

(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 2024/166350 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 27/02 (2006.01) *H04N 13/344* (2018.01)
H04N 5/64 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/004532

(22) 国際出願日: 2023年2月10日(10.02.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: ナルックス株式会社 (NALUX CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6180001 大阪府三島郡島本町山崎2丁目1番7号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 善光 哲哉(ZENKO, Tetsuya); 〒6180001 大阪府三島郡島本町山崎2丁目1番7号、ナルックス株式会社 山崎本社内 Osaka (JP). 金

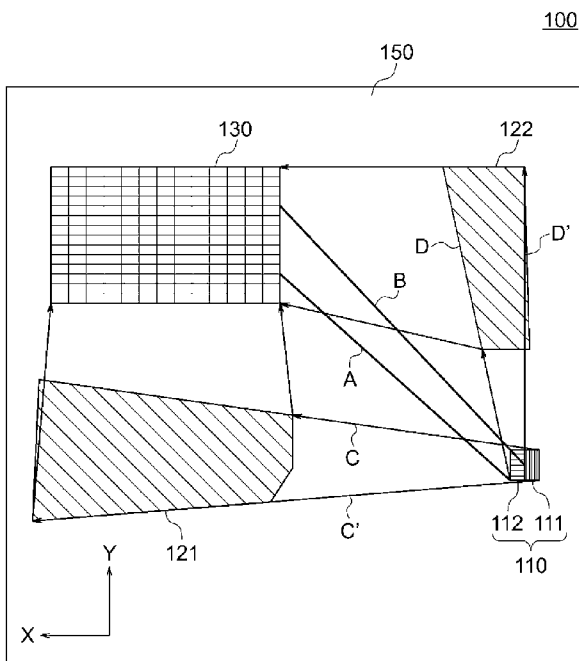
井 紀文(KANAI, Norifumi); 〒6180001 大阪府三島郡島本町山崎2丁目1番7号、ナルックス株式会社 山崎本社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 伏見 直哉(FUSHIMI, Naoya); 〒2510054 神奈川県藤沢市朝日町12-1 門倉ビル82階 伏見特許事務所 Kanagawa (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, 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, MW, MX, MY,

(54) Title: LIGHT GUIDING DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 導光装置及びその製造方法



(57) Abstract: A light guiding device (100) according to the present invention has a light guiding substrate (150) that propagates light by internal reflection. The light guiding substrate (150) is provided with: a light incidence part (110) having a first section (111) that propagates received light as a first light beam along a first path within the light guiding substrate (150), and a second section (112) that propagates received light as a second light beam along a second path within the light guiding substrate (150), both sections being one-dimensional diffraction gratings; a first folding part (121) that directs the first light beam toward a light emission part (130); and a second folding part (122) that directs the second light beam toward the light emission part (130). On a surface of the light guiding substrate (150), the center of a minimum circle including the first section (111) is farther away from the light emission part (130) than the center of a minimum circle including the second section (112), and the first path is configured so as to pass a region of the light guiding substrate (150), the region being provided with the second section (112). A stray light-preventing structure is provided in a region other than the first path and the second path within a light ray path range in which a light ray incident on the first section (111) can propagate as first-order diffracted light of both the first



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))

section (111) and the second section (112) and reach the light emission part (130).

(57) 要約: 本発明の導光装置 (100) は、内部反射によって光を伝搬する導光基板 (150) を有し、該導光基板 (150) は、1次元回折格子であって、受け取った光を第1の光ビームとして該導光基板 (150) 内の第1の経路に沿って伝搬させる第1の部分 (111)、及び受け取った光を第2の光ビームとして該導光基板 (150) 内の第2の経路に沿って伝搬させる第2の部分 (112) を有する光入射部 (110) と、前記第1の光ビームを光射出部 (130) に向ける第1の折り返し部 (121) と、前記第2の光ビームを前記光射出部 (130) に向ける第2の折り返し部 (122) と、を備える。前記導光基板 (150) の面において、前記第1の部分 (111) を包含する最小の円の中心は、前記第2の部分 (112) を包含する最小の円の中心よりも前記光射出部 (130) から離れており、前記第1の経路が前記第2の部分 (112) を備える前記導光基板 (150) の領域を通過するように構成される。さらに、迷光防止構造が、前記第1の部分 (111) に入射した光線が、前記第1の部分 (111) 及び前記第2の部分 (112) の両方の1次回折光として伝搬し前記光射出部 (130) に到達し得る光線の経路の範囲内であって、前記第1の経路及び前記第2の経路外の領域に備えられている。

明 細 書

発明の名称：導光装置及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、拡張現実システムに使用される導光装置及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 周囲の環境の一部として、または周囲の環境に重ねて仮想対象の画像を表示し、拡張現実環境の仮想画像を生成する拡張現実システム（augmented reality system）が使用されている。拡張現実システムは、一例としてヘッドマウントディスプレイ（head-mounted display）、またはその他の形態のウェアブル装置として実現される。

[0003] 拡張現実システムは、仮想画像を生成する光源と、生成された仮想画像を取り込む光入射部と、光入射部に取り込まれた画像を光線として伝搬させる導光部と、導光部から光線を受け取り、光線から画像を再形成してユーザに提供する光射出部と、を含む。光入射部、光射出部及び導光部を導光装置と呼称する。

[0004] これまで様々な導光装置が開発されている（特許文献1-3）。しかし、光源からの光の利用効率が十分に高い導光装置は開発されていない。

[0005] このような状況下において本出願人は、光源からの光の利用効率が十分に高い新たな導光装置を開発した。上記の導光装置は、内部反射によって光を伝搬する導光基板と、それぞれ該導光基板上に備わる1次元回折格子である第1の部分と第2の部分とを備えた光入射部であって、該第1の部分は受け取った光を第1の光ビームとして該導光基板内の第1の経路に沿って伝搬させるように構成され、該第2の部分は受け取った光を第2の光ビームとして該導光基板内の第2の経路に沿って伝搬させるように構成された光入射部と、該導光基板上に備わる1次元回折格子であって、該第1の光ビームの該第1の経路の方向を変えるように構成された第1の折り返し部と、該導光基板

上に備わる１次元回折格子であって、該第２の光ビームの該第２の経路の方向を変えるように構成された第２の折り返し部と、該導光基板上に備わる２次元回折格子であって、該第１の折り返し部からの該第１のビーム及び該第２の折り返し部からの該第２のビームを受け取り、該第１及び第２のビームを結合して該導光基板の外部に射出するように構成された光射出部と、を備え、該導光基板の面において、該第１の部分を包含する最小の円の中心は該第２の部分を包含する最小の円の中心よりも該光射出部から離れており、該第１の経路が該第２の部分が備わる該導光基板の領域を通過するように構成されている。

[0006] 上記の導光装置は、該第１の経路が該第２の部分が備わる該導光基板の領域を通過するように構成されているので、該第１の部分及び該第２の部分の両方の１次回折光として該導光基板内を伝搬する光線が迷光となり得る。このような迷光は上記の導光装置に特有の迷光である。したがって、該第１の部分及び該第２の部分の両方の１次回折光として該導光基板内を伝搬する迷光に対する迷光防止構造を備えた導光装置及びその製造方法に対するニーズがある。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献１：US9791703B1

特許文献２：US2020/0225498A1

特許文献３：US2021/0109273A1

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明の課題は、光入射部の第１の部分及び第２の部分の両方の１次回折光として導光基板内を伝搬する迷光に対する迷光防止構造を備えた導光装置及びその製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の第1の態様の導光装置は、内部反射によって光を伝搬する導光基板と、それぞれ該導光基板上に備わる1次元回折格子である第1の部分と第2の部分とを備えた光入射部であって、該第1の部分は受け取った光を第1の光ビームとして該導光基板内の第1の経路に沿って伝搬させるように構成され、該第2の部分は受け取った光を第2の光ビームとして該導光基板内の第2の経路に沿って伝搬させるように構成された光入射部と、該導光基板上に備わる1次元回折格子であって、該第1の光ビームの該第1の経路の方向を変えるように構成された第1の折り返し部と、該導光基板上に備わる1次元回折格子であって、該第2の光ビームの該第2の経路の方向を変えるように構成された第2の折り返し部と、該導光基板上に備わる2次元回折格子であって、該第1の折り返し部からの該第1のビーム及び該第2の折り返し部からの該第2のビームを受け取り、該第1及び第2のビームを結合して該導光基板の外部に射出するように構成された光射出部と、を備える。該導光装置は、該導光基板の面において、該第1の部分を包含する最小の円の中心は該第2の部分を包含する最小の円の中心よりも該光射出部から離れており、該第1の経路が該第2の部分が備わる該導光基板の領域を通過するように構成されている。該導光装置は、該第1の部分に入射した後、該第1の部分及び該第2の部分の両方の1次回折光として伝搬し該光射出部に到達し得る光線の経路の範囲内であって、該第1の経路及び該第2の経路外の領域に迷光防止構造を備えている。

[0010] 本態様の導光装置は、該第1の部分に入射した後、該第1の部分及び該第2の部分の両方の1次回折光として伝搬し該光射出部に到達し得る光線の経路の範囲内であって、該第1の経路及び該第2の経路外の領域に迷光防止構造を備えているので、該第1の部分及び該第2の部分の両方の1次回折光として該導光基板内を伝搬する迷光を有効に防止することができる。

[0011] 本発明の第2の態様の導光装置の製造方法は、内部反射によって光を伝搬する導光基板と、それぞれ該導光基板上に備わる1次元回折格子である第1の部分と第2の部分とを備えた光入射部であって、該第1の部分は受け取

た光を第1の光ビームとして該導光基板内の第1の経路に沿って伝搬させるように構成され、該第2の部分は受け取った光を第2の光ビームとして該導光基板内の第2の経路に沿って伝搬させるように構成された光入射部と、該導光基板上に備わる1次元回折格子であって、該第1の光ビームの該第1の経路の方向を変えるように構成された第1の折り返し部と、該導光基板上に備わる1次元回折格子であって、該第2の光ビームの該第2の経路の方向を変えるように構成された第2の折り返し部と、該導光基板上に備わる2次元回折格子であって、該第1の折り返し部からの該第1のビーム及び該第2の折り返し部からの該第2のビームを受け取り、該第1及び第2のビームを結合して該導光基板の外部に射出するように構成された光射出部と、を備え、該導光基板の面において、該第1の部分を包含する最小の円の中心は該第2の部分を包含する最小の円の中心よりも該光射出部から離れており、該第1の経路が該第2の部分が備わる該導光基板の領域を通過するように構成された導光装置の製造方法である。該導光装置の製造方法は、該第1の部分及び該第2の部分の両方の1次回折光として該導光基板内を伝搬し得る入射光線の角度及び位置を求めるステップと、該第1の部分及び該第2の部分の両方の1次回折光として該導光基板内を伝搬し得る入射光の光線うち、該光射出部に到達して迷光となりうる光線の経路の範囲を定めるステップと、該迷光となりうる光線の経路の範囲内で該第1の経路及び該第2の経路外の領域に迷光防止構造を設置するステップと、を含む。

[0012] 本態様の導光装置の製造方法は、該第1の部分及び該第2の部分の両方の1次回折光として該導光基板内を伝搬し得る入射光の光線うち、該光射出部に到達して迷光となりうる光線の経路の範囲を定め、該迷光となりうる光線の経路の範囲内で該第1の経路及び該第2の経路外の領域に迷光防止構造を設置するので、該第1の部分及び該第2の部分の両方の1次回折光として該導光基板内を伝搬する迷光を有効に防止することができる。

[0013] 本発明の第2の態様の第1の実施形態の導光装置の製造方法においては、該迷光防止構造を設置するステップにおいて、該迷光となりうる光線の経路

の範囲内の光線の強度を求め、強度が所定値よりも大きい光線の経路に迷光防止構造を設置する。

[0014] 本実施形態によれば、強度が所定値よりも大きい迷光の光線を効率的に防止することができる。

[0015] 本発明の第2の態様の第2の実施形態の導光装置の製造方法においては、該迷光防止構造を設置するステップにおいて、該迷光となりうる光線の経路の範囲内の光線の全反射の反射点の位置を求め、該全反射点の位置の近傍に迷光防止構造を設置する。

[0016] 本実施形態によれば、該導光基板の表面の、迷光となりうる光線の全反射の反射点の位置の近傍に回折格子やメタサーフェスを設置することによって迷光を効率的に防止することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明による導光装置の透視図である。

[図2]本発明による導光装置の断面図である。

[図3]本発明の導光装置の設計方法を説明するための流れ図である。

[図4]本明細書で使用する座標を説明するための図である。

[図5] $x-z$ 断面において、光源の発光面の中心から放出されて光入射部の受光面に入射し、導光基板内を進行する光線を示す図である。

[図6] $x-z$ 断面において導光基板に入射する光線の入射角 θ_{ax} 及び導光基板の内面の入射角 θ_{gx} を示す図である。

[図7] $y-z$ 断面において導光基板に入射する光線の入射角 θ_{ay} 及び導光基板の内面の入射角 θ_{gy} を示す図である。

[図8] $x-z$ 断面において光入射部の受光面の入射角と導光基板の内面の入射角との関係を示す図である。

[図9]導光基板の内面の入射角が臨界角以上となりピッチが瞳孔サイズよりも小さくなるに光線を伝搬させることのできる光入射部の領域を示す図である。

[図10]実施例1の導光装置の平面図である。

[図11]実施例1の導光装置のx-z断面を示す図である。

[図12]比較例の導光装置の平面図である。

[図13]比較例の導光装置のx-z断面を示す図である。

[図14]実施例2の導光装置の平面図である。

[図15]実施例2の光入射部の平面図である。

[図16]実施例3の導光装置の平面図である。

[図17]実施例3の光入射部の平面図である。

[図18]実施例4の導光装置の平面図である。

[図19]実施例4の光入射部の平面図である。

[図20]実施例5の導光装置の平面図である。

[図21]実施例5の光入射部の平面図である。

[図22]迷光防止構造を設置する導光装置の一例を示す図である。

[図23]迷光防止構造の製造方法を説明するための流れ図である。

[図24]図23のステップS2010を説明するための流れ図である。

[図25]導光基板の表面の点Pの位置に入射する入射光線を示す図である。

[図26]導光基板の面上の点Pを含み、x軸及びz軸に平行な断面を示す図である。

[図27]導光基板の面上の点Pを含み、y軸及びz軸に平行な断面を示す図である。

[図28]図22の光入射部及びその周囲の拡大図である。

[図29]図23のステップS2020を説明するための流れ図である。

発明を実施するための形態

[0018] 図1は、本発明による導光装置100の透視図である。

[0019] 図2は、本発明による導光装置100の断面図である。

[0020] 導光装置100は、導光基板150と、導光基板150に備わる光入射部110、第1の光折り返し部121、第2の光折り返し部122及び光射出部130と、を備える。光入射部110はそれぞれ1次元表面構造型回折格子である第1の部分111及び第2の部分112を備える。第1の光折り返

し部 1 2 1 及び第 2 の光折り返し部 1 2 2 はそれぞれ 1 次元表面構造型回折格子である。光射出部 1 3 0 は 2 次元表面構造型回折格子である。

[0021] 光源 5 0 は光入射部 1 1 0 上に画像を形成するように構成されている。光源 5 0 はレーザビームの走査によって光入射部 1 1 0 上に画像を形成するレーザ光源であってもよい。図 2 において光源 5 0 と導光基板 1 5 0 との間の距離を D で表す。光入射部 1 1 0 の第 1 の部分 1 1 1 に受け取られた光は回折光として導光基板 1 5 0 内に取り込まれ、導光基板 1 5 0 内の全反射によって第 1 の光折り返し部 1 2 1 へ伝送される。図 2 において導光基板 1 5 0 の厚みを d で表す。第 1 の光折り返し部 1 2 1 へ到達した光は第 1 の光折り返し部 1 2 1 によって進行方向を変えられ光射出部 1 3 0 へ伝送される。光入射部 1 1 0 の第 2 の部分 1 1 2 に受け取られた光は回折光として導光基板 1 5 0 内に取り込まれ、導光基板 1 5 0 内の全反射によって第 2 の光折り返し部 1 2 2 へ伝送される。第 2 の光折り返し部 1 2 2 へ到達した光は第 2 の光折り返し部 1 2 2 によって進行方向を変えられ光射出部 1 3 0 へ伝送される。光射出部 1 3 0 は第 1 の光折り返し部 1 2 1 及び第 2 の光折り返し部 1 2 2 から受け取った光を結合してアイボックス 2 0 0 内に画像を形成する。アイボックス 2 0 0 は観察者の瞳孔が移動しても画像が欠けない範囲を指す。図 2 においてアイボックス 2 0 0 と導光基板 1 5 0 との間の距離を D' で表す。図 2 における導光基板 1 5 0 内の光線の経路は導光基板 1 5 0 内の全反射を説明するためのもので実際の経路を示すものではない。

[0022] 図 3 は、本発明の導光装置 1 0 0 の設計方法を説明するための流れ図である。

[0023] 図 3 のステップ S 1 0 1 0 において光入射部 1 1 0 のサイズを定める。

[0024] 図 4 は、本明細書で使用する座標を説明するための図である。導光装置 1 0 0 の使用時の水平方向に対応する方向に x 軸を定め、鉛直方向に対応する方向に y 軸を定める。 x 軸の座標は光射出部 1 3 0 の座標が光入射部 1 1 0 の座標より大きくなるように定め、 y 軸の座標は光射出部 1 3 0 の座標が光入射部 1 1 0 の座標より小さくなるように定める。 x 軸及び y 軸の交点を原

点として両軸に直交する z 軸を定める。

[0025] たとえば、光入射部 110 の受光面上に x 軸及び y 軸を定め、受光面の中心を原点とする。光源 50 の中心は z 軸上で原点から D の距離に位置するものとする。 z 軸の座標は光源 50 の中心の座標が原点の座標より小さくなるように定める。光源 50 の中心から放出されて光入射部 110 の受光面上の点 P に到達する光線の入射角を θ で表す。 θ の x 軸方向の成分及び y 軸方向の成分をそれぞれ θ_x 及び θ_y で表す。 θ_x 及び θ_y はそれぞれ光線が、座標が大きくなるように進行してから入射する場合に正とする。図 4 において θ_x は負であり θ_y は正である。

[0026] 光入射部 110 の x 軸方向の長さ $L1_x$ 及び y 軸方向の長さ $L1_y$ はそれぞれ以下の式に基づいて定める。

[0027] [数1]

$$L1_x = 2 \cdot D \cdot \tan \theta_{x_{max}} + L10_x / 2$$

[数2]

$$L1_y = 2 \cdot D \cdot \tan \theta_{y_{max}} + L10_y / 2$$

ここで

D 光源の中心から原点までの距離

$L10_x$ 光源の x 軸方向の長さ

$L10_y$ 光源の y 軸方向の長さ

$\theta_{x_{max}}$ θ_x の絶対値の最大値

$\theta_{y_{max}}$ θ_y の絶対値の最大値

[0028] 図 3 のステップ S1020 において、光入射部 110 の第 1 の部分 111 の格子周期 Λ_1 を求める。第 1 の部分 111 の回折格子の溝は y 軸方向であるとする。

[0029] 図 5 は、 xz 断面において、光源 50 の発光面の中心から放出されて光入射部 110 の受光面に入射し、導光基板 150 内を進行する光線を示す図である。図 5 において x 軸の座標は光射出部 130 の座標が光入射部 110 の座標より大きくなるように定めているので導光基板 150 内を進行する光線

の進行方向はx軸に沿って座標が増加する方向である。また、 θ_x は負である。

[0030] 図6は、xz断面において導光基板150に入射する光線の入射角 θ_{ax} 及び導光基板150の内面の入射角 θ_{gx} を示す図である。簡単化のため図6において光入射部110は図示していない。回折格子の溝は紙面に垂直な方向である。回折の式は以下のとおりである。図6の場合に、光線はx座標が減少する方向に進行してから光入射部110に入射するので θ_{ax} の値は負である。

[0031] [数3]

$$-n_a \cdot \sin\theta_{ax} + n_g \cdot \sin\theta_{gx} = \frac{m \cdot \lambda}{\Lambda} \quad (1)$$

ここで

n_a	空気の屈折率
n_g	導光基板の屈折率
θ_{ax}	光入射部の受光面のxz断面における入射角
θ_{gx}	導光基板の内面のxz断面における入射角
m	回折次数、 $m=1$
λ	光線の波長
Λ	格子周期

[0032] 図6において、導光基板150の内面の入射角 θ_{gx} が臨界角以上である場合に光入射部110の受光面から導光基板150に入った光線は図2に示すように全反射しながら導光基板150内を進行することができる。したがって、光入射部110の受光面の入射角 θ_{ax} は導光基板150の内面の入射角 θ_{gx} が臨界角以上となるように定める必要がある。

[0033] 式(1)において θ_{gx} に臨界角を代入すると以下の式が得られる。

[数4]

$$-\sin\theta_{ax} + 1 = \frac{\lambda}{\Lambda} \quad (2)$$

[0034] 式(2)において、 θ_{ax} にxz断面における最大入射角 $-\theta_{x\max}$ を代入し Λ

を求めその値を $\Lambda 1$ とする。上述のように $\theta_{x\max}$ は絶対値である。式(1)によれば格子周期が $\Lambda 1$ の場合に θ_{ax} が大きくなる(θ_{ax} の絶対値が小さくなる)にしたがって θ_{gx} は大きくなる。したがって、 θ_{ax} が $-\theta_{x\max}$ 以上であれば θ_{gx} は臨界角以上となって光線は全反射しながら導光基板150内を進行することができる。

[0035] 一般的に、格子周期を小さくすることによって θ_{gx} が臨界角以上となる入射角度の絶対値は増加する。

[0036] 図3のステップS1030において、光入射部110の第2の部分112の格子周期 $\Lambda 2$ を求める。第2の部分112の回折格子の溝はx軸方向であるとする。y軸の座標は光射出部130の座標が光入射部110に座標より小さくなるように定めているので導光基板150内を進行する光線の進行方向はy軸に沿って座標が減少する方向である。

[0037] 図7は、yz断面において導光基板150に入射する光線の入射角 θ_{ay} 及び導光基板150の内面の入射角 θ_{gy} を示す図である。図7のピッチpは図7に示すyz断面において光線が導光基板150の内面において全反射する点の間隔を示す。簡単化のため図7において光入射部110は図示していない。回折格子の溝は紙面に垂直な方向である。回折の式は以下のとおりである。図7の場合に、光線はy座標が減少する方向に進行してから光入射部110に入射するので θ_{ay} の値は負である。

[0038] [数5]

$$n_a \cdot \sin \theta_{ay} + n_g \cdot \sin \theta_{gy} = \frac{m \cdot \lambda}{\Lambda} \quad (1)'$$

ここで

θ_{ay} 光入射部の受光面のyz断面における入射角

θ_{gy} 導光基板の内面のyz断面における入射角

[0039] 観察者に安定した画像を提供するためにはピッチpは瞳孔のサイズ以下とする必要がある。瞳孔サイズのピッチpに対応する導光基板の内面の入射角 θ_{gy} をピッチ角 θ_p と呼称する。ピッチ角 θ_p は瞳孔サイズのピッチpから以下の式によって求まる。

[数6]

$$\theta_p = \text{atan}\left(\frac{p}{2d}\right)$$

式(1)'において θ_{gy} に θ_p を代入すると以下の式が得られる。

[数7]

$$\sin\theta_{ay} + n_g \cdot \sin\theta_p = \frac{\lambda}{\Lambda} \quad (3)'$$

式(3)'において、格子周期 Λ を適切に定め、光入射部の受光面の $y-z$ 断面における入射角 θ_{ay} を求める。 θ_{ay} の絶対値が $y-z$ 断面における最大入射角以上であればその値を $\Lambda/2$ とする。 θ_{ay} の絶対値が $y-z$ 断面における最大入射角よりも小さければ格子周期 Λ を小さくして $\Lambda/2$ を求める。

[0040] 一般的に格子周期を大きくすることによってピッチ長は小さくなり画像は観察しやすくなる。したがって、最大入射角の条件を満たす限り格子周期を大きくするのが好ましい。格子周期とピッチ長との関係については実施例1において詳細に説明する。

[0041] 図8は、 $x-z$ 断面において光入射部の受光面の入射角と導光基板の内面の入射角との関係を示す図である。図8は後で説明する実施例1の上記の関係を示す。図8の横軸は光入射部110の $x-z$ 断面における入射角を示し、図8の縦軸は導光基板の内面の $x-z$ 断面における全反射角度を示す。光入射部の受光面の $x-z$ 断面における入射角が θ_{acx} 以上であれば導光基板の内面の $x-z$ 断面における入射角は臨界角以上となる。光入射部の受光面の $x-z$ 断面における入射角が θ_{apx} 以下であればピッチは瞳孔サイズよりも小さくなる。 θ_{apx} は $x-z$ 断面においてピッチ角に対応する入射角である。このように光入射部の受光面の $x-z$ 断面における入射角は、導光基板の内面の $x-z$ 断面における入射角が臨界角以上となりピッチが瞳孔サイズよりも小さくなる角度範囲とする必要がある。

[0042] 図3のステップS1040において、導光基板の内面の入射角が臨界角以上となりピッチが瞳孔サイズよりも小さくなるように光線を伝搬させることのできる光入射部110の領域を求める。

[0043] xz 断面における光線の臨界角について考察する。 xz 断面において導光基板の内面の入射角が臨界角の場合の受光面の入射角 θ_{acx} は負の値である。 θ_{acx} は式 (2) の Λ に Λ_1 を代入して求める。

[0044] xz 断面において、導光基板の内面の入射角を臨界角以上とするための入射角の条件は以下の式で表せる。

[数8]

$$\tan\theta_{ax} \geq \tan\theta_{ay} \cdot \tan\alpha + \frac{\tan\theta_{acx}}{\cos\alpha} \quad (4)$$

ここで

θ_{ax} xz 断面における光入射部の受光面の入射角

θ_{ay} yz 断面における光入射部の受光面の入射角

α 溝の方向がほぼ y 軸方向の格子の溝の y 軸からの傾き角度（反時計回り）

[0045] yz 断面における光線の臨界角について考察する。導光基板の内面の入射角が臨界角の場合の受光面の入射角 θ_{acy} は正の値である。 θ_{acy} は式 (1)' から求まる以下の式の Λ に Λ_2 を代入して求める。

[数9]

$$\sin\theta_{ay} + 1 = \frac{\lambda}{\Lambda} \quad (2)'$$

[0046] yz 断面において、導光基板の内面の入射角を臨界角以上とするための入射角の条件は以下の式で表せる。

[数10]

$$\tan\theta_{ay} \leq -\tan\theta_{ax} \cdot \tan\beta + \frac{\tan\theta_{acy}}{\cos\beta} \quad (5)$$

ここで

θ_{ax} xz 断面における光入射部の受光面の入射角

θ_{ay} yz 断面における光入射部の受光面の入射角

β 溝の方向がほぼ x 軸方向の格子の溝の x 軸からの傾き角度（反時計回り）

[0047] x z 断面における光線のピッチについて考察する。導光基板における瞳孔サイズのピッチに対応する受光面の入射角 θ_{apx} は正の値である。 θ_{apx} は式 (1) の θ_{gx} に θ_p を代入して得られる以下の式の Λ に Λ_1 を代入して求める。

[数11]

$$-\sin\theta_{ax} + n_g \cdot \sin\theta_p = \frac{\lambda}{\Lambda} \quad (3)$$

[0048] x z 断面において、導光基板におけるピッチを瞳孔サイズ以下とするための入射角の条件は以下の式で表せる。

[数12]

$$\tan\theta_{ax} \leq \tan\theta_{ay} \cdot \tan\alpha + \frac{\tan\theta_{apx}}{\cos\alpha} \quad (6)$$

ここで

θ_{ax} x z 断面における光入射部の受光面の入射角

θ_{ay} y z 断面における光入射部の受光面の入射角

α 溝の方向がほぼ y 軸方向の格子の溝の y 軸からの傾き角度（反時計回り）

[0049] y z 断面における光線のピッチについて考察する。導光基板における瞳孔サイズのピッチに対応する受光面の入射角 θ_{apy} は負の値である。 θ_{apy} は式 (3)' の Λ に Λ_2 を代入して求める。

[0050] y z 断面において、導光基板におけるピッチを瞳孔サイズ以下とするための入射角の条件は以下の式で表せる。

[数13]

$$\tan\theta_{ay} \geq -\tan\theta_{ax} \cdot \tan\beta + \frac{\tan\theta_{apy}}{\cos\beta} \quad (7)$$

ここで

θ_{ax} x z 断面における光入射部の受光面の入射角

θ_{ay} y z 断面における光入射部の受光面の入射角

β 溝の方向がほぼ x 軸方向の格子の溝の x 軸からの傾き角度（反時計回り）

計回り)

[0051] なお、光入射部の第1及び第2の部分から放出された光は第1及び第2の光折り返し部でほぼ90度方向を変えるので波数空間で考慮すると、導光基板の内面の入射角が臨界角以上となりピッチが瞳孔サイズよりも小さくなるように光線を伝搬させるためにさらに以下の追加条件を満たす必要がある。

[0052] 第1の部分111から入射した光線の追加条件は以下の式で表せる。

[数14]

$$\tan\theta_{ax} \geq \tan\theta_{ay} \cdot \tan\alpha + \frac{\tan\theta_{acx}'}{\cos\alpha} \quad (4)'$$

x-z断面において格子周期が Λ_2 の場合に臨界角に対応する受光面の入射角 θ_{acx}' は式(2)の Λ に Λ_2 を代入して求める。

[0053] 第1の部分112から入射した光線の入射角の条件は以下の式で表せる。

[数15]

$$\tan\theta_{ay} \geq -\tan\theta_{ax} \cdot \tan\beta + \frac{\tan\theta_{apy}'}{\cos\beta} \quad (7)'$$

y-z断面において格子周期が Λ_1 の場合に臨界角に対応する受光面の入射角 θ_{apy}' は式(3)の Λ に Λ_1 を代入して求める。

[0054] 図9は、導光基板の内面の入射角が臨界角以上となりピッチが瞳孔サイズよりも小さくなるに光線を伝搬させることのできる光入射部110の領域を示す図である。図9のx軸は $\tan(\theta_{ax})$ を示し、図9のy軸は $\tan(\theta_{ay})$ を示す。図9の直線L1、L2、L3及びL4はそれぞれ式(4)、(5)、(6)及び(7)を表す。また、L1'及びL4'はそれぞれ式(4)'及び(7)'を表す。直線L1'、L2、L3及びL4'で囲まれた領域が導光基板の内面の入射角が臨界角以上となりピッチが瞳孔サイズよりも小さくなるように光線を伝搬させることのできる領域である。この領域を重複領域と呼称する。

[0055] 図3のステップS1050において、光射出部130のサイズを定める。

[0056] 図4に示した座標の原点を光射出部130の面の中心と一致させ、x軸及びy軸を含む面を光射出部130の面と一致させる。また、アイボックス200の中心をz軸上の定め、アイボックス200はx軸及びy軸を含む面と

平行とする。光射出部 130 の面上の点 P' から放出されてアイボックス 200 の中心に入射する光線の入射角を θ で表す。 θ の x 軸方向の成分及び y 軸方向の成分をそれぞれ θ_x 及び θ_y で表す。

[0057] 光射出部 130 の x 軸方向の長さ $L2_x$ 及び y 軸方向の長さ $L2_y$ はそれぞれ以下の式に基づいて定める。

[数16]

$$L2_x = 2 \cdot D' \cdot \tan \theta_{x_{max}} + L20_x / 2$$

[数17]

$$L2_y = 2 \cdot D' \cdot \tan \theta_{y_{max}} + L20_y / 2$$

ここで

D' アイボックスの面の中心から原点（光射出部の面の中心）までの距離

$L20_x$ アイボックスの x 軸方向の長さ

$L20_y$ アイボックスの y 軸方向の長さ

$\theta_{x_{max}}$ θ_x の絶対値の最大値

$\theta_{y_{max}}$ θ_y の絶対値の最大値

[0058] なお、光射出部 130 は、導光基板上に備わる 2 次元表面構造型回折格子であって、二種類の回折格子のそれぞれの格子周期は対応する光入射部 110 の第 1 の部分 111 または第 2 の部分 112 の 1 次元回折格子の格子周期と同じである。

[0059] 図 3 のステップ S1060 において、瞳孔間距離と目と耳の位置関係から、光入射部 110 と光射出部 130 との相対的な位置を定める。

[0060] 図 3 のステップ S1070 において、重複領域を考慮しながら光入射部 110 の第 1 の部分 111 及び第 2 の部分 112 への分割の仕方を変化させ瞳孔によって観察される画像の輝度を光学シミュレーション（たとえば、Virtual lab を使用したもの）によって評価して分割の仕方を最適化する。また、そのように分割された光入射部 110 に合わせて第 1 の光折り返し部 121 及び第 2 の光折り返し部 122 の形状を最適化する。

[0061] 従来技術の装置においては、第1及び第2の部分の一方から光射出部へ向かう光線の経路が、他方が備わる導光基板の領域を通過しないように構成される。他方、本発明の導光装置は、導光基板の面において、第1の部分を包含する最小の円の中心は第2の部分を包含する最小の円の中心よりも光射出部から離れており、第1の部分から光射出部へ向かう光線の経路が、第2の部分が備わる導光基板の領域を通過するように構成されている。したがって、本発明の導光装置において光入射部110の第1の部分111及び第2の部分112への分割の仕方の自由度が従来技術の導光装置と比較してはるかに大きい。

[0062] 以下において本発明の実施例及び比較例について説明する。

[0063] 光入射部110、第1の光折り返し部121、第2の光折り返し部122及び光射出部130を備えた導光基板150の材料はポリカーボネートであり、波長520ナノメートルの光の屈折率は1.6748である。導光基板150の厚さは1.25ミリメートルである。各実施例の対応する素子は同じ符号で表す。

[0064] 光入射部110は矩形であり、x軸方向の長さは3.343ミリメートル、y軸方向の長さは2.49ミリメートルである。光入射部110の第1の部分111の溝はほぼy軸の方向であり、格子周期は410ナノメートルである。光入射部110の第2の部分112の溝はほぼx軸の方向であり、格子周期は460ナノメートルである。

[0065] 光射出部130は矩形であり、x軸方向の長さは21.207ミリメートル、y軸方向の長さは11.929ミリメートルである。光射出部130のx軸方向の格子周期は460ナノメートルであり、y軸方向の格子周期は460ナノメートルである。

[0066] 格子の溝の方向はy軸を基準として時計回りの角度で表す。格子の溝の方向を格子の方向とも呼称する。

[0067] 光源50と光入射部110との間の距離Dは6.3ミリメートル、光射出部130とアイボックス200との距離D'は18ミリメートルである。光入射部110の対角画角は30度である。

[0068] 光源50はレーザ光源であり、スポットはx軸方向が0.4ミリメートル、y軸

方向が0.8ミリメートルである。アイボックス200はx軸方向が12.8ミリメートル、y軸方向が7.2ミリメートルである。

[0069] 実施例1

図10は実施例1の導光装置100の平面図である。

[0070] 図11は実施例1の導光装置100のxz断面を示す図である。

[0071] 光入射部110の第1の部分111の格子の方向は0度であり、格子周期は410ナノメートルである。光入射部110の第2の部分112の格子の方向は90度であり、格子周期は460ナノメートルである。第1の部分111と第2の部分112とは光入射部110の中心を通りy軸と平行な境界線によって両者の面積が等しくなるように分割される。

[0072] 実施例1の光入射部110は、第1の部分111は第2の部分112部分よりも光射出部130から離れており、第1の部分111から光射出部130へ向かう光線の経路が、第2の部分112が備わる導光基板150の領域を通過するように構成されている。具体的に、第1の部分111から第1の光折り返し部121へ向かう光線はx座標が増加するようにx軸方向に進行し、導光基板150の第2の部分112部分が備わる領域を通過する。第2の部分112から第2の光折り返し部122へ向かう光線はy座標が減少するようにy軸方向に進行する。

[0073] 第1の光折り返し部121の格子の方向は45度であり、格子周期は290ナノメートルである。第2の光折り返し部122の格子の方向は45度であり、格子周期は325ナノメートルである。

[0074] 表1はアイボックスの受光面における輝度を示す表である。輝度の数値は光源の輝度に対する比率（パーセント）で示す。なお、表1及び以下の表の輝度の数値は光学シミュレーション（たとえば、Virtuallabを使用したもの）によって求めた。

[0075] 図2に示すように、アイボックス200の受光面と光射出部130の射出面とは平行であり、両方の面の中心を結ぶ直線はz軸方向である。そこで、光射出部130の射出面の中心から射出される光線の入射角度によってアイ

ボックス 200 の受光面上の位置を定めることができる。表 1 の横方向の角度は入射角度の x 軸方向の成分、すなわち x 軸方向の座標を表し、表 1 の縦方向の角度は入射角度の y 軸方向の成分、すなわち y 軸方向の座標を表す。

[0076] 表 2 以下の表においても、輝度の数値、横方向の角度及び縦方向の角度は同様に定義される。

[表1]

	13°	11°	9°	7°	5°	3°	1°	0°	-1°	-3°	-5°	-7°	-9°	-11°	-13°
7.5°	0.112%	0.141%	0.155%	0.040%	0.026%	0.012%	0.024%	0.031%	0.068%	0.115%	0.108%	0.106%	0.120%	0.117%	0.135%
5°	0.066%	0.066%	0.077%	0.032%	0.010%	0.007%	0.027%	0.060%	0.086%	0.091%	0.089%	0.073%	0.106%	0.111%	0.148%
2.5°	0.070%	0.081%	0.102%	0.041%	0.030%	0.024%	0.045%	0.092%	0.144%	0.157%	0.178%	0.132%	0.114%	0.088%	0.072%
0°	0.099%	0.122%	0.133%	0.066%	0.045%	0.030%	0.055%	0.095%	0.139%	0.144%	0.165%	0.126%	0.086%	0.062%	0.039%
-2.5°	0.246%	0.279%	0.258%	0.127%	0.133%	0.112%	0.073%	0.097%	0.114%	0.110%	0.144%	0.145%	0.089%	0.070%	0.037%
-5°	0.196%	0.225%	0.205%	0.121%	0.145%	0.118%	0.079%	0.101%	0.141%	0.164%	0.217%	0.193%	0.146%	0.109%	0.078%
-7.5°	0.119%	0.140%	0.128%	0.101%	0.100%	0.084%	0.056%	0.076%	0.116%	0.131%	0.168%	0.151%	0.126%	0.061%	0.055%

[0077] 表 2 は、実施例 1 の導光装置 100 において、様々な入射角度の光線についての導光基板 150 におけるピッチ長を示す表である。ピッチ長の単位はミリメートルである。

[表2]

	13	11	9	7	5	3	1	0
7.5	2934	2916	2901	2890	2881	2875	2872	2871
5	2717	2700	2685	2674	2666	2660	2657	2657
2.5	2524	2507	2494	2483	2474	2469	2466	2466
0	2351	2335	2322	2311	2303	2297	2295	2294
-2.5	2194	2179	2166	2155	2147	2142	2139	2139
-5	2052	2036	2023	2013	2005	1999	1997	1996
-7.5	1921	1905	1892	1882	1874	1869	1866	1866

[0078] 表 3 は、実施例 1 の導光装置 100 の第 2 の部分 111 の格子周期を 460 ナノメートルから 410 ナノメートルに変えた場合に、様々な入射角度の光線についての導光基板 150 におけるピッチ長を示す表である。ピッチ長の単位はミリメートルである。

[表3]

	13	11	9	7	5	3	1	0
7.5	3.896	3.874	3.856	3.841	3.830	3.823	3.819	3.819
5	3.533	3.513	3.496	3.483	3.473	3.466	3.463	3.462
2.5	3.231	3.212	3.196	3.184	3.174	3.168	3.165	3.165
0	2.973	2.956	2.941	2.929	2.920	2.914	2.911	2.911
-2.5	2.750	2.733	2.719	2.708	2.699	2.693	2.690	2.690
-5	2.554	2.537	2.523	2.512	2.504	2.499	2.496	2.495
-7.5	2.379	2.363	2.349	2.338	2.330	2.325	2.322	2.322

[0079] 格子周期が410ナノメートルの表3の場合に格子周期が460ナノメートルの表2の場合と比較してピッチ長は増加している。このように格子周期を短くするとピッチ長は増加する。

[0080] 比較例

図12は比較例の導光装置100'の平面図である。

[0081] 図13は比較例の導光装置100'のxz断面を示す図である。

[0082] 光入射部110'の第1の部分111'の格子の方向は0度であり、格子周期は410ナノメートルである。光入射部110'の第2の部分112'の格子の方向は90度であり、格子周期は460ナノメートルである。第1の部分111'と第2の部分112'とは光入射部110'の中心を通りy軸と平行な境界線によって両者の面積が等しくなるように分割される。

[0083] 比較例において、第1及び第2の部分の一方から光射出部130'へ向かう光線の経路が、他方が備わる導光基板150'の領域を通過しないように構成されている。具体的に、第1の部分111'から第1の光折り返し部121'へ向かう光線はx座標が増加するようにx軸方向に進行し、第2の部分112'から第2の光折り返し部122'へ向かう光線はy座標が減少するようにy軸方向に進行する。このように第1の部分111'及び第2の部分112'の一方から射出された光線は他方が備わる導光基板150'の領域を通過しない。

[0084] 第1の光折り返し部121'の格子の方向は45度であり、格子周期は325ナ

ノメータである。第2の光折り返し部122'の格子の方向は45度であり、格子周期は290ナノメータである。

[0085] 表4はアイボックスの受光面における輝度を示す表である。

[表4]

	13°	11°	9°	7°	5°	3°	1°	0°	-1°	-3°	-5°	-7°	-9°	-11°	-13°
7.5°	0.029%	0.043%	0.049%	0.045%	0.055%	0.079%	0.117%	0.081%	0.085%	0.059%	0.037%	0.025%	0.028%	0.026%	0.021%
5°	0.041%	0.049%	0.064%	0.088%	0.066%	0.101%	0.107%	0.107%	0.090%	0.050%	0.032%	0.017%	0.018%	0.014%	0.014%
2.5°	0.051%	0.079%	0.114%	0.164%	0.137%	0.205%	0.208%	0.101%	0.057%	0.035%	0.023%	0.013%	0.010%	0.009%	0.008%
0°	0.051%	0.071%	0.118%	0.170%	0.143%	0.204%	0.198%	0.120%	0.060%	0.016%	0.012%	0.005%	0.002%	0.002%	0.001%
-2.5°	0.089%	0.132%	0.201%	0.286%	0.339%	0.446%	0.394%	0.227%	0.090%	0.007%	0.006%	0.003%	0.001%	0.001%	
-5°	0.146%	0.208%	0.287%	0.413%	0.307%	0.364%	0.296%	0.089%	0.037%	0.003%	0.002%	0.001%			
-7.5°	0.143%	0.194%	0.236%	0.338%	0.273%	0.319%	0.224%	0.074%	0.029%	0.002%					

[0086] 実施例2

図14は実施例2の導光装置100の平面図である。

[0087] 光入射部110の第1の部分111の格子の方向は2度であり、格子周期は410ナノメータである。光入射部110の第2の部分112の格子の方向は85度であり、格子周期は460ナノメータである。

[0088] 実施例2の光入射部110は、第1の部分111は第2の部分112部分よりも光射出部130から離れており、第1の部分111から光射出部130へ向かう光線の経路が、第2の部分112が備わる導光基板150の領域を通過するように構成されている。

[0089] 図15は実施例2の光入射部110の平面図である。第1の部分111と第2の部分112部分との境界線はx軸方向の4本の線分及びy軸方向の5本の線分からなる。

[0090] たとえば、光入射部110の中心である座標の原点を通り第1の部分111の回折格子の溝の方向に平行な直線は境界線と四点で交わる。

[0091] 第1の部分111と第2の部分112との境界線の方法が単一ではなく、該境界線の線分または接線の基準方向に対する角度の差の最大値は90度である。

[0092] 光入射部110の中心である座標の原点を通り第1の部分111の回折格

子の溝の方向の直線を基準として、光射出部 1 3 0 から離れた光入射部 1 1 0 の領域において第 2 の部分 1 1 2 が占める面積は 4.76% である。

[0093] 光入射部 1 1 0 の中心である座標の原点を通り第 1 の部分 1 1 1 の回折格子の溝の方向の直線を基準として、光射出部 1 3 0 により近い光入射部 1 1 0 の領域において第 1 の部分 1 1 1 が占める面積は 13.72% である。

[0094] 第 1 の光折り返し部 1 2 1 の格子の方向は 46 度であり、格子周期は 285 ナノメートルである。第 2 の光折り返し部 1 2 2 の格子の方向は 42.5 度であり、格子周期は 310 ナノメートルである。

[0095] 表 5 はアイボックスの受光面における輝度を示す表である。

[表 5]

	13°	11°	9°	7°	5°	3°	1°	0°	-1°	-3°	-5°	-7°	-9°	-11°	-13°
7.5°	0.137%	0.118%	0.072%	0.031%	0.024%	0.035%	0.044%	0.037%	0.029%	0.052%	0.063%	0.066%	0.116%	0.100%	0.107%
5°	0.109%	0.131%	0.119%	0.027%	0.022%	0.024%	0.038%	0.042%	0.040%	0.055%	0.060%	0.046%	0.072%	0.066%	0.069%
2.5°	0.135%	0.150%	0.145%	0.036%	0.025%	0.023%	0.038%	0.059%	0.062%	0.091%	0.121%	0.081%	0.071%	0.065%	0.077%
0°	0.099%	0.122%	0.133%	0.066%	0.045%	0.030%	0.055%	0.095%	0.139%	0.144%	0.165%	0.126%	0.086%	0.062%	0.039%
-2.5°	0.174%	0.205%	0.225%	0.082%	0.086%	0.086%	0.095%	0.112%	0.115%	0.132%	0.146%	0.127%	0.073%	0.052%	0.025%
-5°	0.216%	0.252%	0.279%	0.141%	0.108%	0.103%	0.092%	0.104%	0.115%	0.146%	0.189%	0.177%	0.108%	0.094%	0.064%
-7.5°	0.128%	0.154%	0.175%	0.114%	0.102%	0.093%	0.067%	0.070%	0.089%	0.118%	0.144%	0.128%	0.106%	0.074%	0.063%

[0096] 実施例 3

図 1 6 は実施例 3 の導光装置 1 0 0 の平面図である。

[0097] 光入射部 1 1 0 の第 1 の部分 1 1 1 の格子の方向は 5 度であり、格子周期は 410 ナノメートルである。光入射部 1 1 0 の第 2 の部分 1 1 2 の格子の方向は 90 度であり、格子周期は 460 ナノメートルである。

[0098] 実施例 3 の光入射部 1 1 0 は、第 1 の部分 1 1 1 は第 2 の部 1 1 2 部分よりも光射出部 1 3 0 から離れており、第 1 の部分 1 1 1 から光射出部 1 3 0 へ向かう光線の経路が、第 2 の部分 1 1 2 が備わる導光基板 1 5 0 の領域を通過するように構成されている。

[0099] 図 1 7 は実施例 3 の光入射部 1 1 0 の平面図である。第 1 の部分 1 1 1 と第 2 の部分 1 1 2 との境界線は x 軸方向の 1 本の線分及び y 軸方向の 2 本の

線分からなる。

[0100] 第1の部分111と第2の部分112との境界線の方が単一ではなく、該境界線の線分または接線の基準方向に対する角度の差の最大値は90度である。

[0101] 光入射部110の中心である座標の原点を通り第1の部分111の回折格子の溝の方向の直線を基準として、光射出部130から離れた光入射部110の領域において第2の部分112が占める面積は18.21%である。

[0102] 光入射部110の中心である座標の原点を通り第1の部分111の回折格子の溝の方向の直線を基準として、光射出部130により近い光入射部110の領域において第1の部分111が占める面積は18.21%である。

[0103] 第1の光折り返し部121の格子の方向は47.5度であり、格子周期は286ナノメートルである。第2の光折り返し部122の格子の方向は45度であり、格子周期は325ナノメートルである。

[0104] 表6はアイボックスの受光面における輝度を示す表である。

[表6]

	13°	11°	9°	7°	5°	3°	1°	0°	-1°	-3°	-5°	-7°	-9°	-11°	-13°
7.5°	0.112%	0.141%	0.155%	0.035%	0.031%	0.041%	0.036%	0.072%	0.043%	0.053%	0.041%	0.045%	0.040%	0.054%	0.044%
5°	0.066%	0.066%	0.077%	0.030%	0.027%	0.074%	0.067%	0.058%	0.072%	0.071%	0.057%	0.048%	0.037%	0.048%	0.029%
2.5°	0.070%	0.081%	0.102%	0.041%	0.047%	0.102%	0.106%	0.100%	0.126%	0.138%	0.099%	0.072%	0.048%	0.049%	0.027%
0°	0.099%	0.122%	0.133%	0.066%	0.048%	0.053%	0.070%	0.073%	0.078%	0.086%	0.119%	0.107%	0.066%	0.068%	0.035%
-2.5°	0.246%	0.279%	0.258%	0.127%	0.133%	0.112%	0.073%	0.082%	0.060%	0.031%	0.086%	0.086%	0.068%	0.053%	0.028%
-5°	0.196%	0.225%	0.205%	0.121%	0.145%	0.118%	0.069%	0.060%	0.046%	0.022%	0.144%	0.162%	0.147%	0.104%	0.071%
-7.5°	0.119%	0.140%	0.128%	0.101%	0.100%	0.084%	0.047%	0.034%	0.030%	0.015%	0.119%	0.136%	0.141%	0.095%	0.074%

[0105] 実施例4

図18は実施例4の導光装置100の平面図である。

[0106] 光入射部110の第1の部分111の格子の方向は0度であり、格子周期は410ナノメートルである。光入射部110の第2の部分112の格子の方向は100度であり、格子周期は460ナノメートルである。

[0107] 実施例4の光入射部110は、第1の部分111は第2の部分112部分よ

りも光射出部１３０から離れており、第１の部分１１１から光射出部１３０へ向かう光線の経路が、第２の部分１１２が備わる導光基板１５０の領域を通過するように構成されている。

[0108] 図１９は実施例４の光入射部１１０の平面図である。第１の部分１１１と第２の部分１１２部分との境界線はｙ軸に対して傾斜した線分である。

[0109] 光入射部１１０の中心である座標の原点を通り第１の部分１１１の回折格子の溝の方向の直線を基準として、光射出部１３０から離れた光入射部１１０の領域において第２の部分１１２が占める面積は14.96%である。

[0110] 光入射部１１０の中心である座標の原点を通り第１の部分１１１の回折格子の溝の方向の直線を基準として、光射出部１３０により近い光入射部１１０の領域において第１の部分１１１が占める面積は14.96%である。

[0111] 第１の光折り返し部１２１の格子の方向は45度であり、格子周期は290ナノメートルである。第２の光折り返し部１２２の格子の方向は50度であり、格子周期は360ナノメートルである。

[0112] 表７はアイボックスの受光面における輝度を示す表である。

[表7]

	13°	11°	9°	7°	5°	3°	1°	0°	-1°	-3°	-5°	-7°	-9°	-11°	-13°
7.5°	0.137%	0.118%	0.072%	0.031%	0.022%	0.038%	0.059%	0.065%	0.048%	0.079%	0.094%	0.070%	0.106%	0.097%	0.108%
5°	0.109%	0.131%	0.119%	0.027%	0.023%	0.057%	0.101%	0.111%	0.068%	0.086%	0.083%	0.045%	0.086%	0.063%	0.071%
2.5°	0.135%	0.150%	0.145%	0.036%	0.026%	0.049%	0.080%	0.120%	0.104%	0.150%	0.136%	0.088%	0.087%	0.063%	0.065%
0°	0.118%	0.142%	0.160%	0.060%	0.049%	0.071%	0.085%	0.136%	0.110%	0.145%	0.142%	0.096%	0.078%	0.050%	0.036%
-2.5°	0.174%	0.205%	0.225%	0.089%	0.109%	0.094%	0.105%	0.156%	0.130%	0.154%	0.153%	0.131%	0.083%	0.064%	0.037%
-5°	0.216%	0.252%	0.279%	0.152%	0.136%	0.089%	0.101%	0.135%	0.124%	0.151%	0.189%	0.184%	0.129%	0.110%	0.078%
-7.5°	0.128%	0.154%	0.175%	0.114%	0.102%	0.069%	0.081%	0.085%	0.066%	0.083%	0.138%	0.138%	0.123%	0.085%	0.069%

[0113] 実施例 5

図２０は実施例５の導光装置１００の平面図である。

[0114] 光入射部１１０の第１の部分１１１の格子の方向は2度であり、格子周期は410ナノメートルである。光入射部１１０の第２の部分１１２の格子の方向は85度であり、格子周期は460ナノメートルである。

- [0115] 実施例5の光入射部110は、第1の部分111は第2の部分112部分よりも光射出部130から離れており、第1の部分111から光射出部130へ向かう光線の経路が、第2の部分112が備わる導光基板150の領域を通過するように構成されている。
- [0116] 図21は実施例5の光入射部110の平面図である。第1の部分111と第2の部分112部分との境界線はx軸方向の1本の線分及びy軸方向の3本の線分からなる。
- [0117] 第1の部分111と第2の部分112との境界線の方法が単一ではなく、該境界線の線分または接線の基準方向に対する角度の差の最大値は90度である。
- [0118] 光入射部110の中心である座標の原点を通り第1の部分111の回折格子の溝の方向の直線を基準として、光射出部130から離れた光入射部110の領域において第2の部分112が占める面積は4.28%である。
- [0119] 光入射部110の中心である座標の原点を通り第1の部分111の回折格子の溝の方向の直線を基準として、光射出部130により近い光入射部110の領域において第1の部分111が占める面積は23.93%である。
- [0120] 第2の部分112は第1の部分111によって互いに分離された二つの部分を有する。
- [0121] 第1の光折り返し部121の格子の方向は46度であり、格子周期は285ナノメートルである。第2の光折り返し部122の格子の方向は42.5度であり、格子周期は310ナノメートルである。
- [0122] 表8はアイボックスの受光面における輝度を示す表である。

[表8]

	13°	11°	9°	7°	5°	3°	1°	0°	-1°	-3°	-5°	-7°	-9°	-11°	-13°
7.5°	0.137%	0.118%	0.072%	0.031%	0.022%	0.038%	0.059%	0.065%	0.048%	0.079%	0.094%	0.070%	0.106%	0.097%	0.108%
5°	0.109%	0.131%	0.119%	0.027%	0.023%	0.057%	0.101%	0.111%	0.068%	0.086%	0.083%	0.045%	0.086%	0.063%	0.071%
2.5°	0.135%	0.150%	0.145%	0.036%	0.026%	0.049%	0.080%	0.120%	0.104%	0.150%	0.136%	0.088%	0.087%	0.063%	0.065%
0°	0.118%	0.142%	0.160%	0.060%	0.049%	0.071%	0.085%	0.136%	0.110%	0.145%	0.142%	0.096%	0.078%	0.050%	0.036%
-2.5°	0.174%	0.205%	0.225%	0.089%	0.109%	0.094%	0.105%	0.156%	0.130%	0.154%	0.153%	0.131%	0.083%	0.064%	0.037%
-5°	0.216%	0.252%	0.279%	0.152%	0.136%	0.089%	0.101%	0.135%	0.124%	0.151%	0.189%	0.184%	0.129%	0.110%	0.078%
-7.5°	0.128%	0.154%	0.175%	0.114%	0.102%	0.069%	0.081%	0.085%	0.066%	0.083%	0.138%	0.138%	0.123%	0.085%	0.069%

[0123] 実施例の性能の評価

アイボックスの受光面における輝度を示す表1及び表4～6によって実施例及び比較例の性能を評価する。最初に実施例1の表1と比較例の表4とを比較する。観察可能な輝度の閾値を0.001%とすると表1の全ての値は閾値以上である。他方、表2においては黒で示した9か所の値が閾値未満である。したがって、実施例1の装置の光利用効率は比較例の装置の光利用効率よりも高い。その理由は、実施例1における光線の経路の方が比較例における光線の経路よりも光入射部110における回折効率が高いからである。

[0124] つぎに、実施例1～5の輝度を示す表1及び表5～8において輝度の最小値は以下のとおりである。

実施例1（表1） 0.007%

実施例2（表5） 0.022%

実施例3（表6） 0.015%

実施例4（表7） 0.027%

実施例5（表8） 0.022%

[0125] 実施例2～5においては、光入射部110の第1の部分111と第2の部分112との境界線を適切に定めることによって輝度の最小値は、第1の部分111と第2の部分112とを光入射部110の中心を通りy軸と平行な境界線によって両者の面積が等しくなるように分割した実施例1と比較して大幅に向上している。その理由は、実施例2～5においては、第1の部分111

と第2の部分112との配置を柔軟に変化させることによって、アイボックスの受光面の輝度を向上させ、アイボックスの受光面における位置による輝度の差を小さくすることができるためである。

[0126] 迷光防止構造

つぎに迷光防止構造について説明する。

[0127] 図22は、迷光防止構造を設置する導光装置100の一例を示す図である。

[0128] 光入射部110、第1の光折り返し部121、第2の光折り返し部122及び光射出部130を備えた導光基板150の材料はポリカーボネートであり、波長520ナノメートルの光の屈折率 n_d は1.6748である。導光基板150の厚さ d は1.25ミリメートルである。

[0129] 図示しない光源50はレーザ光源であり、スポットの x 軸方向のサイズは0.4ミリメートル、 y 軸方向のサイズは0.8ミリメートルである。光源の光の波長 λ は520ナノメートルである。光源50と光入射部110との間の距離 D は6.3ミリメートルである。

[0130] 光入射部110の第1の部分111の格子の溝の方向は $\theta_1=0$ 度であり、格子周期は410ナノメートルである。光入射部110の第2の部分112の格子の溝の方向は $\theta_2=90$ 度であり、格子周期は460ナノメートルである。格子の溝の方向は y 軸を基準として時計回りの角度で表す。第1の部分111と第2の部分112とは光入射部110の中心を通り y 軸と平行な境界線によって両者の面積が等しくなるように分割されている。

[0131] 本発明の導光装置は、光入射部110の第1の部分111に入射した光線の導光基板150内の第1の経路が、光入射部110の第2の部分112が備わる導光基板150の領域を通過するように構成されている。したがって、第1の部分111及び第2の部分112の両方の1次回折光として導光基板150内を伝搬する光線が迷光となり得る。このように生じる迷光は本発明の導光装置に特有の迷光であり、このように生じる迷光を防止するのが好ましい。

[0132] 図22において、直線C及びC'の間の領域は、光入射部110の第1の部分111の1次回折光が通過する範囲、すなわち第1の経路である。また、直線D及びD'の間の領域は、光入射部110の第2の部分112の1次回折光が通過する範囲、すなわち第2の経路である。直線A及びBの間の領域は、以下に説明する迷光となりうる光線の経路の範囲である。

[0133] 図23は、迷光防止構造の製造方法を説明するための流れ図である。

[0134] 図23のステップS2010において、迷光となりうる光線の経路の範囲を定める。

[0135] 図24は、図23のステップS2010を説明するための流れ図である。

[0136] 図24のステップS3010において、光入射部の第1の部分及び第2の部分の1次回折光として導光基板内を伝搬する入射光の角度及び位置を求める。

[0137] 図25は、導光基板150の表面の点Pの位置に入射する入射光線を示す図である。図において光源の中心の位置を点Sで示し、導光基板150の面上の原点をOで示す。原点Oは、光入射部110の中心に位置し、点Sから導光基板150の面に下した垂線の足となるように定める。入射光線SPをx-z平面及びy-z平面に投影した2本の直線と点Sと点Oを結ぶ直線とのなす角度をそれぞれ α 及び β とする。角度 α 及び β を入射光線SPの入射角 θ のx方向及びy方向の成分と呼称する。

[0138] 入射光線の波数のベクトル k_{in} は以下の式で表せる。

[数18]

$$k_{in} = \left\{ n \frac{2\pi}{\lambda} \sin(\alpha), n \frac{2\pi}{\lambda} \sin(\beta) \right\} \quad (8)$$

ここでnは空気の屈折率、 λ は光源の光の波長を表す。

[0139] 第1の部分111の1次回折の回折条件 K_1 は以下の式で表せる。

[数19]

$$K_1 = \left\{ \frac{2\pi}{\Lambda_1} \cos\theta_1, \frac{2\pi}{\Lambda_1} \sin\theta_1 \right\} = \left\{ \frac{2\pi}{\Lambda_1}, 0 \right\} \quad (9)$$

[0140] 図26は、導光基板150の面上の点Pを含み、x軸及びz軸に平行な断

面を示す図である。図 26 において簡単化のため光入射部は図示していない。第 1 の部分 111 による回折後に導光基板 150 内を進行する光線の入射角の x 方向成分を α_0 で表す。

[0141] 図 27 は、導光基板 150 の面上の点 P を含み、y 軸及び z 軸に平行な断面を示す図である。図 27 において簡単化のため光入射部は図示していない。第 1 の部分 111 による回折後に導光基板 150 内を進行する光線の入射角の y 方向成分を β_0 で表す。

[0142] 入射角 α_0 及び入射角 β_0 に関し以下の式が成立する。

[数20]

$$\left\{ n_d \frac{2\pi}{\lambda} \sin(\alpha_0), n_d \frac{2\pi}{\lambda} \sin(\beta_0) \right\} = k_{in} + K_1 \quad (10)$$

上記の式は先に説明した式 (1) に相当する。

[0143] 第 1 の部分 111 の 1 次回折光がさらに第 2 の部分 112 で 1 次回折光として回折された後に導光基板 150 内を進行する光線の入射角の x 方向成分及び y 方向成分をそれぞれ α_1 及び β_1 とすると、上記の光線の波数のベクトル k_{out} は以下の式で表せる。

[数21]

$$k_{out} = \left\{ n_d \frac{2\pi}{\lambda} \sin(\alpha_1), n_d \frac{2\pi}{\lambda} \sin(\beta_1) \right\} \quad (11)$$

[0144] 第 2 の部分 112 の 1 次回折の回折条件 K_2 は以下の式で表せる。

[数22]

$$K_2 = \left\{ \frac{2\pi}{\Lambda_2} \cos\theta_2, \frac{2\pi}{\Lambda_2} \sin\theta_2 \right\} = \left\{ 0, \frac{2\pi}{\Lambda_2} \right\} \quad (12)$$

[0145] 他方、

[数23]

$$k_{out} = k_{in} + K_1 + K_2 \quad (13)$$

が成立するので式 (8) 乃至 (13) を使用して、 (α, β) 、 (α_0, β_0) 及び (α_1, β_1) の関係を求めることができる。そこで、 (α_0, β_0) 及び (α_1, β_1) に対応する角度が全反射の臨界角以上となる (α, β) の範

囲を求めることができる。このようにして、第1の部分111及び第2の部分112の両方の1次回折光として導光基板150内を全反射で伝搬する入射光線の (α, β) の範囲及び入射点Pの範囲を求めることができる。

[0146] 図23のステップS3020において、S3010で求めた入射光線の経路のうち、第1の部分111、第2の部分112、第1の光折り返し部121、第2の光折り返し部122、及び光射出部130の位置を考慮して、光射出部130に到達して迷光となりうる光線の経路の範囲を定める。

[0147] 図28は、図22の光入射部110及びその周囲の拡大図である。直線Cで表せる光線の入射角は、 $(\alpha, \beta) = (-13.15^\circ, 7.48^\circ)$ であり、入射位置は点P_Cである。直線Dで表せる光線の入射角は、 $(\alpha, \beta) = (13.15^\circ, -7.48^\circ)$ であり、入射位置は点P_Dである。点P_C及び点P_Dは光入射部110の境界を形成する矩形の頂点である。

[0148] ステップS3010において求めた、第1の部分111及び第2の部分112の両方の1次回折光として導光基板150内を全反射で伝搬する入射光線のうち、式(10)を考慮して第2の部分112の点P_Dの付近を通過する光線の経路を求める。図28において、上記の光線は、第1の部分111の点P₀で入射し第1の部分111の1次回折光として第2の部分112の点P₁まで導光基板150内の全反射で伝搬する。点P₁は点P_Dの付近の点である。つぎに上記の光線は、第2の部分112の1次回折光として点P₂まで伝搬する。点P₁及び点P₂は、光線が基板の境界面で全反射する点である。点P₀、点P₁及び点P₂の座標をそれぞれ (x_0, y_0) 、 (x_1, y_1) 及び (x_2, y_2) で表すと以下の式が成立する。

$$(x_1, y_1) = (x_0 + m_0 \cdot 2d \tan(\alpha_0), y_0 + m_0 \cdot 2d \tan(\beta_0))$$

$$(x_2, y_2) = (x_0 + m_0 \cdot 2d \tan(\alpha_0) + m_1 \cdot 2d \tan(\alpha_1), y_0 + m_0 \cdot 2d \tan(\beta_0) + m_1 \cdot 2d \tan(\beta_1))$$

上記の式において m_0 及び m_1 は、それぞれ第1の部分111及び第2の部分112の1次回折光の全反射の回数を表す。図28に示した場合に、 $m_0=1$ 、 $m_1=4$ である。

[0149] $2d \tan(\alpha_0)$ 、 $2d \tan(\beta_0)$ 、 $2d \tan(\alpha_1)$ 及び $2d \tan(\beta_1)$ は、図26の p_x 、または図27の p_y で示される距離に対応する距離である。

[0150] 上記の光線に関するデータは以下のとおりである。下記のデータの角度の単位は度であり、長さの単位はミリメートルである。

$$(\alpha, \beta) = (-4, -7.48)$$

$$(x_0, y_0) = (-0.44, -0.83)$$

$$(\alpha_0, \beta_0) = (45.86, -4.47)$$

$$(x_1, y_1) = (2.14, -1.02)$$

$$(\alpha_1, \beta_1) = (45.86, 36.79)$$

$$(x_2, y_2) = (12.44, 6.46)$$

[0151] このようにして求めた、点P0 (x_0, y_0)、点P1 (x_1, y_1)及び点P2 (x_2, y_2)を通過する光線の経路は、迷光となりうる光線の経路の範囲の一方の境界である。図22及び図28において上記の境界をAで示した。ステップS3010において求めた、第1の部分111及び第2の部分112の両方の1次回折光として導光基板150内を全反射で伝搬する入射光線のうち、第1の部分111及び第2の部分112の境界付近を通過する光線の経路から同様にして迷光となりうる光線の経路の範囲の他方の境界が求まる。図22及び図28において上記の境界をBで示した。

[0152] 図28の直線A'は、点P0で入射し第1の部分111の1次回折光が第2の部分112の0次回折光として導光基板150の第1の経路内を進行する光線の経路を示す。

[0153] このように、第1の部分111及び第2の部分112の両方の1次回折光として導光基板150内を伝搬する光線による本発明の導光装置に特有の迷光の経路の範囲は、光源、第1の部分111、第2の部分112、第1の光折り返し部121、第2の光折り返し部122、及び光射出部130の位置、ならびに第1の部分111及び第2の部分112の1次元回折格子の周期によって定めることができる。

- [0154] 図23のステップS2020において、迷光となりうる光線の経路の範囲内で第1及び第2の経路外の領域に迷光防止構造を設置する。
- [0155] 図29は、図23のステップS2020を説明するための流れ図である。
- [0156] 図29のステップS4010において、S3020で求めた迷光となりうる光線の経路の範囲内の光線の強度及び全反射の反射点の位置を求める。光線の強度はシミュレーションによって求める。強度が所定値以下の光線は迷光として考慮する必要がないので、強度が所定値よりも大きい光線を迷光とする。また点P1 (x_1 , y_1) 及び点P2 (x_2 , y_2) を求めたように、それぞれの光線の全反射の反射点の位置を求めることができる。
- [0157] 図29のステップS4020において、S4010で求めた光線の強度及び全反射の反射点の位置を考慮して迷光となりうる光線の経路の範囲で第1の経路及び第2の経路外の領域に迷光防止構造を設置する。図28において直線A及びBの間の領域である迷光の光線の経路の範囲内で第1の経路及び第2の経路外の領域において、強度が処置位置よりも大きい迷光の光線を遮断するように迷光防止構造160を設ける。
- [0158] 迷光防止構造は、導光基板150の表面の回折格子やメタサーフェス及び導光基板150の貫通孔として形成してもよい。回折格子やメタサーフェスは、導光基板150の表面の、光線の全反射の反射点の位置の近傍に設置する。
- [0159] 迷光防止構造160が、導光装置の使用者の視野に入らないようにするためには、迷光防止構造のy軸方向の座標と光射出部130のy軸方向の座標との差ができるだけ大きいのが好ましい。したがって、迷光防止構造の位置は光入射部110にできるだけ近いのが好ましい。しかし、迷光防止構造と光入射部110との距離が近すぎると、たとえば、射出成形で製造する場合のウェルドの発生や成形後に貫通孔を設ける場合の歪の発生など製造上の問題が生じうる。ウェルドや歪などは導光装置の光学的な性能に大きな影響を与える。そこで、上記の製造上の問題が生じない程度に迷光防止構造と光入射部110との距離を大きくするのが好ましい。

[0160] 迷光防止構造以外の導光装置の実施形態

迷光防止構造以外の導光装置の実施形態は以下のとおりである。

[0161] 本発明の導光装置は、内部反射によって光を伝搬する導光基板と、それぞれ該導光基板上に備わる１次元回折格子である第１の部分と第２の部分とを備えた光入射部であって、該第１の部分は受け取った光を第１の光ビームとして該導光基板内の第１の経路に沿って伝搬させるように構成され、該第２の部分は受け取った光を第２の光ビームとして該導光基板内の第２の経路に沿って伝搬させるように構成された光入射部と、該導光基板上に備わる１次元回折格子であって、該第１の光ビームの該第１の経路の方向を変えるように構成された第１の折り返し部と、該導光基板上に備わる１次元回折格子であって、該第２の光ビームの該第２の経路の方向を変えるように構成された第２の折り返し部と、該導光基板上に備わる２次元回折格子であって、該第１の折り返し部からの該第１のビーム及び該第２の折り返し部からの該第２のビームを受け取り、該第１及び第２のビームを結合して該導光基板の外部に射出するように構成された光射出部と、を備える。本発明の導光装置は、該導光基板の面において、該第１の部分を包含する最小の円の中心は該第２の部分を包含する最小の円の中心よりも該光射出部から離れており、該第１の経路が該第２の部分が備わる該導光基板の領域を通過するように構成されている。

[0162] 本発明の導光装置は、該導光基板の面において、第１の部分を包含する最小の円の中心は第２の部分を包含する最小の円の中心よりも光射出部から離れており、第１の経路が第２の部分が備わる導光基板の領域を通過するように構成されるので、第１及び第２の部分の一方から光射出部へ向かう光線の経路が、他方が備わる導光基板の領域を通過しないように構成される従来の導光装置と比較して、光入射部において光を受け取る際の回折効率を向上させることができる。また、第１の部分から光射出部へ向かう光線の経路が、第２の部分が備わる導光基板の領域を通過するように構成されるので、第１及び第２の部分の一方から光射出部へ向かう光線の経路が、他方が備わる導

光基板の領域を通過しないように構成される従来の導光装置と比較して、光入射部の第1の部分1及び第2の部分への分割の仕方の自由度がはるかに大きい。したがって、光入射部の第1の部分1及び第2の部分への分割の仕方を変えることによって光源からの光の利用効率を向上させることができる。

[0163] 本発明の実施形態の導光装置は、該導光基板の面において、該光入射部を包含する最小の円の中心を通り、該第1の部分の回折格子の溝の方向の直線を基準として、該光射出部から離れた側の該光入射部の領域において該第2の部分が占める面積が2%以上であるように構成されている。

[0164] 本実施形態においては、導光基板の面において、入射部を包含する最小の円の中心を通り、第1の部分の回折格子の溝の方向の直線を基準として、光射出部から離れた側の光入射部の領域において第2の部分が占める面積を2%以上とすることによって、入射部を包含する最小の円の中心を通り、第1の部分の回折格子の溝の方向の直線を第1の部分と第2の部分との境界線とする場合と比較して光源からの光の利用効率を向上させることができる。

[0165] 本発明の他の実施形態の導光装置は、該導光基板の面において、該光入射部を包含する最小の円の中心を通り、該第1の部分の回折格子の溝の方向の直線を基準として、該光射出部により近い側の該光入射部の領域において該第1の部分が占める面積が10%以上であるように構成されている。

[0166] 本実施形態においては、導光基板の面において、光入射部を包含する最小の円の中心を通り、第1の部分の回折格子の溝の方向の直線を基準として、光射出部により近い側の光入射部の領域において第1の部分が占める面積を10%以上とすることによって、入射部を包含する最小の円の中心を通り、第1の部分の回折格子の溝の方向の直線を第1の部分と第2の部分との境界線とする場合と比較して光源からの光の利用効率を向上させることができる。

[0167] 本発明の他の実施形態の導光装置は、該導光基板の面において、該光入射部における該第1の部分と該第2の部分との境界線は、該第1の部分の回折格子の溝の方向に平行な直線であって、該境界線と二以上の点で交わる直線が存在するように構成されている。

[0168] 本発明の他の実施形態の導光装置は、該導光基板の面において、該光入射部における該第1の部分と該第2の部分との境界線の方が単一ではなく、該境界線の線分または接線の基準方向に対する角度の差の最大値が75度以上であるように構成されている。

[0169] 本実施形態においては、導光基板の面において、光入射部における第1の部分と第2の部分との境界線の線分または境界線の接線の基準方向に対する角度の差の絶対値が75度以上であるように構成することによって、入射部を包含する最小の円の中心を通る直線を第1の部分と第2の部分との境界線とする場合と比較して光源からの光の利用効率を向上させることができる。

[0170] 本発明の他の実施形態の導光装置は、該導光基板の面において、該第1の部分及び該第2の部分の少なくとも一方は他方によって互いに分離された少なくとも二つの部分を有する。

[0171] 本実施形態においては、導光基板の面において、第1の部分及び第2の部分の少なくとも一方は他方によって互いに分離された少なくとも二つの部分を有することによって、入射部を包含する最小の円の中心を通る直線を第1の部分と第2の部分との境界線とする場合と比較して光源からの光の利用効率を向上させることができる。

[0172] 本発明の他の実施形態の導光装置は、該装置の使用時に想定される水平方向及び鉛直方向にそれぞれx軸及びy軸を定め、該第1の部分の該1次元回折格子の溝の方向のy軸からの傾きが5度以内であり、該第2の部分の該1次元回折格子の溝の方向のx軸からの傾きが15度以内であるように構成されている。

[0173] 本発明の他の実施形態の導光装置は、該第1の部分の該1次元回折格子の周期は該第2の部分の該1次元回折格子の周期以下であるように構成されている。

[0174] 本発明の他の実施形態の導光装置は、該導光基板の面において、該光入射部を包含する最小の円の中心を通り、該装置の使用時に想定される鉛直方向の直線を基準として、該光射出部から離れた側の該光入射部の領域において

該第2の部分が占める面積が2%以上であるように構成されている。

[0175] 本実施形態においては、導光基板の面において、入射部を包含する最小の円の中心を通り、該装置の使用時に想定される鉛直方向の直線を基準として、光射出部から離れた側の光入射部の領域において第2の部分の面積が2%以上とすることによって、入射部を包含する最小の円の中心を通る直線を第1の部分と第2の部分との境界線とする場合と比較して光源からの光の利用効率を向上させることができる。

[0176] 本発明の他の実施形態の導光装置は、該導光基板の面において、該光入射部を包含する最小の円の中心を通り、該装置の使用時に想定される鉛直方向の直線を基準として、該光射出部により近い側の該光入射部の領域において該第1の部分の面積が10%以上であるように構成されている。

[0177] 本実施形態においては、導光基板の面において、光入射部を包含する最小の円の中心を通り、該装置の使用時に想定される鉛直方向の直線を基準として、光射出部により近い側の光入射部の領域において第1の部分の面積が10%以上とすることによって、入射部を包含する最小の円の中心を通る直線を第1の部分と第2の部分との境界線とする場合と比較して光源からの光の利用効率を向上させることができる。

請求の範囲

[請求項1]

内部反射によって光を伝搬する導光基板と、

それぞれ該導光基板上に備わる1次元回折格子である第1の部分と第2の部分とを備えた光入射部であって、該第1の部分は受け取った光を第1の光ビームとして該導光基板内の第1の経路に沿って伝搬させるように構成され、該第2の部分は受け取った光を第2の光ビームとして該導光基板内の第2の経路に沿って伝搬させるように構成された光入射部と、

該導光基板上に備わる1次元回折格子であって、該第1の光ビームの該第1の経路の方向を変えるように構成された第1の折り返し部と、

該導光基板上に備わる1次元回折格子であって、該第2の光ビームの該第2の経路の方向を変えるように構成された第2の折り返し部と、

該導光基板上に備わる2次元回折格子であって、該第1の折り返し部からの該第1のビーム及び該第2の折り返し部からの該第2のビームを受け取り、該第1及び第2のビームを結合して該導光基板の外部に射出するように構成された光射出部と、を備え、

該導光基板の面において、該第1の部分を包含する最小の円の中心は該第2の部分を包含する最小の円の中心よりも該光射出部から離れており、該第1の経路が該第2の部分が備わる該導光基板の領域を通過するように構成され、

該第1の部分に入射した後、該第1の部分及び該第2の部分の両方の1次回折光として伝搬し該光射出部に到達し得る光線の経路の範囲内であって、該第1の経路及び該第2の経路外の領域に迷光防止構造を備えた導光装置。

[請求項2]

内部反射によって光を伝搬する導光基板と、

それぞれ該導光基板上に備わる1次元回折格子である第1の部分と

第2の部分とを備えた光入射部であって、該第1の部分は受け取った光を第1の光ビームとして該導光基板内の第1の経路に沿って伝搬させるように構成され、該第2の部分は受け取った光を第2の光ビームとして該導光基板内の第2の経路に沿って伝搬させるように構成された光入射部と、

該導光基板上に備わる1次元回折格子であって、該第1の光ビームの該第1の経路の方向を変えるように構成された第1の折り返し部と、

該導光基板上に備わる1次元回折格子であって、該第2の光ビームの該第2の経路の方向を変えるように構成された第2の折り返し部と、

該導光基板上に備わる2次元回折格子であって、該第1の折り返し部からの該第1のビーム及び該第2の折り返し部からの該第2のビームを受け取り、該第1及び第2のビームを結合して該導光基板の外部に射出するように構成された光射出部と、を備え、

該導光基板の面において、該第1の部分を包含する最小の円の中心は該第2の部分を包含する最小の円の中心よりも該光射出部から離れており、該第1の経路が該第2の部分が備わる該導光基板の領域を通過するように構成された導光装置の製造方法であって、

該第1の部分及び該第2の部分の両方の1次回折光として該導光基板内を伝搬し得る入射光線の角度及び位置を求めるステップと、

該第1の部分及び該第2の部分の両方の1次回折光として該導光基板内を伝搬し得る入射光の光線うち、該光射出部に到達して迷光となりうる光線の経路の範囲を定めるステップと、

該迷光となりうる光線の経路の範囲内で該第1の経路及び該第2の経路外の領域に迷光防止構造を設置するステップと、を含む導光装置の製造方法。

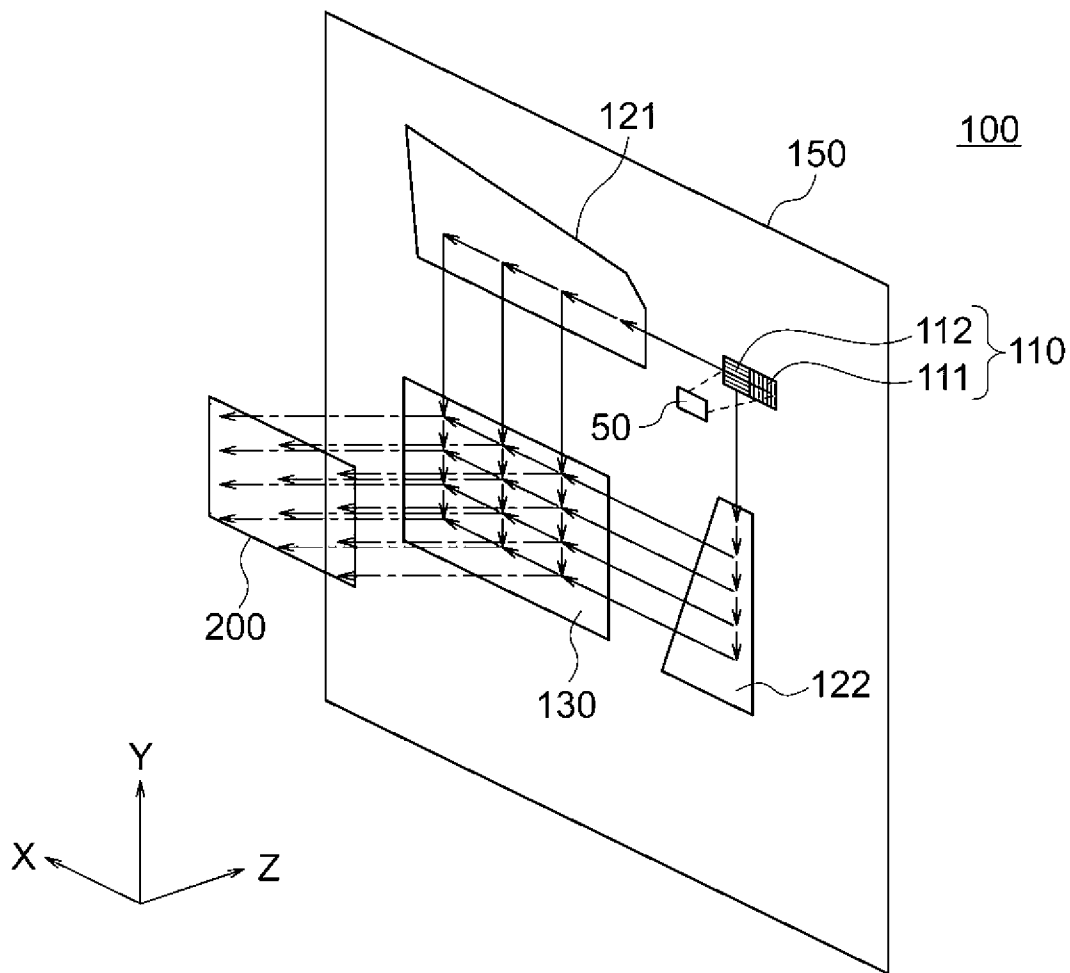
[請求項3]

該迷光防止構造を設置するステップにおいて、該迷光となりうる光

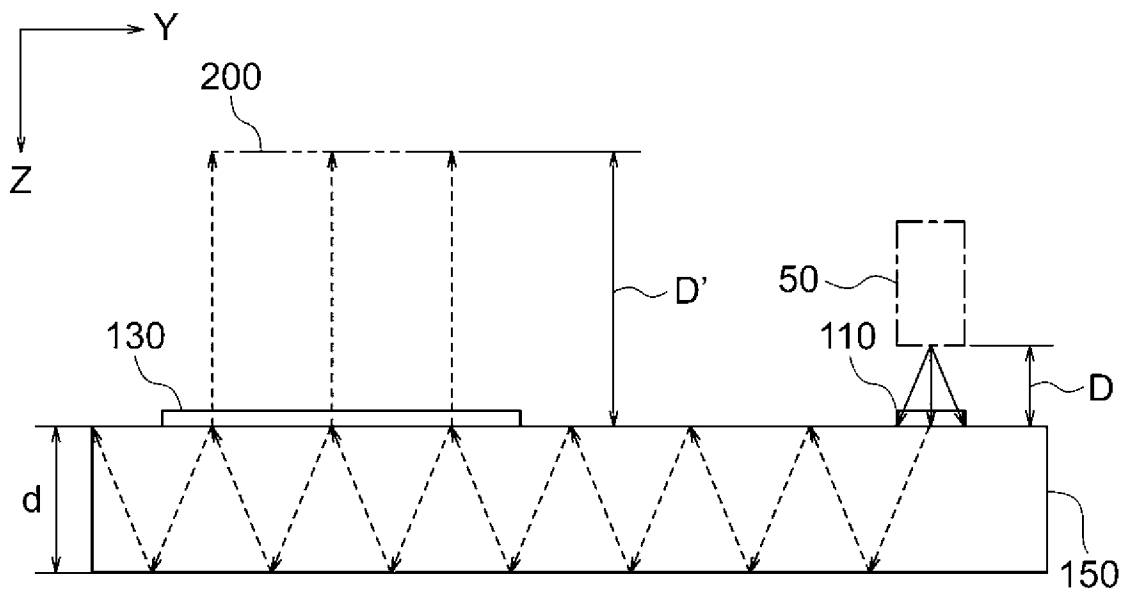
線の経路の範囲内の光線の強度を求め、強度が所定値よりも大きい光線の経路に迷光防止構造を設置する請求項 2 に記載の導光装置の製造方法。

[請求項 4] 該迷光防止構造を設置するステップにおいて、該迷光となりうる光線の経路の範囲内の光線の全反射の反射点の位置を求め、該全反射点の位置の近傍に迷光防止構造を設置する請求項 2 に記載の導光装置の製造方法。

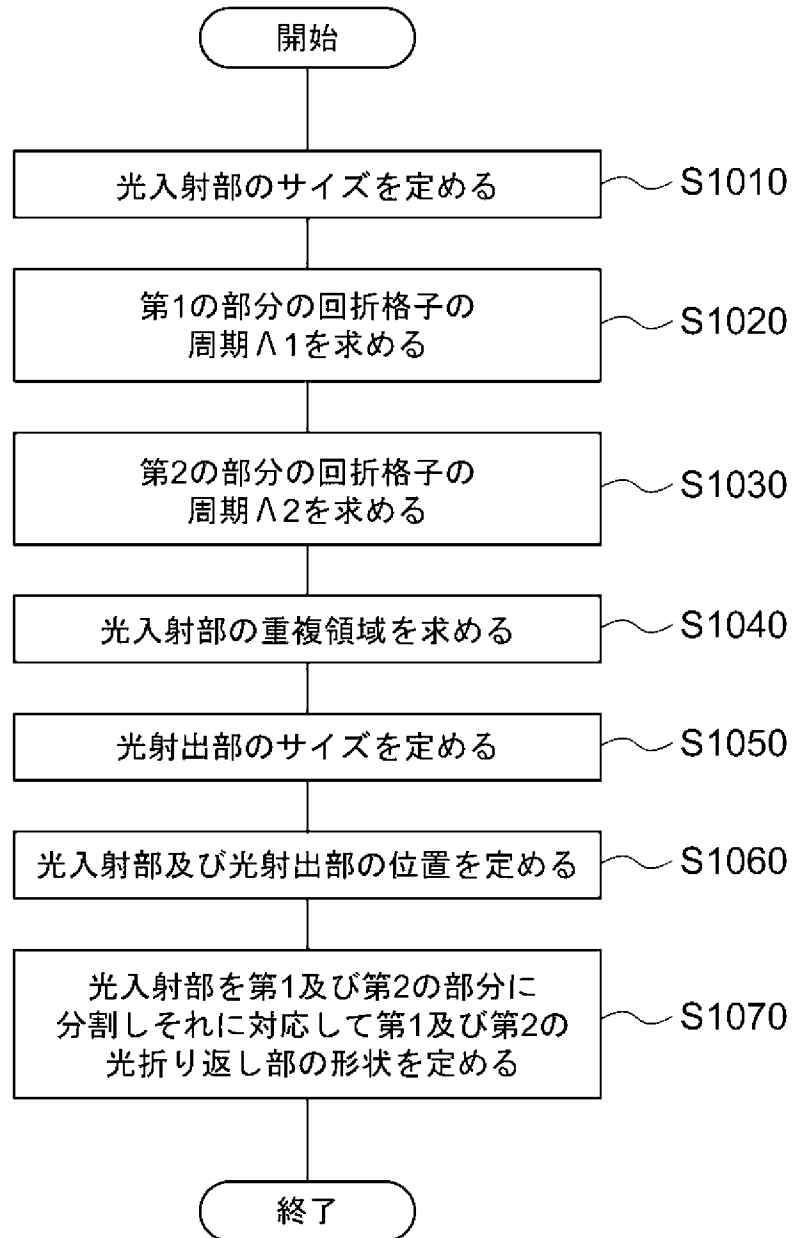
[図1]



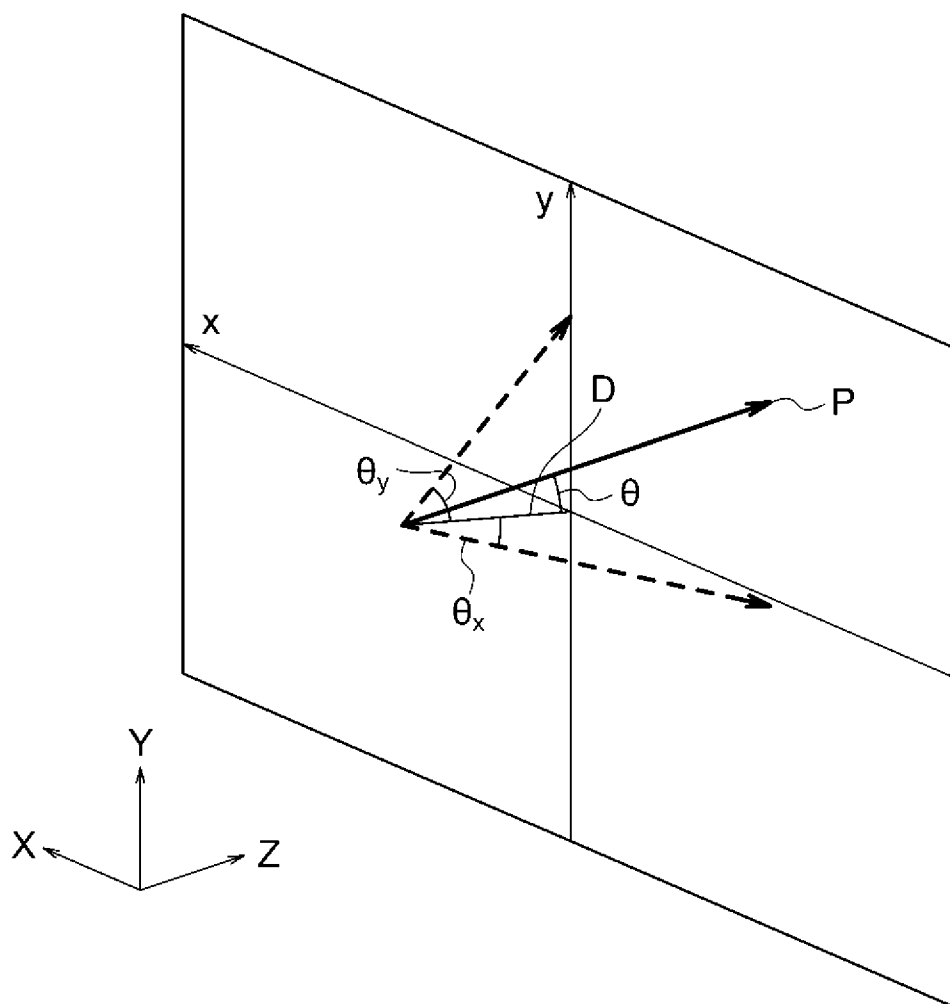
[図2]



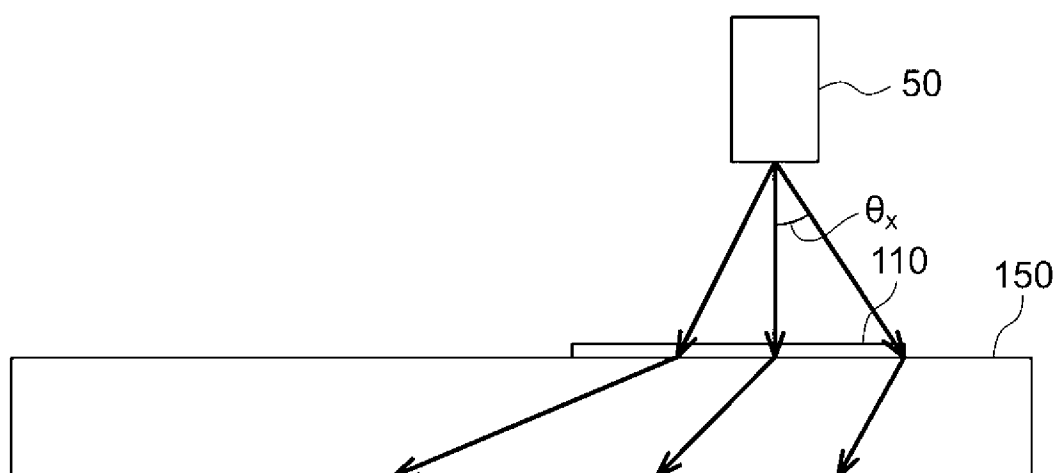
[図3]



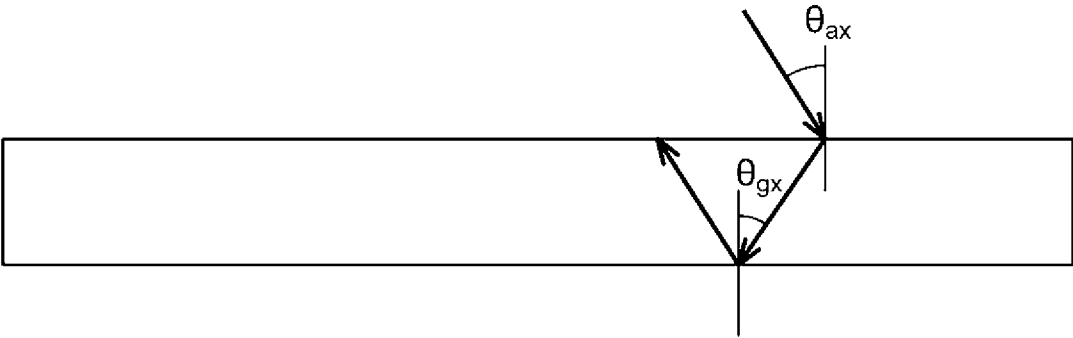
[図4]



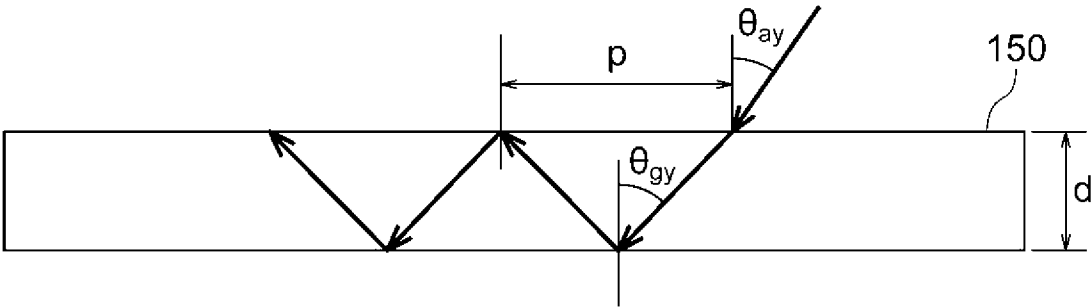
[図5]



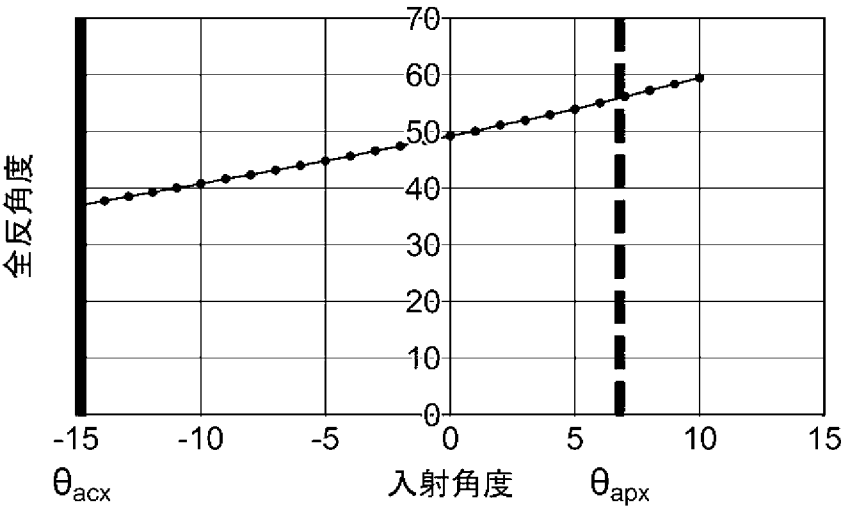
[図6]



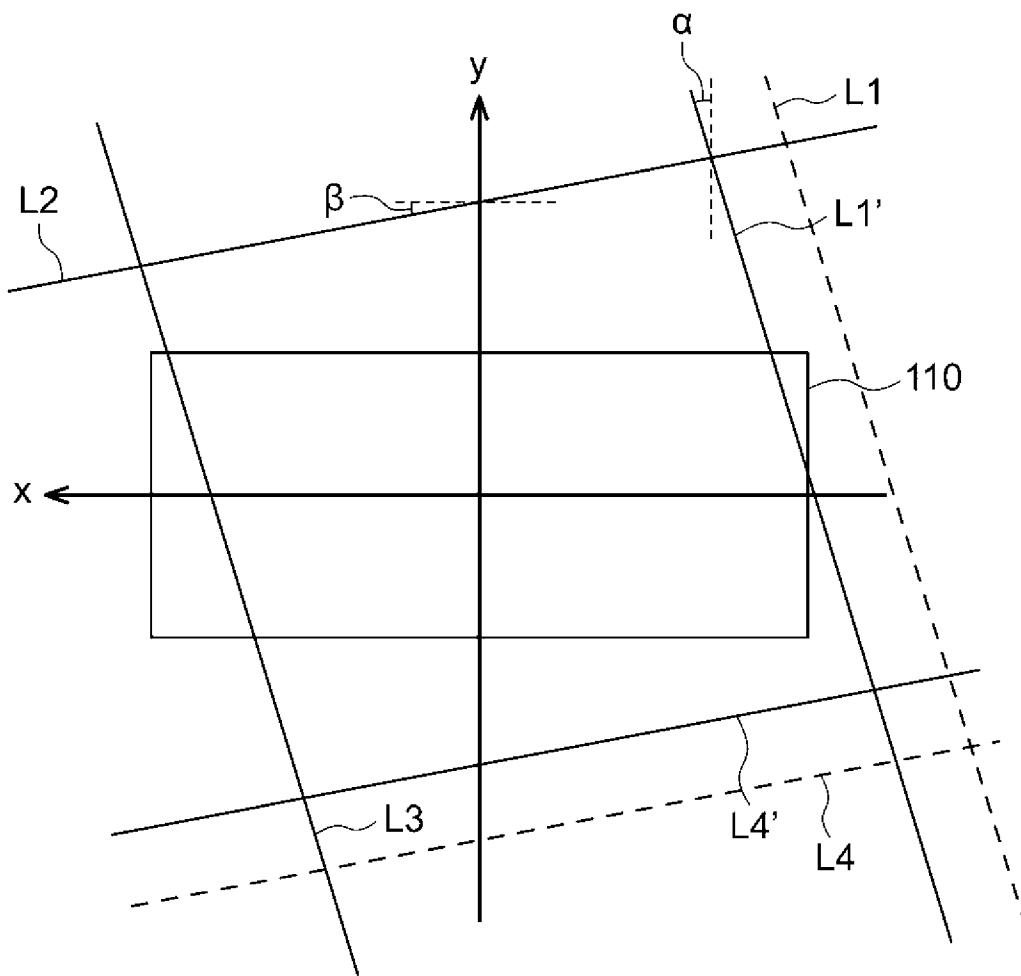
[図7]



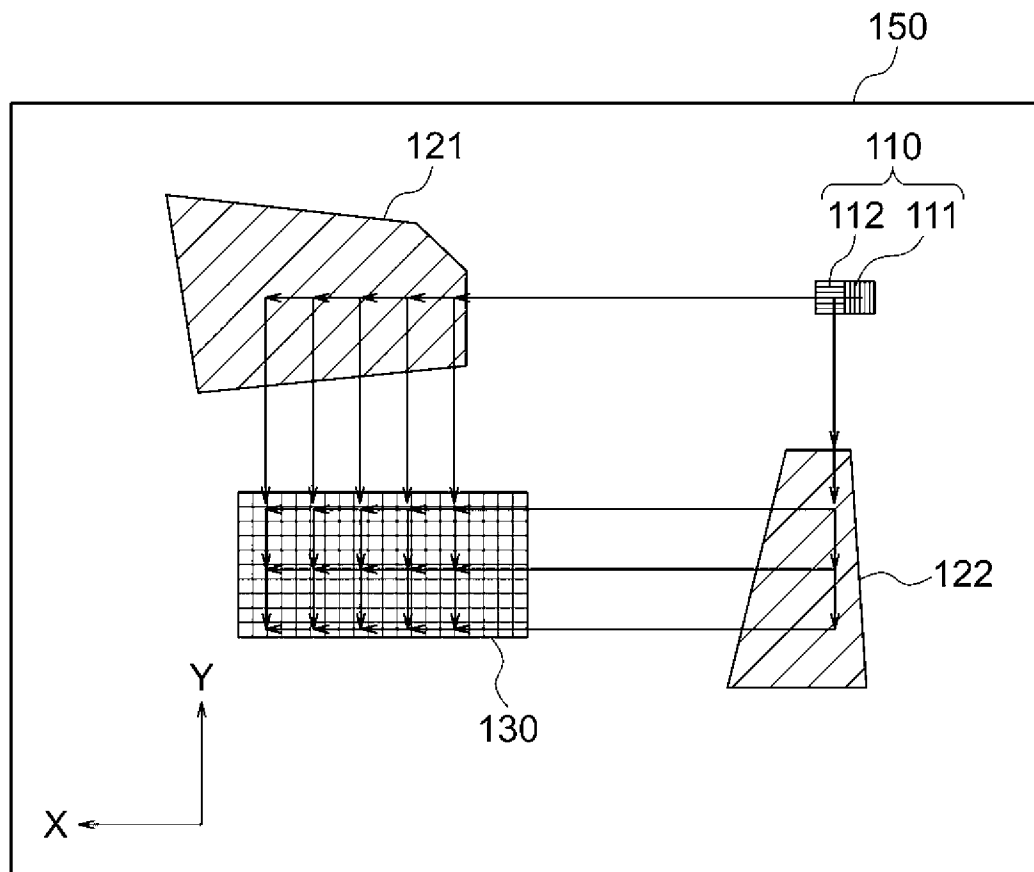
[図8]



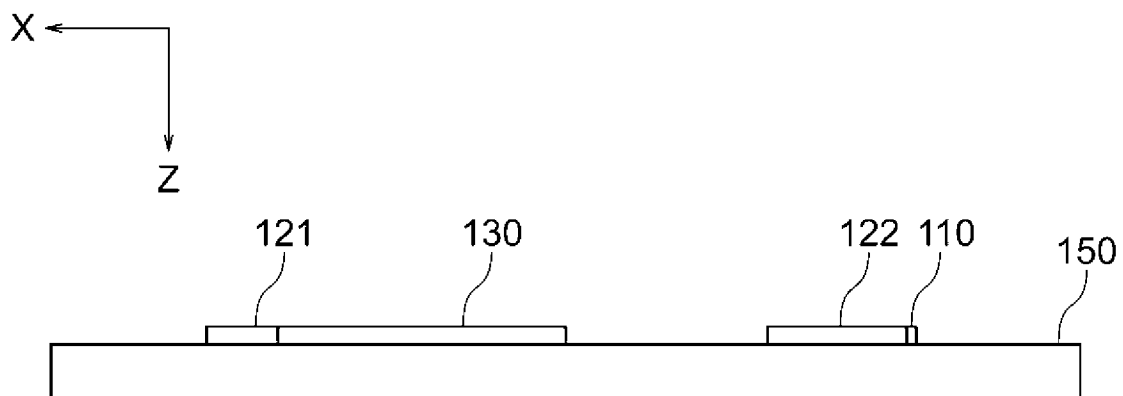
[図9]



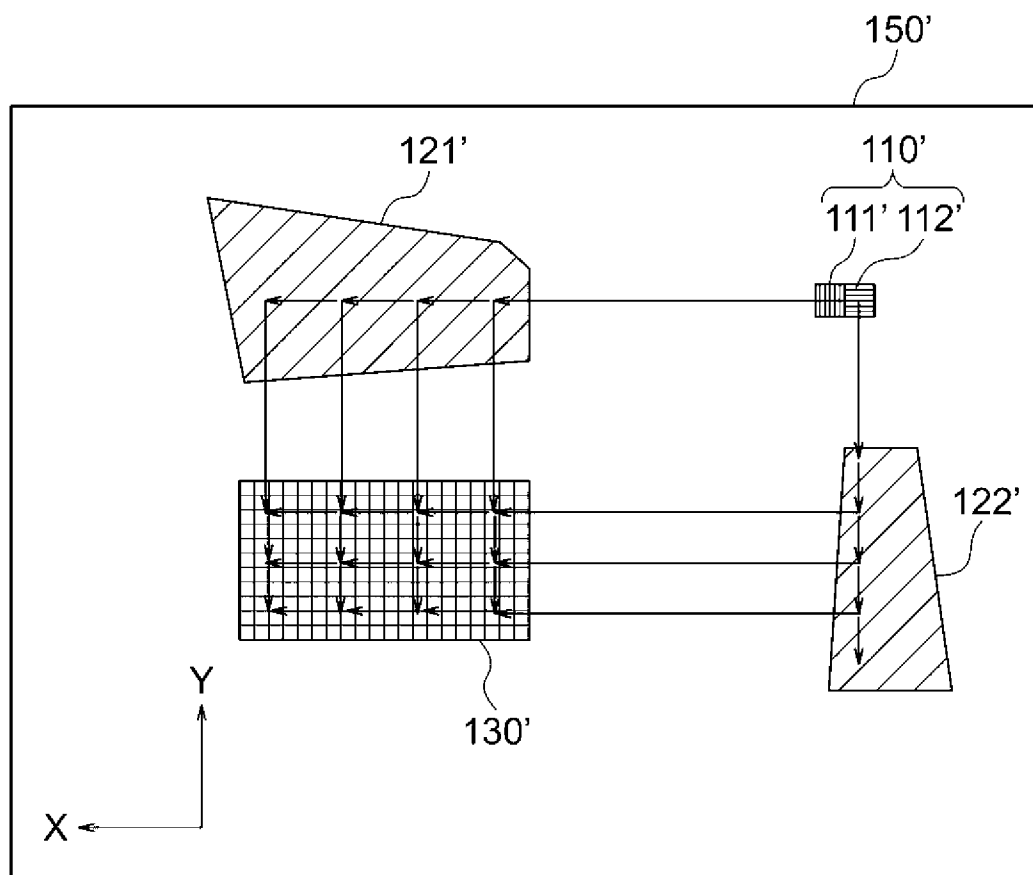
[図10]



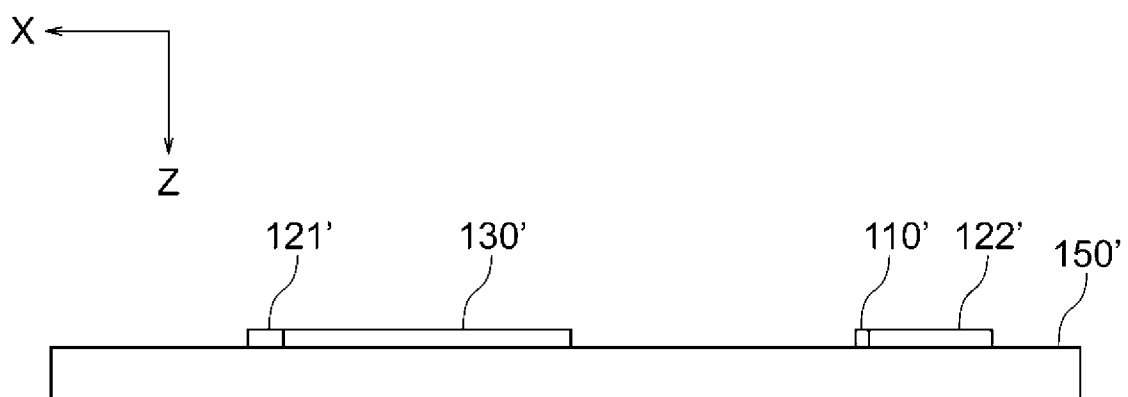
[図11]



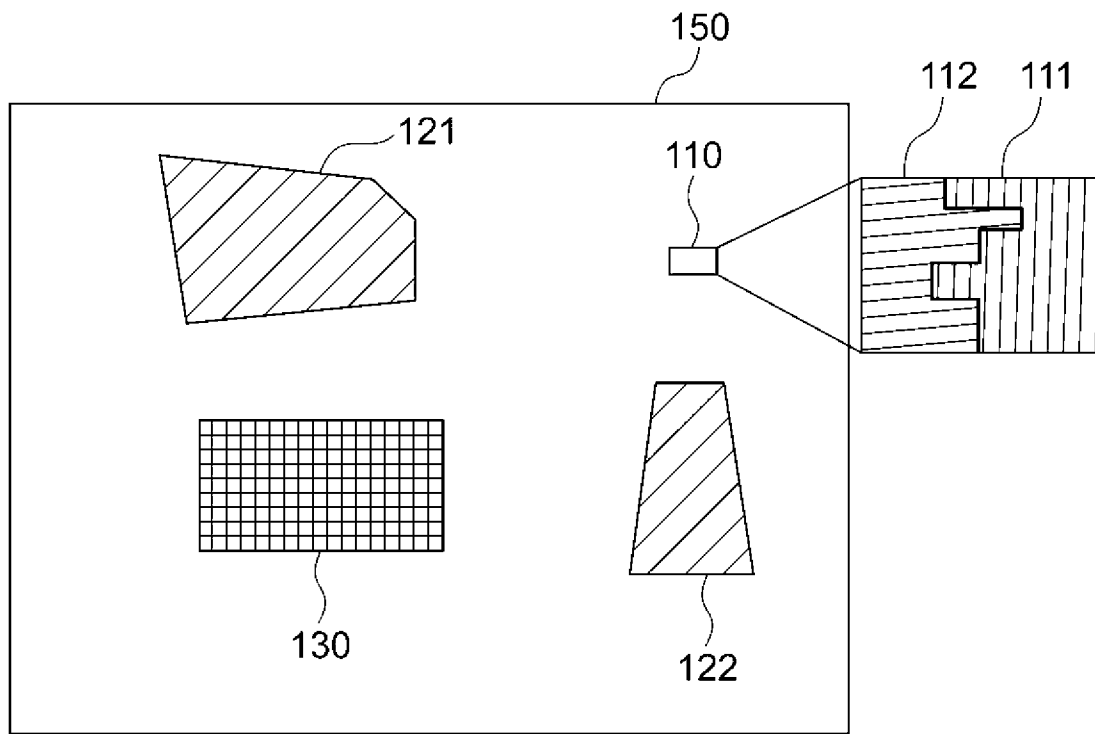
[図12]



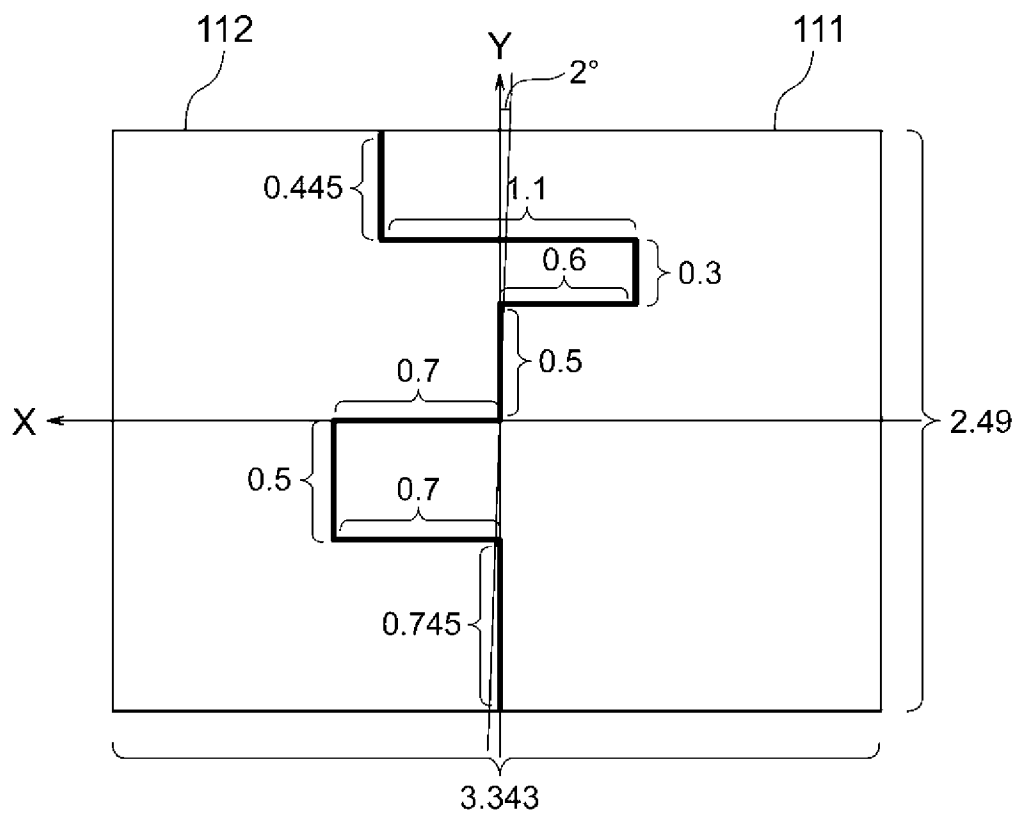
[図13]



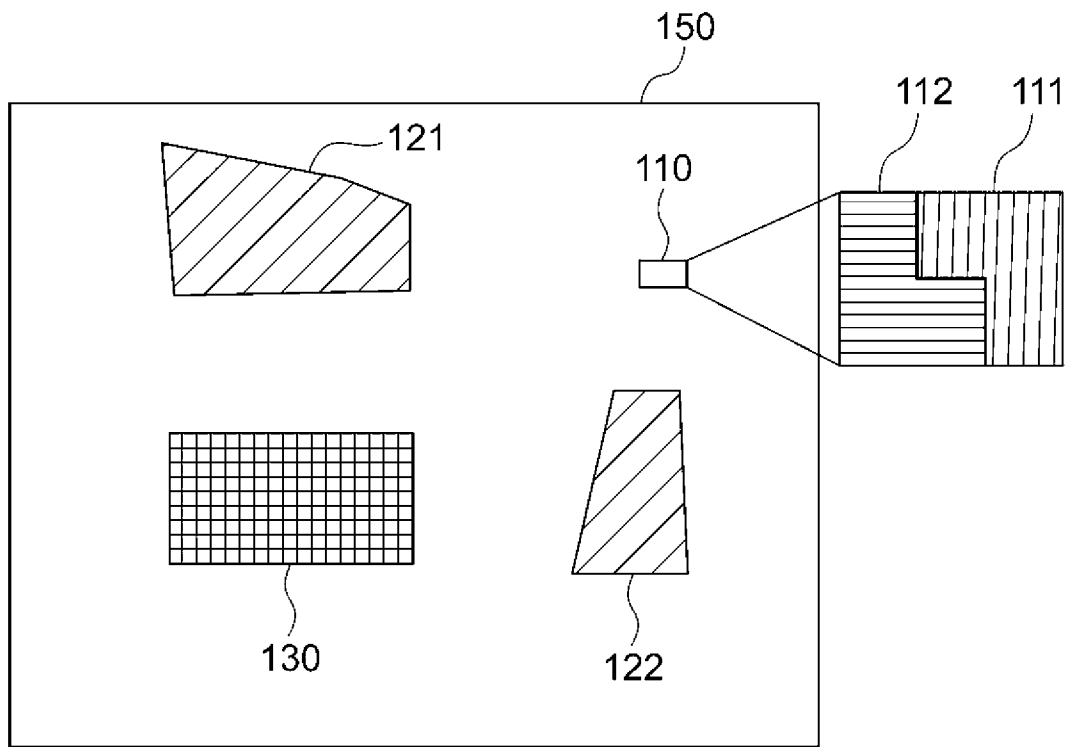
[図14]



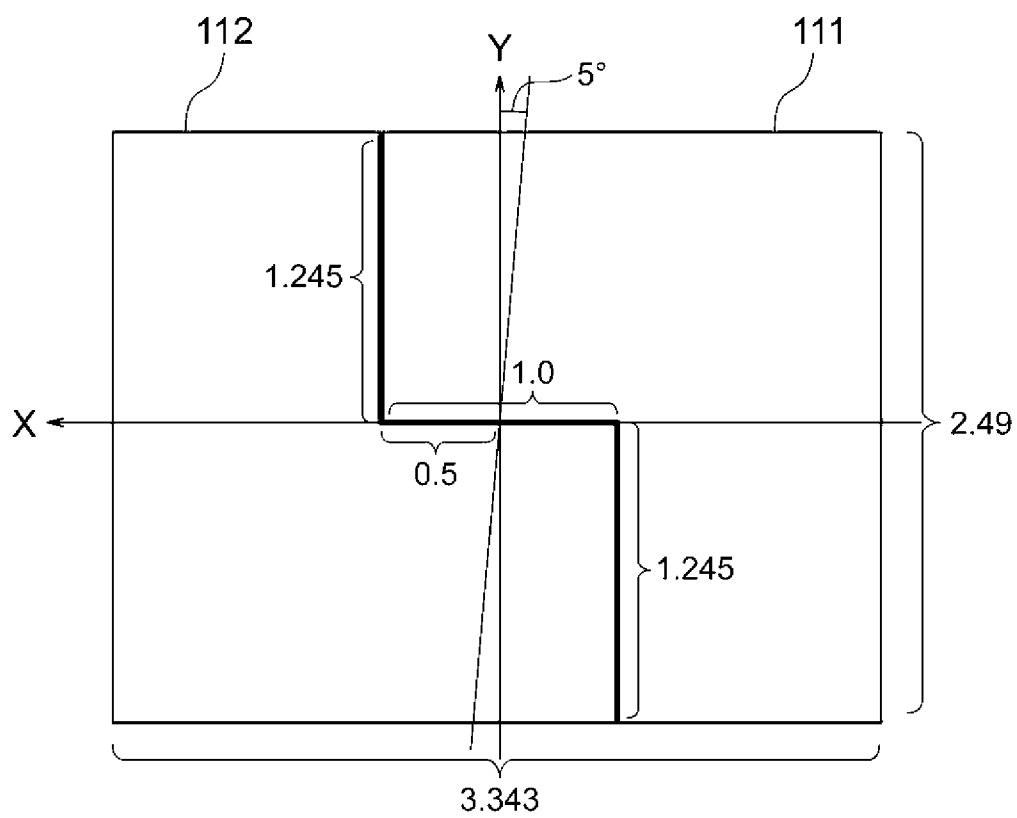
[図15]



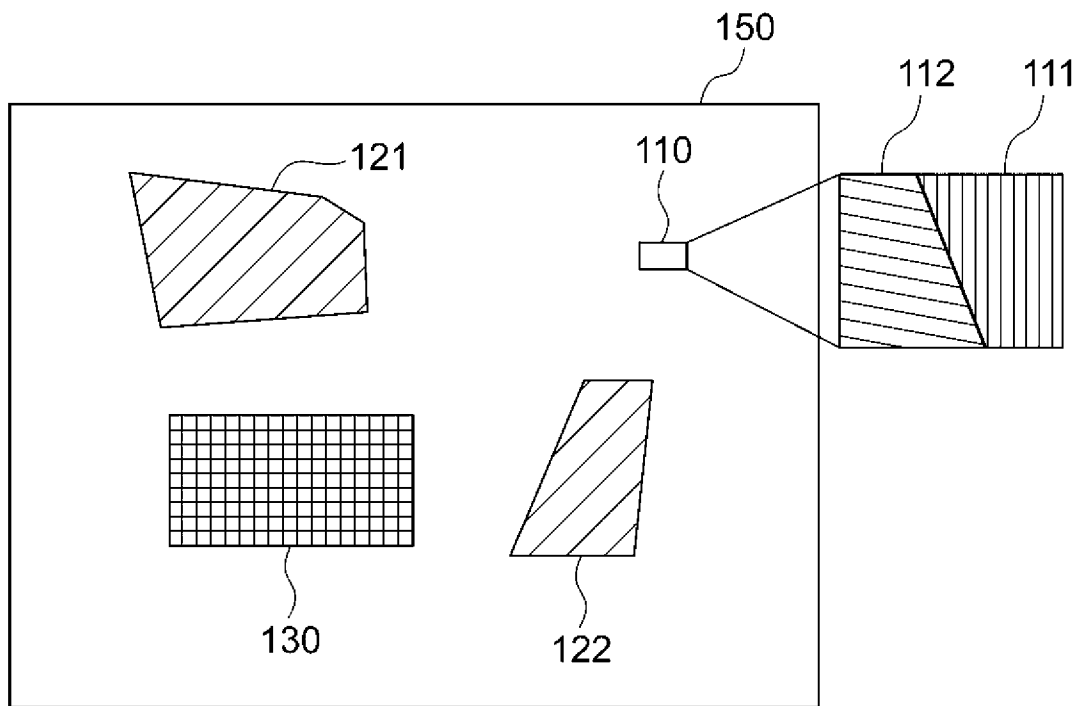
[図16]



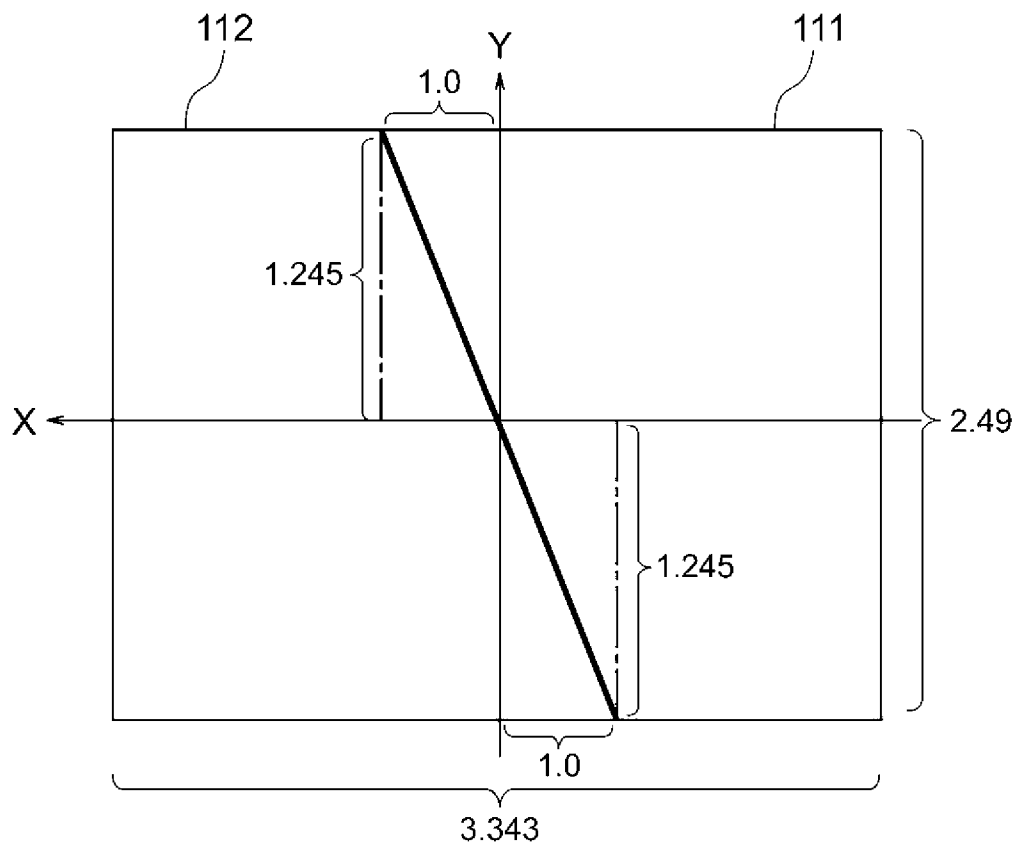
[図17]



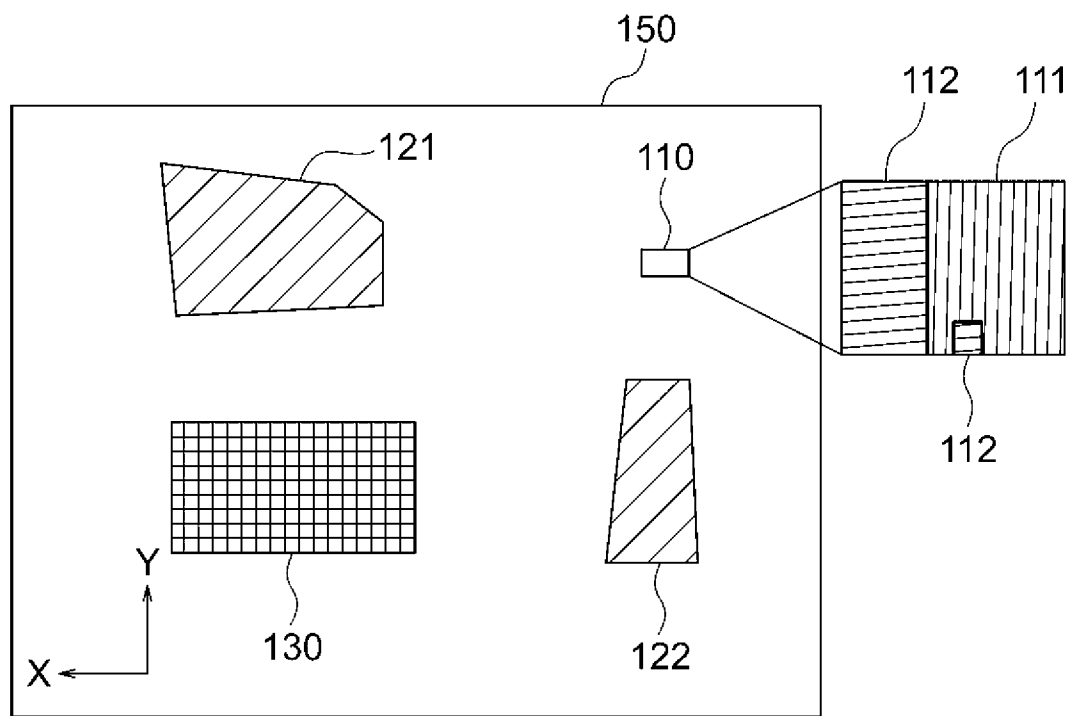
[図18]



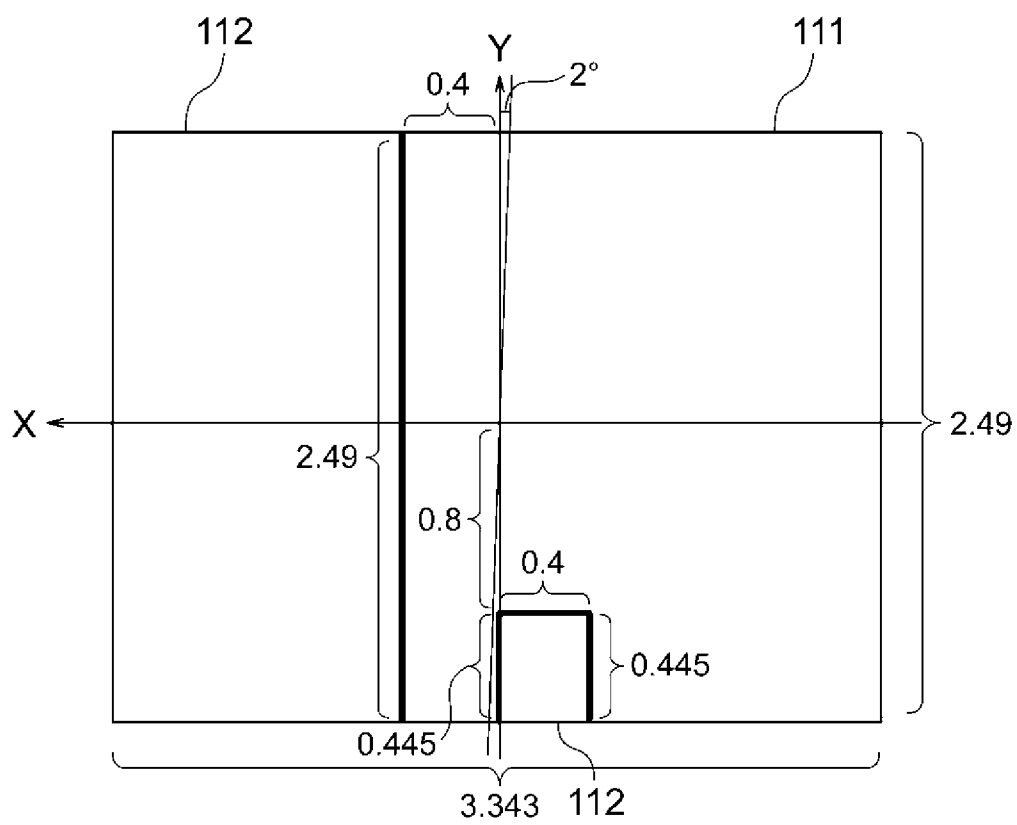
[図19]



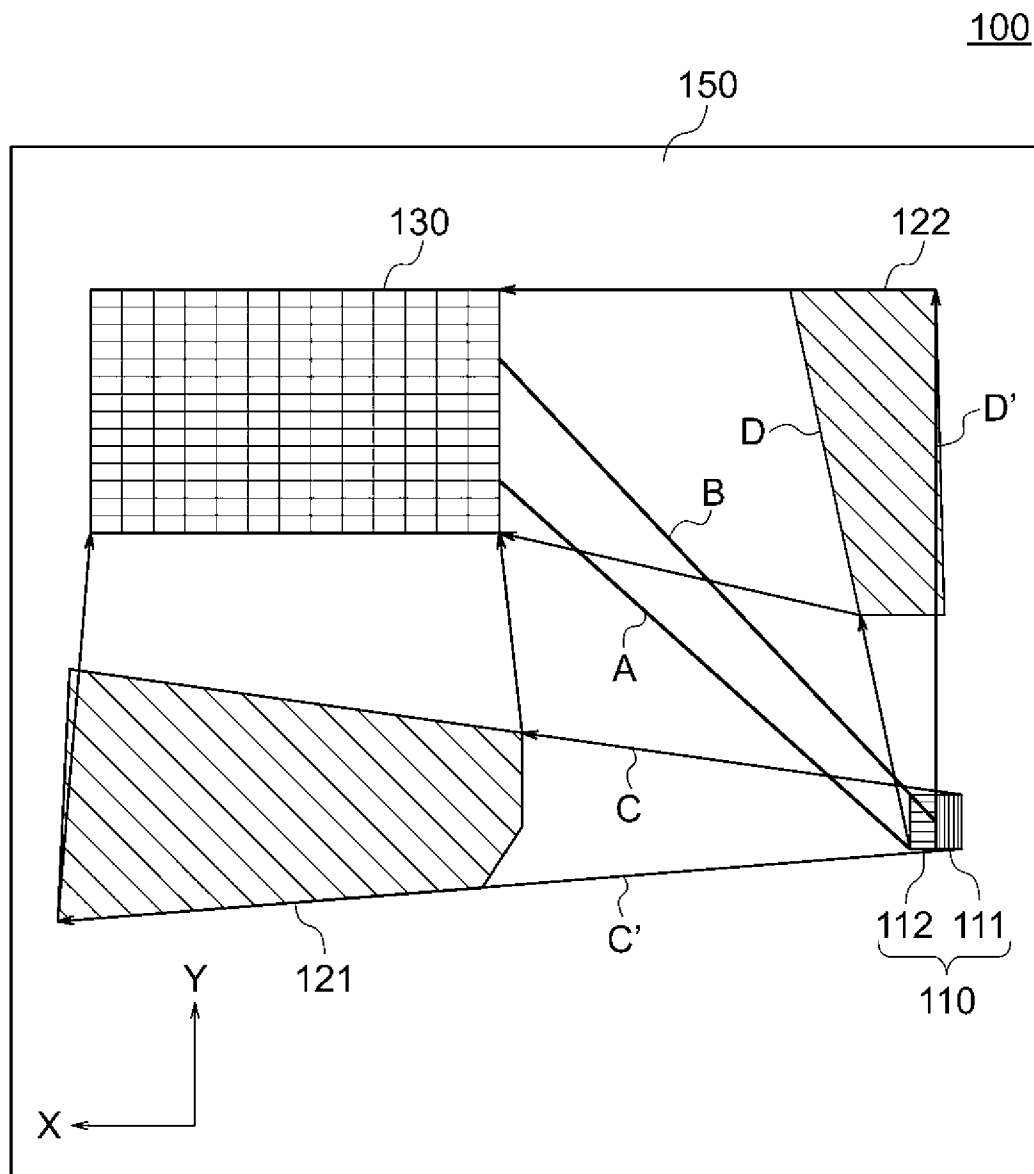
[図20]



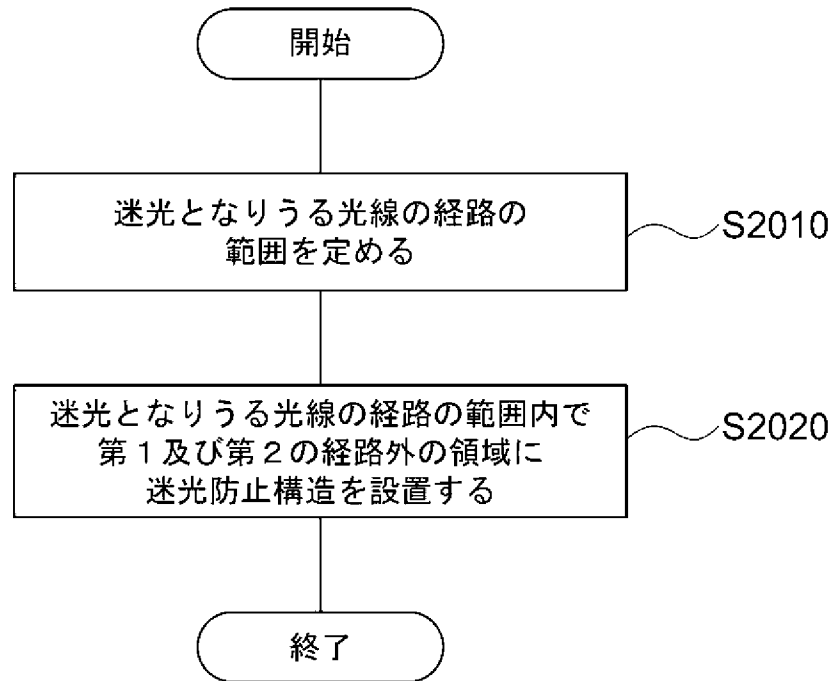
[図21]



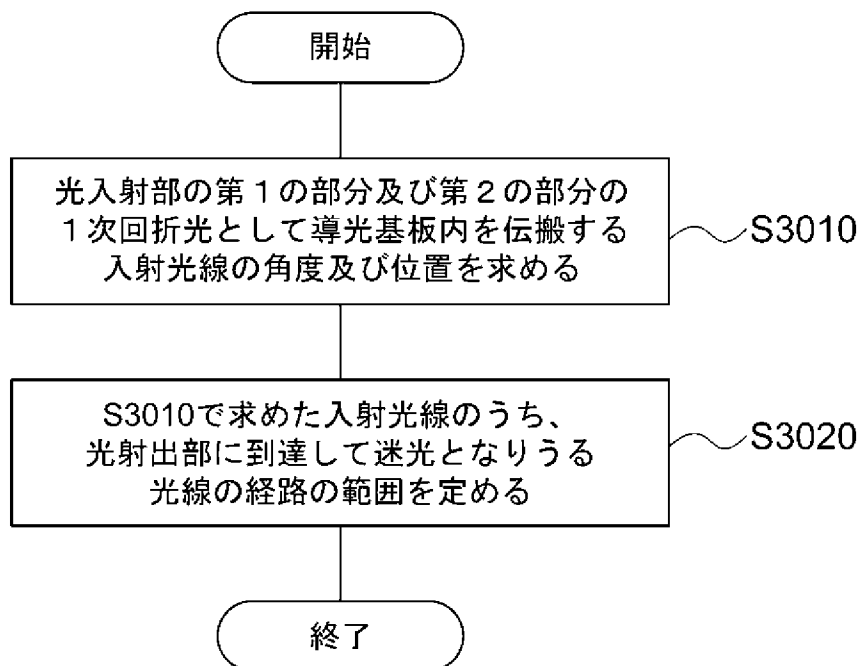
[図22]



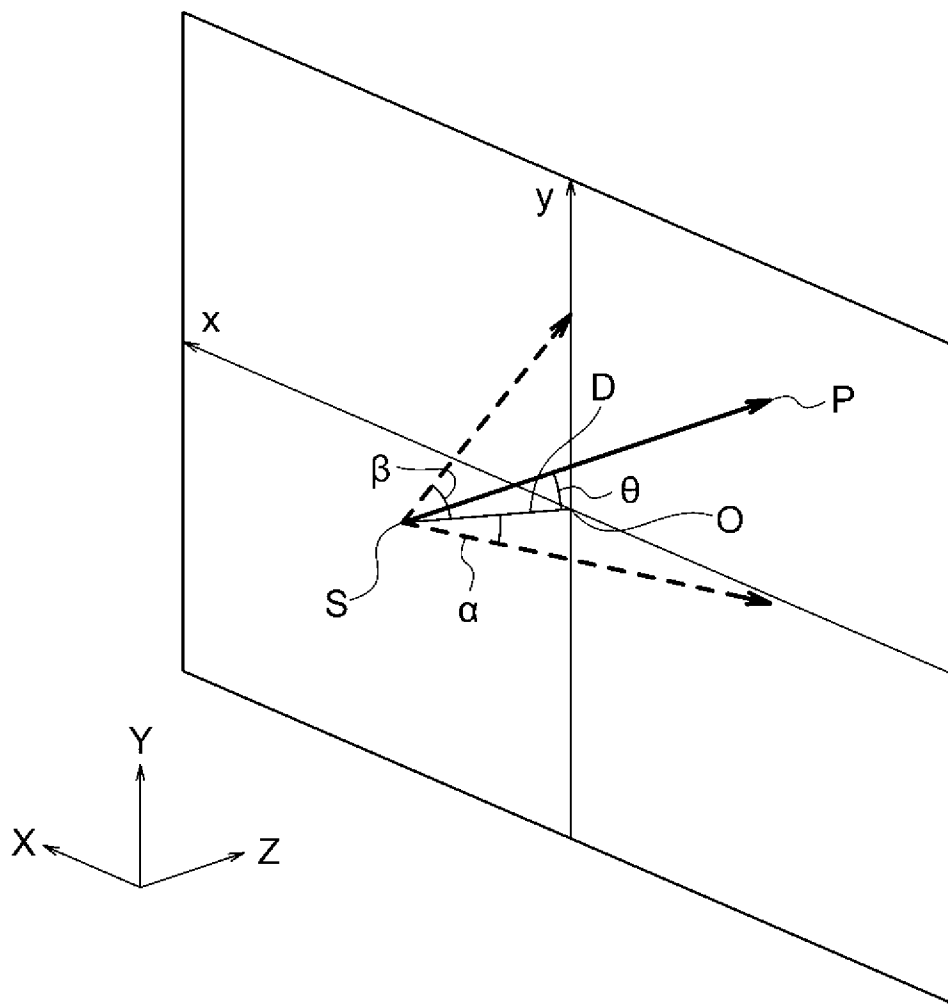
[図23]



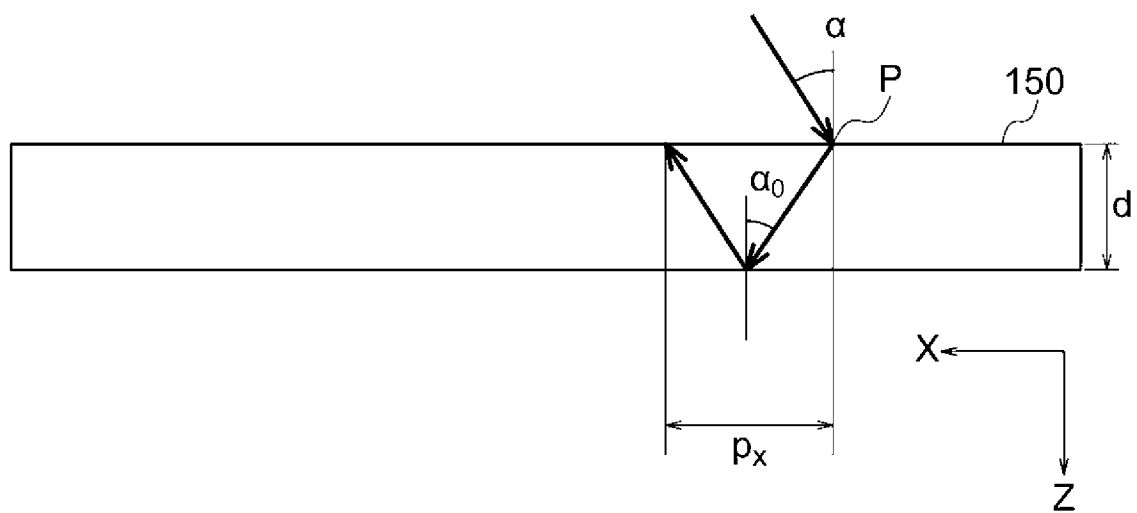
[図24]



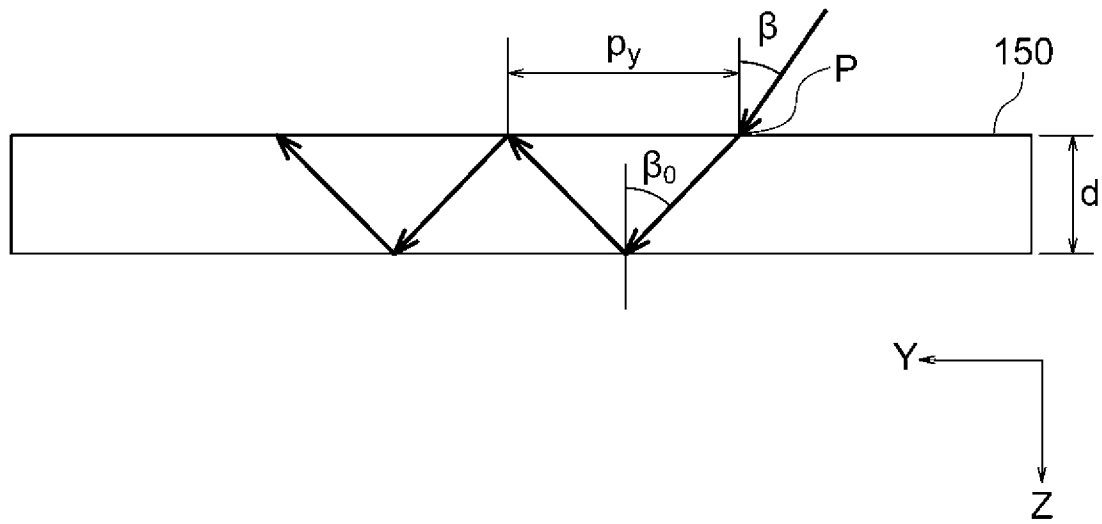
[図25]



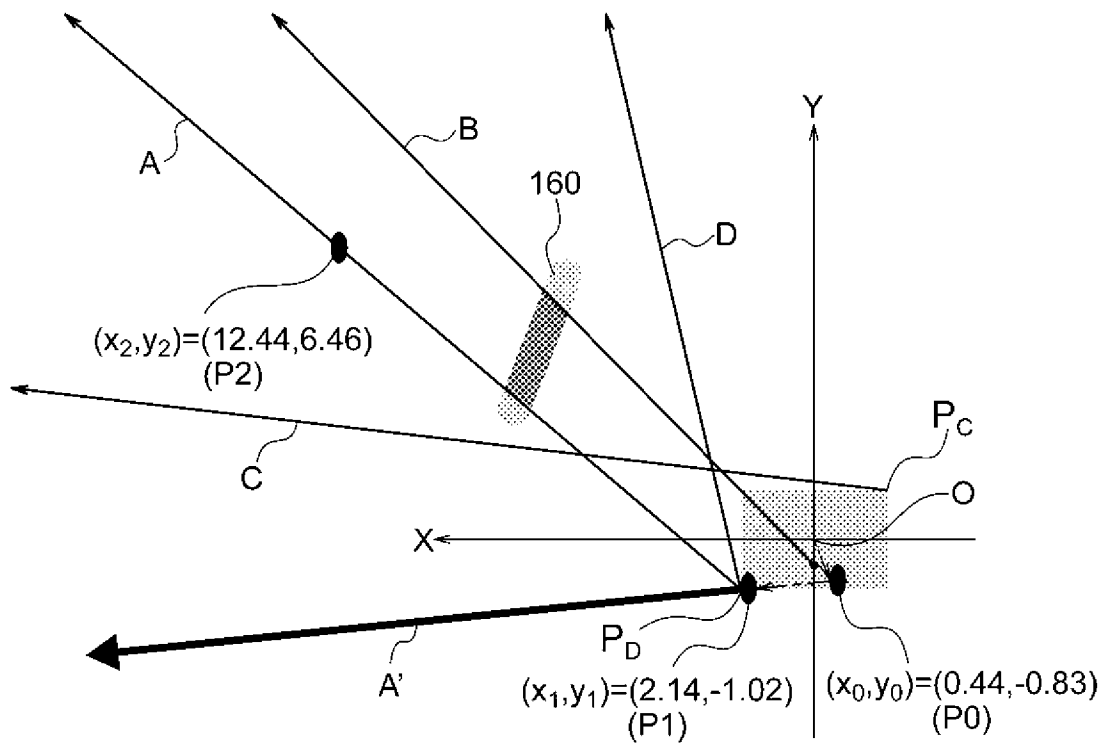
[図26]



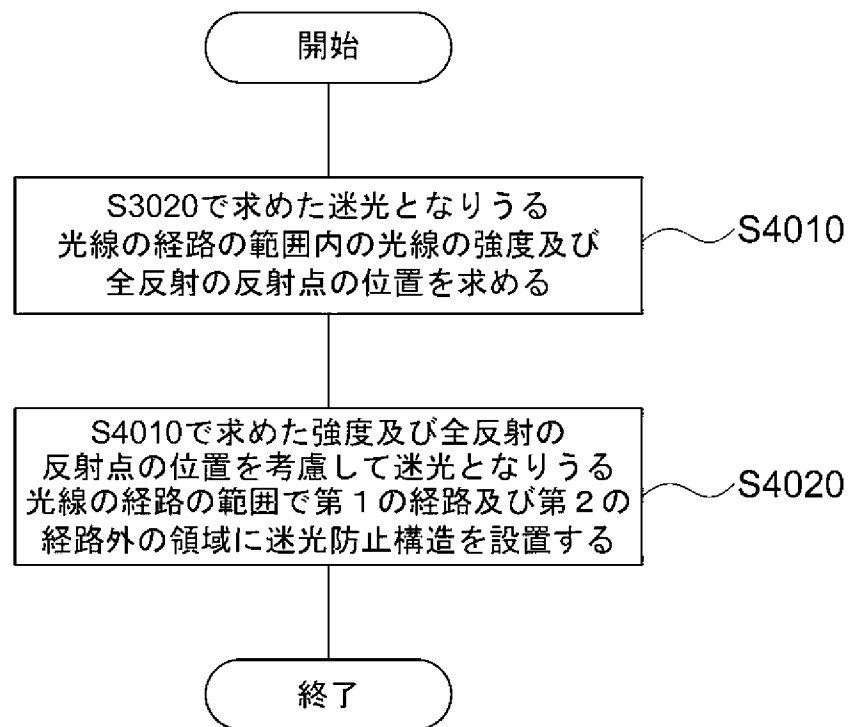
[図27]



[図28]



[図29]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/004532

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02B 27/02**(2006.01)i; **H04N 5/64**(2006.01)i; **H04N 13/344**(2018.01)i

FI: G02B27/02 Z; H04N5/64 511A; H04N13/344

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B27/01-27/02; H04N5/64; H04N13/344

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2020/0225498 A1 (NORTH INC.) 16 July 2020 (2020-07-16) entire text, all drawings	1-4
A	WO 2020/226078 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 12 November 2020 (2020-11-12) entire text, all drawings	1-4
A	JP 2020-536269 A (MAGIC LEAP, INC.) 10 December 2020 (2020-12-10) entire text, all drawings	1-4

☐ 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

10 April 2023

Date of mailing of the international search report

25 April 2023

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/004532

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2020/0225498	A1	16 July 2020	US 11307429 B2	
WO	2020/226078	A1	12 November 2020	US 2022/0057638 A1 entire text, all drawings	
				CN 113795776 A	
				JP 7199521 B2	
JP	2020-536269	A	10 December 2020	US 2019/0094551 A1 entire text, all drawings	
				WO 2019/067751 A1	
				EP 3688371 A1	
				KR 10-2020-0061369 A	
				CN 111133248 A	
				CA 3075926 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 27/02(2006.01)i; H04N 5/64(2006.01)i; H04N 13/344(2018.01)i FI: G02B27/02 Z; H04N5/64 511A; H04N13/344										
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）） G02B27/01-27/02; H04N5/64; H04N13/344										
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										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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	US 2020/0225498 A1 (NORTH INC.) 16.07.2020 (2020 - 07 - 16) 全文, 全図	1-4								
A	WO 2020/226078 A1 (富士フイルム株式会社) 12.11.2020 (2020 - 11 - 12) 全文, 全図	1-4								
A	JP 2020-536269 A (マジック リープ, インコーポレイテッド) 10.12.2020 (2020 - 12 - 10) 全文, 全図	1-4								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 “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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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 “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						
* 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 “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 10.04.2023	国際調査報告の発送日 25.04.2023									
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） 鈴木 俊光 2L 9115 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/JP2023/004532

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2020/0225498	A1	16.07.2020	US	11307429	B2	
WO	2020/226078	A1	12.11.2020	US	2022/0057638	A1	
				全文，全図			
				CN	113795776	A	
				JP	7199521	B2	
JP	2020-536269	A	10.12.2020	US	2019/0094551	A1	
				全文，全図			
				WO	2019/067751	A1	
				EP	3688371	A1	
				KR	10-2020-0061369	A	
				CN	111133248	A	
				CA	3075926	A1	