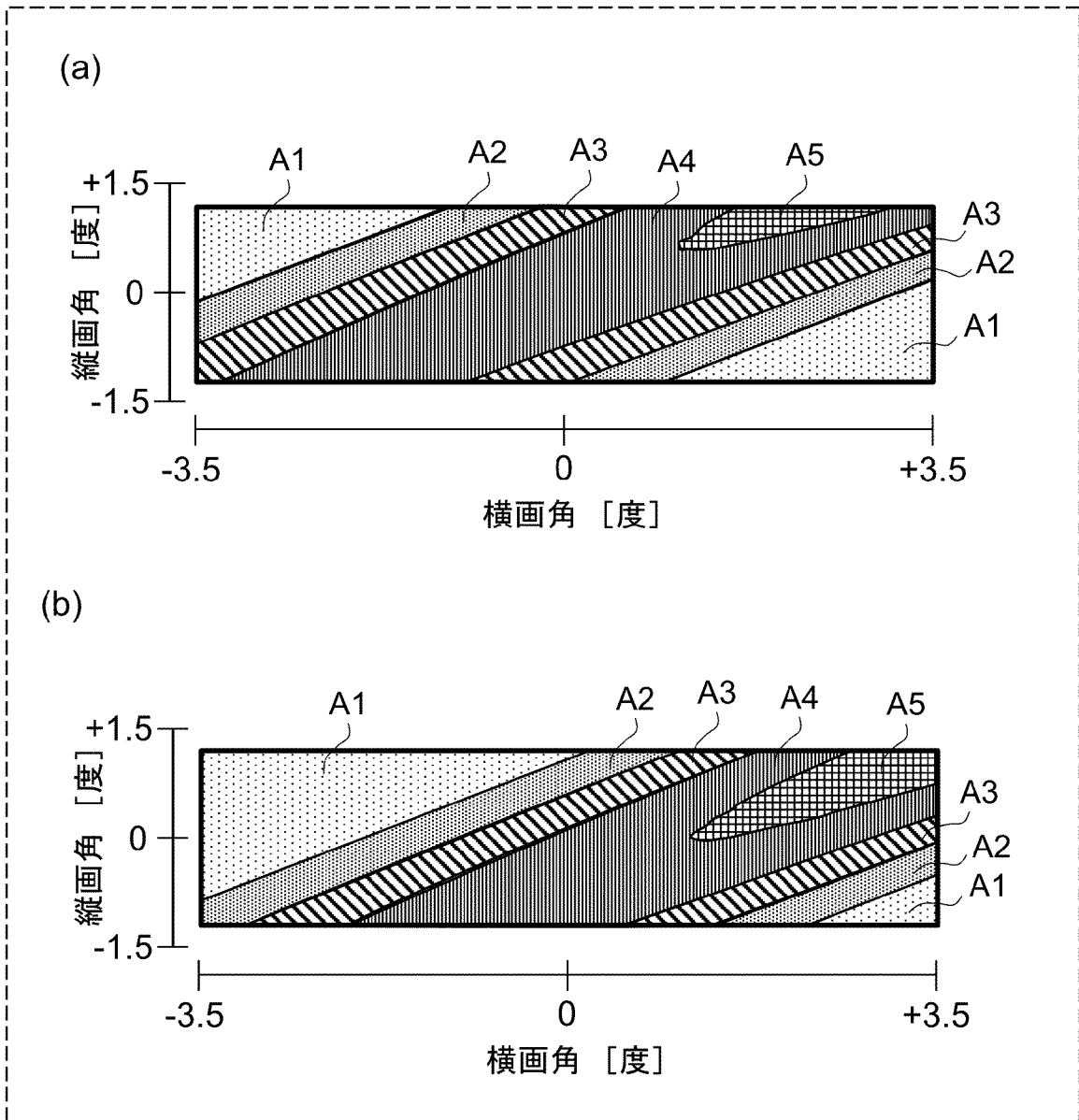
[図16]



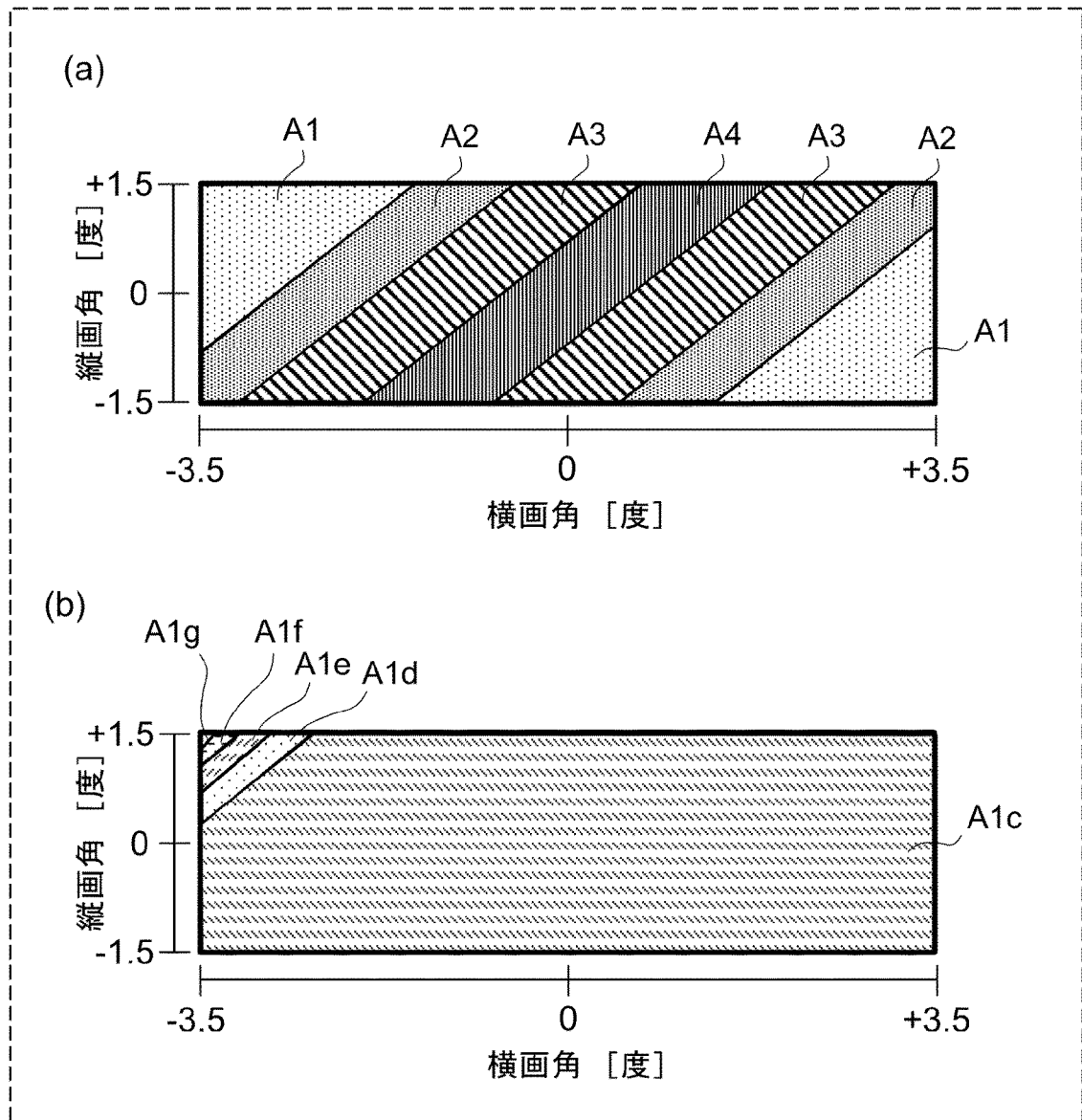
[図17]



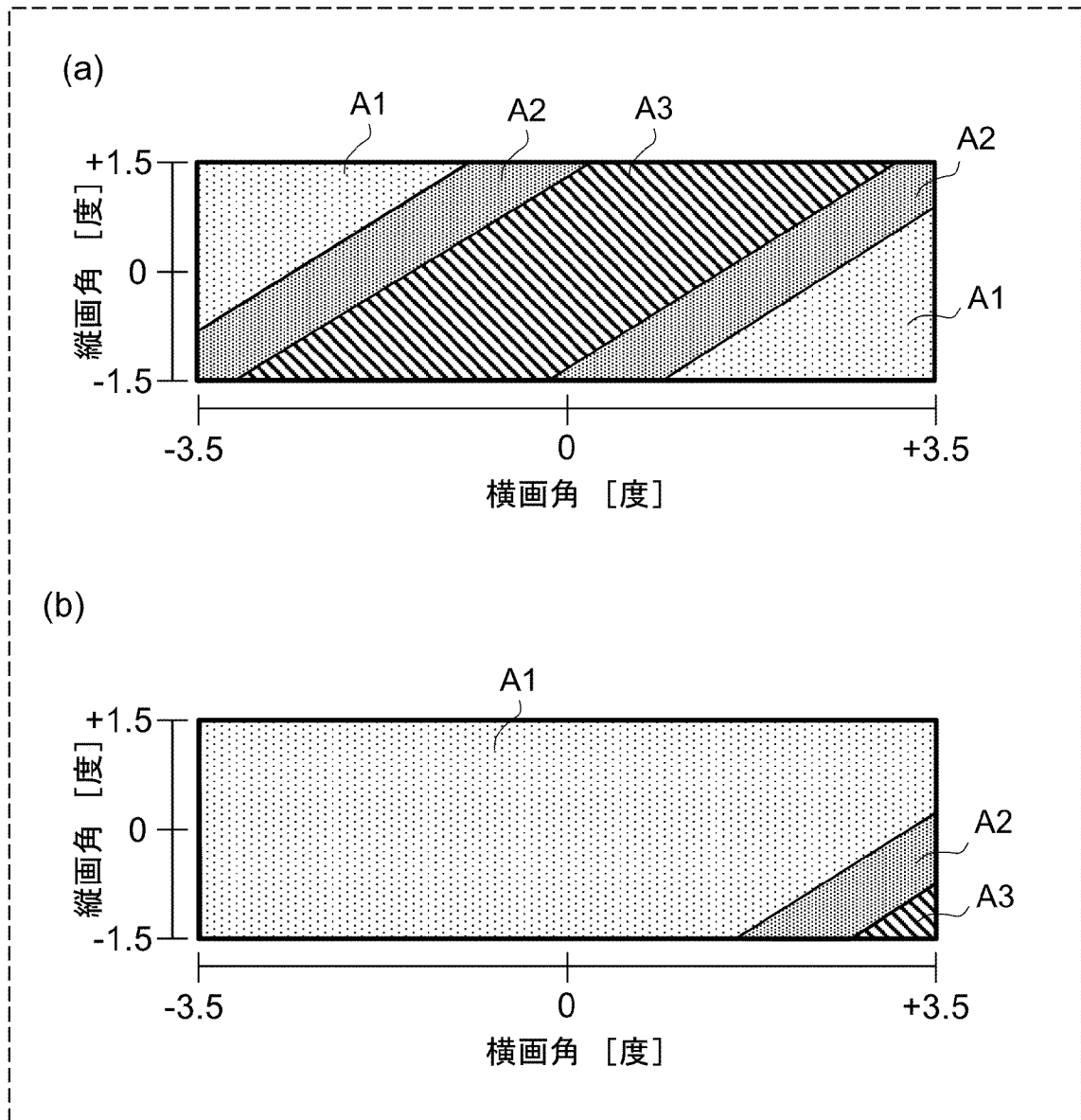
[図18]



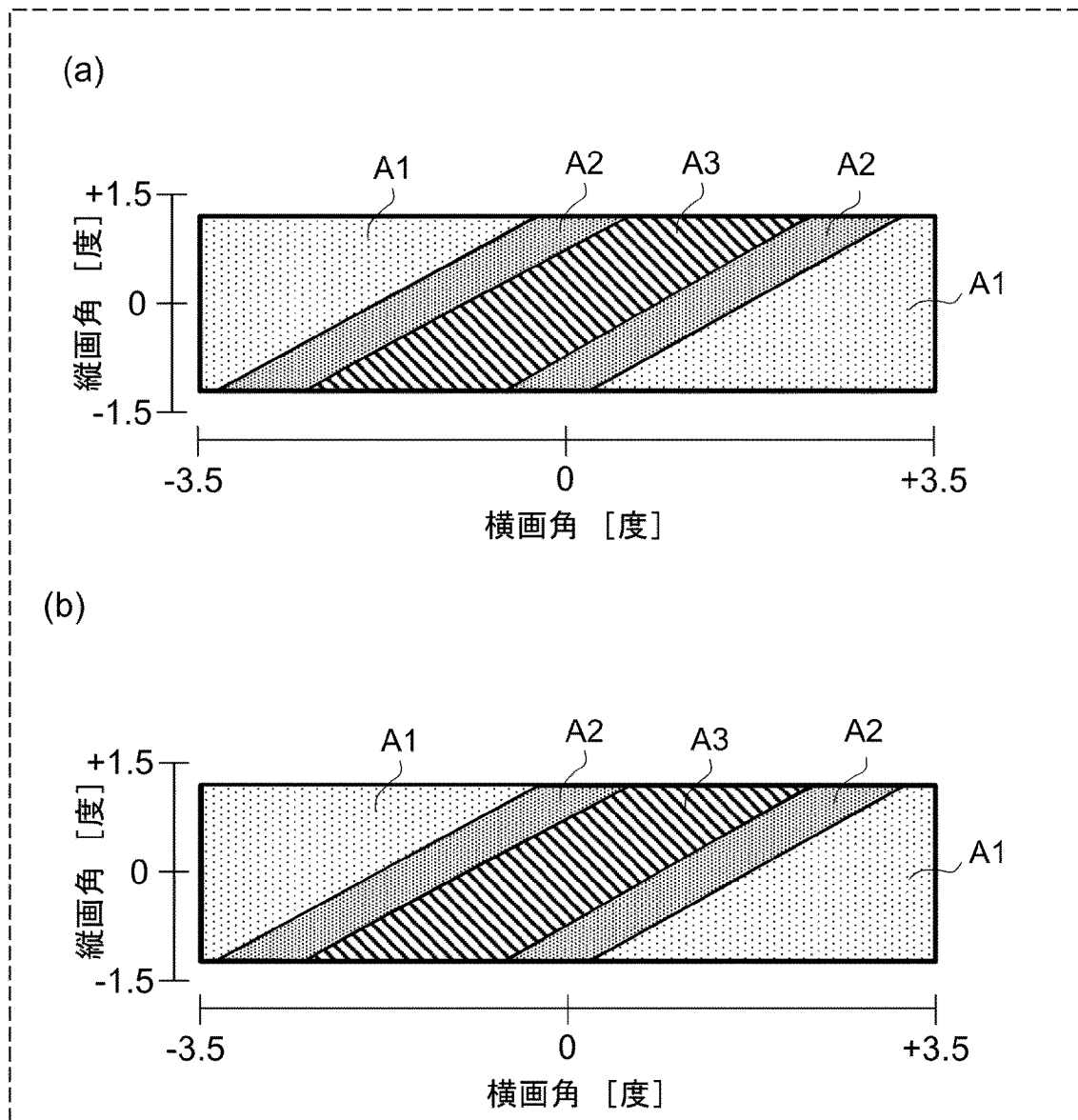
[図19]



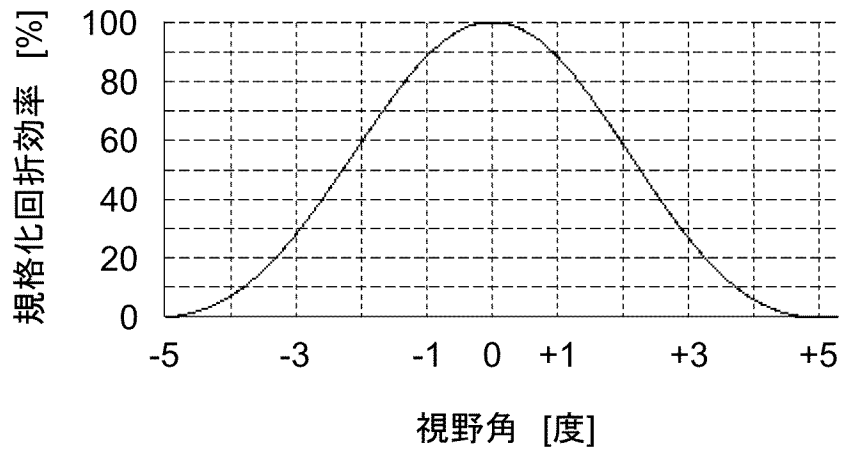
[図20]



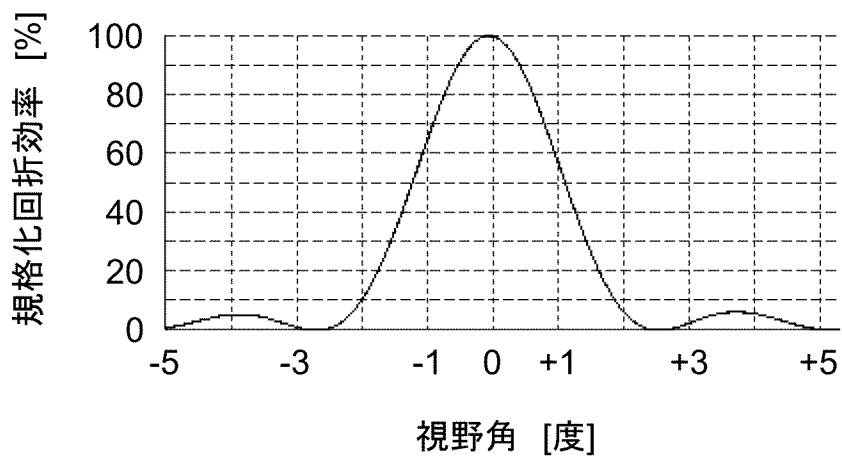
[図21]



[図22]



[図23]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/016242

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>G02B 27/01</i> (2006.01)i; <i>B60K 35/00</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/18</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/32</i> (2006.01)i FI: G02B27/01; G02B5/18; G02B5/32; B60K35/00 A		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B27/01; G02B27/02; B60K35/00; G02B5/18; G02B5/32; H04N5/64		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-184920 A (DENSO CORP.) 24 October 2019 (2019-10-24) entire text, all drawings	1-10
A	US 2020/0264429 A1 (THALES) 20 August 2020 (2020-08-20) entire text, all drawings	1-10
A	US 2020/0257065 A1 (FACEBOOK TECHNOLOGIES, LLC) 13 August 2020 (2020-08-13) entire text, all drawings	1-10
A	US 2020/0341280 A1 (EARDG PHOTONICS, INC.) 29 October 2020 (2020-10-29) entire text, all drawings	1-10
A	US 2014/0300966 A1 (VUZIX CORP.) 09 October 2014 (2014-10-09) entire text, all drawings	1-10
<input 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 "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 <b>13 May 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>24 May 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2022/016242</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-184920	A	24 October 2019	DE 102019205138	A1
entire text, all drawings					
US	2020/0264429	A1	20 August 2020	EP 3696595	A1
				CN 111562672	A
US	2020/0257065	A1	13 August 2020	WO 2020/167602	A2
US	2020/0341280	A1	29 October 2020	(Family: none)	
US	2014/0300966	A1	09 October 2014	WO 2013/033274	A1
				EP 2751611	A1
				EP 3309602	A1
				CN 104040410	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 27/01(2006.01)i; B60K 35/00(2006.01)i; G02B 5/18(2006.01)i; G02B 5/32(2006.01)i FI: G02B27/01; G02B5/18; G02B5/32; B60K35/00 A		
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）） G02B27/01; G02B27/02; B60K35/00; G02B5/18; G02B5/32; H04N5/64 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2019-184920 A (株式会社デンソー) 24.10.2019 (2019-10-24) 全文, 全図	1-10
A	US 2020/0264429 A1 (THALES) 20.08.2020 (2020-08-20) 全文, 全図	1-10
A	US 2020/0257065 A1 (FACEBOOK TECHNOLOGIES, LLC) 13.08.2020 (2020-08-13) 全文, 全図	1-10
A	US 2020/0341280 A1 (EARDG PHOTONICS, INC.) 29.10.2020 (2020-10-29) 全文, 全図	1-10
A	US 2014/0300966 A1 (VUZIX CORPORATION) 09.10.2014 (2014-10-09) 全文, 全図	1-10
<input 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、一般的な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 13.05.2022	国際調査報告の発送日 24.05.2022	
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） 山本 貴一 2L 4086 電話番号 03-3581-1101 内線 3295	

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/JP2022/016242

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2019-184920	A	24.10.2019	DE	102019205138	A1	
				全文, 全図			
US	2020/0264429	A1	20.08.2020	EP	3696595	A1	
				CN	111562672	A	
US	2020/0257065	A1	13.08.2020	WO	2020/167602	A2	
US	2020/0341280	A1	29.10.2020	(ファミリーなし)			
US	2014/0300966	A1	09.10.2014	WO	2013/033274	A1	
				EP	2751611	A1	
				EP	3309602	A1	
				CN	104040410	A	