

(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
2021年2月11日(11.02.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/024508 A1

(51) 国際特許分類:

G03B 15/02 (2006.01) *G01S 7/481* (2006.01)
G03B 15/03 (2006.01) *G02B 5/02* (2006.01)
G03B 15/05 (2006.01) *H01S 5/183* (2006.01)
G03B 35/00 (2006.01) *H01S 5/42* (2006.01)
G01S 17/89 (2020.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/048789

(22) 国際出願日: 2019年12月12日(12.12.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

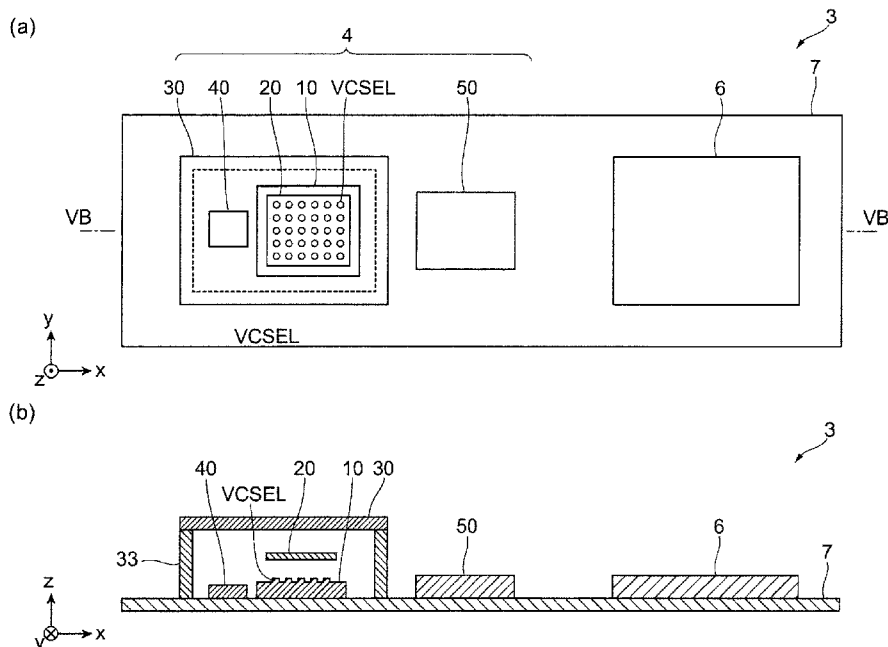
(30) 優先権データ:
特願 2019-146382 2019年8月8日(08.08.2019) JP

(71) 出願人: 富士ゼロックス株式会社(FUJI XEROX CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1070052 東京都港区赤坂九丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 皆見 健史 (MINAMIRU Takeshi); 〒2430494 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内 Kanagawa (JP). 稲田 智志 (INADA Satoshi); 〒2430494 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内 Kanagawa (JP). 樋口 貴史 (HIGUCHI Takafumi); 〒2430494 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内 Kanagawa (JP). 中村 滋年 (NAKAMURA Shigetoshi); 〒2430494 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内 Kanagawa (JP). 大野 健一 (ONO Kenichi);

(54) Title: LIGHT-EMITTING DEVICE, OPTICAL DEVICE, AND INFORMATION PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 発光装置、光学装置及び情報処理装置



(57) Abstract: Provided is a light-emitting device in which light in an edge part that spreads beyond a predetermined range is suppressed compared to if the divergence angle of light emitted by light-emitting elements of a light source is not narrowed. The light-emitting device comprises: a light source on which a plurality of light-emitting elements are arranged; a first optical member that is provided to a light emission path of the light source and narrows the divergence angle of and emits light emitted from the light-emitting elements on the light source; and a second optical member that is provided to the

〒2430494 神奈川県海老名市本郷 2 2 7 4 番地
富士ゼロックス株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人航栄特許事務所(KOH-EI
PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区
西新橋一丁目 7 番 1 3 号 虎ノ門イースト
ビルディング 9 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, 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))

light-emitting side of the first optical member and diffuses and radiates light incident from the first optical member side.

(57) 要約: 光源の発光素子が出射する光の拡がり角を狭めない場合に比べ、予め定められた範囲の外に拡がる裾の部分の光を抑制した発光装置などを提供する。発光装置は、発光素子を複数配列した光源と、光源の光出射経路に設けられ、光源における各発光素子からの出射光の拡がり角を狭くして出射する第1の光学部材と、第1の光学部材の光出射側に設けられ、第1の光学部材側から入射する光を拡散して照射する第2の光学部材と、を備える。

明 細 書

発明の名称：発光装置、光学装置及び情報処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、発光装置、光学装置及び情報処理装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、光源と、所定の平面上において互いに隣接して配置される複数のレンズを有すると共に、光源が出射する光を拡散する拡散板と、拡散板によって拡散された光が被写体で反射した反射光を受光する撮像素子と、を備え、複数のレンズは、拡散された光における干渉縞の周期が三画素以下となるように配置された撮像装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2018-54769号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、タイムオブフライト方式の三次元形状の計測では、計測対象へ光を照射するため、光源から出射された光を拡散させて、予め定められた範囲に、予め定められた光強度分布で照射することが求められる。このとき、予め定められた範囲外にも光が強度を徐々に減衰させながら到達するが、予め定められた範囲外に到達する光は無駄になる。

[0005] 本発明の目的は、光源の発光素子が出射する光の拡がり角を狭めない場合に比べ、予め定められた範囲の外に到達する光量を抑制した発光装置などを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1態様に係る発光装置は、発光素子を複数配列した光源と、前記光源の光出射経路に設けられ、当該光源における各発光素子からの出射光の拡がり角を狭くして出射する第1の光学部材と、前記第1の光学部材の光

出射側に設けられ、当該第１の光学部材側から入射する光を拡散して照射する第２の光学部材と、を備えることを特徴とする。

本発明の第２態様に係る発光装置は、第１態様に係る発光装置において、前記第１の光学部材は、屈折により光の拡がり角を狭くする光学部品であることを特徴とする。

本発明の第３態様に係る発光装置は、第２態様に係る発光装置において、前記第１の光学部材は、前記光源の発光素子上に設けられていることを特徴とする。

本発明の第４態様に係る発光装置は、第３態様に係る発光装置において、前記第１の光学部材は、前記光源の発光素子毎に設けられているマイクロレンズであることを特徴とする。

本発明の第５態様に係る発光装置は、第１態様に係る発光装置において、前記第１の光学部材は、前記光源の各発光素子から入射した光を平行光にして出射することを特徴とする。

本発明の第６態様に係る発光装置は、第１態様に係る発光装置において、前記発光素子は、垂直共振型面発光レーザ素子であることを特徴とする。

本発明の第７態様に係る発光装置は、第６態様に係る発光装置において、前記垂直共振型面発光レーザ素子は、長共振器構造であることを特徴とする。

本発明の第８態様に係る発光装置は、第１～７のいずれかの態様に係る発光装置において、複数の前記発光素子は、電極パターンにより互いに並列に接続されるとともに、当該電極パターンは、各発光素子の出射口を除く領域を、連続したパターンで覆っていることを特徴とする。

本発明の第９態様に係る発光装置は、第１～８のいずれかの態様に係る発光装置において、前記第２の光学部材は、前記第１の光学部材から出射する光の指向性を変えて照射させることを特徴とする。

本発明の第１０態様に係る発光装置は、第９態様に係る発光装置において、請求項１０に記載の発明は、前記第２の光学部材には、板状の部材であつ

て、少なくとも一方の面に光の指向性を変える構造が設けられていることを特徴とする。

本発明の第 1 1 態様に係る発光装置は、第 1 ～ 9 のいずれかの態様に係る発光装置において、前記第 2 の光学部材は板状の部材であって、少なくとも一方の面に複数の凹部および凸部が設けられていることを特徴とする。

本発明の第 1 2 態様に係る発光装置は、第 1 ～ 1 1 のいずれかの態様に係る発光装置において、前記第 2 の光学部材は、タイムオブフライト方式による三次元形状の計測に用いる光を照射することを特徴とする。

本発明の第 1 3 態様に係る発光装置は、第 1 ～ 1 2 のいずれかの態様に係る発光装置において、前記光源、前記第 1 の光学部材及び前記第 2 の光学部材が携帯型情報処理端末に搭載され、当該光源は前記携帯型情報処理端末の電池によって駆動されることを特徴とする。

本発明の第 1 4 態様に係る光源装置は、第 1 ～ 1 3 のいずれかの態様に係る発光装置と、前記発光装置が備える光源から出射され計測対象で反射された反射光を受光する受光部と、を備え、前記受光部は、前記光源から光が出射されてから当該受光部で受光されるまでの時間に相当する信号を出力することを特徴とする。

本発明の第 1 5 態様に係る情報処理装置は、第 1 4 態様に係る光学装置と、前記光学装置が備える光源から出射され計測対象で反射され、当該光学装置が備える受光部が受光した反射光に基づき、当該計測対象の三次元形状を特定する形状特定部と、を備えることを特徴とする。

本発明の第 1 6 態様に係る情報処理装置は、第 1 5 態様に係る情報処理装置において、前記形状特定部での特定結果に基づき、自装置の使用に関する認証処理を行う認証処理部をさらに備えることを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本発明の第 1 態様によれば、光源の発光素子が出射する光の拡がり角を狭めない場合に比べ、予め定められた範囲の外に照射される光量が抑制される。

本発明の第２態様によれば、第１の光学部材が、屈折により光の拡がり角を狭くする光学部品でない場合に比べ、拡がり角の制御が容易にできる。

本発明の第３態様によれば、第１の光学部材を、光源の発光素子上に設けない場合に比べ、発光装置が小型化できる。

本発明の第４態様によれば、マイクロレンズが発光素子毎に設けられていない場合に比べ、光出射方向の制御が容易になる。

本発明の第５態様によれば、第１の光学部材が光源の各発光素子から入射した光を平行光にして出射しない場合に比べ、予め定められた範囲の外に照射される光量がより抑制される。

本発明の第６態様によれば、発光素子が垂直共振型面発光レーザ素子でない場合に比べ、面発光の光源が構成しやすい。

本発明の第７態様によれば、垂直共振型面発光レーザ素子が長共振器構造でない場合に比べ、出射光の拡がり角がより狭くできる。

本発明の第８態様によれば、発光素子毎に配線が設けられる場合に比べ、駆動電流が流れた場合の電圧降下が抑制される。

本発明の第９態様によれば、第２の光学部材が、第１の光学部材から出射する光の指向性を変えない場合に比べ、第１の光学部材側から入射する光を拡散して照射することができる。

本発明の第１０態様によれば、板状の部材である第２の光学部材の少なくとも一方の面に光の指向性を変える構造が設けられていない場合に比べ、第１の光学部材側から入射する光を拡散して照射することができる。

本発明の第１１態様によれば、板状の部材の少なくとも一方の面に複数の凹部および凸部が設けられた第２の光学部材は容易に製造できるため、発光素子を安価に製造することができる。

本発明の第１２態様によれば、タイムオブフライト方式による三次元形状の計測に用いる光の利用効率を高くできる。

本発明の第１３態様によれば、光の利用効率を高くできるため、電池の消耗を抑制し、携帯型情報処理端末の駆動時間を長くすることができる。

本発明の第 1 4 態様によれば、発光装置によって光が出射されてから受光部によって受光されるまでの時間を計測できる光学装置が提供される。

本発明の第 1 5 態様によれば、三次元形状を計測できる情報処理装置が提供される。

本発明の第 1 6 態様によれば、三次元形状に基づく認証処理を搭載した情報処理装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第 1 の実施の形態が適用される情報処理装置の一例を示す図である。

[図2]情報処理装置による三次元形状の計測について説明する図である。

[図3]照射面を説明する図である。(a)は、照射面における照射パターンの一例を示す図、(b)は、(a)の A-A 線での光強度分布である。

[図4]情報処理装置の構成を説明するブロック図である。

[図5]第 1 の実施の形態が適用される光学装置の平面図及び断面図の一例である。(a)は、平面図、(b)は、(a)の V B-V B 線での断面図である。

[図6]光源の平面図の一例である。

[図7]光源が備える一個の λ 共振器構造のマルチモード VCSEL の断面構造を説明する図である。

[図8]マルチモード VCSEL からの出射光の拡がり角 α を模式的に説明する図である。

[図9]VCSEL-A の出射光の拡がり角と照射面における裾拡がり量及び光利用効率との関係を説明する図である。

[図10]第 1 の実施の形態が適用される発光装置における光源、拡がり角狭化部材 20 の一例である凸レンズ及び拡散板の関係を模式的に説明する図である。

[図11]第 1 の実施の形態が適用される発光装置における光源、拡がり角狭化部材の他の一例であるフライアイレンズ及び拡散板の関係を模式的に説明する図である。

[図12]第2の実施の形態が適用される光学装置の平面図及び断面図の一例である。(a)は、平面図、(b)は、(a)のX||B-X||B線での断面図である。

[図13]第2の実施の形態が適用される発光装置における光源、拡がり角狭化部材の一例であるマイクロレンズのアレイ及び拡散板の関係を模式的に説明する図である。

[図14]光源を構成する一個の長共振器構造のシングルモードVCSELの断面構造を説明する図である。

[図15]第2の実施の形態が適用される発光装置における光源、拡がり角狭化部材の一例であるマイクロレンズ及び拡散板の関係を模式的に説明する図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

情報処理装置は、その情報処理装置にアクセスしたユーザがアクセスすることが許可されているか否かを識別し、アクセスが許可されているユーザであることが認証された場合にのみ、自装置である情報処理装置の使用を許可するようになっていることが多い。これまで、パスワード、指紋、虹彩などにより、ユーザを認証する方法が用いられてきた。最近では、さらにセキュリティ性の高い認証方法が求められている。この方法として、ユーザの顔の三次元像による認証が行われるようになっている。

[0010] ここでは、情報処理装置は、一例として携帯型情報処理端末であるとして説明し、三次元像として捉えられた顔を認識することで、ユーザを認証するとして説明する。なお、情報処理装置は、携帯型情報処理端末以外のパーソナルコンピュータ(PC)などの情報処理装置に適用しうる。

[0011] 本実施の形態で説明する構成、機能、方法等は、顔の形状による認識以外に、物体の三次元像の取得にも適用しうる。すなわち、顔以外の物体を計測対象として、計測対象の三次元形状を計測して三次元像を取得することに適

用してもよい。また、計測対象までの距離（以下では、計測距離と表記する。）は問わない。本実施の形態では、三次元像の取得の対象となる顔や顔以外の物体を、被照射物または被計測物と表記する場合がある。

[0012] [第1の実施の形態]

(情報処理装置1)

図1は、第1の実施の形態が適用される情報処理装置1の一例を示す図である。前述したように、情報処理装置1は、一例として携帯型情報処理端末である。

情報処理装置1は、ユーザインターフェイス部（以下では、UI部と表記する。）2と三次元像を取得する光学装置3とを備えている。UI部2は、例えばユーザに対して情報を表示する表示デバイスとユーザの操作により情報処理に対する指示が入力される入力デバイスとが一体化されて構成されている。表示デバイスは、例えば液晶ディスプレイや有機ELディスプレイであり、入力デバイスは、例えばタッチパネルである。

[0013] 光学装置3は、発光装置4と、三次元センサ（以下では、3Dセンサと表記する。）6とを備えている。発光装置4は、三次元像の取得のために三次元形状を計測する計測対象、ここで説明する例では顔、に向けて光を出射する。3Dセンサ6は、発光装置4が出射した光が顔で反射されて戻ってきた光を取得する。光学装置3は、光の飛行時間による、いわゆるタイムオブフライト（TOF: Time of Flight）方式に基づいて、顔の三次元像を取得する。以下では、計測対象が顔である場合、顔を計測対象と表記することがある。

[0014] 情報処理装置1は、CPU、ROM、RAMなどを含むコンピュータとして構成されている。ROMには、不揮発性の書き換え可能なメモリ、例えばフラッシュメモリを含む。ROMに蓄積されたプログラムや定数が、RAMに展開される。CPUがRAMに展開されたプログラムを実行することによって、情報処理装置1が動作し、各種の情報処理が実行される。

[0015] (情報処理装置1による三次元形状の計測)

図2は、情報処理装置1による三次元形状の計測について説明する図である。ここでの計測対象は、顔300である。図2に図示するように、紙面の右方向をx方向、上方向をz方向とし、紙面の裏面方向をy方向とする。図2は、頭上方向から頭（顔）を見た図である。

[0016] 情報処理装置1の光学装置3において、発光装置4から光が顔300に向けて出射される。そして、3Dセンサ6により顔300で反射された光が受光される。つまり、光学装置3は、発光装置4から計測対象に向けて光が照射され、3Dセンサ6で計測対象からの反射光が受光されるように構成されている。このとき、発光装置4は、発光装置4に対向して設けられる仮想的な面である照射面310に向けて光を照射する。ここで、発光装置4と照射面310とが正対し、照射面310に立てた垂線321上に発光装置4がある。垂線321は後述する検知範囲Iの中心に立つ。A-A線は、検知範囲Iの中心（垂線321との交点）を通り照射面310をx方向に横切る線である。発光装置4とA-A線上の任意の点とを結ぶ線を線322とする。角度 θ は、垂線321と線322との間の角度である。

[0017] 照射面310には、顔300を検知して顔300の三次元形状を計測する検知範囲Iと、検知範囲Iを取り囲む裾引き範囲IIとが形成される。検知範囲Iは、この領域に顔300が存在する場合に、反射光により顔300の三次元形状を計測する光強度の光が照射される範囲である。一方、裾引き範囲IIは、検知範囲Iから離れるにしたがい光強度が低下する範囲である。よって、裾引き範囲IIに顔300が存在しても、検知範囲Iに顔300が存在する場合と比べ、顔300の三次元形状は精度よく計測されない。つまり、裾引き範囲IIは、顔300の三次元形状を計測するのに適さない非検知範囲となる。検知範囲I及び裾引き範囲IIは、発光装置4から光が到達する範囲である。そして、検知範囲Iは、三次元形状の計測のために予め定められた範囲であって、予め定められた光強度分布で光が照射される範囲である。ここで、光強度とは、光度を言う。

[0018] 図3は、照射面310を説明する図である。図3(a)は、照射面310

における照射パターンの一例を示す図、図3(b)は、図3(a)のA-A線での光強度分布である。照射面310において光が照射された形状、つまり光が到達した部分の形状を照射パターンと表記する。図3(b)における横軸は、図2に示した垂線321と線322との間の角度 θ であり、縦軸は、照射面310における光強度である。

[0019] 図3(a)で示す照射パターンは、x方向に長手方向が向き、角が丸くなった四角形状であるとする。この照射パターンにおいて、中央部の実線で囲んだ長方形の範囲を検知範囲Ⅰに設定し、検知範囲Ⅰの周辺部を裾引き範囲ⅠⅠとしている。裾引き範囲ⅠⅠは、検知範囲Ⅰの外側に検知範囲Ⅰを取り巻くように形成されている。なお、検知範囲Ⅰは、長方形形状以外の形状に設定されてもよい。

[0020] 検知範囲Ⅰは、予め定められた光強度分布になるように設定されている。なお、図3(b)では、検知範囲Ⅰは、光強度が一定であるとしているが、予め定められた許容範囲において変動した分布であってもよい。すなわち、被照射物の三次元形状を計測可能な光強度であれば、検知範囲Ⅰの領域内において変動した分布であってもよい。例えば、検知範囲Ⅰにおいて、中央側の方が周辺側より光強度が弱い分布であってもよく、この逆の分布であってもよい。一方、裾引き範囲ⅠⅠでは、検知範囲Ⅰから離れにつれて、検知範囲Ⅰの光強度から徐々に光強度が低下していく。ここで、裾引き範囲ⅠⅠにおいて、検知範囲Ⅰと裾引き範囲ⅠⅠとの境界の角度から、光強度が最大値の $1/e^2$ になる角度までの角度差を裾拡がり量とする。裾拡がり量は、裾引き範囲ⅠⅠの大きさを示す。前述したように、裾引き範囲ⅠⅠは顔300の三次元形状の計測に適さない領域であり、三次元形状の計測に用いる検知範囲の範囲外となる場合がある。この場合、裾引き範囲ⅠⅠに照射される光は無効な光となる。よって、裾引き範囲ⅠⅠの面積が小さいほど、つまり裾拡がり量が小さいほど、発光装置4が出射する光の利用効率（以下では、光利用効率と表記する。）が大きくなる。なお、光利用効率とは、発光装置4が出射する光量の内、検知範囲Ⅰに照射される光量の割合をいう。そして、裾

引き範囲 11 に照射される光を裾引き光と表記することがある。なお、裾拡がり量を、光強度の半値全幅 (FWHM: Full Width at Half Maximum) で評価してもよい。また、裾拡がり量を、角度以外の指標、例えば発光装置 4 から予め定め設定された距離に置かれた照射面 310 における裾引き範囲 11 の幅などで評価してもよい。

[0021] 図 4 は、情報処理装置 1 の構成を説明するブロック図である。

情報処理装置 1 は、上記した光学装置 3 と、光学装置制御部 8 と、システム制御部 9 とを備えている。光学装置 3 は、前述したように発光装置 4 と 3D センサ 6 を備えている。光学装置制御部 8 は、光学装置 3 を制御する。そして、光学装置制御部 8 は、形状特定部 81 を含む。システム制御部 9 は、情報処理装置 1 全体をシステムとして制御する。そして、システム制御部 9 は、認証処理部 91 を含む。そして、システム制御部 9 には、UI 部 2、スピーカ 92、二次元カメラ (図 2 では、2D カメラと表記する。) 93 などが接続されている。なお、3D センサ 6 は、受光部の一例である。

以下、順に説明する。

[0022] 光学装置 3 が備えている発光装置 4 は、光源 10 と、拡がり角狭化部材 20 と、拡散板 30 と、光量監視用受光素子 (図 2 では、PD と表記する。) 40 と、駆動部 50 とを備えている。なお、発光装置 4 における光源 10、拡がり角狭化部材 20、拡散板 30 及び光量監視用受光素子 40 については、後述する。なお、拡がり角狭化部材 20 は、第 1 の光学部材の一例、拡散板 30 は、第 2 の光学部材の一例である。

[0023] 発光装置 4 における駆動部 50 は、光源 10 を駆動する。例えば、光源 10 は、駆動部 50 により、数 10 MHz ~ 数 100 MHz で繰り返す光をパルス状に出射するように駆動される。光源 10 が出射する光を出射光と表記し、光源 10 が出射するパルス状の光を、出射光パルスと表記する。

[0024] 3D センサ 6 は、格子状に配列された複数の受光領域を備えている。3D センサ 6 は、発光装置 4 の光源 10 からの出射光パルスに対応して計測対象から反射されたパルス光を受光する。3D センサ 6 が受光する光パルスを受

光パルスと表記する。そして、３Ｄセンサ６は、光源１０から光が出射されてから計測対象で反射され３Ｄセンサ６で受光されるまでの時間に相当する信号を受光領域毎にデジタル値として出力する。例えば、３Ｄセンサ６は、各受光領域が２つのゲートとそれらに対応した２つの電荷蓄積部を備えたＣＭＯＳ構造のデバイスとして構成されている。そして、２つのゲートに交互にパルスを加えることによって、各受光領域で発生した光電子を２つの電荷蓄積部の何れかに交互に転送し、出射光パルスと受光パルスとの位相差に応じた電荷を蓄積するように構成されている。そして、ＡＤコンバータを介して、受光領域毎に出射光パルスと受光パルスとの位相差に応じた電荷に対応するデジタル値を信号として出力する。

なお、３Ｄセンサ６は、集光用のレンズを備えてもよい。

[0025] 光学装置制御部８の形状特定部８１は、３Ｄセンサ６の受光領域毎に得られるデジタル値を３Ｄセンサ６から取得する。そして、形状特定部８１は、取得したデジタル値から受光領域毎に計測対象までの距離を算出することで計測対象の三次元形状を計測する。形状特定部８１は、計測した三次元形状から、三次元像を特定する。

[0026] システム制御部９の認証処理部９１は、形状特定部８１により特定された特定結果である計測対象の三次元像がＲＯＭなどに予め蓄積された三次元像と一致する場合に、情報処理装置１の使用に関する認証処理を行う。なお、情報処理装置１の使用に関する認証処理とは、一例として、自装置である情報処理装置１の使用を許可するか否かの処理である。計測対象が顔である場合、顔の三次元像がＲＯＭ等の記憶部材に記憶された顔の三次元像に一致すれば、情報処理装置１が提供する各種アプリケーション等を含む情報処理装置１の使用を許可する。

[0027] 上記の形状特定部８１及び認証処理部９１は、一例として、プログラムを実行するＣＰＵによって構成される。また、これらの機能は、ＡＳＩＣやＦＰＧＡ等の集積回路によって実現されてもよい。さらには、これらは、プログラム等のソフトウェアを実行するＣＰＵと集積回路との協働により実現さ

れてもよい。

また、図4においては、光学装置3、光学装置制御部8及びシステム制御部9をそれぞれ分けて示したが、システム制御部9が光学装置制御部8を含んでもよい。また、光学装置制御部8が光学装置3に含まれてもよい。さらに、光学装置3、光学装置制御部8及びシステム制御部9が一体に構成されてもよい。

[0028] (光学装置3の構成)

次に、光学装置3について、詳細に説明する。

図5は、第1の実施の形態が適用される光学装置3の平面図及び断面図の一例である。図5(a)は、平面図、図5(b)は、図5(a)のVB-VB線での断面図である。ここで、図5(a)において、紙面の横方向をx方向、紙面の上方向をy方向とし、表面方向をz方向とする。

[0029] まず、図5(a)に示す平面図を説明する。

光学装置3において、発光装置4と3Dセンサ6とは、一例として回路基板7上にx方向に並ぶように配置されている。回路基板7は、絶縁性材料で構成された板状の部材を基材とし、導電性材料で構成された導体パターンが設けられている。絶縁性材料は、例えばセラミック、エポキシ樹脂などであり、導電性材料は、例えば銅(Cu)、銀(Ag)などの金属又はこれらの金属を含む導電性ペーストである。回路基板7は、導体パターンが表面に設けられた単層基板であってもよく、導体パターンが複数層設けられた多層基板であってもよい。また、発光装置4と3Dセンサ6とは、それぞれが別の回路基板上に配置されていてもよい。

[0030] そして、発光装置4において、光量監視用受光素子40、光源10及び駆動部50は、一例として回路基板7上にx方向に並ぶように配置されている。そして、拡がり角狭化部材20は、光源10を覆うように設けられ、拡散板30は、拡がり角狭化部材20で覆われた光源10及び光量監視用受光素子40を覆うように設けられている。

[0031] 光源10は、一例として平面視した場合の形状である平面形状が長方形で

ある。なお、光源 10 の平面形状は、長方形でなくともよい。光源 10 の光出射方向（光出射側）は、 z 方向である。なお、光源 10 は、回路基板 7 上に直接搭載されてもよいし、酸化アルミニウムや窒化アルミ等の放熱用基材を介して、回路基板 7 上に搭載されてもよい。放熱用基材を介する場合、光源 10 に供給する電力を大きくして、光源 10 の光出力を大きくしうる。以下では、光源 10 は、回路基板 7 上に直接搭載されているとして説明する。ここで、平面形状とは、平面視した場合の形状であり、平面視とは、図 5（a）において、 z 方向から見ることをいう。以下同様である。ここで、光出力とは光束をいう。

[0032] 光源 10 は、垂直共振型面発光レーザ素子（Vertical Cavity Surface Emitting Laser；VCSEL）を備えている。以下では、垂直共振型面発光レーザ素子を VCSEL と表記する。後述するように、VCSEL は、基板上に積層された下部多層膜反射鏡と上部多層膜反射鏡との間に発光領域となる活性領域を有し、基板に垂直な方向にレーザ光を出射させる。このことから、VCSEL を二次元状に複数配列して、面発光の光源として構成しやすい。光源 10 は、複数の VCSEL が一つの半導体部品として一体集積されて構成されている。なお、図 5（a）に示された VCSEL の数は、一例である。そして、VCSEL は、発光素子の一例である。

[0033] 光源 10 を覆う拡がり角狭化部材 20 は、光源 10 が備える複数の VCSEL がそれぞれ出射する光（以下では出射光と表記する。）を透過させる光透光性と、それぞれの VCSEL の出射光の拡がり角を狭める機能を有する光学部材である。VCSEL は、出射面から光を出射する際、構造によって決まる拡がり角で光を出射する。つまり、出射光は、出射面から離れるにつれ、出射面と平行な面における照射領域が大きくなる。そこで、拡がり角狭化部材 20 は、VCSEL の出射光の拡がり角を狭くして出射させる。よって、この光学部材を拡がり角狭化部材 20 と表記する。ここで、拡がり角は、出射面と平行な面における照射領域において、光強度が最大値の $1/e^2$ となる角度範囲を言う。なお、出射光の拡がり角を光強度の半値全幅（FWHM

M) である角度範囲などで評価してもよい。

[0034] 拡散板 30 は、一例として平面形状が長方形の部材である。拡散板 30 は、拡散板 30 に入射する光を拡散させて出射する。このとき、拡散板 30 は、拡がり角狭化部材 20 から拡散板 30 に入射する光の指向性を変えて出射する。つまり、拡散板 30 は、拡がり角狭化部材 20 から出射される時（出射時）の光が拡散板 30 を経ずに照射面 310 に照射された場合における光強度分布と異なる光強度分布となるように光を出射する。例えば、光源 10 は、後述するようにサイズが小さいため、点光源と見なせる。拡散板 30 は、光源 10 から拡がり角狭化部材 20 を介して入射する光による照射パターンを、図 3（a）に示したような照射面 310 における照射パターンに変える。

[0035] 拡散板 30 の大きさは、例えば、横幅及び縦幅が 1 mm～10 mm、厚みは 0.1 mm～1 mm とすればよい。なお、拡散板 30 は、平面視した状態において、拡がり角狭化部材 20 で覆われた光源 10 及び光量監視用受光素子 40 を覆っていればよい。また、図 5（a）では、拡散板 30 を平面視した形状が長方形である例を示したが、多角形や円形など、他の形状であってもよい。そして、以上のような大きさ及び形状であれば、携帯型情報処理端末の顔認証や、数 m 程度までの比較的近距離の三次元形状の計測に適した拡散板 30 が提供される。

[0036] 次に、図 5（b）に示す断面図を説明する。

拡がり角狭化部材 20 は、光源 10 が備える VCSEL の光出射側である z 方向側に不図示の支持部材で保持されている。拡がり角狭化部材 20 は、支持部材により、光源 10 が備える VCSEL の出射面から予め定められた距離だけ離れた位置に保持されている。

拡散板 30 は、光源 10 の光出射側である z 方向側に側壁 33 で支えられている。側壁 33 は、光源 10 を覆う拡がり角狭化部材 20 及び光量監視用受光素子 40 を囲むように設けられている。拡散板 30 は、側壁 33 により光源 10 を覆う拡がり角狭化部材 20 及び光量監視用受光素子 40 から予め

定められた距離に保持されている。そして、光源 10 から拡がり角狭化部材 20 を介して拡散板 30 に入射する光は、拡散板 30 から出射し、照射面 310（図 2 参照）に照射される。

[0037] 側壁 33 が光源 10 の出射する光を吸収する部材で構成されていると、光源 10 が出射する光が側壁 33 を透過して外部に放射されることが抑制される。また、拡散板 30 と側壁 33 とで光源 10、拡がり角狭化部材 20 及び光量監視用受光素子 40 を封止することで、防塵、防湿等が図られる。第 1 の実施の形態では、拡がり角狭化部材 20 を含む光源 10 と光量監視用受光素子 40 とを近接して配置することで、小さなサイズの側壁 33 で囲いやすくなるとともに、小さなサイズの拡散板 30 で済む。

[0038] 光量監視用受光素子 40 は、受光した光量（以下では、受光量と表記する。）に応じた電気信号を出力するデバイスである。光量監視用受光素子 40 は、例えばシリコンなどで構成されたフォトダイオード（PD : Photo Diode）である。光量監視用受光素子 40 は、光源 10 から拡がり角狭化部材 20 を介して出射され、拡散板 30 の裏面、つまり拡散板 30 の -z 方向側の面で反射した光が受光されるように構成されている。

[0039] 光源 10 は、光量監視用受光素子 40 の受光量に基づいて、予め定められた光出力を維持するように制御される。つまり、光学装置制御部 8 は、光量監視用受光素子 40 の受光量に基づいて、駆動部 50 を介して光源 10 を制御する。なお、光量監視用受光素子 40 の受光量が極端に低下した場合には、拡散板 30 が外れたり破損したりして、拡がり角狭化部材 20 を介して光源 10 の出射する光が拡散板 30 で拡散されずに直接外部に照射されているおそれがある。このような場合には、光学装置制御部 8 は、駆動部 50 を介して光源 10 の光出力を抑制する。例えば、光学装置制御部 8 は、光源 10 からの光の出射を停止させる。

[0040] （光源 10 の構成）

図 6 は、光源 10 の平面図の一例である。ここでは、回路基板 7 上設けられた導体パターンであるカソードパターン 71、アノードパターン 72A、

72B、及び光源10とこれらの導体パターンとを接続するボンディングワイヤ73A、73Bを合わせて示す。なお、図6に示すVCSELの数は、一例である。

[0041] 光源10は、前述したように複数のVCSELが一体集積されて構成されている。そして、光源10の裏面には、カソード電極114が設けられ（後述する図7参照）、表面には、アノード電極118が設けられている。なお、アノード電極118は、複数のVCSELのp側電極112を接続する部分と、後述するボンディングワイヤ73Aが接続されるパッド部118Aと、ボンディングワイヤ73Bが接続されるパッド部118Bとを備えている。つまり、複数のVCSELは、並列接続されている。

[0042] 図6では、光源10における複数のVCSELは、一例として正方形に組まれた格子の各格子点に配列されている。複数のVCSELは、例えば行毎にVCSELを配置する位置を半ピッチずらした配列など、他の配列で配置してもよい。

[0043] 回路基板7上には、導体パターンとして、カソードパターン71、アノードパターン72A、72Bが設けられている。カソードパターン71は、光源10の裏面に設けられたカソード電極114が接続されるように、光源10より広い面積で形成されている。そして、光源10は、裏面に設けられたカソード電極114が回路基板7上のカソードパターン71に導電性接着剤にて接着されている。そして、光源10のアノード電極118のパッド部118Aは、ボンディングワイヤ73Aにて、回路基板7上のアノードパターン72Aと接続され、光源10のアノード電極118のパッド部118Bは、ボンディングワイヤ73Bにて、回路基板7上のアノードパターン72Bと接続されている。

[0044] 光源10が備えるVCSELの数は、例えば、10個～1000個である。光源10を構成する複数のVCSELは、並列に接続され並列駆動される。つまり、複数のVCSELは、同時に光を出射する。光源10は、例えば、0.5mm角～3mm角である。なお、より遠くの被照射物に照射する場合

合は、さらにVCSELの数を増やしてもよい。

前述したように、光源10は、計測対象の三次元形状を計測するための光を出射する。前述した顔の形状によるユーザの認証では、計測距離は10cm程度から1m程度である。そして、検知範囲1の一辺長は、1m程度である。光源10としては、検知範囲1に予め定められた光強度の光を照射することが求められることから、光源10を構成するVCSELは、光出力が大きいことが求められる。一例として、VCSELを500個集積した光源10では、VCSEL一個の光出力として、4mW～8mWが求められる。よって、光源10の光出力として、2W～4Wが求められる。

[0045] 第1の実施の形態では、光源10が備えるVCSELとして、多重横モードで発振するVCSELを用いる。多重横モードは、マルチモードと表記されることがある。そこで、多重横モードで発振するVCSELをマルチモードVCSELと表記する。なお、単一横モードは、シングルモードと表記されることがある。よって、単一横モードで発振するVCSELをシングルモードVCSELと表記する。マルチモードVCSELは、シングルモードVCSELに比べて、酸化アパーチャ径を大きく取れるため、光出力が大きくなる。しかし、マルチモードVCSELの出射光の拡がり角は、シングルモードVCSELに比べて大きい。後述するように、拡散板30に入射する光の拡がり角が大きいほど、裾引き範囲11に照射される光が多くなる。つまり、マルチモードVCSELの出射光を直接拡散板30に入射させると、裾引き範囲11に照射される無駄な光が多くなる。そこで、第1の実施の形態では、拡がり角狭化部材20を設け、光源10が備えるマルチモードVCSELの出射光の拡がり角を狭くして、拡散板30に入射させる。

[0046] (λ共振器構造の多重横モードVCSEL (VCSEL-A))

一例として、第1の実施の形態が適用される光源10が備えるλ共振器構造のマルチモードVCSELを説明する。なお、後述する長共振器構造のシングルモードVCSELと区別するために、λ共振器構造のマルチモードVCSELをVCSEL-Aと表記し、長共振器構造のシングルモードVCSEL

ELをVCSEL-Bと表記する。

[0047] 図7は、光源10を構成する一個のλ共振器構造のマルチモードVCSEL（VCSEL-A）の断面構造を説明する図である。なお、紙面の上方向がz方向である。

[0048] VCSEL-Aは、n型のGaAsなどの半導体基板100上に、Al組成の異なるAlGaAs層を交互に重ねたn型の下部分布ブラック型反射鏡（DBR：Distributed Bragg Reflector）102と、上部スペーサ層および下部スペーサ層に挟まれた量子井戸層を含む活性領域106と、Al組成の異なるAlGaAs層を交互に重ねたp型の上部分布ブラック型反射鏡108とが順に積層されて構成されている。以下では、分布ブラック型反射鏡をDBRと表記する。

[0049] n型の下部DBR102は、 $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ 層とGaAs層とをペアとした積層体で、各層の厚さは $\lambda/4n_r$ （但し、 λ は発振波長、 n_r は媒質の屈折率）であり、これらを交互に40周期で積層してある。n型不純物であるシリコンをドーピングした後のキャリア濃度は、例えば、 $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ である。

[0050] 活性領域106は、下部スペーサ層と、量子井戸活性層と、上部スペーサ層とが積層されて構成されている。例えば、下部スペーサ層は、アンドープの $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ 層であり、量子井戸活性層は、アンドープのInGaAs量子井戸層およびアンドープのGaAs障壁層であり、上部スペーサ層は、アンドープの $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ 層である。

[0051] p型の上部DBR108は、p型の $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ 層とGaAs層とをペアとした積層体で、各層の厚さは $\lambda/4n_r$ であり、これらを交互に29周期積層してある。p型不純物であるカーボンをドーピングした後のキャリア濃度は、例えば、 $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ である。好ましくは、上部DBR108の最上層には、p型GaAsからなるコンタクト層が形成され、上部DBR108の最下層もしくはその内部に、p型AlAsの電流狭窄層110が形成されている。

[0052] 上部DBR108から下部DBR102に至るまで積層された半導体層をエッチングすることにより、半導体基板100上に円柱状のメサM1が形成される。これにより、電流狭窄層110は、メサM1の側面に露出する。酸化工程により、電流狭窄層110には、メサM1の側面から酸化された酸化領域110Aと酸化領域110Aによって囲まれた導電領域110Bとが形成される。なお、酸化工程において、AlAs層はAlGaAs層よりも酸化速度が速く、酸化領域110Aは、メサM1の側面から内部に向けてほぼ一定の速度で酸化されるため、導電領域110Bの平面形状は、メサM1の外形を反映した形状、すなわち円形状となり、その中心は、一点鎖線で示すメサM1の軸方向とほぼ一致する。メサM1は、柱状構造をなしている。なお、上部DBR108から下部DBR102に至る半導体層は、エピタキシャルにより積層される。よって、この半導体層をエピタキシャル層と表記することがある。

[0053] メサM1の最上層には、Ti/Auなどを積層した環状のp側電極112が形成される。p側電極112は、上部DBR108に設けられたコンタクト層にオーミック接触する。環状のp側電極112の内側の上部DBR108の表面は、レーザ光が外部へ出射される光出射口112Aとなる。つまり、VCSEL-Aでは、半導体基板100に垂直な方向に光が出射され、メサM1の軸方向が光軸になる。さらに、半導体基板100の裏面には、n側電極としてカソード電極114が形成される。なお、p側電極112の内側の上部DBR108の表面が光出射面である。つまり、VCSEL-Aの光軸方向が、光出射方向になる。

[0054] そして、p側電極112のアノード電極（後述するアノード電極118）が接続される部分および光出射口112Aを除いて、メサM1の表面を覆うように、絶縁層116が設けられる。そして、光出射口112Aを除いて、アノード電極118がp側電極112とオーミック接触するように設けられる。なお、アノード電極118は、複数のVCSEL-Aに共通に設けられている。つまり、光源10を構成する複数のVCSEL-Aは、それぞれの

p側電極112がアノード電極118により並列接続されている。このように、アノード電極118は、各VCSEL-Aの光出射口112Aを除く各VCSEL-A間の領域を覆う、連続した電極パターンとして設けられている。このため、VCSEL-A毎に個別に駆動配線を設ける場合と比べ、広い面積のパターンが形成され、駆動電流が流れた場合の電圧降下が抑制される。

[0055] (VCSEL-Aの出射光の拡がり角と光強度分布における裾拡がり量との関係)

ここで、拡がり角狭化部材20を用いない場合における光源10が備えるVCSEL-Aの出射光の拡がり角と前述した裾拡がり量との関係を説明する。

図8は、マルチモードVCSEL (VCSEL-A) からの出射光の拡がり角 α を模式的に説明する図である。

[0056] 拡散板30は、例えば、両面が平行で平坦なガラス基材31と、ガラス基材31の一方の表面に光を拡散させるための微細な複数の凹部および凸部が形成された樹脂層32とを備えている。そして、拡散板30は、光源10が備えるVCSEL-Aの出射光の経路（光出射経路と表記する。）上に設けられ、VCSEL-Aの出射光を樹脂層32の凹凸により拡散して照射する。このとき、複数の凹部および凸部の少なくとも一方は、一例として、 $10\mu\text{m}$ 以上且つ $100\mu\text{m}$ 以下の幅を有し、 $1\mu\text{m}$ 以上且つ $50\mu\text{m}$ 以下の高さ（深さ）を有する。また、複数の凹部および凸部は周期を有するパターンであってもよいし、周期を有さないランダムなパターンであってもよい。拡散板30では、この複数の凹部および凸部のパターンにより、光の屈折方向を制御し、光源10から出射された光を所望の照射パターンに整形する。なお、凹部および凸部のパターンは、レンズパターンと呼ばれることがある。ここで、光源10のVCSEL-Aの出射光が拡がり角 α である。拡散板30は、各VCSEL-Aが出射する光を重畳して照射する。

[0057] 拡散板30は、樹脂層32に形成された複数の凹部および凸部により、例

例えば一辺長が0.5～3mmのほぼ点光源と見なしうる光源10が出射する光から、図3(a)に示したような一辺長が1m程度の照射パターンが形成される。なお、拡散板30の樹脂層32は、VCSELが出射する光を透過するため、吸収による光の利用効率の低下が抑制される。また、複数の凹部および凸部のパターンは、予め形成された型により容易に製造されるため、発光装置を安価にすることができる。

[0058] 図9は、VCSEL-Aの出射光の拡がり角 α と照射面310における裾拡がり量及び光利用効率との関係を説明する図である。これらの関係は、シミュレーションにより求めた。

図9に示すように、出射光の拡がり角 α が小さくなるに従い、照射面310における裾拡がり量が小さくなり、光利用効率が向上する。これは、光源10から出射される光の拡がり角が大きいと、拡がり角が小さい場合に比べ、様々な入射角の光が拡散板30へ入射することになり、拡散板30のレンズパターンによる屈折角の範囲が広がることになる。つまり、光源10から出射される光の拡がり角が大きいほど、屈折角が様々な値を取ることになる。すると、拡散板30から照射される光が所望の照射パターンに整形されにくくなり、照射パターンを四角形状とした場合に四角形状がぼやけてしまうことになる。すなわち、光源10から出射される光の拡がり角が大きいほど、裾拡がり量が大きくなる。つまり、拡散板30は、平行光が入射した場合に、最も裾拡がり量が小さくなるように構成されている。

[0059] 光出力が大きい光源10が求められるTOF方式による三次元形状の計測においては、裾拡がり量を小さくする、つまり三次元計測に用いられない無駄な裾引き範囲11を狭くすることが光源10の光利用率の向上に寄与する。このように、裾引き範囲11を狭くする、つまり裾拡がり量を抑制することで、光利用効率が向上し、裾拡がり量を抑制しない場合に比べて、光源10の消費電力が低減される。

[0060] そこで、第1の実施の形態が適用される発光装置4では、光源10と拡散板30との間に、光源10が備えるVCSEL-Aの出射光の拡がり角 α を

狭めて拡散板 30 に向けて出射する拡がり角狭化部材 20 を設けている。

[0061] 図 10 は、第 1 の実施の形態が適用される発光装置 4 における光源 10、拡がり角狭化部材 20 の一例である凸レンズ 21 及び拡散板 30 の関係を模式的に説明する図である。第 1 の実施の形態が適用される発光装置 4 では、拡がり角狭化部材 20 は、光源 10 と拡散板 30 との間に保持された凸レンズ 21 である。なお、図 10 では、拡がり角狭化部材 20 の一例である凸レンズ 21 を 21 (20) と表記する。他の場合も同様とする。

[0062] 凸レンズ 21 に入射した拡がり角 α の VCSEL-A からの出射光は、拡がり角 α より小さい拡がり角 β で凸レンズ 21 から出射する ($\beta < \alpha$)。つまり、拡がり角 β の中心が拡がり角 α の中心から光源 10 側にずれる。なお、図 10 では、凸レンズ 21 から出射した光は、すべての VCSEL-A において、平行光であるように図示されている。平行光であれば β は、“0”になる。凸レンズ 21 から出射される光は、平行光でなくともよく、VCSEL-A 毎に異なってもよい。つまり、光源 10 のすべての VCSEL-A を覆うように設けられた一個の凸レンズ 21 を用いると、凸レンズ 21 の中心部と周辺部との収差により拡がり角を狭める作用が異なる。よって、VCSEL-A 毎に拡がり角 β が異なることになる。VCSEL-A 毎に拡がり角 β が異なる場合であっても、凸レンズ 21 により拡がり角 α が拡がり角 β に狭められて拡散板 30 に入射する。

[0063] 上述したように、拡がり角狭化部材 20 として凸レンズ 21 を用いると、光源 10 が備える VCSEL-A は、あたかも拡がり角 α より小さい拡がり角 β で光を出射したと見なせる。よって、図 9 に示したように、照射面 310 における裾拡がり量が小さくなる。

[0064] 図 11 は、第 1 の実施の形態が適用される発光装置 4 における光源 10、拡がり角狭化部材 20 の他の一例であるフライアイレンズ 22 及び拡散板 30 の関係を模式的に説明する図である。ここでは、拡がり角狭化部材 20 は、光源 10 と拡散板 30 との間に保持されたフライアイレンズ 22 である。

[0065] フライアイレンズ 22 は、それぞれの VCSEL-A に対応して設けられ

た複数の凸レンズを備えている。フライアイレンズ22は、VCSEL-Aから入射する光をVCSEL-Aの出射光の拡がり角 α より狭い拡がり角 γ で出射する。それぞれのVCSEL-Aに対応してフライアイレンズ22が設けられると、凸レンズ21を用いる場合に比べ、拡がり角狭化部材20から出射する光出射方向の制御が容易になる。

[0066] 拡がり角狭化部材20としてフライアイレンズ22を用いた場合であっても、光源10が備えるVCSEL-Aは、あたかも拡がり角 α より小さい拡がり角 γ で光を出射したと見なせる。よって、図9に示したように、照射面310における裾拡がり量が小さくなる。なお、フライアイレンズ22は、複数のVCSEL-Aに対して一個の凸レンズが対応するように構成されてもよい。

[0067] 上記においては、拡がり角狭化部材20の一例として、凸レンズ21及びフライアイレンズ22を説明した。拡がり角狭化部材20は、これらに限らず、光源10と拡散板30との間に保持され、VCSEL-Aの出射光の拡がり角を狭めるものであれば適用されうる。

[0068] [第2の実施の形態]

第1の実施の形態では、拡がり角狭化部材20は、光源10と拡散板30との間に保持され、VCSEL-Aの出射光の拡がり角を狭めるものであった。第2の実施の形態が適用される発光装置4では、拡がり角狭化部材20は、光源10の光出射面上に設けられている。なお、他の構成は、第1の実施の形態と同様であるので説明を省略する。

[0069] 図12(a)は、第2の実施の形態が適用される光学装置3の平面図、図12(b)は、図12(a)のX||B-X||B線での断面図である。ここで、図12(a)において、紙面の横方向をx方向、紙面の上方向をy方向とし、表面方向をz方向とする。

[0070] 図12(a)および図12(b)に示すように、第2の実施の形態が適用される光学装置3では、発光装置4において、拡がり角狭化部材20が光源10上に設けられている。このことを除いて、第2の実施の形態が適用され

る光学装置 3 の構成は、図 5 に示した第 1 の実施の形態が適用される光学装置 3 と同じである。よって、同様の部分には同じ符号を付して説明を省略し、異なる部分を説明する。

[0071] 図 1 2 (b) に示すように、第 2 の実施の形態における発光装置 4 では、拡がり角狭化部材 2 0 は、マイクロレンズ 2 3 のアレイであって、光源 1 0 が備える VCSEL-A 上に設けられている。そして、個々のマイクロレンズ 2 3 がそれぞれの VCSEL-A に対応して設けられている。なお、図 1 2 (a) に示すように、マイクロレンズ 2 3 を平面視したときの外縁は、円形となる。それぞれの VCSEL-A に対応してマイクロレンズ 2 3 が設けられると、拡がり角狭化部材 2 0 から出射する光出射方向の制御が容易になる。

[0072] マイクロレンズ 2 3 のアレイは、VCSEL-A 上に設けられたフォトリソットなどを加熱により粘性流動させるなどで形成される。つまり、マイクロレンズ 2 3 は、光源 1 0 を製造する半導体製造プロセスにおいて形成される。なお、マイクロレンズ 2 3 間がマイクロレンズ 2 3 を構成する材料と同じ材料で連結されていてもよい。

[0073] 第 1 の実施の形態で説明した拡がり角狭化部材 2 0 がフライアイレンズ 2 2 の場合には、光源 1 0 とフライアイレンズ 2 2 が別の部材として構成されているので、光学装置 3 又は発光装置 4 を組み立てる際に、フライアイレンズ 2 2 の各凸レンズと光源 1 0 が備える VCSEL-A との位置関係を機械的に合わせることになる。また、フライアイレンズ 2 2 が光源 1 0 に対してずれたり、外れたりするおそれがある。

拡がり角狭化部材 2 0 がマイクロレンズ 2 3 のアレイの場合には、マイクロレンズ 2 3 のアレイが半導体製造プロセスで形成されることから、フライアイレンズ 2 2 の場合に比べ、VCSEL-A とマイクロレンズ 2 3 との位置関係がより精密に設定しやすい。また、マイクロレンズ 2 3 のアレイが光源 1 0 から外れたり、ずれたりしにくい。さらに、光源 1 0 上に拡がり角狭化部材 2 0 (マイクロレンズ 2 3 のアレイ) が形成されることで、発光装置

4 が小型になる。

[0074] 図 13 は、第 2 の実施の形態が適用される発光装置 4 における光源 10、拡がり角狭化部材 20 の一例であるマイクロレンズ 23 のアレイ及び拡散板 30 の関係を模式的に説明する図である。

[0075] VCSEL-A の出射光は、拡がり角 α である。この出射光がマイクロレンズ 23 に入射し、図 8 に示した拡がり角 α より狭い拡がり角 δ の光となって出射する ($\delta < \alpha$)。マイクロレンズ 23 から出射される光は、VCSEL-A から拡散板 30 の方向に離れるに従って、光出射方向に垂直な面における照射領域が徐々に大きくなっていく、又は照射領域の大きさが一定であるとする。この拡がり角 δ の光が拡散板 30 に入射する。

[0076] 拡がり角狭化部材 20 としてマイクロレンズ 23 のアレイを用いた場合であっても、光源 10 が備える VCSEL-A は、あたかも拡がり角 α より小さい拡がり角 δ で光を出射したと見なせる。よって、図 9 に示したように、照射面 310 における裾拡がり量が小さくなる。なお、マイクロレンズ 23 は、複数の VCSEL-A に対して一個が対応するように構成されてもよい。

[0077] ここでは、マイクロレンズ 23 から出射される光は、VCSEL-A から拡散板 30 の方向に離れるに従って、光出射方向に垂直な面における照射領域が徐々に大きくなっていく、又は照射領域の大きさが一定であるとした。マイクロレンズ 23 の表面の曲率や VCSEL-A の光出射面からマイクロレンズ 23 の表面までの距離などにより、マイクロレンズ 23 から出射する光が、光出射方向のある点に収束するようにマイクロレンズ 23 を構成することがありうる。しかし、出射する光を収束させるようにマイクロレンズ 23 を構成すると、拡散板 30 上における光の照射領域の径（スポット径と表記する。）が小さくなり、拡散板 30 に設けられた凹凸のパターンの大きさと同程度になりうる。拡散板 30 は、複数の凹部および凸部を含む広い照射領域に光を入射させないと、照射面 310 において図 3 (a) に示すような四角形状の照射パターンを形成しにくい。よって、マイクロレンズ 23 は、

V C S E L - A の光出射方向に光を収束させないように構成することがよい。

[0078] そして、拡散板 30 の複数の凹部および凸部のパターンは、前述したように平行光が入射した場合に、最も裾拡がり量が小さくなるように構成されている。よって、マイクロレンズ 23 から出射する光は、平行光、いわゆるコリメート光であるとよい。ここでは、平行光とは、拡がり角 ε が 0° 以上且つ 5° 以下である場合を言い、拡がり角 ε が 0° 以上且つ 2° 以下であるとなおよい。なお、このことは、第 1 の実施の形態における拡がり角狭化部材 20 である凸レンズ 21 及びフライアイレンズ 22 についても同様である。

[0079] 上記においては、マイクロレンズ 23 の中心、すなわち凸部の中心が V C S E L - A の光軸上にあるとしたが、マイクロレンズ 23 の中心が V C S E L - A の光軸からずれた位置に設定されてもよい。これにより、マイクロレンズ 23 から出射する光の向きが V C S E L - A の光軸方向からずれる。

[0080] 以上においては、光源 10 が備える V C S E L は、 λ 共振器構造のマルチモード V C S E L (V C S E L - A) であるとした。これは、 λ 共振器構造のマルチモード V C S E L は、 λ 共振器構造のシングルモード V C S E L に比べ、酸化アパーチャ径を大きく取れることから、大きな光出力が得られるためであった。しかし、マルチモード V C S E L は、シングルモード V C S E L に比べ、出射光の拡がり角が大きい。そこで、光出力の大きいシングルモード V C S E L を用いれば、マルチモード V C S E L を用いる場合に比べ、拡がり角狭化部材 20 からの出射する光の拡がり角をさらに小さくしうる。

[0081] 以下では、第 2 の実施の形態が適用される発光装置 4 の光源 10 の変形例として、長共振器構造の単一横モード (シングルモード) V C S E L を備えた光源 10' を用いた場合を説明する。長共振器構造の V C S E L は、共振器長が発振波長 λ である一般的な λ 共振器構造の V C S E L 内の活性領域と一方の多層膜反射鏡との間に、数 λ ~ 数 10λ 分のスペーサ層を導入して共振器長を長くすることで高次横モードの損失を増加させ、これにより、一般

的な λ 共振器構造のVCSELの酸化アパーチャ径よりも大きい酸化アパーチャ径でシングルモード発振を可能にする。典型的な λ 共振器構造のVCSELでは、縦モード間隔（フリースペクトルレンジと呼ばれることがある。）が大きいため、単一縦モードで安定的な動作を得ることができる。これに対し、長共振器構造のVCSELの場合には、共振器長が長くなることで縦モード間隔が狭くなり、共振器内に複数の縦モードである定在波が存在し、その結果、縦モード間のスイッチングが起こり易くなる。このため、長共振器構造のVCSELでは、縦モード間のスイッチングを抑制する層（以下で説明する図14における光学的損失を与える層220）を設けている。長共振器構造のシングルモードVCSELは、一般的な λ 共振器構造のシングルモードVCSELと比較し、拡がり角をさらに狭くしやすい。なお、単一横モードとは、拡がり角をパラメータとした出射光の光強度分布が単峰性、つまり光強度のピークが1つである特性を有するものを言う。ここでは、単峰性が維持される範囲において複数の横モードを含むものも単一横モードと言う。

[0082] （長共振器構造のシングルモードVCSEL（VCSEL-B））

図14は、光源10'を構成する一個の長共振器構造のシングルモードVCSELの断面構造を説明する図である。前述したように、長共振器構造のシングルモードVCSELをVCSEL-Bと表記する。なお、紙面の上方向がz方向である。

VCSEL-Bは、n型のGaAsの基板200上に、Al組成の異なるAlGaAs層を交互に重ねたn型の下部DBR202、下部DBR202上に形成された、共振器長を延長する共振器延長領域204、共振器延長領域204上に形成されたn型のキャリアブロック層205、キャリアブロック層205上に形成された、上部スペーサ層及び下部スペーサ層に挟まれた量子井戸層を含む活性領域206、活性領域206上に形成されたAl組成の異なるAlGaAs層を交互に重ねたp型の上部DBR208を積層して構成されている。なお、上部DBR208の最下層もしくはその内部には、

p型AlAsの電流狭窄層210が形成される。

[0083] 下部DBR202、活性領域206、上部DBR208、電流狭窄層210は、図7で示したVCSEL-Aの下部DBR102、活性領域106、上部DBR108、電流狭窄層110と同じであるので説明を省略する。

[0084] 共振器延長領域204は、一連のエピタキシャル成長により形成されたモノリシックな層である。従って、共振器延長領域204は、GaAs基板と格子定数が一致し、又は整合するような、AlGaAs、GaAs又はAlAsから構成される。ここでは、940nm帯のレーザ光を出射させるため、共振器延長領域204は、光吸収を生じさせないAlGaAsから構成されている。共振器延長領域204の膜厚は、 $2\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ 、発振波長 λ の $5\lambda \sim 20\lambda$ に設定される。このため、キャリアの移動距離が長くなる。よって、共振器延長領域204は、キャリア移動度が大きいn型であることがよく、それゆえn型の下部DBR202と活性領域206との間に挿入される。このような共振器延長領域204は、空洞延長領域又はキャビティスペースと呼ばれることがある。

[0085] 共振器延長領域204と活性領域206との間に、例えば $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ からなるバンドギャップの大きいキャリアブロック層205が形成されるとよい。キャリアブロック層205の挿入により、活性領域206からのキャリアリークが防止され、発光効率が改善される。後述するように、共振器延長領域204には、レーザ光の発振強度を幾分減衰させるような光学的損失を与える層220が挿入されるので、キャリアブロック層205は、こうした損失を補填する役割を担う。例えば、キャリアブロック層205の膜厚は、 $\lambda/4mn_r$ （但し、 λ は発振波長、 m は整数、 n_r は媒質の屈折率）である。

[0086] 上部DBR208から下部DBR202に至るまでの積層された半導体層をエッチングすることにより、基板200上に円柱状のメサM2が形成される。電流狭窄層210は、メサM2の側面に露出する。電流狭窄層210には、メサM2の側面から選択的に酸化された酸化領域210Aと酸化領域2

10Aによって囲まれた導電領域210Bが形成される。導電領域210Bが、酸化アパーチャである。導電領域210Bの基板と平行な平面形状は、メサM2の外形を反映した形状、すなわち円形状となり、その中心は、一点鎖線で示すメサM2の軸方向と一致する。長共振器構造のシングルモードVCSELでは、単一横モード（シングルモード）を得るための導電領域210Bの径を、通常のλ共振器構造のシングルモードVCSELよりも大きくしやすく、例えば、導電領域210Bの径を7μm～8μmまで大きくする。なお、上部DBR208から下部DBR202に至る半導体層は、エピタキシャルにより積層される。よって、この半導体層をエピタキシャル層と表記することがある。

[0087] メサM2の最上層には、Ti/Auなどを積層した金属製の環状のp側電極212が形成され、p側電極212は、上部DBR208のコンタクト層にオーミック接触される。環状のp側電極212の内側は、レーザ光が外部へ出射される光出射口212Aとなる。つまり、メサM2の軸方向が光軸になる。なお、光出射口212Aを含む上部DBR108の表面が出射面である。さらに、基板200の裏面には、n側電極としてカソード電極214が形成される。

[0088] そして、p側電極212と後述するアノード電極218とが接続される部分及び光出射口212Aを除いて、メサM2の表面を覆うように、絶縁層216が設けられる。そして、光出射口212Aを除いて、アノード電極218がp側電極212とオーミック接触するように設けられる。なお、アノード電極218は、複数のVCSEL-Bのそれぞれの光出射口212Aを除いて設けられる。つまり、光源10に含まれる複数のVCSEL-Bは、それぞれのp側電極212がアノード電極218で並列接続される。このように、アノード電極218は、各VCSEL-Bの光出射口212Aを除く各VCSEL-B間の領域を覆う、連続した電極パターンとして設けられている。このため、VCSEL-B毎に個別に駆動配線を設ける場合と比べ、広い面積の電極パターンが形成され、駆動電流が流れた場合の電圧降下が抑制

される。

[0089] 長共振器構造のシングルモードVCSELでは、共振器長で規定される反射帯域内に複数の縦モードが存在しうするため、縦モード間のスイッチング又はポッピングを抑制する必要がある。ここでは、必要な縦モードの発振波長帯を 940 nm とし、それ以外の縦モードの発振波長帯へのスイッチングを抑制するべく、共振器延長領域204内に不要な縦モードの定在波に対して光学的損失を与える層220が設けられている。つまり、光学的損失を与える層220は、必要な縦モードの定在波の節の位置に導入されている。光学的損失を与える層220は、共振器延長領域204を構成する半導体層と同じAl組成の半導体材料から構成され、例えば、 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ から構成されている。光学的損失を与える層220は、好ましくは、共振器延長領域204を構成する半導体層よりも不純物のドーピング濃度が高く、例えば、共振器延長領域204を構成するAlGaAsの不純物濃度が $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ であるとき、光学的損失を与える層220は、 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の不純物濃度を有し、他の半導体層よりも1桁程度、不純物濃度が高くなるように構成される。不純物濃度が高くなると、キャリアによる光の吸収が大きくなり、損失が与えられる。光学的損失を与える層220の膜厚は、必要な縦モードへの損失が大きくならないように選択され、好ましくは、定在波の節に位置する電流狭窄層210と同程度の膜厚（ $10\text{ nm} \sim 30\text{ nm}$ ）である。

[0090] 光学的損失を与える層220は、必要な縦モードの定在波に対しては節に位置するように挿入される。定在波の節では光強度が弱いので、光学的損失を与える層220が必要な縦モードに与える損失の影響は小さい。他方、不要な縦モードの定在波に対しては、光学的損失を与える層220は、節以外の腹に位置する。定在波の腹は節よりも光強度が大きくなるため、光学的損失を与える層220が不要な縦モードに与える損失は大きくなる。こうして、必要な縦モードへの損失を小さくしつつ、不要な縦モードへの損失を大きくすることで、選択的に不要な縦モードが共振されないようにし、縦モード

ホッピングが抑制される。

[0091] 光学的損失を与える層 220 は、共振器延長領域 204 の必要な縦モードの定在波の各節の位置に必ずしも設けることを要せず、単一の層であってもよい。この場合、定在波の強度は、活性領域 206 に近いほど大きくなるので、活性領域 206 から近い節の位置に光学的損失を与える層 220 を形成すればよい。また、縦モード間のスイッチング又はホッピングが許容されるのであれば、光学的損失を与える層 220 を設けなくてもよい。

[0092] 図 15 は、第 2 の実施の形態が適用される発光装置 4 における光源 10'、拡がり角狭化部材 20 の一例であるマイクロレンズ 23 及び拡散板 30 の関係を模式的に説明する図である。第 2 の実施の形態が適用される発光装置 4 では、拡がり角狭化部材 20 は、光源 10' が備える VCSEL-B 上に設けられたマイクロレンズ 23 である。

[0093] VCSEL-B の出射光は、図 8 に示した拡がり角 α より小さい拡がり角 ε である ($\varepsilon < \alpha$)。この出射光がマイクロレンズ 23 に入射する。マイクロレンズ 23 から出射される光は、VCSEL-A から拡散板 30 の方向に離れるに従って、光出射方向に垂直な断面の大きさが徐々に大きくなっていく、又は同じであるとする。このマイクロレンズ 23 から出射する光は、図 13 に示した拡がり角 δ より狭い拡がり角 ζ の光となり、拡散板 30 に入射する ($\zeta < \delta$)。

[0094] 拡がり角狭化部材 20 としてマイクロレンズ 23 のアレイを用いた場合であっても、VCSEL-B を備える光源 10' を用いると、VCSEL-A を備える光源 10 を用いた場合の拡がり角 δ に比べ、小さい拡がり角 ζ となってマイクロレンズ 23 から出射される。よって、光源 10' が備える VCSEL-B は、あたかも拡がり角 ε より小さい拡がり角 ζ で光を出射したと見なせる。よって、図 9 に示したように、照射面 310 における裾拡がり量が小さくなる。なお、前述したように、マイクロレンズ 23 から出射される光は、平行光であるとよい。

[0095] 第 1 の実施の形態及び第 2 の実施の形態で説明したように、拡がり角狭化

部材２０として凸レンズ２１、フライアイレンズ２２、マイクロレンズ２３のアレイを説明した。これらは、光学部品であることから、発光素子であるＶＣＳＥＬの出射光の拡がり角の制御が容易である。

ここでは、拡散板３０に入射する光の拡がり角が小さいほどと照射面３１０における裾拡がり量が小さくなることから、光出力が大きい光源１０、１０′が求められるＴＯＦ方式による三次元形状の計測において、拡がり角狭化部材２０を用いて、光源１０、１０′が備えるＶＣＳＥＬの出射光の拡がり角を狭めて拡散板３０に入射させている。これにより、裾拡がり量、つまり照射面３１０において予め定められた範囲（検知範囲１）外に裾を引いて拡がる無駄な光を抑制し、光利用効率を向上させている。このようにすることで、裾拡がり量を抑制しない場合に比べて、光源の消費電力を低減させている。特に、携帯型情報処理装置など、電池で駆動される情報処理装置において長い駆動時間が得られている。

[0096] なお、上記の第１の実施の形態及び第２の実施の形態では、複数のＶＣＳＥＬ（ＶＣＳＥＬ－Ａ、ＶＣＳＥＬ－Ｂ）が並列接続される例を示したが、複数のＶＣＳＥＬが直列接続される構成や、直列接続と並列接続とを組み合わせた接続形態であってもよい。

[0097] また、上記の第１の実施の形態及び第２の実施の形態では、複数のＶＣＳＥＬ（ＶＣＳＥＬ－Ａ、ＶＣＳＥＬ－Ｂ）がメサ形状で構成される例を示したが、メサ形状以外の形態であってもよい。例えば、各ＶＣＳＥＬの出射口の周囲を取り囲むように複数の孔を設け、この孔を利用して電流狭窄層（電流狭窄層１１０、２１０）を酸化することで、酸化狭窄構造を有するＶＣＳＥＬを構成してもよい。

[0098] また、上記の第１の実施の形態及び第２の実施の形態では、複数のＶＣＳＥＬ（ＶＣＳＥＬ－Ａ、ＶＣＳＥＬ－Ｂ）が、基板１００上のエピタキシャル層が形成された面側（表面側）から光を出射する形態を示したが、エピタキシャル層が形成されていない面側（裏面側）から光を出射する形態であってもよい。

[0099] また、上記の第１の実施の形態及び第２の実施の形態では、光の出射面側から見た場合に、光源１０、１０′と拡散板３０とが重なる位置に配置された形態を示したが、重ならない位置に配置された形態であってもよい。例えば、反射ミラー等の反射部材を介することで、拡散板３０と光源１０、１０′とが重ならない位置であっても、光を拡散できる構成であればよい。

本願は、２０１９年８月８日付の特許願第２０１９－１４６３８２号に基づき優先権を主張する。

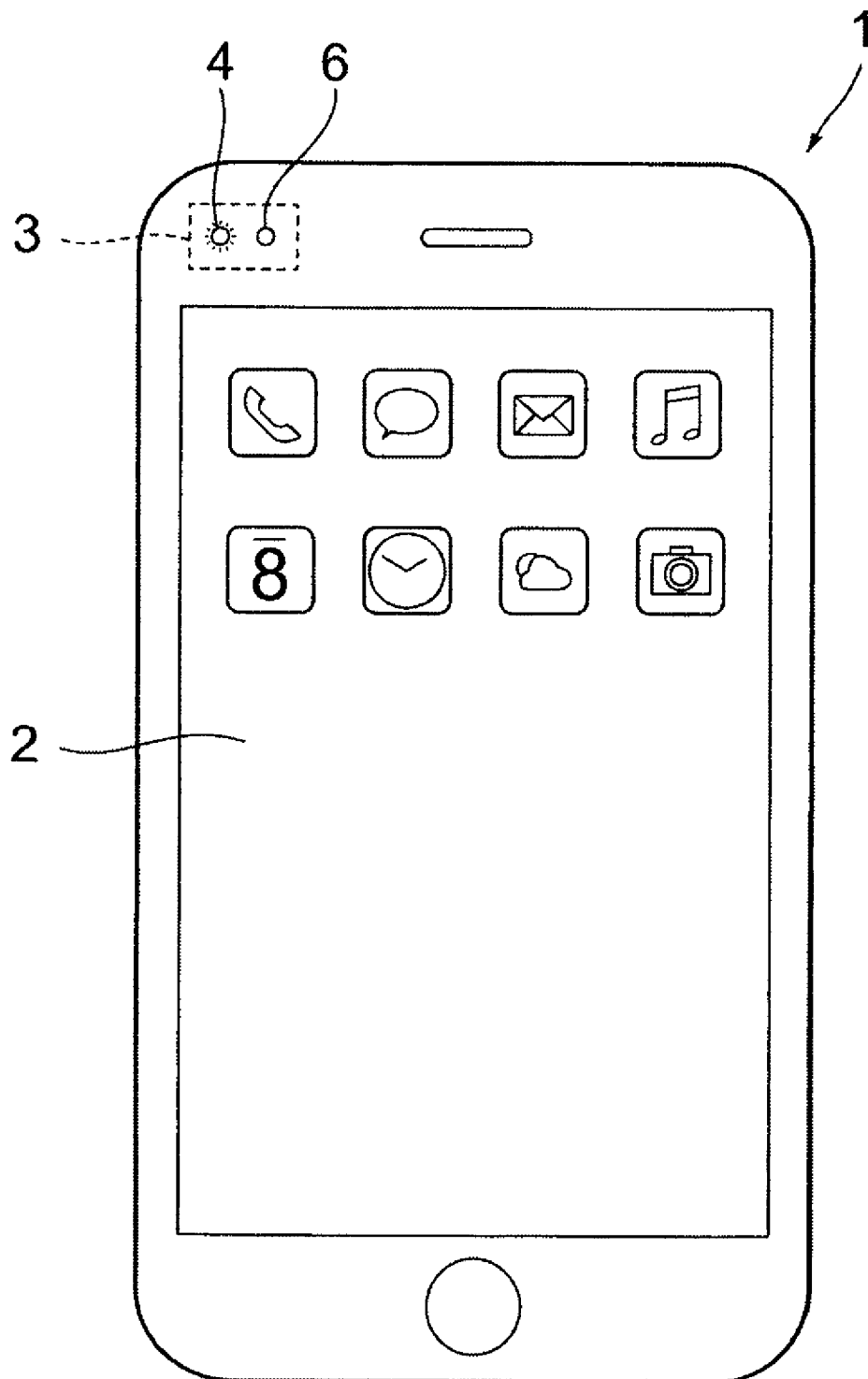
請求の範囲

- [請求項1] 発光素子を複数配列した光源と、
前記光源の光出射経路に設けられ、当該光源における各発光素子からの出射光の拡がり角を狭くして出射する第1の光学部材と、
前記第1の光学部材の光出射側に設けられ、当該第1の光学部材側から入射する光を拡散して照射する第2の光学部材と、を備える発光装置。
- [請求項2] 前記第1の光学部材は、屈折により光の拡がり角を狭くする光学部品である請求項1に記載の発光装置。
- [請求項3] 前記第1の光学部材は、前記光源の発光素子上に設けられている請求項1または2に記載の発光装置。
- [請求項4] 前記第1の光学部材は、前記光源の発光素子毎に設けられているマイクロレンズである請求項1～3のいずれか一項に記載の発光装置。
- [請求項5] 前記第1の光学部材は、前記光源の各発光素子から入射した光を平行光にして出射する請求項1～4のいずれか一項に記載の発光装置。
- [請求項6] 前記発光素子は、垂直共振型面発光レーザ素子である請求項1～4のいずれか一項に記載の発光装置。
- [請求項7] 前記垂直共振型面発光レーザ素子は、長共振器構造である請求項6に記載の発光装置。
- [請求項8] 複数の前記発光素子は、電極パターンにより互いに並列に接続されるとともに、当該電極パターンは、各発光素子の出射口を除く領域を、連続したパターンで覆っている請求項1ないし7のいずれか1項に記載の発光装置。
- [請求項9] 前記第2の光学部材は、前記第1の光学部材から出射する光の指向性を変えて照射させる請求項1ないし8のいずれか1項に記載の発光装置。
- [請求項10] 前記第2の光学部材は、板状の部材であって、少なくとも一方の面に光の指向性を変える構造が設けられている請求項9に記載の発光装

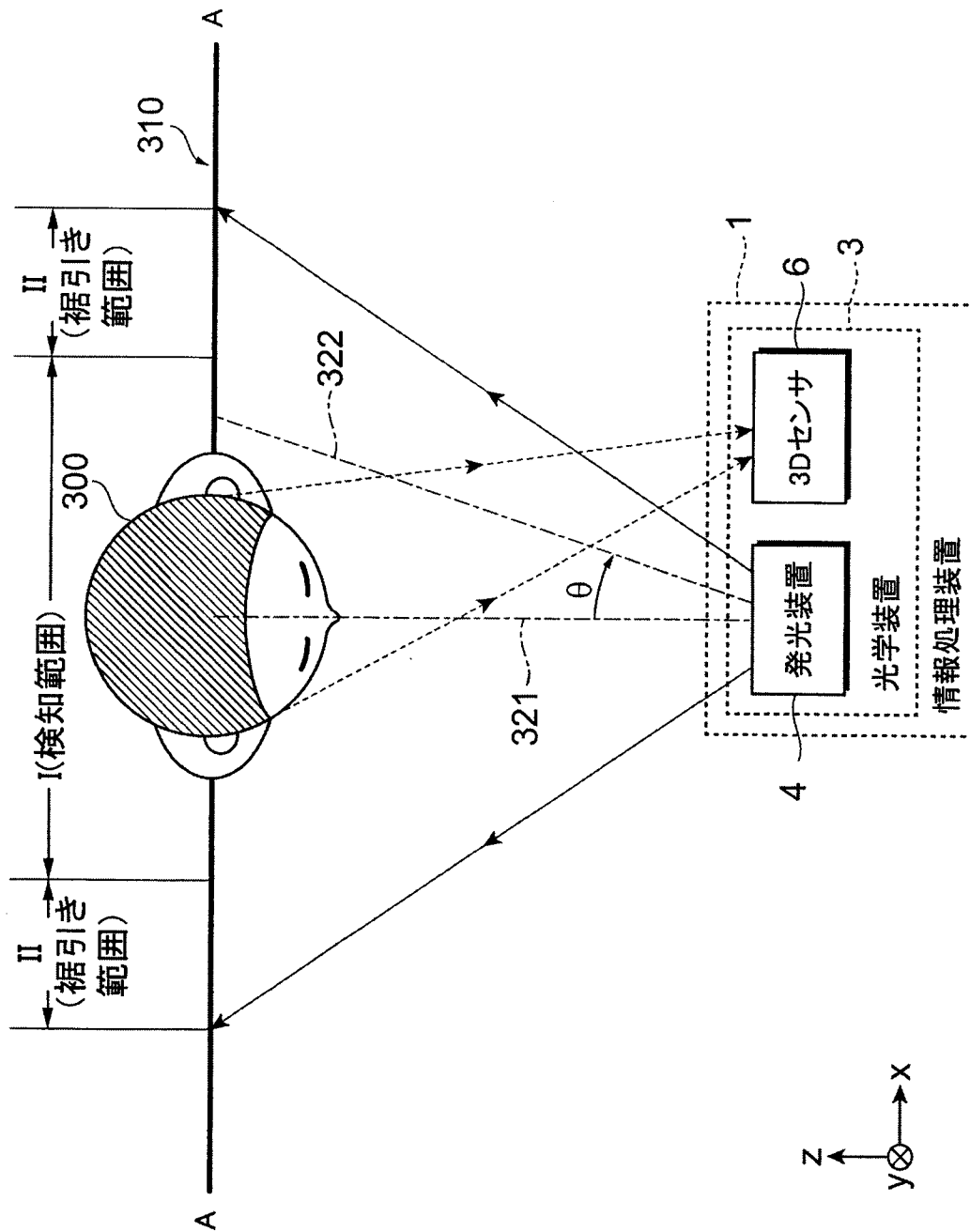
置。

- [請求項11] 前記第2の光学部材は板状の部材であって、少なくとも一方の面に複数の凹部および凸部が設けられている請求項1ないし9のいずれか1項に記載の発光装置。
- [請求項12] 前記第2の光学部材は、タイムオブフライト方式による三次元形状の計測に用いる光を照射する請求項1ないし11のいずれか1項に記載の発光装置。
- [請求項13] 前記光源、前記第1の光学部材及び前記第2の光学部材が携帯型情報処理端末に搭載され、当該光源は前記携帯型情報処理端末の電池によって駆動される請求項1ないし12のいずれか1項に記載の発光装置。
- [請求項14] 請求項1ないし13のいずれか1項に記載の発光装置と、
前記発光装置が備える光源から出射され計測対象で反射された反射光を受光する受光部と、を備え、
前記受光部は、前記光源から光が出射されてから当該受光部で受光されるまでの時間に相当する信号を出力する光学装置。
- [請求項15] 請求項14に記載の光学装置と、
前記光学装置が備える光源から出射され計測対象で反射され、当該光学装置が備える受光部が受光した反射光に基づき、当該計測対象の三次元形状を特定する形状特定部と、を備える情報処理装置。
- [請求項16] 前記形状特定部での特定結果に基づき、自装置の使用に関する認証処理を行う認証処理部、をさらに備える請求項15に記載の情報処理装置。

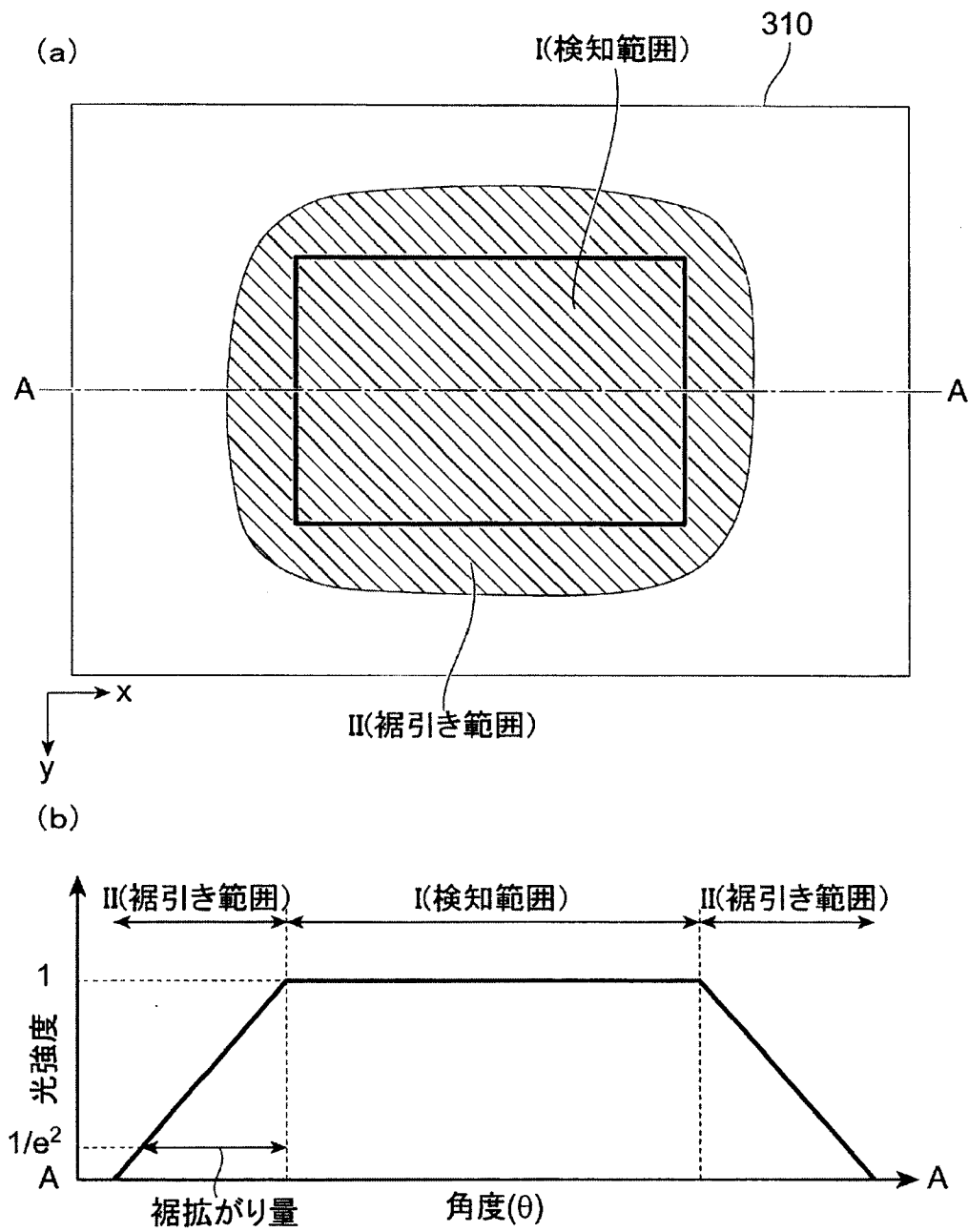
[図1]



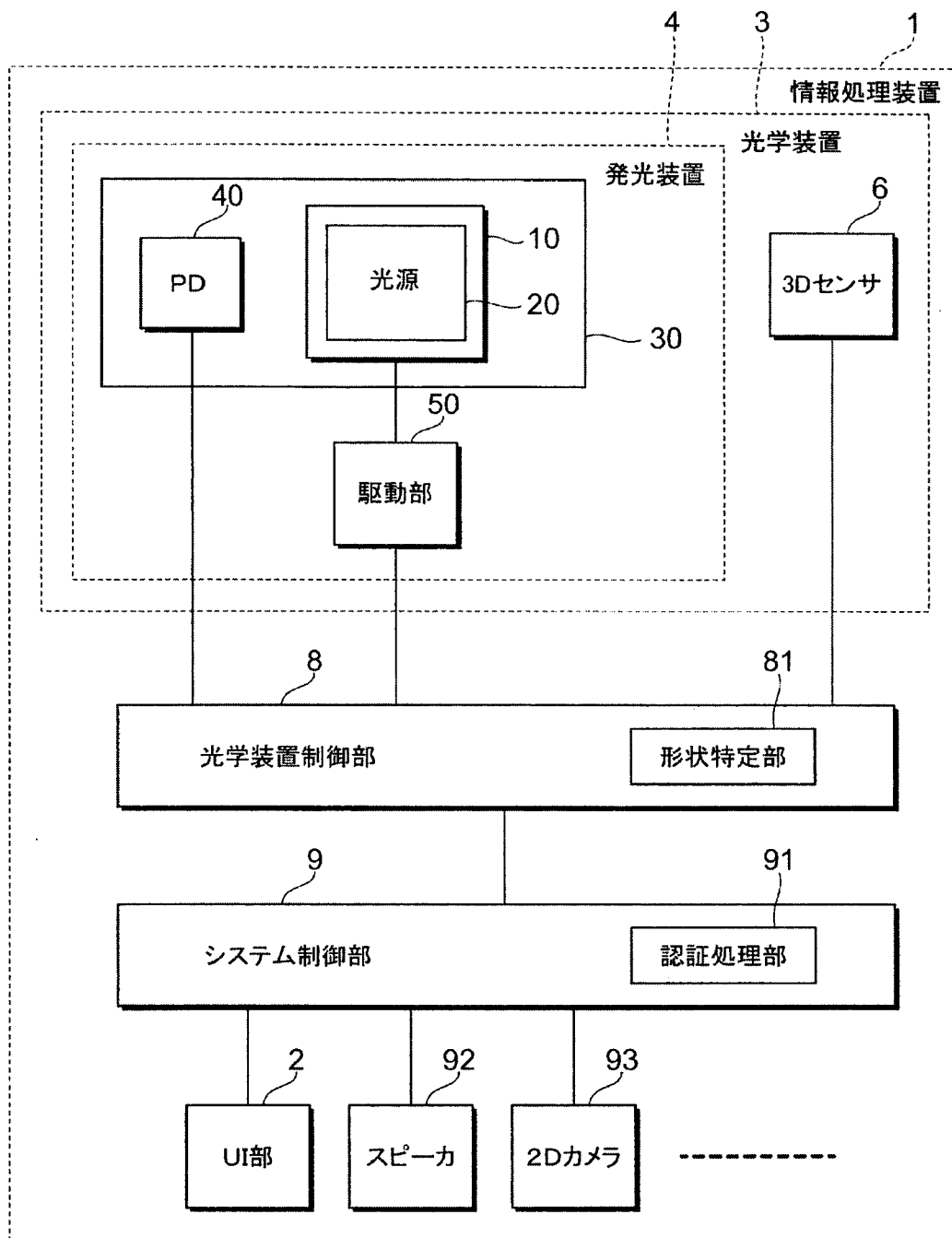
[図2]



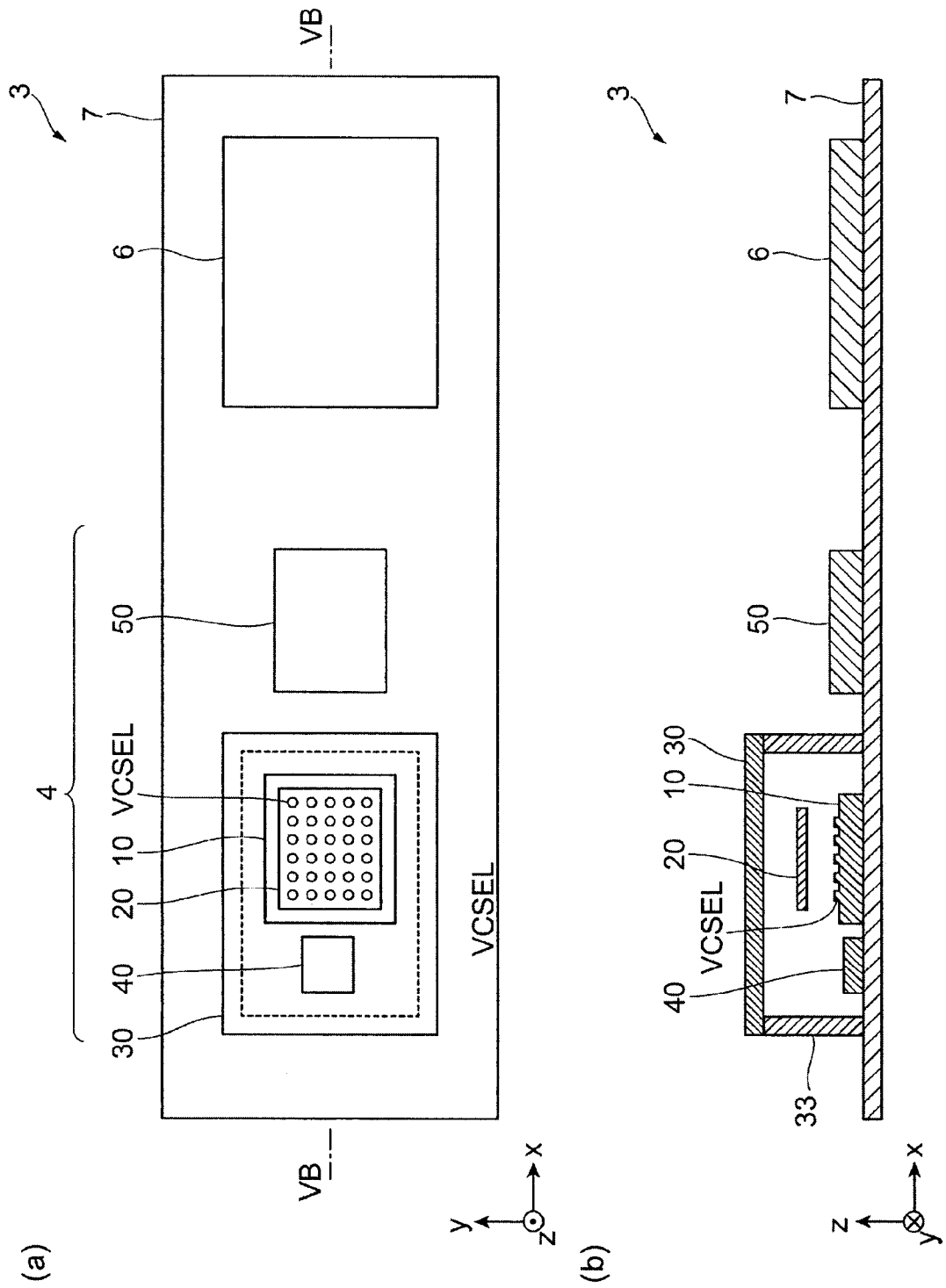
[図3]



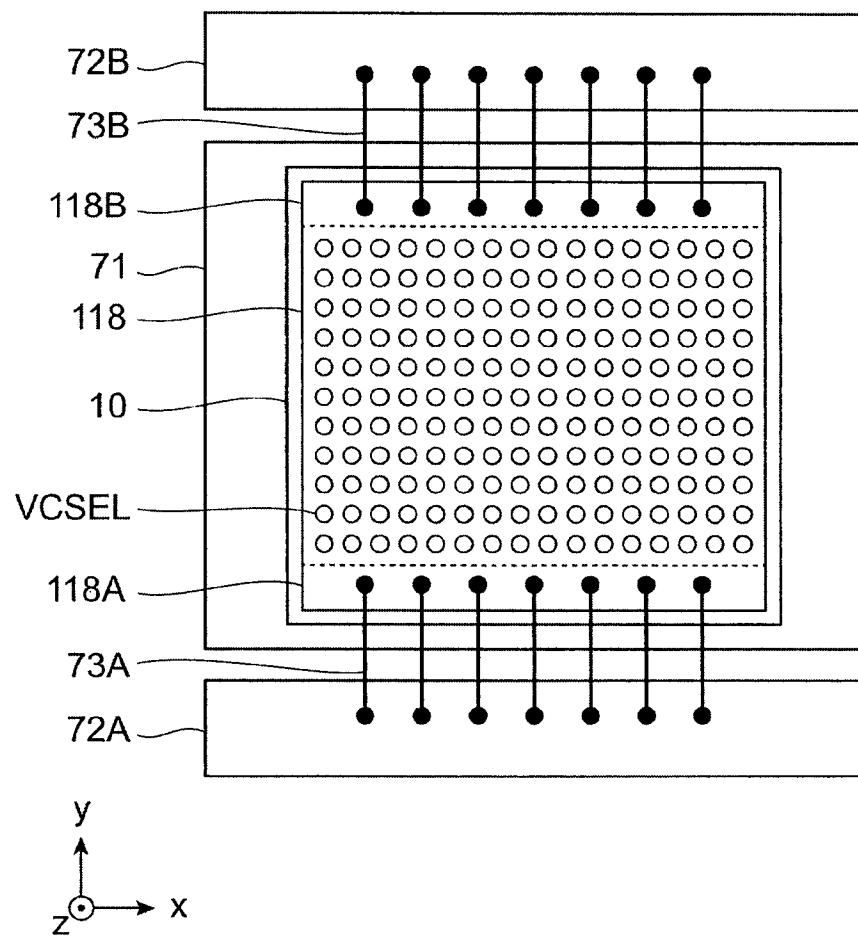
[図4]



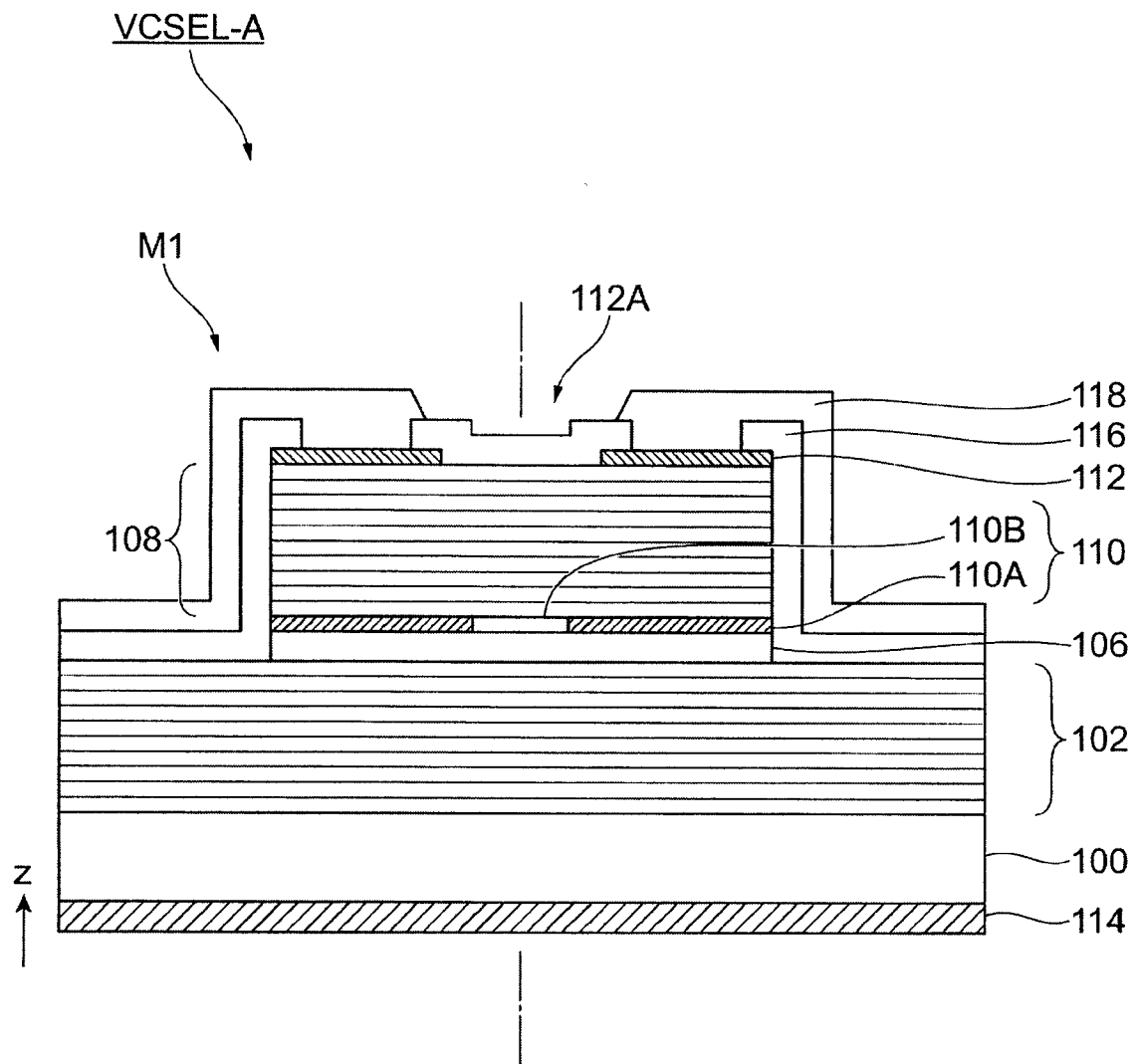
[図5]



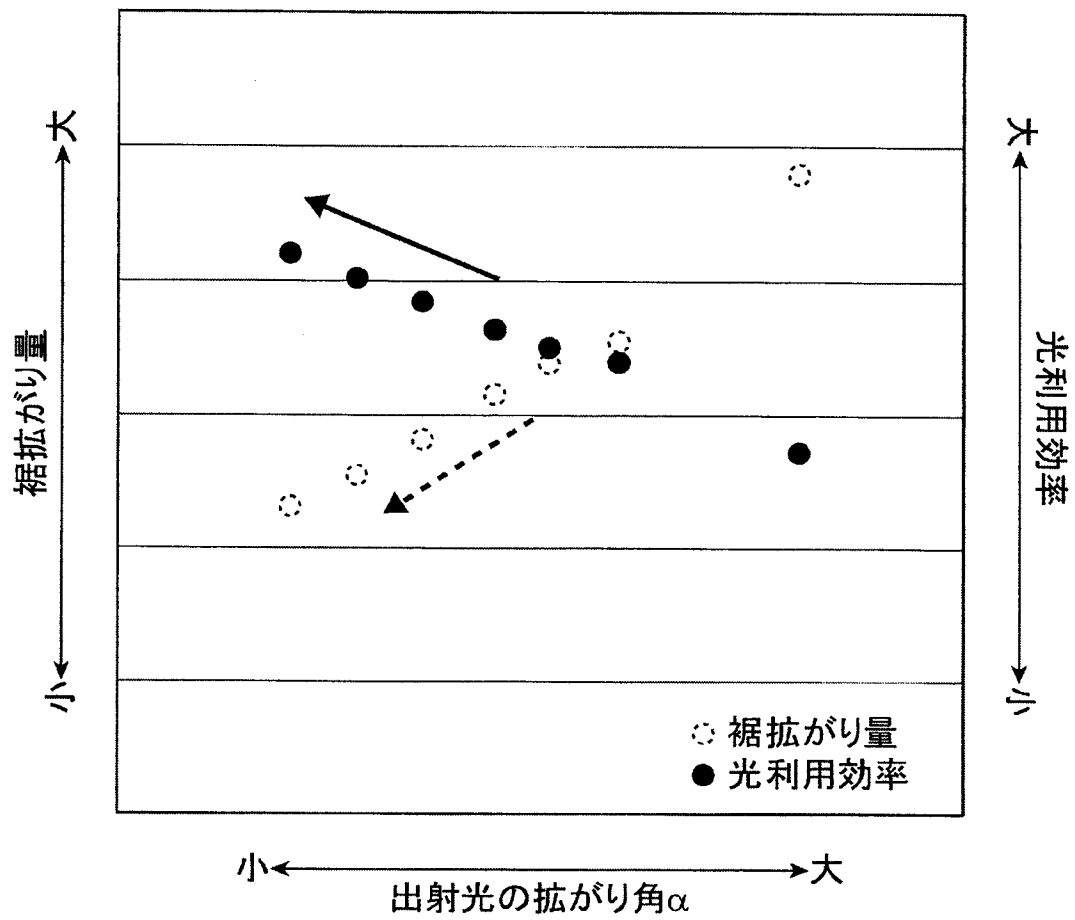
[図6]



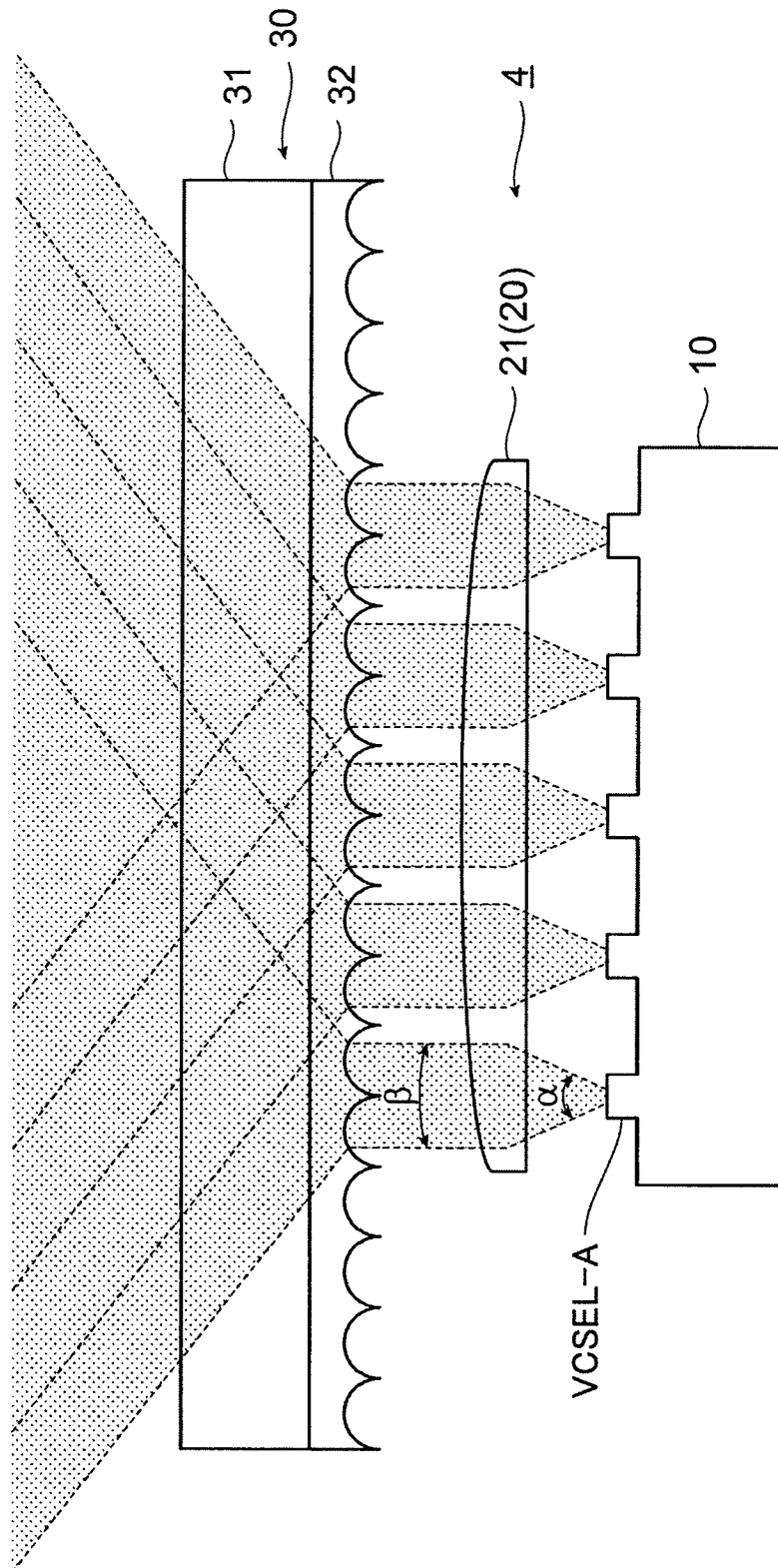
[図7]



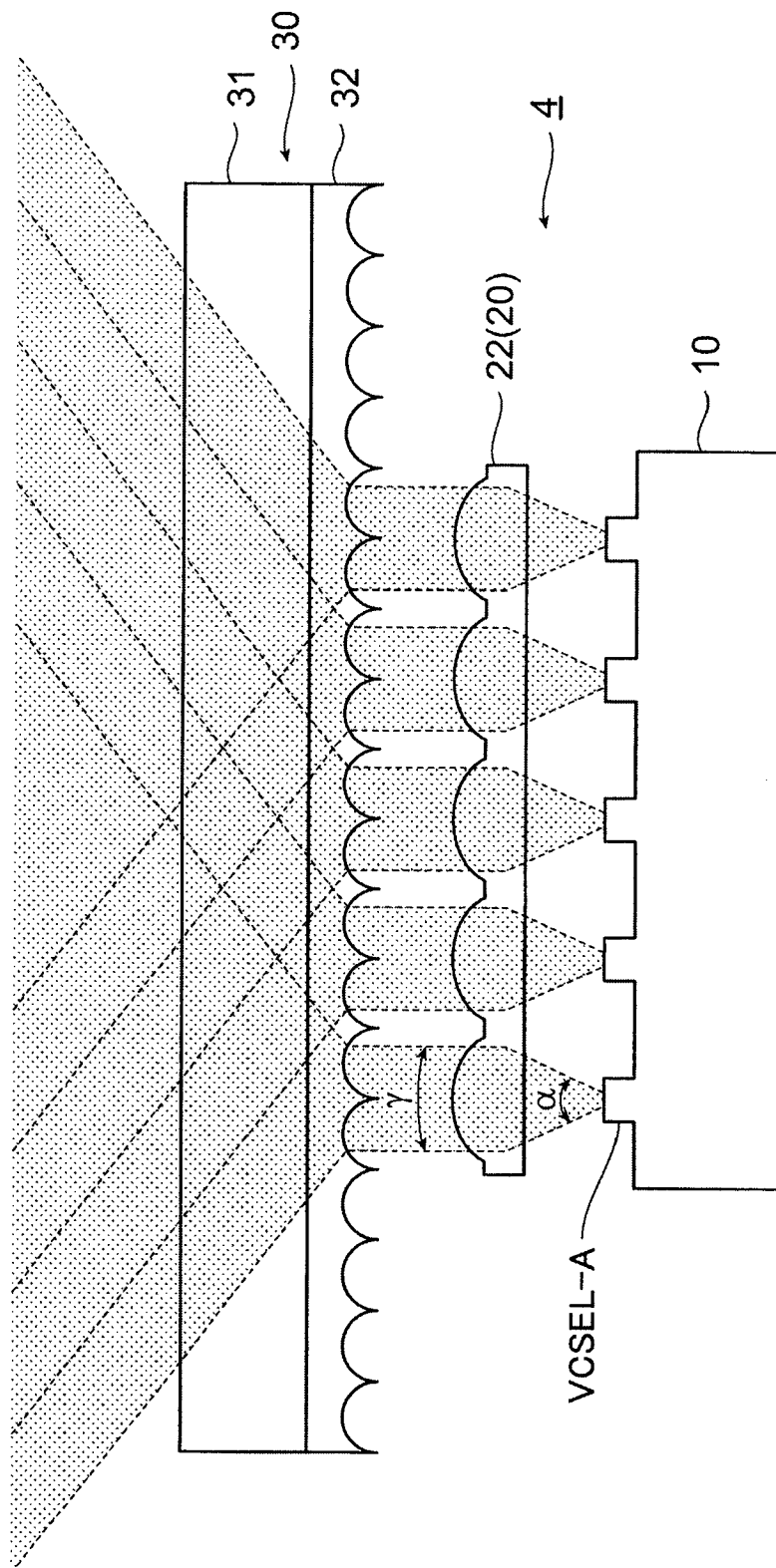
[図9]



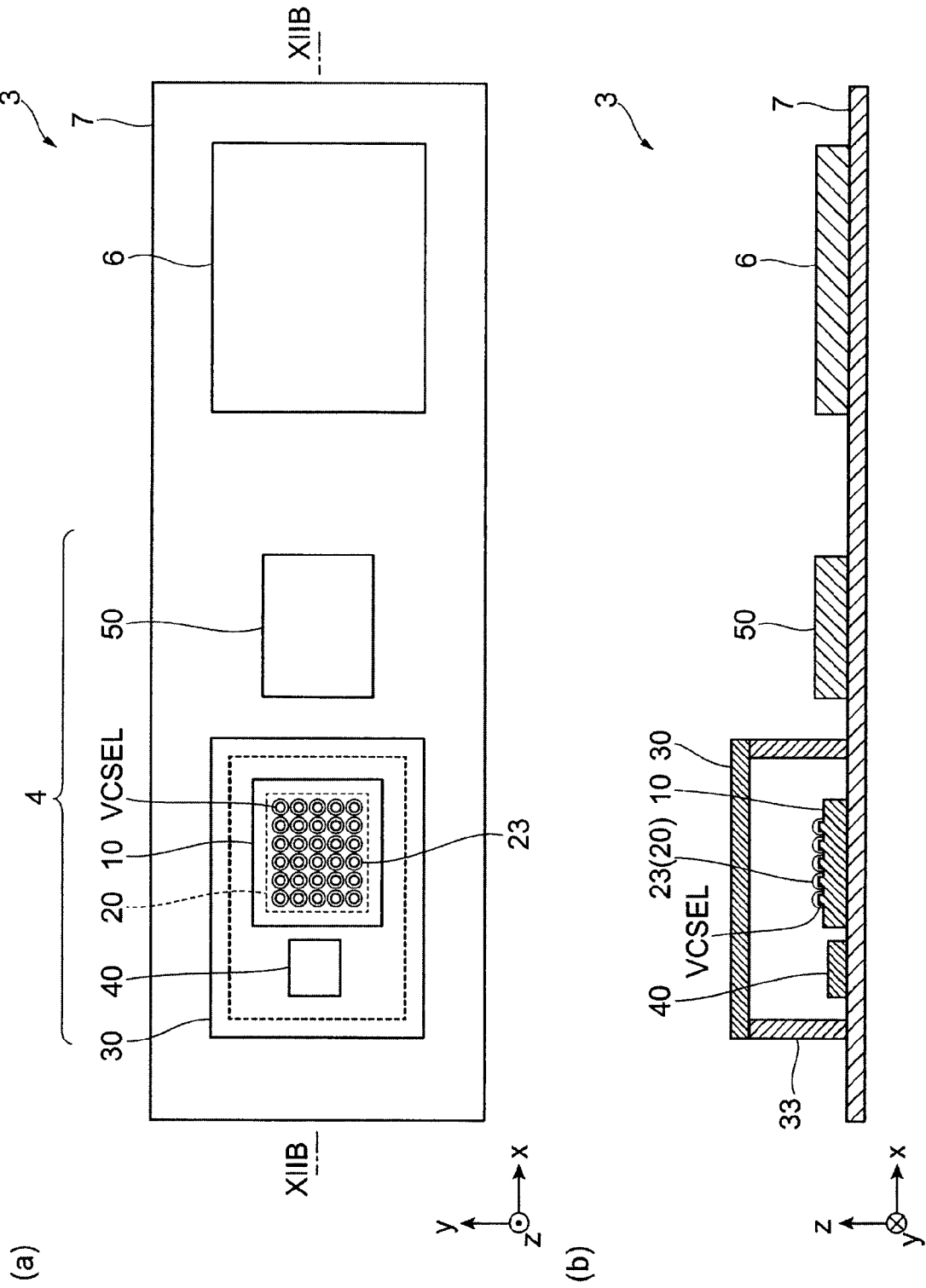
[図10]



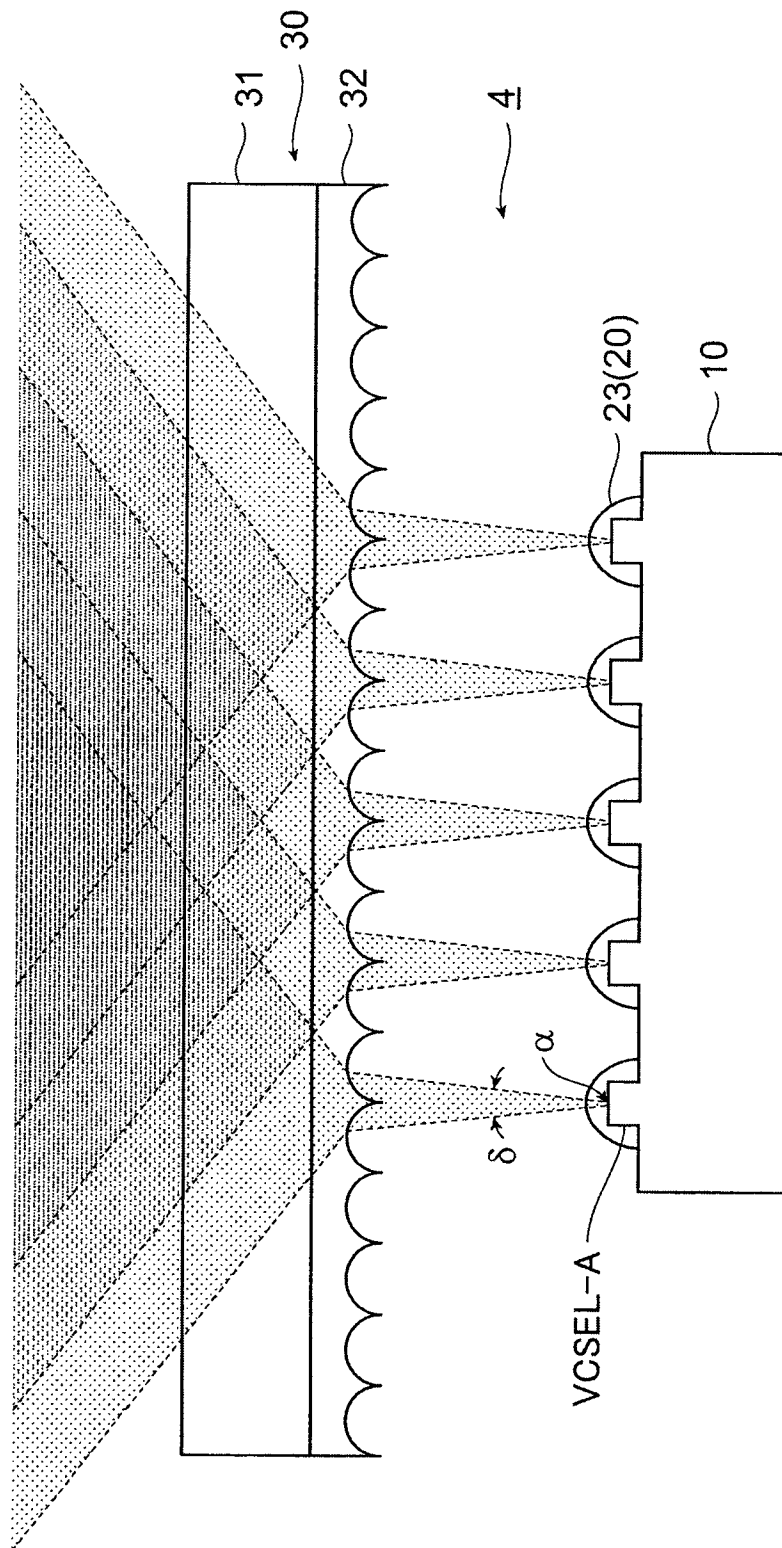
[図11]



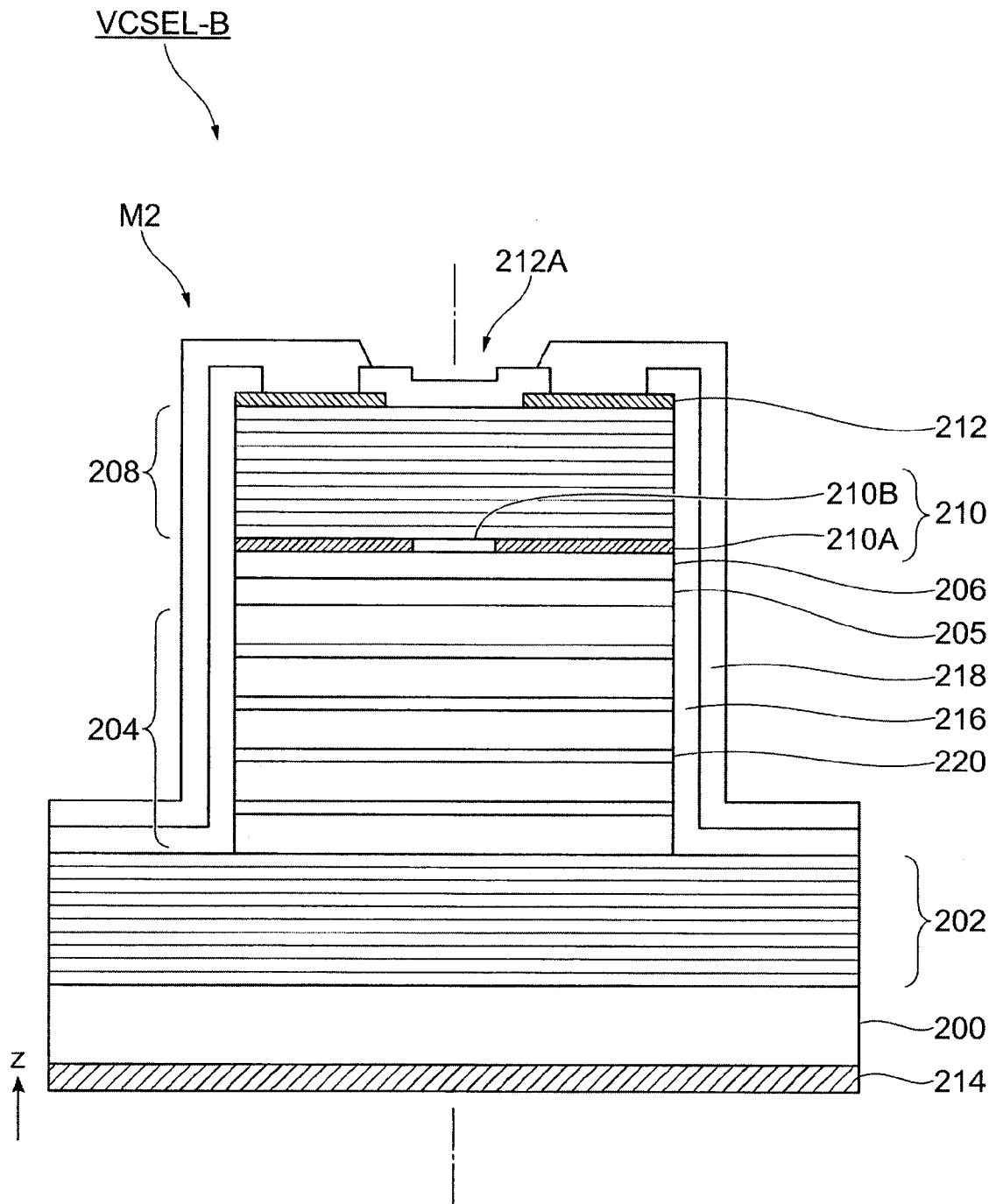
[図12]



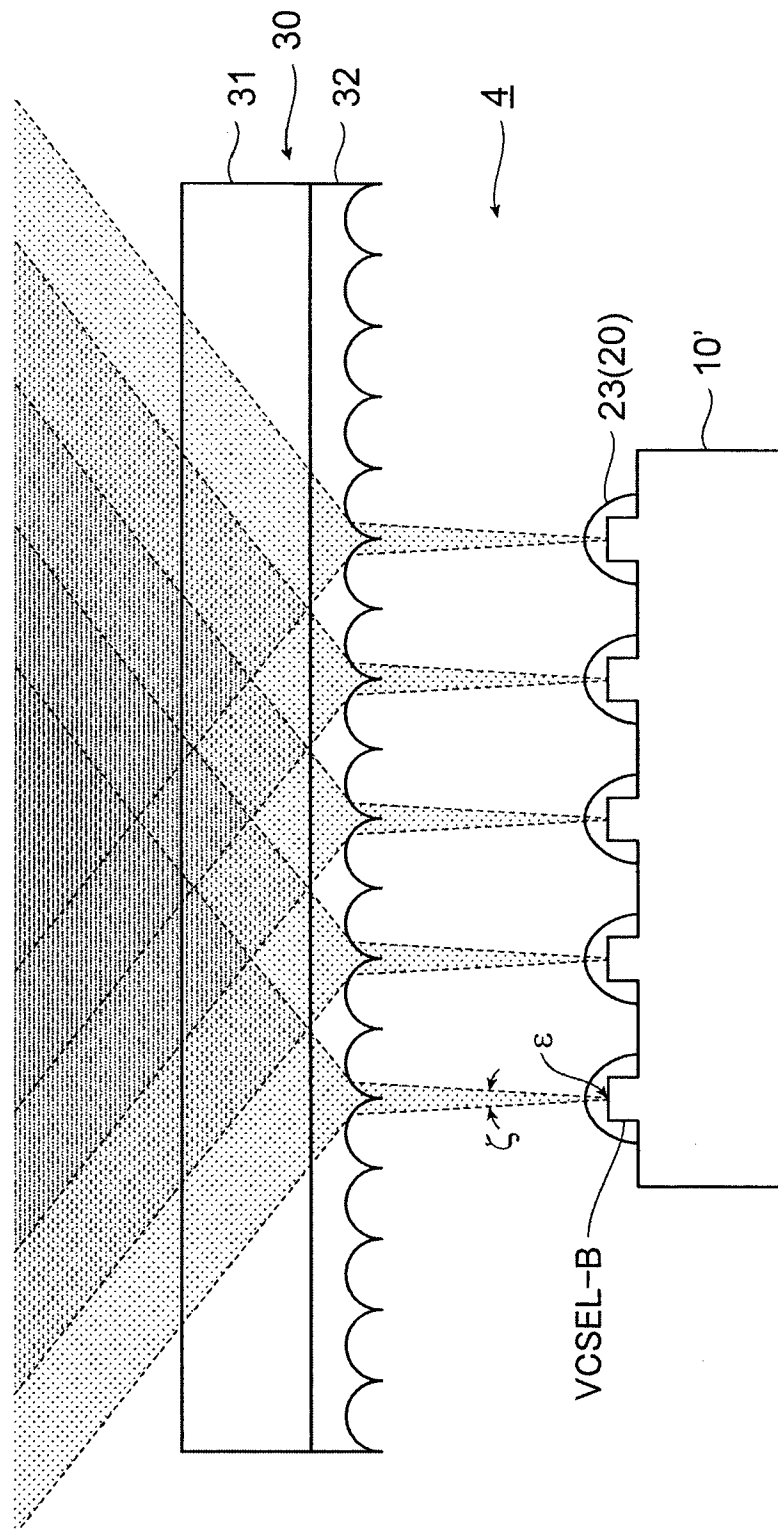
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/048789

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03B 15/02(2006.01)i; G03B 15/03(2006.01)i; G03B 15/05(2006.01)i; G03B 35/00(2006.01)i; G01S 17/89(2020.01)i; G01S 7/481(2006.01)i; G02B 5/02(2006.01)i; H01S 5/183(2006.01)i; H01S 5/42(2006.01)i

FI: G01S7/481 A; H01S5/183; H01S5/42; G02B5/02 C; G03B15/02 G; G03B15/02 L; G03B15/02 S; G03B15/03 W; G03B15/05; G03B35/00 Z; G01S17/89

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)

G01S 7/48-G01S 7/51; G01S 17/00-G01S 17/95; G01B 11/00-G01B 11/30; G01C 3/00-G01C 3/32; G03B 15/02; G03B 15/03; G03B 15/05; G03B 35/00; G02B 5/02; H01S 5/183; H01S 5/42

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	US 2014/0240469 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC) 28.08.2014 (2014-08-28) paragraphs [0001], [0021]-[0033], [0036], [0042]-[0045], fig. 1-6	1-6, 9-10, 12-15
Y		7-8, 11, 16
X	JP 2007-214564 A (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP (SINGAPORE) PTE LTD.) 23.08.2007 (2007-08-23) paragraphs [0010]-[0018], [0025]-[0028], fig. 1, 4A	1-6, 9-12, 14-15
Y		7-8, 13, 16
Y	JP 2007-533962 A (LEICA GEOSYSTEMS AG) 22.11.2007 (2007-11-22) paragraphs [0001], [0019]	7
Y	JP 2016-213486 A (FUJI XEROX CO., LTD.) 15.12.2016 (2016-12-15) paragraphs [0001], [0010]	7



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
19 February 2020 (19.02.2020)

Date of mailing of the international search report
03 March 2020 (03.03.2020)

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/JP2019/048789

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 2015-144299 A (RICOH CO., LTD.) 06.08.2015 (2015-08-06) paragraphs [0001], [0038]-[0040], fig. 1	8
Y	JP 2019-96642 A (SHARP CORP.) 20.06.2019 (2019-06- 20) paragraphs [0001]-[0002], [0064]-[0065], fig. 6-7	11, 13, 16
A	JP 2003-158332 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 30.05.2003 (2003-05-30) entire text, all drawings	1-16
A	JP 2009-204691 A (TOYOTA CENTRAL R&D LABS., INC.) 10.09.2009 (2009-09-10) entire text, all drawings	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/048789

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2014/0240469 A1	28 Aug. 2014	WO 2014/133689 A1 CN 105409212 A	
JP 2007-214564 A	23 Aug. 2007	US 2007/0181810 A1 paragraphs [0016]- [0023], [0031]- [0034], fig. 1, 4A	
JP 2007-533962 A	22 Nov. 2007	DE 102007004609 A1 US 2007/0053402 A1 paragraphs [0001], [0019]	
JP 2016-213486 A	15 Dec. 2016	WO 2005/029114 A2 EP 1517415 A1 CA 2539368 A1 CN 1883091 A	
JP 2015-144299 A	06 Aug. 2015	(Family: none) US 2009/0295902 A1 paragraphs [0001], [0096]-[0099], fig. 1	
		US 2013/0230070 A1 WO 2008/023813 A1 KR 10-2008-0063350 A CN 101356702 A CN 102136677 A KR 10-0990702 B1	
JP 2019-96642 A	20 Jun. 2019	US 2019/0159309 A1 paragraphs [0001]- [0002], [0069]- [0070], fig. 6-7	
		CN 110011180 A	
JP 2003-158332 A	30 May 2003	US 2003/0048819 A1	
JP 2009-204691 A	10 Sep. 2009	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G03B 15/02(2006.01)i; G03B 15/03(2006.01)i; G03B 15/05(2006.01)i; G03B 35/00(2006.01)i; G01S 17/89(2020.01)i; G01S 7/481(2006.01)i; G02B 5/02(2006.01)i; H01S 5/183(2006.01)i; H01S 5/42(2006.01)i FI: G01S7/481 A; H01S5/183; H01S5/42; G02B5/02 C; G03B15/02 G; G03B15/02 L; G03B15/02 S; G03B15/03 W; G03B15/05; G03B35/00 Z; G01S17/89																							
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）） G01S 7/48 - G01S 7/51; G01S 17/00 - G01S 17/95; G01B 11/00 - G01B 11/30; G01C 3/00 - G01C 3/32; G03B 15/02; G03B 15/03; G03B 15/05; G03B 35/00; G02B 5/02; H01S 5/183; H01S 5/42 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>1 9 2 2 - 1 9 9 6 年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1 9 7 1 - 2 0 2 0 年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1 9 9 6 - 2 0 2 0 年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1 9 9 4 - 2 0 2 0 年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年	日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 2 0 年	日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 2 0 年	日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 2 0 年													
日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年																						
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 2 0 年																						
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 2 0 年																						
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 2 0 年																						
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2014/0240469 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC) 28.08.2014 (2014 - 08 - 28) [0001], [0021]-[0033], [0036], [0042]-[0045], FIGS.1-6</td> <td>1-6, 9-10, 12-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>7-8, 11, 16</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 2007-214564 A (アバゴ・テクノロジー・ジェネラル・アイピー（シンガポール）プライベート・リミテッド）23.08.2007 (2007 - 08 - 23) [0010]-[0018], [0025]-[0028], 図1, 4A</td> <td>1-6, 9-12, 14-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>7-8, 13, 16</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2007-533962 A (ライカ ジオシステムズ アクチェンゲゼルシャフト) 22.11.2007 (2007 - 11 - 22) [0001], [0019]</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2016-213486 A (富士ゼロックス株式会社) 15.12.2016 (2016 - 12 - 15) [0001], [0010]</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>			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	US 2014/0240469 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC) 28.08.2014 (2014 - 08 - 28) [0001], [0021]-[0033], [0036], [0042]-[0045], FIGS.1-6	1-6, 9-10, 12-15	Y		7-8, 11, 16	X	JP 2007-214564 A (アバゴ・テクノロジー・ジェネラル・アイピー（シンガポール）プライベート・リミテッド）23.08.2007 (2007 - 08 - 23) [0010]-[0018], [0025]-[0028], 図1, 4A	1-6, 9-12, 14-15	Y		7-8, 13, 16	Y	JP 2007-533962 A (ライカ ジオシステムズ アクチェンゲゼルシャフト) 22.11.2007 (2007 - 11 - 22) [0001], [0019]	7	Y	JP 2016-213486 A (富士ゼロックス株式会社) 15.12.2016 (2016 - 12 - 15) [0001], [0010]	7
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	US 2014/0240469 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC) 28.08.2014 (2014 - 08 - 28) [0001], [0021]-[0033], [0036], [0042]-[0045], FIGS.1-6	1-6, 9-10, 12-15																					
Y		7-8, 11, 16																					
X	JP 2007-214564 A (アバゴ・テクノロジー・ジェネラル・アイピー（シンガポール）プライベート・リミテッド）23.08.2007 (2007 - 08 - 23) [0010]-[0018], [0025]-[0028], 図1, 4A	1-6, 9-12, 14-15																					
Y		7-8, 13, 16																					
Y	JP 2007-533962 A (ライカ ジオシステムズ アクチェンゲゼルシャフト) 22.11.2007 (2007 - 11 - 22) [0001], [0019]	7																					
Y	JP 2016-213486 A (富士ゼロックス株式会社) 15.12.2016 (2016 - 12 - 15) [0001], [0010]	7																					
☒ 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 19.02.2020		国際調査報告の発送日 03.03.2020																					
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） 渡辺 慶人 2S 1166 電話番号 03-3581-1101 内線 3216																					

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
Y	JP 2015-144299 A (株式会社リコー) 06.08.2015 (2015 - 08 - 06) [0001],[0038]-[0040], 図1	8
Y	JP 2019-96642 A (シャープ株式会社) 20.06.2019 (2019 - 06 - 20) [0001]-[0002],[0064]-[0065], 図6-7	11, 13, 16
A	JP 2003-158332 A (富士写真フイルム株式会社) 30.05.2003 (2003 - 05 - 30) 全文, 全図	1-16
A	JP 2009-204691 A (株式会社豊田中央研究所) 10.09.2009 (2009 - 09 - 10) 全文, 全図	1-16

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/JP2019/048789

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2014/0240469	A1	28.08.2014	WO	2014/133689	A1	
				CN	105409212	A	
JP	2007-214564	A	23.08.2007	US	2007/0181810	A1	
				[0016]-[0023], [0031]-[0034], FIGS. 1, 4A			
				DE	102007004609	A1	
JP	2007-533962	A	22.11.2007	US	2007/0053402	A1	
				[0001], [0019]			
				WO	2005/029114	A2	
				EP	1517415	A1	
				CA	2539368	A1	
				CN	1883091	A	
JP	2016-213486	A	15.12.2016	(ファミリーなし)			
JP	2015-144299	A	06.08.2015	US	2009/0295902	A1	
				[0001], [0096]-[0099], 図1			
				US	2013/0230070	A1	
				WO	2008/023813	A1	
				KR	10-2008-0063350	A	
				CN	101356702	A	
				CN	102136677	A	
				KR	10-0990702	B1	
JP	2019-96642	A	20.06.2019	US	2019/0159309	A1	
				[0001]-[0002], [0069]-[0070], FIGS. 6-7			
				CN	110011180	A	
JP	2003-158332	A	30.05.2003	US	2003/0048819	A1	
JP	2009-204691	A	10.09.2009	(ファミリーなし)			