

(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
2020年6月11日(11.06.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/116084 A1

(51) 国際特許分類:

B23K 26/21 (2014.01) F21S 2/00 (2016.01)
G02B 6/42 (2006.01) H01S 5/02 (2006.01)
F21Y 115/30 (2016.01) H01S 5/40 (2006.01)
G02B 5/04 (2006.01)

株式会社 (PANASONIC SEMICONDUCTOR
SOLUTIONS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178520 京
都府長岡京市神足焼町1番地 Kyoto (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/043784

(22) 国際出願日: 2019年11月8日(08.11.2019)

(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 2018-229344 2018年12月6日(06.12.2018) JP

(71) 出願人: パナソニックセミコン
ダクターソリューションズ

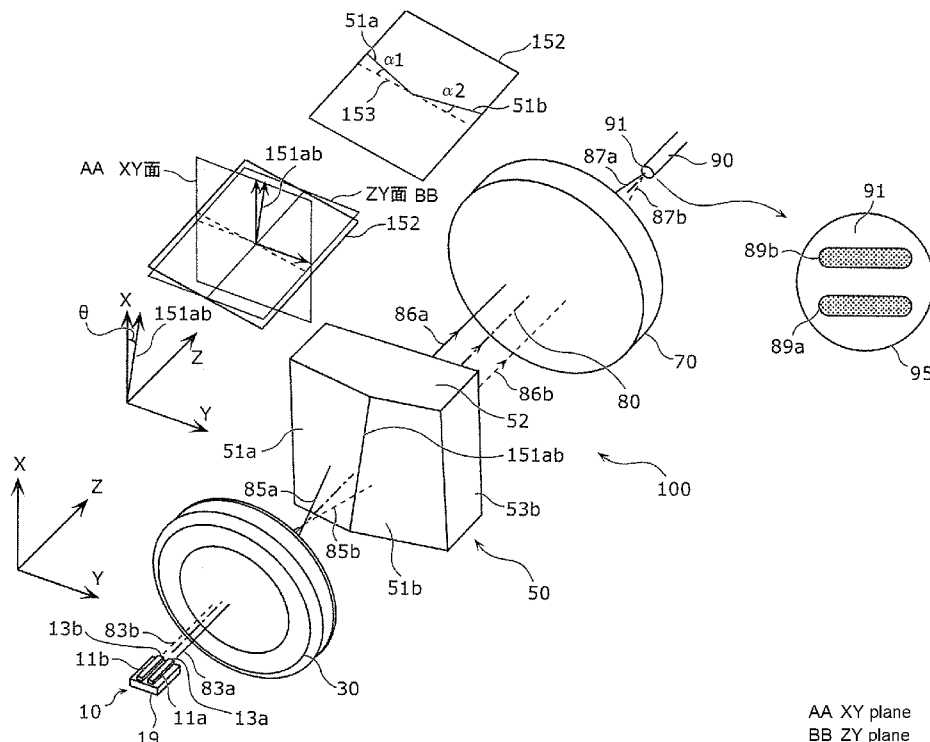
(72) 発明者: 西本 雅彦 (NISHIMOTO, Masahiko).
山中 一彦 (YAMANAKA, Kazuhiko). 畑 雅
幸 (HATA, Masayuki).

(74) 代理人: 新居 広守, 外 (NII, Hiromori et al.);
〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目
3番10号タナカ・イトーピア新大阪ビル6
階新居国際特許事務所内 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: LIGHT SOURCE UNIT, ILLUMINATION DEVICE, MACHINING DEVICE, AND DEFLECTION ELEMENT

(54) 発明の名称: 光源ユニット、照明装置、加工装置及び偏向素子



(57) Abstract: A light source unit (100) comprising: a first light-emission point (13a) that emits a first beam; a second light-emission point (13b) that emits a second beam and is arranged distanced from the first light-emission point in a second direction orthogonal to a first direction; a deflection element (50) that deflects at least either the first beam or the second beam, in a third direction that is orthogonal to the first direction and the second direction; and a first condensing optical element (70) that condenses the first beam and the second beam emitted from the deflection element (50), on to

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

a light condensing surface (91). The first beam at the first light-emission point (13a) and the second beam at the second light-emission point overlap in the third direction. On the light condensing surface (91), the first beam and the second beam overlap in the second direction and are separated in the third direction.

(57) 要約: 光源ユニット (100) は、第1の光線を出射する第1の発光点 (13a) と、第1の方向に垂直な第2の方向において第1の発光点から離れて配置され、第2の光線を出射する第2の発光点 (13b) と、第1の光線及び第2の光線の少なくとも一方を、第1の方向及び第2の方向に垂直な第3の方向に偏向する偏向素子 (50) と、偏向素子 (50) から出射された第1の光線及び第2の光線を集光面 (91) に集光する第1の集光光学素子 (70) とを備え、第1の発光点 (13a) における第1の光線と、第2の発光点における第2の光線とは、第3の方向において重なっており、集光面 (91) において、第1の光線と第2の光線とは、第2の方向において重なり、かつ、第3の方向において離れている。

明 細 書

発明の名称：光源ユニット、照明装置、加工装置及び偏向素子 技術分野

[0001] 本開示は、光源ユニット、照明装置、加工装置及びそれらに用いられる偏向素子に関する。

背景技術

[0002] 例えば、光出力が1ワットを超えるような非常に高いパワーの光を出射する光源ユニットの開発が進んでいる。特に指向性の優れた光を効率よく出射させる光源ユニットは様々な用途への適用が検討されている。このような指向性の優れた光を出射する光源ユニットに用いる光源として、半導体発光装置が挙げられる。半導体発光装置は、半導体レーザに代表される、光導波路を有する半導体発光素子と、半導体発光素子が搭載されるパッケージなどを備える。例えば、InAlGaP系、InAlGaAs系などの化合物半導体を用いた半導体発光装置は、溶接装置、加工装置、レーザスクライビング装置、薄膜のアニール装置などの産業用加工装置の光源や、ディスプレイの長波長光源、LiDAR (Light Detection and Ranging) 用赤外光源として開発が進められている。またInAlGaN系などの窒化物半導体を用いた半導体発光装置は、レーザディスプレイやプロジェクションマッピング用のプロジェクタなどの画像表示装置の光源や、白色固体光源の励起光源として開発が進められている。例えば、励起光源としての半導体発光装置と、蛍光体とを組み合わせた光源ユニットは、高い輝度の白色光を出射させることができる。このため、このような光源ユニットは、プロジェクタや車両前照灯などの光源として開発が進められている。

[0003] これらの光源ユニットは、例えば、合計数ワットを超えるような非常に高いパワーの光を小さな発光部から出射させる必要がある。このような高いパワーの光を得るために、複数の光源を用いる構成が採用され得る。この場合、光源ユニットに配置された複数の光源から出射される光を効率よく結合さ

せる構造についてもさまざまな工夫が必要となる。

[0004] 上記のような課題に対し、例えば、特許文献1及び特許文献2には複数の光源を組み合わせた光源ユニットの構造について提案がなされている。

[0005] 以下、図17及び図18を用いて、従来の光源ユニットについて説明する。図17及び図18は、それぞれ特許文献1及び特許文献2に開示された光源ユニットの構成を示す模式図である。

[0006] 図17に示されるように、特許文献1に開示された光源ユニット1600は、三つのエミッタを有する光源1611と、出射光を平行光に変換するレンズ1631と、主面に対して異なる微小傾斜角を有する複数の光学面1651a、1651b及び1651cを有する光学素子1650とで構成されている。このような構成によって光源ユニット1600は、光束群1660を出射する。このような光源ユニット1600から出射された光束群1660を例えばレンズなどによって集光することによって、同一点に複数の光束を集光しようとしている。

[0007] また、図18に示されるように、特許文献2に開示された光源ユニット1001においては、パッケージ1003内部に配置された複数のレーザ光源1005と、複数の第1レンズ1007と、複数の第2レンズ1009と、複数の反射ミラー1011と、集光レンズ1013と、光ファイバ1015とを備える。複数のレーザ光源1005の各々から出射されたレーザ光は、第1レンズ1007、第2レンズ1009及び反射ミラー1011を介して集光レンズ1013まで伝播する。集光レンズ1013に入射したレーザ光は、集光レンズ1013によって集光されて、光ファイバ1015に入射する。これにより、特許文献2では、光ファイバへの結合効率に優れる光源ユニット1001を実現しようとしている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：国際公開第2014／115194号

特許文献2：特開2013－235943号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献１に開示された光源ユニット１６００では、複数の光束が一点に集光されるため、集光面に位置する光学部材などにダメージを与える。例えば、集光面として、蛍光体や光ファイバの端面を用いる場合、レーザ光が１点に集中することで、集光面を形成する物質にダメージを与えてしまう。

[0010] また、特許文献２に開示された光源ユニット１００１では、複数のレーザ光源１００５配置位置の高さが互いに異なるため、各レーザ光源１００５に対応する第２レンズ１００９などが必要となる。つまり、光源ユニット１００１では、部品点数が多くなる。

[0011] 本開示は、このような課題を解決するものであり、ピーク強度を抑制しつつ、複数の光線を集光面に集光でき、かつ、簡素化された構成を有する光源ユニットなどを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を解決するため本開示に係る光源ユニットの一態様は、第１の方向に沿った光軸を有する光源ユニットであって、第１の光線を出射する第１の発光点と、前記第１の方向に垂直な第２の方向において前記第１の発光点から離れて配置され、第２の光線を出射する第２の発光点と、前記第１の光線及び前記第２の光線の少なくとも一方を、前記第１の方向及び前記第２の方向に垂直な第３の方向に偏向する偏向素子と、前記偏向素子から出射された前記第１の光線及び前記第２の光線を集光面に集光する第１の集光光学素子とを備え、前記第１の発光点における前記第１の光線と、前記第２の発光点における前記第２の光線とは、前記第３の方向において重なっており、前記集光面において、前記第１の光線と前記第２の光線とは、前記第２の方向において重なり、かつ、前記第３の方向において離れている。

[0013] また、本開示に係る光源ユニットの一態様において、前記第１の発光点及び前記第２の発光点を含む複数の発光点を備え、前記集光面において、前記

第1の光線と前記第2の光線との前記第2の方向における間隔は、前記第1の光線又は前記第2の光線の前記第2の方向におけるビーム幅の0.8倍以下であり、前記第1の光線と前記第2の光線との前記第3の方向における間隔は、前記第1の光線又は前記第2の光線の前記第3の方向におけるビーム幅の0.75倍を前記複数の発光点の個数で割った値以上であってもよい。

[0014] 上記課題を解決するため本開示に係る光源ユニットの他の一態様は、第1の方向に沿った光軸を有する光源ユニットであって、第1の光線を出射する第1の発光点と、前記第1の方向に垂直な第2の方向において前記第1の発光点から離れて配置され、第2の光線を出射する第2の発光点と、前記第1の光線及び前記第2の光線の少なくとも一方を、前記第1の方向及び前記第2の方向に垂直な第3の方向に偏向する偏向素子とを備え、前記第1の光線は、前記偏向素子に、前記第3の方向に垂直な第4の方向から入射し、前記第2の光線は、前記偏向素子に、前記第3の方向に垂直な第5の方向から入射し、前記第3の方向から見て、前記第4の方向と前記第1の方向とのなす角は、前記第5の方向と前記第1の方向とのなす角と異なり、前記第1の光線は、前記偏向素子から第6の方向に出射し、前記第2の光線は、前記偏向素子から第7の方向に出射し、前記第6の方向は、前記第2の方向から見て、前記第4の方向から第1の偏向角だけ偏向し、前記第7の方向は、前記第2の方向から見て、前記第5の方向から第2の偏向角だけ偏向し、前記第1の偏向角と前記第2の偏向角とは異なり、前記第3の方向から見て、前記第6の方向と前記第7の方向とは互いに平行である。

[0015] 上記課題を解決するため本開示に係る光源ユニットのさらに他の一態様は、第1の方向に沿った光軸を有する光源ユニットであって、第1の光線を出射する第1の発光点と、前記第1の方向に垂直な第2の方向において前記第1の発光点から離れて配置され、第2の光線を出射する第2の発光点と、前記第1の光線及び前記第2の光線の少なくとも一方を、前記第1の方向及び前記第2の方向に垂直な第3の方向に偏向する偏向素子とを備え、前記第1の光線は、前記偏向素子に、前記第3の方向に垂直な第4の方向から入射し

、前記第2の光線は、前記偏向素子に、前記第3の方向に垂直な第5の方向から入射し、前記第1の光線は、前記偏向素子から第6の方向に出射し、前記第2の光線は、前記偏向素子から第7の方向に出射し、前記第6の方向は、前記第2の方向から見て、前記第4の方向から第1の偏向角だけ偏向し、前記第7の方向は、前記第2の方向から見て、前記第5の方向から第2の偏向角だけ偏向し、前記第6の方向は、前記第3の方向から見て、前記第4の方向から第3の偏向角だけ偏向し、前記第7の方向は、前記第3の方向から見て、前記第5の方向から第4の偏向角だけ偏向し、前記第1の偏向角と前記第2の偏向角とは異なり、前記第3の偏向角と前記第4の偏向角とは異なる。

[0016] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第1の発光点における前記第1の光線と、前記第2の発光点における前記第2の光線とは、前記第3の方向において重なっていてもよい。

[0017] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記偏向素子から出射された前記第1の光線及び前記第2の光線を集光面に集光する第1の集光光学素子をさらに備えてもよい。

[0018] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記集光面において、前記第1の光線と前記第2の光線とは、前記第2の方向において重なり、かつ、前記第3の方向において離れていてもよい。

[0019] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記偏向素子は、前記第1の光線が入射する第1の入射面と、前記第2の光線が入射する第2の入射面とを有し、前記第1の入射面と前記第3の方向に垂直な面との交線は、前記第2の方向から第1の傾斜角だけ傾斜し、前記第2の入射面と前記第3の方向に垂直な面との交線は、前記第2の方向から第2の傾斜角だけ傾斜し、前記第1の入射面と前記第2の方向に垂直な面との交線は、前記第3の方向から第3の傾斜角だけ傾斜し、前記第2の入射面と前記第2の方向に垂直な面との交線は、前記第3の方向から第4の傾斜角だけ傾斜し、前記第1の傾斜角と前記第2の傾斜角とは異なり、前記第3の傾斜角と前記第4の傾

斜角とは異なり、前記第1の傾斜角の絶対値より前記第3の傾斜角の絶対値の方が小さく、前記第2の傾斜角の絶対値より前記第4の傾斜角の絶対値の方が小さくてもよい。

[0020] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記偏向素子は、前記第1の光線が出射する第1の出射面と、前記第2の光線が出射する第2の出射面とを有し、前記第1の出射面と前記第3の方向に垂直な面との交線は、前記第2の方向から第5の傾斜角だけ傾斜し、前記第2の出射面と前記第3の方向に垂直な面との交線は、前記第2の方向から第6の傾斜角だけ傾斜し、前記第1の出射面と前記第2の方向に垂直な面との交線は、前記第3の方向から第7の傾斜角だけ傾斜し、前記第2の出射面と前記第2の方向に垂直な面との交線は、前記第3の方向から第8の傾斜角だけ傾斜し、前記第5の傾斜角と前記第6の傾斜角とは異なり、前記第7の傾斜角と前記第8の傾斜角とは異なり、前記第5の傾斜角の絶対値より前記第7の傾斜角の絶対値の方が小さく、前記第6の傾斜角の絶対値より前記第8の傾斜角の絶対値の方が小さくてもよい。

[0021] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記偏向素子は、前記第3の方向に垂直な底面を有してもよい。

[0022] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第1の発光点及び前記第2の発光点は、同一の半導体基板上に形成された半導体レーザアレイに含まれてもよい。

[0023] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第3の方向に垂直な実装面をさらに備え、前記第1の発光点は第1の半導体発光素子チップに含まれ、前記第2の発光点は第2の半導体発光素子チップに含まれ、前記第1の半導体発光素子チップ及び前記第2の半導体発光素子チップは、前記実装面に実装されていてもよい。

[0024] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第1の発光点及び前記第2の発光点を収納するパッケージをさらに備えてもよい。

[0025] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第1の発光点及

び前記第2の発光点と前記偏向素子との間に配置される第2の集光光学素子を備えてもよい。

[0026] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第2の集光光学素子は、前記第1の光線及び前記第2の光線の各々の発散を低減してもよい。

[0027] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第1の光線は、前記第2の集光光学素子から、前記第4の方向に出射し、前記第2の光線は、前記第2の集光光学素子から、前記第5の方向に出射してもよい。

[0028] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第1の光線と前記第2の光線とは、前記第2の集光光学素子と前記偏向素子との間で交差してもよい。

[0029] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第2の集光光学素子は、少なくとも第2の方向に集光するコリメータレンズを含み、前記コリメータレンズは、前記第1の光線及び前記第2の光線の各々の発散を低減してもよい。

[0030] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第1の光線は、前記第2の集光光学素子への入射位置において前記第2の集光光学素子の光軸から前記第2の方向に第1の距離だけ離れており、前記第2の光線は、前記第2の集光光学素子への入射位置において前記第2の集光光学素子の光軸から前記第2の方向に第2の距離だけ離れており、前記第1の光線の前記第2の集光光学素子への入射位置は、前記第2の光線の前記第2の集光光学素子への入射位置と異なってもよい。

[0031] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第2の集光光学素子は、前記第1の光線及び前記第2の光線の各々の前記第3の方向における発散を低減するファスト軸コリメータレンズと、前記第1の光線及び前記第2の光線の各々の前記第2の方向における発散を低減するスロー軸コリメータレンズとを含み、前記スロー軸コリメータレンズは、前記ファスト軸コリメータレンズと前記偏向素子との間に配置されてもよい。

- [0032] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線は、前記集光面において前記第 3 の方向より前記第 2 の方向の方が長い形状で集光されていてもよい。
- [0033] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第 1 の発光点における前記第 1 の光線のニアフィールドパターン及び前記第 2 の発光点における前記第 2 の光線のニアフィールドパターンは、前記第 3 の方向より前記第 2 の方向の方が長い形状を有してもよい。
- [0034] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線が入射する蛍光体をさらに備えてもよい。
- [0035] 上記課題を解決するため本開示に係る照明装置の一態様は、上記光源ユニットを備え、前記蛍光体からの出射光を照明光として用いる。
- [0036] また、本開示に係る光源ユニットの各態様において、前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線が入射する光ファイバをさらに備え、前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線は、前記光ファイバの端面に集光されてもよい。
- [0037] 上記課題を解決するため本開示に係る加工装置の一態様は、上記光源ユニットを備え、前記光ファイバからの出射光を加工に用いる。
- [0038] 上記課題を解決するため本開示に係る偏向素子の一態様は、第 1 の方向、及び、前記第 1 の方向に垂直な第 2 の方向と交差する第 1 の入射面と、前記第 1 の方向と交差する第 2 の入射面と、前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向に垂直な第 3 の方向に垂直な底面とを有し、前記第 1 の入射面と前記第 3 の方向に垂直な面との交線は、前記第 1 の方向から第 1 の傾斜角だけ傾斜し、前記第 2 の入射面と前記第 3 の方向に垂直な面との交線は、前記第 1 の方向から第 2 の傾斜角だけ傾斜し、前記第 1 の入射面と前記第 2 の方向に垂直な面との交線は、前記第 1 の方向から第 3 の傾斜角だけ傾斜し、前記第 2 の入射面と前記第 2 の方向に垂直な面との交線は、前記第 1 の方向から第 4 の傾斜角だけ傾斜し、前記第 1 の傾斜角と前記第 2 の傾斜角とは異なり、前記第 3 の傾斜角と前記第 4 の傾斜角とは異なり、前記第 1 の傾斜角の絶対値より前記第 3 の傾斜角の絶対値の方が小さく、前記第 2 の傾斜角の絶対値より前

記第 4 の傾斜角の絶対値の方が小さい。

[0039] また、本開示に係る偏向素子の一態様において、前記第 1 の入射面と前記第 2 の入射面とに対向し、かつ、前記第 1 の方向に垂直な出射面を有してもよい。

[0040] また、本開示に係る偏向素子の一態様において、前記第 1 の入射面と前記第 2 の入射面とは、凸部を形成してもよい。

発明の効果

[0041] 本開示によれば、ピーク強度を抑制しつつ、複数の光線を集光面に集光でき、かつ、簡素化された構成を有する光源ユニットなどを提供できる。

図面の簡単な説明

[0042] [図1A]図 1 A は、実施の形態 1 に係る光源ユニットの構成の概要を示す斜視図である。

[図1B]図 1 B は、実施の形態 1 に係る光源ユニットの構成の概要を示す平面図である。

[図1C]図 1 C は、実施の形態 1 に係る光源ユニットの構成の概要を示す側面図である。

[図1D]図 1 D は、実施の形態 1 に係る光源ユニットの構成の概要を示す正面図である。

[図2A]図 2 A は、実施の形態 1 に係る半導体発光装置の構成の概要を示す斜視図である。

[図2B]図 2 B は、実施の形態 1 に係る半導体発光装置の等価回路を示す回路図である。

[図3A]図 3 A は、実施の形態 1 に係る偏向素子の構成の概要を示す斜視図である。

[図3B]図 3 B は、実施の形態 1 の変形例 1 に係る偏向素子の構成の概要を示す斜視図である。

[図3C]図 3 C は、実施の形態 1 に係る偏向素子の構成の概要を示す平面図である。

[図3D]図3Dは、実施の形態1に係る偏向素子の構成の概要を示す側面図である。

[図3E]図3Eは、実施の形態1に係る偏向素子の構成の概要を示す正面図である。

[図4]図4は、実施の形態1に係る光源ユニットのシミュレーション結果の例を示す図である。

[図5A]図5Aは、実施の形態1の変形例2に係る偏向素子の構成の概要を示す平面図である。

[図5B]図5Bは、実施の形態1の変形例2に係る偏向素子の構成の概要を示す側面図である。

[図5C]図5Cは、実施の形態1の変形例2に係る偏向素子の構成の概要を示す正面図である。

[図6]図6は、実施の形態2に係る光源ユニットの構成の概要を示す斜視図である。

[図7A]図7Aは、実施の形態2に係る半導体発光装置の構成の概要を示す斜視図である。

[図7B]図7Bは、実施の形態2の変形例1に係る半導体発光装置の構成の概要を示す斜視図である。

[図7C]図7Cは、実施の形態2に係る各発光点の相対位置を示す模式図である。

[図7D]図7Dは、実施の形態2に係る各発光点の相対位置の一例を示す模式図である。

[図7E]図7Eは、実施の形態2に係る各発光点の相対位置の他の例を示す模式図である。

[図7F]図7Fは、実施の形態2に係る各発光点における発光スポット形状のシミュレーション結果を示す図である。

[図8]図8は、実施の形態2に係る光源ユニットのシミュレーション結果の例を示す図である。

[図9A]図9 Aは、比較例の光源ユニットの構成の概要を示す斜視図である。

[図9B]図9 Bは、比較例の光源ユニットのシミュレーション結果の例を示す図である。

[図10A]図10 Aは、実施の形態2に係る光源ユニットの集光面における各光線の集光スポットを説明する図である。

[図10B]図10 Bは、各光線の集光スポットの分布例を示す図である。

[図10C]図10 Cは、互いに重なる複数の集光スポットの第2の方向における光強度分布の計算結果を示すグラフである。

[図10D]図10 Dは、互いに重なる複数の集光スポットの第3の方向における光強度分布の計算結果を示すグラフである。

[図11A]図11 Aは、実施の形態3に係る光源ユニットが備える半導体発光装置及び第2の集光光学素子の構成の概要を示す斜視図である。

[図11B]図11 Bは、実施の形態3に係る第2の集光光学素子の作用を説明する模式図である。

[図12]図12は、実施の形態3に係る光源ユニットの構成の概要を示す斜視図である。

[図13]図13は、実施の形態4に係る光源ユニットの構成の概要を示す斜視図である。

[図14A]図14 Aは、実施の形態5に係る光源ユニットの構成の概要を示す斜視図である。

[図14B]図14 Bは、実施の形態5に係る光源ユニットの光学素子の構成を示す平面図である。

[図15A]図15 Aは、実施の形態6に係る光源ユニットの外観を示す斜視図である。

[図15B]図15 Bは、実施の形態6に係る光源ユニットの内部に配置される光学部品の構成の概要を示す斜視図である。

[図15C]図15 Cは、実施の形態6に係る光源ユニットの模式的な断面図である。

[図16]図 1 6 は、実施の形態 6 に係る光源ユニットの集光面における光強度分布を示す図である。

[図17]図 1 7 は、特許文献 1 に開示された光源ユニットの構成を示す模式図である。

[図18]図 1 8 は、特許文献 2 に開示された光源ユニットの構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0043] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、いずれも本開示の一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される、数値、形状、材料、構成要素、及び、構成要素の配置位置や接続形態などは、一例であって本開示を限定する主旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本開示の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0044] また、各図は模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。したがって、各図において縮尺等は必ずしも一致していない。なお、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。

[0045] (実施の形態 1)

実施の形態 1 に係る光源ユニットについて説明する。

[0046] [1-1. 全体構成]

まず、本実施の形態に係る光源ユニットの全体構成について図 1 A～図 3 E を用いて説明する。図 1 A～図 1 D は、それぞれ本実施の形態に係る光源ユニット 100 の構成の概要を示す斜視図、平面図、側面図及び正面図である。ここで、平面図、側面図及び正面図は、それぞれ、光源ユニット 100 の X 軸方向（後述する第 3 の方向）、Y 軸方向（後述する第 2 の方向）及び Z 軸方向（後述する第 1 の方向）から見た図を意味する。

[0047] 図 1 A に示されるように、本実施の形態に係る光源ユニット 100 は、第

1 の方向（図中の Z 軸方向）に沿った光軸 80 を有する。図 1 A～図 1 C に示されるように、光源ユニット 100 は、第 1 の発光点 13 a と、第 2 の発光点 13 b と、偏向素子 50 と、第 1 の集光光学素子 70 とを備える。本実施の形態では、光源ユニット 100 は、図 1 A～図 1 D に示されるように、第 2 の集光光学素子 30 と、集光対象物 90 とをさらに備える。

[0048] 図 1 A 及び図 1 B に示されるように、第 1 の発光点 13 a は、第 1 の光線 83 a を出射する。第 2 の発光点 13 b は、第 1 の方向に垂直な第 2 の方向（図中の Y 軸方向）において第 1 の発光点 13 a から離れて配置され、第 2 の光線 83 b を出射する。本実施の形態では、光源ユニット 100 は、第 1 の発光点 13 a 及び第 2 の発光点 13 b を含む半導体発光装置 10 を備える。以下、光源ユニット 100 の各構成要素について説明する。

[0049] [1-1-1. 半導体発光装置]

半導体発光装置 10 について図 1 A～図 1 D に加えて、図 2 A 及び図 2 B を用いて説明する。図 2 A は、本実施の形態に係る半導体発光装置 10 の構成の概要を示す斜視図である。図 2 B は、本実施の形態に係る半導体発光装置 10 の等価回路を示す回路図である。

[0050] 本実施の形態では、図 2 A に示されるように、半導体発光装置 10 は、第 1 の半導体発光素子チップ 11 a と、第 2 の半導体発光素子チップ 11 b と、サブマウント 19 とを備える。第 1 の発光点 13 a は、第 1 の半導体発光素子チップ 11 a に含まれ、第 2 の発光点 13 b は、第 2 の半導体発光素子チップ 11 b に含まれる。第 1 の発光点 13 a と第 2 の発光点 13 b とは、第 2 の方向に距離（中心間距離） L_{Y12} だけ離れている。

[0051] また、図 1 C に示されるように、第 1 の発光点 13 a における第 1 の光線 83 a と、第 2 の発光点 13 b における第 2 の光線 83 b とは、第 3 の方向において重なっている。なお、ここで、「第 1 の光線 83 a と、第 2 の光線 83 b とが第 3 の方向において重なっている」との記載が意味する状態は、第 1 の光線 83 a と、第 2 の光線 83 b とが完全に一致する状態だけに限定されない。「重なっている」との記載の定義については後述する。

[0052] また、図1Dに示されるように、光源ユニット100は、第3の方向（図中のX軸方向）に垂直な実装面20aを有するパッケージ20を備え、第1の半導体発光素子チップ11a及び第2の半導体発光素子チップ11bは、サブマウント19を介してパッケージ20の実装面20aに実装されている。

[0053] 第1の半導体発光素子チップ11aは、第1の方向（Z軸方向）に伸びる図示しない光導波路を有し、光導波路の終端部に第1の発光点13aを備える。第1の発光点13aは光出射強度分布であるニアフィールドパターンを有する。ニアフィールドパターンは、第3の方向（X軸方向）よりも第2の方向（Y軸の方向）に長い形状のパターンである。言い換えると、光強度分布は第3の方向よりも第2の方向に広がっている。第2の半導体発光素子チップ11bも第1の半導体発光素子チップ11aと同様の光導波路とニアフィールドパターンとを有する。

[0054] 光源ユニット100は、第1の発光点13a及び第2の発光点13bを収納するパッケージ20を備える。パッケージ20は、光源ユニット100の筐体60に収納されるが、図1Dにはパッケージ20及び筐体60の一部だけが示されている。実装面20aは、パッケージ20の一面である。つまり、半導体発光装置10はパッケージ20に実装される。

[0055] 本実施の形態では、第1の半導体発光素子チップ11a及び第2の半導体発光素子チップ11bは、光導波路を有する半導体レーザチップであり、第1の発光点13a及び第2の発光点13bから、それぞれ、レーザ光である第1の光線83a及び第2の光線83bを、第1の方向へ出射する。半導体発光素子チップを構成する材料としてはV族元素としてリンを含むInAlGaP系、砒素を含むInAlGaAs系、窒素を含むInAlGaN系などがあげられる。発光する光線の波長としては材料組成を調整することにより350nm程度から2000nm程度まで変化させることができる。なお、第1の半導体発光素子チップ11a及び第2の半導体発光素子チップ11bは、半導体レーザチップに限定されない。例えば、第1の半導体発光素子

チップ11a及び第2の半導体発光素子チップ11bは、コリメータレンズによって平行光化が可能な程度の指向性を持つ光線を出射する素子であればよく、例えば、スーパーluminescentダイオード（Superluminescent Diode：SLD）であってもよい。

[0056] サブマウント19は、第1の半導体発光素子チップ11a及び第2の半導体発光素子チップ11bが実装される部材である。第1の半導体発光素子チップ11a及び第2の半導体発光素子チップ11bは、図示しないAuSnなどの半田材によってサブマウント19に固定される。本実施の形態では、半導体発光素子チップの光導波路側が実装面20a側に配置される、所謂、ジャンクションダウン実装される。サブマウント19は、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、Cuなどの熱伝導率の高い材料で形成され、ヒートシンクとしても機能する。

[0057] 第1の半導体発光素子チップ11a及び第2の半導体発光素子チップ11bは、図2Bに示されるように、サブマウント19上の電極19aと金属ワイヤー15b及び15cにより直列に接続される。なお、図2Bにおいては、電極19aは省略されている。また、半導体発光装置10は、金属ワイヤー15a及び15dを有し、外部の電源から金属ワイヤー15a及び15dを介して電流が供給される。このような構成により、半導体発光装置10は、一定電流で複数の発光素子を同時に発光させることができる。なお、サブマウント19がCuなどの導電材料で形成される場合には、サブマウント19と電極19aとの間には、絶縁材料が配置される。

[0058] なお、本実施の形態では、第1の発光点13a及び第2の発光点13bが半導体発光装置10に含まれる構成を示したが、第1の発光点13a及び第2の発光点13bは、半導体発光装置以外の光源に含まれてもよい。例えば、第1の発光点13a及び第2の発光点13bは、それぞれ二つの半導体発光装置以外の固体レーザ装置に含まれてもよい。また、第1の発光点13a及び第2の発光点13bは、必ずしも光源に含まなくてもよく、例えば、光線の各光路上の点が、第1の発光点又は第2の発光点と定義されてもよい。

。

[0059] [1-1-2. 第2の集光光学素子]

第2の集光光学素子30は、図1A～図1Dに示されるように、第1の発光点13a及び第2の発光点13bと偏向素子50との間に配置される素子である。第2の集光光学素子30は、少なくとも第2の方向に集光するコリメータレンズを含み、第1の光線83a及び第2の光線83bの各々の発散を低減する。本実施の形態では、第2の集光光学素子30は、第2の方向及び第3の方向における第1の光線83a及び第2の光線83bの各々の発散を低減する非球面レンズからなるコリメータレンズである。

[0060] 第2の集光光学素子30は、その光軸が光源ユニット100の光軸80と一致するように配置される。図1Bに示されるように、第1の光線83aは、第2の集光光学素子30への入射位置において第2の集光光学素子30の光軸から第2の方向に第1の距離D31だけ離れている。また、第2の光線83bは、第2の集光光学素子30への入射位置において第2の集光光学素子30の光軸から第2の方向に第2の距離D32だけ離れている。第1の光線83aの第2の集光光学素子30への入射位置は、第2の光線83bの第2の集光光学素子30への入射位置と異なる。なお、第1の光線83aの第2の集光光学素子30への入射位置、又は、第2の光線83bの第2の集光光学素子30への入射位置のどちらかが、光軸80と重なってもよい。本実施の形態では、第1の光線83aと第2の光線83bとの第2の集光光学素子30への入射位置は、光軸80に関して、互いに反対方向に位置している。また、第1の光線83aと第2の光線83bとの第2の集光光学素子30への入射位置は、光軸80からほぼ等距離にある。

[0061] 第1の光線83aは、第2の集光光学素子30から、第4の方向D4に、コリメートされて出射し、第2の光線83bは、第2の集光光学素子30から、第4の方向D4と異なる第5の方向D5に、コリメートされて出射する。ここで、第4の方向D4は、第1の方向から第2の方向へ偏向した方向であり、第5の方向D5は、第1の方向から第2の方向へ、第4の方向D4と

反対方向に偏向した方向である。第2の集光光学素子30から出射した第1の光線85aと第2の光線85bとは、第2の集光光学素子30と偏向素子50との間で交差する。本実施の形態では、第4の方向D4の第1の方向から第2の方向への偏向角の絶対値と、第5の方向D5の第1の方向から第2の方向への偏向角の絶対値はほぼ等しい。また、第4の方向D4と第5の方向D5は、Y-Z平面上にある。

[0062] ここで、第1の光線83aの第2の集光光学素子30への入射位置が、第2の光線83bの第2の集光光学素子30への入射位置と異なるため、第2の集光光学素子30から、第1の光線83aと第2の光線83bを異なる方向へ出射させることができる。

[0063] なお、本実施の形態では、第2の集光光学素子30として、非球面レンズを用いたが、第2の集光光学素子30は、第1の光線83a及び第2の光線83bを少なくとも第2の方向に集光する光学素子であればよい。例えば、第2の集光光学素子30を、後述するような第3の方向及び第2の方向にそれぞれコリメートする二つのコリメータレンズなどを用いて構成することも可能である。

[0064] [1-1-3. 偏向素子]

偏向素子50は、図1A～図1Dに示されるように、第1の光線85a及び第2の光線85bの少なくとも一方を、第1の方向及び第2の方向に垂直な第3の方向（各図のX軸方向）に偏向する素子である。本実施の形態では、偏向素子50は、第1の光線85a及び第2の光線85bの両方を、第3の方向に偏向する。

[0065] 図1Cに示されるように、第1の光線85aは、偏向素子50に、第3の方向（X軸方向）に垂直な第4の方向D4から入射し、第2の光線85bは、偏向素子50に、第3の方向に垂直な第5の方向D5から入射する。図1Bに示されるように、第3の方向から見て、第4の方向D4と第1の方向とのなす角は、第5の方向D5と第1の方向とのなす角と異なる。なお、第4の方向D4と第5の方向D5の一方が、第1の方向と一致していてもよい。

ここで、第3の方向から見て、第1の方向から反時計回りになす角を正とし、第1の方向から時計回りになす角を負の角とする。第4の方向D4は、第1の方向から $\phi 3$ だけ偏向しており、第5の方向D5は、第1の方向から $\phi 4$ だけ偏向している。本実施の形態では、第3の方向から見て、第4の方向D4と第1の方向とのなす角の絶対値は、第5の方向D5と第1の方向とのなす角の絶対値と等しい。以下に説明する他の角についても、正負の関係は同様に定義される。

[0066] 第1の光線85aは、偏向素子50から第6の方向D6に出射し、第2の光線85bは、偏向素子50から第7の方向D7に出射する。図1Cに示されるように、第6の方向D6は、第2の方向から見て、第4の方向D4から第3の方向へ第1の偏向角 $\phi 1$ だけ偏向し、第7の方向D7は、第2の方向から見て、第5の方向D5から第3の方向へ第2の偏向角 $\phi 2$ だけ偏向する。ここで、第2の方向から見て、Z-X平面で反時計回りになす角を正とし、Z-X平面で時計回りになす角を負の角とする。図1Cに示されるように、第2の方向から見て、第1の偏向角 $\phi 1$ と第2の偏向角 $\phi 2$ とは異なり、図1Bに示されるように、第3の方向から見て、第6の方向D6と第7の方向D7とは互いに平行である。また、第3の方向から見て、第6の方向D6と第7の方向D7は、第1の方向と平行である。なお、ここで、第6の方向D6と第7の方向D7とが互いに平行とは、完全に平行である状態に限定されず、実質的に平行である状態も含む。本明細書では、第6の方向D6と第7の方向D7とが互いに平行とは、例えば、第6の方向D6と第7の方向D7とのなす角が 1° 以下である状態を意味する。また、第6の方向D6と第7の方向D7とが互いに平行になることによって、後述する第1の集光光学素子70によって、第1の光線85aと第2の光線85bを後述する集光面91までの焦点距離を同一にすることが容易にできる。

[0067] また、図1Cに示されるように、第6の方向D6は、第2の方向から見て、第4の方向D4から第1の偏向角 $\phi 1$ だけ偏向し、第7の方向D7は、第2の方向から見て、第5の方向D5から第2の偏向角 $\phi 2$ だけ偏向する。図

1 Bに示されるように、第6の方向D 6は、第3の方向から見て、第4の方向D 4から第2の方向へ第3の偏向角 ϕ 3だけ偏向し、第7の方向D 7は、第3の方向から見て、第5の方向D 5から第2の方向へ第4の偏向角 ϕ 4だけ偏向する。第3の偏向角 ϕ 3と第4の偏向角 ϕ 4とは異なり、第1の偏向角 ϕ 1と第2の偏向角 ϕ 2とは異なる。なお、本実施の形態では、第3の方向から見て、第6の方向D 6及び第7の方向D 7は、第1の方向と平行であるため、第3の偏向角 ϕ 3は、第3の方向から見て、第4の方向D 4と第1の方向とのなす角と等しく、第4の偏向角 ϕ 4は、第3の方向から見て、第5の方向D 5と第1の方向とのなす角と等しい。

[0068] 以下、偏向素子5 0について、図1 A～図1 Dに加えて、図3 A～図3 Eを用いて説明する。図3 Aは、本実施の形態に係る偏向素子5 0の構成の概要を示す斜視図である。図3 Aには、偏向素子5 0に加えて、偏向素子5 0が配置される筐体6 0も示されている。図3 Bは、本実施の形態の変形例1に係る偏向素子5 0 aの構成の概要を示す斜視図である。図3 Bには、偏向素子5 0 aに加えて、偏向素子5 0 aを支持するスペーサー6 0 s及び偏向素子5 0 aが配置される筐体6 0も示されている。図3 C～図3 Eは、それぞれ本実施の形態に係る偏向素子5 0の構成の概要を示す平面図、側面図及び正面図である。ここで、平面図、側面図及び正面図は、それぞれ、偏向素子5 0のX軸方向（第3の方向）、Y軸方向（第2の方向）及びZ軸方向（第1の方向）から見た図を意味する。

[0069] 本実施の形態では、偏向素子5 0は、透光性の光学素子であり、図3 Aに示されるように、第1の光線8 5 aが入射する第1の入射面5 1 aと、第2の光線8 5 bが入射する第2の入射面5 1 bとを有する。また、第1の入射面5 1 aと第2の入射面5 1 bとは、交線1 5 1 a bで交差する。図1 A、図3 A、図3 Bに示されるように、交線1 5 1 a bは、第3の方向（X軸方向）に対して角度 θ だけ傾斜している。偏向素子5 0における光線の入射面、出射面には、誘電体多層膜などで構成される反射防止膜を形成してもよい。また、偏向素子5 0を構成する基材は、透過する光線の波長に対して透過

率が高く、光線のパワーに対して長期間照射でも劣化しない材料が選択される。具体的には、半導体発光素子チップが、光線の波長が350nm以上、550nm以下であり、構成材料が例えば窒素をV族元素として含む半導体レーザの場合、偏向素子50の構成材料として、例えば、石英、BK7、N-BK7、白板ガラスなどの無機ガラス系材料を選択することができる。一方、半導体発光素子チップが、光線の波長が550nm以上、2000nm以下であり、構成材料が例えば砒素又はリンをV族元素として含む半導体レーザチップの場合、偏向素子50の構成材料として、例えば、石英、BK7、N-BK7、白板ガラスなどの無機ガラス系材料や、シリコン、シクロオレフィンポリマー樹脂などの耐光性の高い樹脂系材料などを選択することができる。

[0070] ここで、偏向素子50の形状について、図3A及び図3Bを用いて説明する。本実施の形態に係る偏向素子50の第1の入射面51a及び第2の入射面51bは、図3Bに示される変形例のような、偏向素子50aを用いることによっても実現できる。

[0071] 偏向素子50及び50aについて、以下、まず偏向素子50aの構成を説明し、その後、偏向素子50について説明する。

[0072] 偏向素子50aは、ZY平面に対してZ軸を中心に角度 θ だけ傾斜した基準面152に対して垂直な第1の入射面51a及び第2の入射面51bとを側面として有する五角柱状の透光性の光学素子である。図3Bに示される例では、基準面152は、第1の入射面51aと第2の入射面51bとの交線151abを法線とする平面である。偏向素子50aは、基準面152に位置する底面に対して、第1の入射面51aと第2の入射面51bとを含む5つの側面が垂直で、且つ底面と上面とが平行な五角柱である。偏向素子50aの第1の入射面51a及び第2の入射面51bは、それぞれ、基準面152とXY平面との交線である基準線153に対して、傾斜角 α_1 及び α_2 だけ傾斜している。図3Bに示される例では、偏向素子50aは、対向する2面が角度 θ で交差するくさび状のスペーサー60sを介して筐体60に配置

される。筐体60と偏向素子50aとの間にくさび状のスペーサー60sを挿入することにより、第1の光線85a及び第2の光線85bとを、所望の傾きを有する第1の入射面51a及び第2の入射面51bに入射することができる。

[0073] 本実施の形態の変形例に係る偏向素子50aは、図3Aに示される偏向素子50の第1の入射面51a及び第2の入射面51bと同様の傾斜角を有する第1の入射面51a及び第2の入射面51bを有する。したがって、変形例に係る偏向素子50aは、図3Aに示される偏向素子50と同様に第1の光線85a及び第2の光線85bを屈折させることができる。

[0074] 本変形例に係る偏向素子50aを用いることで、偏向素子50を用いる場合より、偏向素子50aの製造を容易化できる。

[0075] 本実施の形態に係る偏向素子50は、出射面55と、側面53a及び53bと上面52とを有する。出射面55は、第1の入射面51a及び第2の入射面51bと対向し、かつ、第1の方向に垂直な面である。側面53a及び53bは、それぞれ第1の入射面51a及び第2の入射面51bと出射面55とを繋ぐ面である。上面52は、底面54と対向する面である。偏向素子50は、変形例の偏向素子50aにおいて、第1の入射面51aに隣接する側面と、第2の入射面51bに隣接する側面と、上面と、底面を θ の角度で切り取ったものである。すなわち、偏向素子50aの二つの平行な側面を、筐体60の上面に垂直でY方向に垂直な面で切り取り、偏向素子50aの上面と底面を、筐体60の上面に平行な面で切り取ったものである。したがって、側面53aは、上底（上面側）より下底（底面側）が長い台形の形状を有し、側面53bは、上底（上面側）より下底（底面側）が短い台形の形状を有している。加えて、第1の入射面51aは、上底（上面側）より下底（底面側）が短い台形の形状を有し、第2の入射面51bは、上底（上面側）より下底（底面側）が長い台形の形状を有している。また、図3Cに示されるように偏向素子50の第1の入射面51aと第2の入射面51bとは、第1の方向に突出する凸部50pを形成する。

- [0076] なお図 3 A 及び図 3 B において、筐体 6 0 は一部のみ記載している。
- [0077] 続いて、本実施の形態に係る偏向素子 5 0 の詳細構成について説明する。
- [0078] 図 3 C に示されるように、第 1 の入射面 5 1 a と第 3 の方向に垂直な面との交線は、第 2 の方向（図 3 C の一点鎖線参照）から第 1 の傾斜角 $\beta 1$ だけ傾斜し、第 2 の入射面 5 1 b と第 3 の方向に垂直な面との交線は、第 2 の方向から第 2 の傾斜角 $\beta 2$ だけ傾斜する。なお、第 3 の方向に垂直な面は、例えば、図 3 C に示される底面 5 4（又は上面 5 2）であってもよい。図 3 C では、底面 5 4 との第 1 の入射面 5 1 a との交線と第 2 の方向とがなす角を第 1 の傾斜角 $\beta 1$ として示しており、上面 5 2 との第 2 の入射面 5 1 b との交線と第 2 の方向とがなす角を第 2 の傾斜角 $\beta 2$ として示している。以下で述べる第 3 の方向に垂直な面についても同様である。ここで、第 1 の傾斜角 $\beta 1$ 及び第 2 の傾斜角 $\beta 2$ について、第 3 の方向から見て、第 2 の方向から反時計回りになす角を正とし、第 1 の方向から時計回りになす角を負の角とする。
- [0079] また、図 3 D に示されるように、第 1 の入射面 5 1 a と第 2 の方向に垂直な面との交線は、第 3 の方向（図 3 D の一点鎖線参照）から第 3 の傾斜角 $\gamma 3$ だけ傾斜し、第 2 の入射面 5 1 b と第 2 の方向に垂直な面との交線は、第 3 の方向から第 4 の傾斜角 $\gamma 4$ だけ傾斜する。なお、第 2 の方向に垂直な面は、例えば、図 3 D に示される側面 5 3 b（又は側面 5 3 a）であってもよい。図 3 D では、側面 5 3 a との第 1 の入射面 5 1 a との交線と第 3 の方向とがなす角を第 3 の傾斜角 $\gamma 3$ として示しており、側面 5 3 b との第 2 の入射面 5 1 b との交線と第 3 の方向とがなす角を第 4 の傾斜角 $\gamma 4$ として示している。以下で述べる第 2 の方向に垂直な面についても同様である。ここで、第 3 の傾斜角 $\gamma 3$ 及び第 4 の傾斜角 $\gamma 4$ について、第 2 の方向から見て、第 3 の方向から反時計回りになす角を正とし、第 1 の方向から時計回りになす角を負の角とする。
- [0080] ここで第 1 の傾斜角 $\beta 1$ と第 2 の傾斜角 $\beta 2$ とは異なり、第 3 の傾斜角 $\gamma 3$ と第 4 の傾斜角 $\gamma 4$ とは異なり、第 1 の傾斜角 $\beta 1$ の絶対値より第 3 の傾

斜角 γ_3 の絶対値の方が小さく、第2の傾斜角 β_2 の絶対値より第4の傾斜角 γ_4 の絶対値の方が小さい。本実施の形態では、第1の傾斜角 β_1 の絶対値は、第2の傾斜角 β_2 の絶対値と等しく、第3の傾斜角 γ_3 の絶対値は、第4の傾斜角 γ_4 の絶対値と等しい。

[0081] ここで、第3の方向に垂直な面と入射面との交線の、第2の方向からの傾斜角である、第1の傾斜角 β_1 と第2の傾斜角 β_2 とが異なることにより、第1の光線85aの進む方向である第6の方向D6を、第3の方向から見て、第4の方向D4から第2の方向へ第3の偏向角 ϕ_3 だけ偏向させ、第2の光線85bの進む方向である第7の方向D7を、第3の方向から見て、第5の方向D5から第2の方向へ第4の偏向角 ϕ_4 だけ偏向させることができる。また、第3の偏向角 ϕ_3 及び第4の偏向角 ϕ_4 だけ第1の光線85a及び第2の光線85bがそれぞれ偏向されることによって、第3の方向から見て、第6の方向D6と第7の方向D7とが互いに平行になるように、第1の傾斜角 β_1 と第2の傾斜角 β_2 が、設定される。

[0082] 加えて、第2の方向に垂直な面と入射面との交線の、第3の方向からの傾斜角である、第3の傾斜角 γ_3 だけ、第1の入射面51aが上向きに傾いているので、第1の光線85aの進む方向である第6の方向D6を、第2の方向から見て、第4の方向D4から第3の方向へ第1の偏向角 ϕ_1 だけ下向きに偏向させることができる。また、第4の傾斜角 γ_4 だけ、第2の入射面51bが下向きに傾いているので、第2の光線85bの進む方向である第7の方向D7を、第2の方向から見て、第5の方向D5から第3の方向へ第2の偏向角 ϕ_2 だけ上向きに偏向させることができる。

[0083] 図3D及び図3Eに示されるように、偏向素子50は、第1の方向及び第2の方向と交差する第1の入射面51aと、第1の方向と交差する第2の入射面51bと、第3の方向に垂直な底面とを有する。偏向素子50は、第3の方向に垂直な底面54を有することにより、偏向素子50aなどより筐体60に容易に設置できる。本実施の形態では、第2の入射面51bは、第1の方向だけでなく第2の方向とも交差する。

[0084] なお、本実施の形態では、偏向素子 50 として、透光性の光学部材を用いたが、偏向素子 50 は、第 1 の光線 85 a 及び第 2 の光線 85 b の少なくとも一方を、第 3 の方向に偏向する素子であればよい。例えば、偏向素子 50 は、第 1 の光線 85 a 及び第 2 の光線 85 b をそれぞれ反射する二つのミラーなどを用いて構成することも可能である。

[0085] [1-1-4. 第 1 の集光光学素子]

第 1 の集光光学素子 70 は、図 1 A～図 1 C に示されるように偏向素子 50 から出射された第 1 の光線 86 a 及び第 2 の光線 86 b を集光面 91 に集光する光学素子である。本実施の形態では、第 1 の集光光学素子 70 は、第 1 の光線 86 a 及び第 2 の光線 86 b を第 2 の方向及び第 3 の方向に集光する集光レンズである。第 1 の集光光学素子 70 から出射された第 1 の光線 87 a 及び第 2 の光線 87 b は、集光対象物 90 の集光面 91 に集光される。

[0086] なお、本実施の形態では、第 1 の集光光学素子 70 として、集光レンズを用いたが、第 1 の集光光学素子 70 は、第 1 の光線 86 a 及び第 2 の光線 86 b を集光面 91 に集光する光学素子であればよい。例えば、第 1 の集光光学素子 70 として、非球面ミラーなどを用いることも可能である。

[0087] なお、本実施の形態では、第 3 の方向から見て、第 6 の方向 D6 と第 7 の方向 D7 とが互いに平行になるように、第 1 の傾斜角 β_1 と第 2 の傾斜角 β_2 を設定したが、第 3 の方向から見て、第 6 の方向 D6 と第 7 の方向 D7 とは平行とならないように、第 1 の傾斜角 β_1 と第 2 の傾斜角 β_2 を設定してもよい。

[0088] [1-1-5. 集光対象物]

集光対象物 90 は、図 1 A～図 1 C に示されるように、第 1 の集光光学素子 70 から出射され、集光された第 1 の光線 87 a 及び第 2 の光線 87 b が入射する部材である。本実施の形態では、集光対象物 90 は、光ファイバであり、集光面 91 は、光ファイバの端面である。第 1 の光線 87 a 及び第 2 の光線 87 b は、光ファイバからなる集光対象物 90 の集光面 91 のうち、主にコア 95 に相当する領域に入射する。これにより、第 1 の光線 87 a 及

び第2の光線87bを光ファイバに結合できる。図1Aに示されるように、集光対象物90の集光面91には、第1の光線87a及び第2の光線87bの照射領域にそれぞれ対応する第1の集光スポット89a及び第2の集光スポット89bが第1の方向（X軸方向）に並ぶ。

[0089] なお、集光対象物90は、特に限定されない。例えば、後述するような蛍光体であってもよい。

[0090] [1-2. 作用及び効果]

次に、本実施の形態に係る光源ユニット100の作用及び効果について、シミュレーション結果を用いて説明する。図4は、本実施の形態に係る光源ユニット100のシミュレーション結果の例を示す図である。図4には、三つのシミュレーション結果から得られた集光面91における光強度分布が示されている。なお、図4には、光ファイバのコア95の輪郭が破線で示されている。

[0091] シミュレーションにおいては、第1の発光点13a及び第2の発光点13bから出射された第1の光線83a及び第2の光線83bのニアフィールドパターンにおける第3の方向及び第2の方向におけるビーム幅 δx 及び δy をそれぞれ $1\mu\text{m}$ 及び $30\mu\text{m}$ とした。なお、本明細書において、ビーム幅とは、光線のピーク強度位置からピーク強度の $1/e^2$ の強度となる位置までの全幅を意味する。このように、本実施の形態では、第1の発光点13aにおける第1の光線83aのニアフィールドパターン及び第2の発光点13bにおける第2の光線83bのニアフィールドパターンは、第3の方向より第2の方向の方が長い形状を有する。

[0092] また、第1の発光点13aと第2の発光点13bとの距離LY12を $150\mu\text{m}$ とし、非球面レンズからなる第2の集光光学素子30の焦点距離を4mmとし、非球面レンズからなる第1の集光光学素子70の焦点距離を4mmとした。距離LY12は、第1の発光点13aのピーク強度位置と第2の発光点13bのピーク強度位置間の距離である。また、偏向素子50の屈折率を1.5とした場合、偏向素子50の第1の入射面51aの第1の傾斜角

$\beta 1$ 及び第2の入射面51bの第2の傾斜角 $\beta 2$ は、それぞれ $+2^\circ$ 及び -2° である。

[0093] 集光対象物90は光ファイバであり、集光面91はコア径が $105\mu\text{m}$ である光ファイバの端面である。

[0094] 以上のような条件下において、偏向素子50の角度 θ が 0° 、 3° 及び 5° である場合の三通りのシミュレーションを行った。図4に示される集光面91における光強度分布(a)、(b)及び(c)は、それぞれ、偏向素子50の角度 θ が 0° 、 3° 及び 5° である場合の光強度分布を示す。偏向素子50の角度 θ が 0° である場合は、図3Bに示される偏向素子50aの交線151abのZY平面の法線となる場合であり、本実施の形態に係る光源ユニット100の比較例に相当する。偏向素子50の角度 θ が 0° より大きい場合が、本実施の形態に係る光源ユニット100に相当する。

[0095] 偏向素子50の角度 θ が 0° である場合、偏向素子50の第1の入射面51a及び第2の入射面51bはZY平面に垂直となる。したがって、図1Cに示される第1の偏向角 $\phi 1$ 及び第2の偏向角 $\phi 2$ が 0° となる。このため、図4の光強度分布(a)に示されるように、集光面91において、第1の集光スポット89aと第2の集光スポット89bとの第3の方向における位置が重なる。この場合、集光面91において、第1の光線87a及び第2の光線87bの光強度のピーク位置がほぼ一点に集中するため、光ファイバの端面からなる集光面91がダメージを受ける可能性が高くなる。

[0096] 一方、偏向素子50の角度 θ が 3° 又は 5° である場合、偏向素子50は、第1の光線85a及び第2の光線85bの少なくとも一方を、第3の方向に偏向する。本実施の形態では、上述したように、第1の光線86aの第6の方向D6は、第2の方向から見て、第1の光線85aの第4の方向D4から第1の偏向角 $\phi 1$ だけ偏向する。また、第2の光線86bの第7の方向D7は、第2の方向から見て、第2の光線85bの第5の方向D5から第2の偏向角 $\phi 2$ だけ偏向する。このため、第1の発光点13aにおける第1の光線83aと、第2の発光点13bにおける第2の光線83bとは、第3の方

向において重なっているが、集光面 91 においては、図 4 の光強度分布 (b) 及び (c) に示されるように、第 1 の光線 87 a と第 2 の光線 87 b とが、第 3 の方向において離れている。また、第 1 の光線 87 a と第 2 の光線 87 b とが、第 2 の方向においては重なっている。これにより、光ファイバの端面のコア 95 のような小さい領域に二つの光線が重ならないように集光できる。つまり、本実施の形態に係る光源ユニット 100 によれば、ピーク強度を抑制しつつ、二つの光線を集光面 91 に集光できる。また、光源ユニット 100 では、偏向素子 50 を用いることによって簡素化された構成で、このような効果を得られる。

[0097] また、本実施の形態では、図 4 の光強度分布 (b) 及び (c) に示されるように、第 1 の光線 87 a 及び第 2 の光線 87 b のビーム幅は、第 3 の方向より第 2 の方向の方が長い。これにより、上述のように、第 3 の方向に第 1 の光線 87 a 及び第 2 の光線 87 b が離れる場合にも、第 3 の方向における光強度分布の拡大を抑制できる。

[0098] さらに、図 4 の光強度分布 (b) 及び (c) に示されるように、偏向素子 50 の角度 θ を調整することで、集光面 91 における二つの光線の集光スポット位置を調整できるため、集光面 91 における光強度分布（言い換えると、光密度分布）を容易に調整できる。

[0099] なお、集光面 91 における二つの集光スポットは、第 3 の方向において一部が重なっていてもよいし、第 2 の方向において、完全に重なっていなくてもよい。本明細書における「重なる」及び「離れている」との記載の定義については後述する。

[0100] [1-3. 変形例 2]

次に、本実施の形態の変形例 2 に係る偏向素子について説明する。本実施の形態に係る偏向素子 50 においては、第 1 の入射面 51 a 及び第 2 の入射面 51 b によって、それぞれ第 1 の光線 85 a 及び第 2 の光線 85 b が偏向されたが、変形例 2 に係る偏向素子は、第 1 の光線 85 a 及び第 2 の光線 85 b が出射面において偏向される。以下、本変形例に係る偏向素子について

、偏向素子 50 との相違点を中心に図 5 A ～図 5 C を用いて説明する。

[0101] 図 5 A ～図 5 C は、それぞれ本変形例に係る偏向素子 50 b の構成の概要を示す平面図、側面図及び正面図である。

[0102] 偏向素子 50 b は、透光性の光学部材であり、図 5 A ～図 5 C に示されるように、入射面 51 と、第 1 の出射面 55 a と、第 2 の出射面 55 b と、底面 54 と、側面 53 a 及び 53 b と、上面 52 とを有する。入射面 51 は、第 1 の光線 85 a 及び第 2 の光線 85 b が入射する面であり、第 1 の出射面 55 a 及び第 2 の出射面 55 b は、それぞれ第 1 の光線 86 a 及び第 2 の光線 86 b が出射する面である。第 1 の出射面 55 a と第 2 の出射面 55 b とは交線 155 a b で交わる。

[0103] 図 5 A に示されるように、第 1 の出射面 55 a と第 3 の方向に垂直な面との交線は、第 2 の方向（図 5 A の一点鎖線参照）から第 5 の傾斜角 $\beta 5$ だけ傾斜し、第 2 の出射面 55 b と第 3 の方向に垂直な面との交線は、第 2 の方向から第 6 の傾斜角 $\beta 6$ だけ傾斜する。

[0104] また、図 5 B に示されるように、第 1 の出射面 55 a と第 2 の方向に垂直な面との交線は、第 3 の方向（図 5 B の一点鎖線参照）から第 7 の傾斜角 $\gamma 7$ だけ傾斜し、第 2 の出射面 55 b と第 2 の方向に垂直な面との交線は、第 3 の方向から第 8 の傾斜角 $\gamma 8$ だけ傾斜する。ここで、第 5 の傾斜角 $\beta 5$ と第 6 の傾斜角 $\beta 6$ とは異なり、第 7 の傾斜角 $\gamma 7$ と第 8 の傾斜角 $\gamma 8$ とは異なり、第 5 の傾斜角 $\beta 5$ の絶対値より第 7 の傾斜角 $\gamma 7$ の絶対値の方が小さく、第 6 の傾斜角 $\beta 6$ の絶対値より第 8 の傾斜角 $\gamma 8$ の絶対値の方が小さい。

[0105] 以上のような構成を有する偏向素子 50 b によっても、偏向素子 50 と同様の効果を奏する。つまり、偏向素子 50 b によれば、第 1 の光線及び第 2 の光線の少なくとも一方を、第 3 の方向に偏向できる。このため、光源ユニット 100 において、偏向素子 50 に代えて、本変形例に係る偏向素子 50 b を用いることで、ピーク強度を抑制しつつ、二つの光線を集光面 91 に集光でき、かつ、簡素化された構成を有する光源ユニットを実現できる。

[0106] また、本変形例に係る偏向素子 50b も、偏向素子 50 と同様に、第 3 の方向に垂直な底面 54 と、第 3 の方向に平行な側面 53a、53b を有する。これにより、偏向素子 50b を、筐体 60 などに容易に設置できる。

[0107] なお、本変形例に係る偏向素子 50b の第 1 の出射面 55a 及び第 2 の出射面 55b を、本実施の形態に係る偏向素子 50 に組み合わせてもよい。つまり、入射面及び出射面の両方において、第 1 の光線及び第 2 の光線を偏向してもよい。

[0108] (実施の形態 2)

実施の形態 2 に係る光源ユニットについて説明する。本実施の形態に係る光源ユニットは、主に、発光点及び光線の個数において、実施の形態 1 に係る光源ユニット 100 と相違する。以下、本実施の形態に係る光源ユニットについて、実施の形態 1 に係る光源ユニット 100 との相違点を中心に、図 6 ～図 10C を用いて説明する。

[0109] [2-1. 全体構成]

まず、本実施の形態に係る光源ユニットの全体構成について説明する。図 6 は、本実施の形態に係る光源ユニット 200 の構成の概要を示す斜視図である。図 6 に示されるように、光源ユニット 200 は、複数の発光点を含む半導体発光装置 210 と、第 2 の集光光学素子 30 と、偏向素子 250 と、第 1 の集光光学素子 70 と、集光対象物 90 とを備える。

[0110] [2-1-1. 半導体発光装置]

本実施の形態に係る半導体発光装置 210 について、図 7A を用いて説明する。図 7A は、本実施の形態に係る半導体発光装置 210 の構成の概要を示す斜視図である。

[0111] 図 7A に示されるように、半導体発光装置 210 は、第 1 の半導体発光素子チップ 11a と、第 2 の半導体発光素子チップ 11b と、第 3 の半導体発光素子チップ 11c と、サブマウント 19 とを有する。半導体発光装置 210 は、第 1 の発光点 13a 及び第 2 の発光点 13b を含む複数の発光点を含む。複数の発光点のうち、第 1 の発光点 13a 及び第 2 の発光点 13b は隣

り合う二つの発光点である。第1の発光点13aは、第1の半導体発光素子チップ11aに含まれ、第2の発光点13bは、第2の半導体発光素子チップ11bに含まれ、第3の発光点13cは、第3の半導体発光素子チップ11cに含まれる。第1の発光点13aと第2の発光点13bとは、第2の方向に距離LY12だけ離れており、第2の発光点13bと第3の発光点13cとは、第2の方向に距離LY23だけ離れている。ここで、第3の半導体発光素子チップ11cは、第1の半導体発光素子チップ11a及び第2の半導体発光素子チップ11bと同様の構成を有してもよい。

[0112] また、第1の発光点13aにおける第1の光線83aと、第2の発光点13bにおける第2の光線83bと、第3の発光点13cにおける第3の光線83cとは、第3の方向において重なっている。

[0113] 第1の半導体発光素子チップ11a、第2の半導体発光素子チップ11b及び第3の半導体発光素子チップ11cは、図7Aに示されるように、サブマウント19上の電極19aと金属ワイヤーにより直列に接続される。

[0114] なお、本実施の形態に係る半導体発光装置210では、各発光点がそれぞれ個別の半導体発光素子チップに含まれるが、半導体発光装置の構成はこれに限定されない。ここで、本実施の形態の変形例1に係る半導体発光装置について、図7Bを用いて説明する。図7Bは、本実施の形態の変形例1に係る半導体発光装置210Aの構成の概要を示す斜視図である。

[0115] 図7Bに示されるように、本変形例に係る半導体発光装置210Aは、半導体レーザアレイ11とサブマウント19とを有する。半導体レーザアレイ11は、同一の半導体基板上に形成された三つの光導波路を有する半導体発光素子チップである。第1の発光点13a、第2の発光点13b及び第3の発光点13cは、半導体レーザアレイ11に含まれる。第1の発光点13a、第2の発光点13b及び第3の発光点13cは、三つの光導波路の出射端面に位置する。本変形例に係る半導体発光装置210Aでは、同一の電極19aから各光導波路に並列に電流が流れる。

[0116] 半導体レーザアレイ11は、半導体基板上に結晶成長により半導体多層構

造を形成した後、フォトリソグラフィーで、光導波路を形成することによって製造される。このとき光導波路の間隔は精度良く形成されるため、発光点間隔も精度良く形成することができる。このような構成を有する半導体発光装置 210A を、半導体発光装置 210 に代えて光源ユニット 200 に用いてもよい。

[0117] 一方、本実施の形態に係る半導体発光装置 210 を採用する場合には、使用する半導体基板の面積を変形例 1 に係る半導体発光装置 210A より削減できる。例えば、図 7A に示されるように、第 1 の半導体発光素子チップ 11a などの第 2 の方向における幅を $W1$ とすると、本実施の形態に係る半導体発光装置 210 では、変形例 1 に係る半導体発光装置 210A より、半導体基板の面積を $W1 / LY12$ 倍に削減できる。例えば、幅 $W1$ が $160\mu\text{m}$ 、距離 $LY12$ が $400\mu\text{m}$ の場合には、本実施の形態に係る半導体基板の面積を、変形例 1 の半導体基板の面積の 40% に削減できる。また、実施の形態 1 に係る半導体発光装置 10 について述べたように、本実施の形態に係る半導体発光装置 210 によれば、各半導体発光素子チップが直列接続されているため、各半導体発光素子チップに同一の電流を供給できる。これにより、各半導体発光素子チップからの出力光強度を揃えることができる。

[0118] 続いて、本実施の形態に係る半導体発光装置 210 における各発光点について図 7C～図 7F を用いて説明する。図 7C は、本実施の形態に係る各発光点の相対位置を示す模式図である。図 7D 及び図 7E は、それぞれ本実施の形態に係る各発光点の相対位置の例を示す模式図である。図 7C～図 7E においては、各発光点における発光スポット形状がハッチングで示されている。なお、発光スポット形状は、ニアフィールドパターン形状と同様である。図 7F は、本実施の形態に係る各発光点における発光スポット形状のシミュレーション結果を示す図である。

[0119] 図 7D～図 7F の発光スポット形状で示されるように、各発光点は、実際には、有限の発光サイズを有する。本実施の形態では、各発光スポットは、第 2 の方向に δy 、第 3 の方向に δx のビーム幅を有する。また、これらの

発光スポット全体の第2の方向及び第3の方向におけるビーム幅は、それぞれ Δy 及び Δx で示される。

[0120] 半導体発光装置210は、図7Dに示されるように、第3の方向において、発光スポット形状が完全に重なっており、各発光スポットの第3の方向のビーム幅 δx と発光スポット全体の第3の方向のビーム幅 Δx が等しい場合もあれば、図7Eに示されるように、第3の方向において、発光スポット形状の一部が重なっており、各発光スポットの第3の方向のビーム幅 δx よりも発光スポット全体の第3の方向のビーム幅 Δx が大きい場合もある。

[0121] 第3の方向におけるビーム幅 δx は、各光線の波長程度の寸法を有し、第2の方向におけるビーム幅 δy は、第3の方向におけるビーム幅 δx より長い。例えば、ビーム幅 δy は、ビーム幅 δx の2倍以上である。本実施の形態では、 δy は、約 $30\mu m$ であり、 δx は、約 $1\mu m$ である。また、距離 $LY12$ 及び $LY23$ は、 $150\mu m$ である。

[0122] これらの発光点の各発光スポット形状は、光源ユニット200が備える光学系により拡大又は縮小された後、集光面91に投影される。

[0123] 各光線はy方向において、横シングルモードでも、横マルチモードでもよい。なお、横マルチモードの方が、半導体発光素子チップの高出力化に適している。また、各光線はx方向において、シングルモード状の光強度分布を有している。

[0124] [2-1-2. 第2の集光光学素子]

第2の集光光学素子30は、実施の形態1に係る第2の集光光学素子30と同様の構成を有する。第2の集光光学素子30は、第1の光線83a、第2の光線83b及び第3の光線83cの発散を低減して、それぞれ第1の光線85a、第2の光線85b及び第3の光線85cとして出射する。

[0125] [2-1-3. 偏向素子]

偏向素子250は、透光性の光学部材であり、実施の形態1の変形例2に係る偏向素子50bと同様に、出射面において、各光線を偏向する。図6に示されるように、偏向素子250は、第1の出射面256aと、第2の出射

面 2 5 6 b と、第 3 の出射面 2 5 6 c とを有する。第 2 の出射面 2 5 6 b の第 3 の方向に垂直な面と出射面との交線の、第 2 の方向からの傾斜角、及び、第 2 の方向に垂直な面と出射面との交線の、第 3 の方向からの傾斜角はともに 0° である。

[0126] 本実施の形態では、第 1 の出射面 2 5 6 a 及び第 3 の出射面 2 5 6 c が、それぞれ実施の形態 1 の変形例 2 に係る第 1 の出射面 5 5 a 及び第 2 の出射面 5 5 b と同様に、第 1 の光線 8 5 a 及び第 3 の光線 8 5 c を偏向する。これにより、偏向素子 2 5 0 は、第 1 の光線 8 5 a 及び第 3 の光線 8 5 c を偏向して、それぞれ第 1 の光線 8 6 a 及び第 3 の光線 8 6 c として出射する。また、偏向素子 2 5 0 は、第 2 の光線 8 5 b を偏向せずに、すなわち 0° 偏向して、第 2 の光線 8 6 b として出射する。このような偏向素子とすることで、第 1 の出射面 2 5 6 a、第 2 の出射面 2 5 6 b 及び第 3 の出射面 2 5 6 c のそれぞれを通過する第 1 の光線 8 5 a、第 2 の光線 8 5 b 及び第 3 の光線 8 5 c を、第 2 の方向において重なり、第 3 の方向において離れるように出射することができる。

[0127] なお、本実施形態では、偏向素子 2 5 0 が、第 1 の出射面 2 5 6 a と、第 2 の出射面 2 5 6 b と、第 3 の出射面 2 5 6 c とを有するように配置したが、偏向素子 2 5 0 を X 軸を中心に 180° 回転させることによって、第 1 の出射面 2 5 6 a、第 2 の出射面 2 5 6 b 及び第 3 の出射面 2 5 6 c を、第 2 の集光光学素子 3 0 の方向に向けて、第 1 の出射面 2 5 6 a、第 2 の出射面 2 5 6 b 及び第 3 の出射面 2 5 6 c を入射面として用いても、同様の効果が得られる。

[0128] [2-1-4. 第 1 の集光光学素子]

第 1 の集光光学素子 7 0 は、実施の形態 1 に係る第 1 の集光光学素子 7 0 と同様の構成を有する。第 1 の集光光学素子 7 0 は、第 1 の光線 8 6 a、第 2 の光線 8 6 b 及び第 3 の光線 8 6 c を集光して、それぞれ第 1 の光線 8 7 a、第 2 の光線 8 7 b 及び第 3 の光線 8 7 c として出射する。

[0129] 光源ユニット 2 0 0 が以上のような構成を備えることにより、図 6 に示さ

れるように、集光対象物 90 の集光面 91 には、第 1 の光線 87 a、第 2 の光線 87 b 及び第 3 の光線 87 c の照射領域にそれぞれ対応する第 1 の集光スポット 89 a、第 2 の集光スポット 89 b 及び第 3 の集光スポット 89 c が第 1 の方向（X 軸方向）に並ぶ。

[0130] [2-2. 作用及び効果]

続いて、本実施の形態に係る光源ユニット 200 の作用及び効果について、シミュレーション結果を用いて説明する。図 8 は、本実施の形態に係る光源ユニット 200 のシミュレーション結果の例を示す図である。図 8 には、三つのシミュレーション結果から得られた集光面 91 における光強度分布が示されている。なお、図 8 には、光ファイバのコア 95 の輪郭が破線で示されている。

[0131] シミュレーションにおいては、各発光点から出射された各光線のニアフィールドパターンにおける第 3 の方向及び第 2 の方向におけるビーム幅 δx 及び δy をそれぞれ $1\ \mu\text{m}$ 及び $30\ \mu\text{m}$ とした。また、距離 L_{Y12} 及び L_{Y23} を $150\ \mu\text{m}$ とし、非球面レンズからなる第 2 の集光光学素子 30 の焦点距離を $4\ \text{mm}$ とし、非球面レンズからなる第 1 の集光光学素子 70 の焦点距離を $4\ \text{mm}$ とした。また、偏向素子 250 の屈折率を 1.5 として、偏向素子 250 の第 1 の出射面 256 a、第 2 の出射面 256 b 及び第 3 の出射面 256 c の基準線に対する傾斜角 α_1 、 α_2 及び α_3 は、それぞれ 4° 、 0° 及び -4° である。なおここで、基準線とは、基準面と XY 平面との交線であり、基準面は、ZX 平面に対して Z 軸を中心に角度 θ だけ傾斜した面である。なお、ここで、角度 θ は、実施の形態 1 に係る角度 θ と同様に、第 1 の出射面 256 a と第 2 の出射面 256 b との交線（及び第 2 の出射面 256 b と第 3 の出射面 256 c との交線）と第 3 の方向とがなす角である。

[0132] 集光対象物 90 は光ファイバであり、集光面 91 はコア径が $105\ \mu\text{m}$ である光ファイバの端面である。

[0133] 以上のような条件下において、偏向素子 250 の角度 θ が 0° 、 3° 及び 5° である場合の三通りのシミュレーションを行った。図 8 に示される集光

面 9 1 における光強度分布 (a)、(b) 及び (c) は、それぞれ、偏向素子 2 5 0 の角度 θ が 0° 、 3° 及び 5° である場合の光強度分布を示す。偏向素子 2 5 0 の角度 θ が 0° である場合は、本実施の形態に係る光源ユニット 2 0 0 の比較例に相当する。偏向素子 2 5 0 の角度 θ が 0° より大きい場合が、本実施の形態に係る光源ユニット 2 0 0 に相当する。

[0134] 偏向素子 2 5 0 の角度 θ が 0° である場合、偏向素子 2 5 0 の第 1 の出射面 2 5 6 a 及び第 3 の出射面 2 5 6 c は Z Y 平面に垂直となる。したがって、第 1 の光線 8 6 a 及び第 3 の光線 8 6 c の偏向素子 2 5 0 における第 3 の方向への偏向角が 0° となる。このため、図 8 の光強度分布 (a) に示されるように、集光面 9 1 において、第 1 の集光スポット 8 9 a と第 2 の集光スポット 8 9 b と第 3 の集光スポット 8 9 c との第 3 の方向における位置が重なる。この場合、集光面 9 1 において、各光線の光強度のピーク位置がほぼ一点に集中するため、光ファイバの端面からなる集光面 9 1 がダメージを受け得る。

[0135] 一方、偏向素子 2 5 0 の角度 θ が 3° 又は 5° である場合、偏向素子 2 5 0 は、第 1 の光線 8 5 a 及び第 3 の光線 8 5 c を、第 3 の方向に偏向する。このため、各発光点における各光線は、第 3 の方向において重なっているが、集光面 9 1 においては、図 8 の光強度分布 (b) 及び (c) に示されるように、第 1 の光線 8 7 a と第 2 の光線 8 7 b と第 3 の光線 8 7 c とが、第 3 の方向において離れている。また、第 1 の光線 8 7 a と第 2 の光線 8 7 b と第 3 の光線 8 7 c とが、第 2 の方向においては重なっている。これにより、光ファイバの端面のコア 9 5 のような小さい領域に三つの光線が重ならないように集光できる。つまり、本実施の形態に係る光源ユニット 2 0 0 によれば、ピーク強度を抑制しつつ、二つの光線を集光面 9 1 に集光できる。また、光源ユニット 2 0 0 では、偏向素子 2 5 0 を用いることによって簡素化された構成で、このような効果を得られる。

[0136] さらに、図 8 の光強度分布 (b) 及び (c) に示されるように、偏向素子 2 5 0 の角度 θ を調整することで、集光面 9 1 における二つの光線の集光ス

ポット位置を調整できるため、集光面 91 における光強度分布（言い換えると、光密度分布）を容易に調整できる。

[0137] ここで、本実施の形態に係る光源ユニット 200 の効果を説明するために、比較例の光源ユニットのシミュレーション結果について図 9 A 及び図 9 B を用いて説明する。図 9 A は、比較例の光源ユニット 900 の構成の概要を示す斜視図である。図 9 B は、比較例の光源ユニット 900 のシミュレーション結果の例を示す図である。図 9 B には、三つのシミュレーション結果から得られた集光面 91 及びその周辺における光強度分布が示されている。なお、図 9 B には、光ファイバのコア 95 の輪郭が破線で示されている。

[0138] 比較例の光源ユニット 900 は、図 9 A に示されるように、偏向素子 950 の構成において、実施の形態 2 に係る光源ユニット 200 と相違し、その他の構成において一致する。偏向素子 950 は、実施の形態 2 に係る偏向素子 250 の角度 θ をゼロとした素子である。このため、偏向素子 950 の第 1 の出射面 956 a、第 2 の出射面 956 b 及び第 3 の出射面 956 c によって、各光線は、第 3 の方向に偏向されない。

[0139] このような構成を有する光源ユニット 900 のシミュレーション結果について説明する。図 9 B に示される光強度分布 (a)、(b) 及び (c) は、それぞれ傾斜角 $\alpha 1$ (及び $\alpha 3$) の絶対値を 5° 、 4° 及び 3° とした場合の光強度分布を示す（偏向素子 250 の屈折率を 1.5 とした場合）。なお、傾斜角 $\alpha 1$ 及び $\alpha 3$ は、それぞれ、第 1 の出射面 956 a 及び第 3 の出射面 956 c と第 2 の方向とのなす角を表す。

[0140] 図 9 B に示されるように、偏向素子 950 の傾斜角 $\alpha 1$ 及び $\alpha 3$ を調整することで、第 2 の方向における光強度分布を調整することはできるが、第 3 の方向における光強度分布を調整できない。このため、三つの光線を集光面 91 のコア 95 に集光する場合、三つの光線が第 3 の方向に重なり、光強度分布のピーク強度を抑制できない。

[0141] 一方、本実施の形態に係る光源ユニット 200 によれば、三つの光線が第 3 の方向において離れているため、光強度分布のピーク強度を抑制できる。

これにより、集光対象物 90 の集光面 91 におけるダメージを抑制できる。

[0142] [2-3. 各光線の相対位置]

続いて、本実施の形態に係る各光線の相対位置について図 10A~図 10D を用いて説明する。図 10A は、本実施の形態に係る光源ユニット 200 の集光面 91 における各光線の集光スポットを説明する図である。図 10A の模式図 (a) は、集光面 91 における各光線の集光スポット及びその寸法などを示す。図 10A のグラフ (b) 及び (c) は、それぞれ第 3 の方向及び第 2 の方向における各光線の光強度分布の模式的な図を示す。図 10B は、各光線の集光スポットの分布を比較するため、16 種類の分布例を示した図である。図 10B において三つの光線で集光スポットを形成する場合を示している。図 10B において、横軸は第 2 の方向のビーム間隔を示し、右側に進むにしたがってビーム間隔は広くなる。また、縦軸は第 3 の方向のビーム間隔を示し、上側に進むにしたがってビーム間隔は広くなる。図 10C 及び図 10D は、それぞれ、互いに重なる複数の集光スポットの第 2 の方向及び第 3 の方向における光強度分布の計算結果を示すグラフである。

[0143] 図 10A の模式図 (a) 並びにグラフ (b) 及び (c) に示されるように、第 1 の光線 87a の集光面 91 における第 1 の集光スポット 89a の第 2 の方向及び第 3 の方向におけるビーム幅をそれぞれ $d_y(a)$ 及び $d_x(a)$ とする。ここで、第 2 の光線 87b の集光面 91 における第 2 の集光スポット 89b の第 2 の方向及び第 3 の方向におけるビーム幅をそれぞれ $d_y(b)$ 及び $d_x(b)$ とする。三つの光線全体の集光スポットの第 2 の方向及び第 3 の方向におけるビーム幅をそれぞれ、 D_y 及び D_x とする。ここで、三つの光線全体の集光スポットのビーム幅とは、各集光スポットのビーム幅に含まれる範囲のうち各方向における最も外側に位置する 2 点の間の最も遠い外周間の距離で定義される (図 10A の模式図 (a) 参照)。また、第 1 の集光スポット 89a と第 2 の集光スポット 89b との距離 (ピーク強度位置間距離、「ビーム間隔」ともいう。) を $MY12$ とし、第 2 の集光スポット 89b と第 3 の集光スポット 89c との距離 (ピーク強度位置間距離) を

MY 23とする。

[0144] 本実施の形態に係る光源ユニット200では、集光面91において、第1の光線87aと第2の光線87bとは、第2の方向において重なり、かつ、第3の方向において離れている。また、集光面91において、第2の光線87bと第3の光線87cとは、第2の方向において重なり、かつ、第3の方向において離れている。例えば、図10Bの分布例(a)～(d)では、第1の光線87a、第2の光線87b及び第3の光線87cは第3の方向において完全に重なっている。すなわち第3の方向においてピーク強度位置が完全に一致している。分布例(e)～(h)では、第3の方向において、第1の光線87a及び第3の光線87cの光分布の一部は重なっているものの、ピーク強度位置は離れている。さらに、分布例(e)、(f)、(g)、(h)の順に、徐々に第2の方向における光分布の重なりが小さくなっていく。言い換えると、分布例(e)、(f)、(g)、(h)の順に、第2の方向において、第1の光線87a、第2の光線87b及び第3の光線87cのピーク強度位置が徐々に離れる。分布例(h)では、第2の方向において、光分布の重なりが完全になくなる。分布例(i)～(l)では、第1の光線87a、第2の光線87b及び第3の光線87cの光分布は、第3の方向において部分的に重なってはいるもののピーク強度位置の離れはさらに大きくなる。分布例(l)では、第1の光線87a及び第3の光線87cの光分布の重なりは完全になくなる。分布例(m)～(p)では、第1の光線87a、第2の光線87b及び第3の光線87cは、第3の方向において、完全に離れる。上記において、分布例(p)、(l)及び(h)では、第2の方向において、光分布の重なりが完全になくなっている。本実施の形態に係る各光線の集光スポットの光強度は、例えば、図10Bの分布例(e)～(g)、(i)～(k)、(m)～(o)のように分布する。一方、図10Bの分布例(a)～(d)、(h)、(l)、(p)は、比較例であり、第3の方向においてピーク強度位置が完全に一致している点、又は、第2の方向において第1の光線87a、第2の光線87b及び第3の光線87cが完全に分

離している点で、本実施の形態に係る各光線の集光スポットの分布例には含まれない。以下、本実施の形態に係る各光線の集光スポットの相対位置の定義について説明する。

[0145] 本実施の形態に係る光源ユニット200においては、複数の光線を例えば光ファイバの直径の小さいコア内に入射させるためには、複数の光線を第2の方向に密集させる方がよい。ここで、複数の光線を第2の方向に密集させる場合の光強度分布への影響について図10Cを用いて説明する。図10Cのグラフ(a)、(b)及び(c)は、それぞれ光線の個数が2個、3個及び4個の場合における第2の方向における合成光強度分布を示すグラフである。これらのグラフは、複数の光線の重なりの影響を示すために、各光線の第3の方向における位置が一致していると仮定して計算されている(このような計算方法によれば、例えば、図10Bの分布例(a)、(e)、(i)及び(m)に対して計算した場合は、すべて同じ分布が得られる。なお、各光線は、第2の方向においてマルチモードの光分布を有するため、本計算において、各光線の光分布としてスーパーガウス分布を用いた。また、図10Cのグラフ(a)～(c)において、縦軸の値は、各光線の光強度ピーク値10で規格化した光強度を示す。図10C及び図10Dの他のグラフについても同様である。

[0146] 図10Cのグラフ(a)～(c)に示されるように、各光線の光強度ピーク値10と、合成光強度分布のピーク値1sumとを定めると、本実施の形態に係る光源ユニット200の集光面91において、第1の光線87aと第2の光線87bとの第2の方向における間隔(ビーム間隔MY12)は、第1の光線87a又は第2の光線87bの第2の方向におけるビーム幅の0.8倍以下である。また、第2の光線87bと第3の光線87cとの第2の方向における間隔(ビーム間隔MY23)は、第2の光線87b又は第3の光線87cの第2の方向におけるビーム幅の0.8倍以下である。言い換えると、隣り合う二つの光線の第2の方向における間隔は、当該二つの光線の一方の第2の方向におけるビーム幅の0.8倍以下である。このような状態を

、本明細書では、二つの光線が「重なっている」状態であると定義する。このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値 I_{sum} を各光線の光強度ピーク値 I_o の 115% 以上とすることができる。つまり、第 2 の方向において複数の光線を密集させることができる。

[0147] なお、複数の光線をより一層密集させてもよい。例えば、集光面 91 において、ビーム間隔 $MY12$ は、第 1 の光線 87a 又は第 2 の光線 87b の第 2 の方向におけるビーム幅の 0.5 倍以下であってもよい。また、ビーム間隔 $MY23$ は、第 2 の光線 87b 又は第 3 の光線 87c の第 2 の方向におけるビーム幅の 0.5 倍以下であってもよい。図 10C のグラフ (d) ~ (f) に示されるように、このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値 I_{sum} を各光線の光強度ピーク値 I_o の 190% 以上とすることができる。

[0148] また、集光面 91 において、ビーム間隔 $MY12$ は、第 1 の光線 87a 又は第 2 の光線 87b の第 2 の方向におけるビーム幅の 0.4 倍以下であってもよい。また、ビーム間隔 $MY23$ は、第 2 の光線 87b 又は第 3 の光線 87c の第 2 の方向におけるビーム幅の 0.4 倍以下であってもよい。図 10C のグラフ (g) ~ (i) に示されるように、このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値 I_{sum} を各光線の光強度ピーク値 I_o の 195% 以上とすることができる。

[0149] また、集光面 91 において、ビーム間隔 $MY12$ は、第 1 の光線 87a 又は第 2 の光線 87b の第 2 の方向におけるビーム幅の 0.275 倍以下であってもよい。また、ビーム間隔 $MY23$ は、第 2 の光線 87b 又は第 3 の光線 87c の第 2 の方向におけるビーム幅の 0.275 倍以下であってもよい。図 10C のグラフ (j) ~ (l) に示されるように、このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値 I_{sum} を各光線の光強度ピーク値 I_o の 195% 以上とすることができる。

[0150] 一方、集光面 91 において、光強度（光密度）が高すぎると集光対象物 90 の集光面 91 が劣化する可能性がある。そこで、第 3 の方向に関しては、

複数の光線は互いに一定の距離だけ離れている方がよい。ここで、複数の光線が第3の方向において重なる場合の光強度分布への影響について図10Dを用いて説明する。図10Dのグラフ(a)、(b)及び(c)は、それぞれ光線の個数が2個、3個及び4個の場合における第3の方向における合成光強度分布を示すグラフである。これらのグラフは、複数の光線の重なりの影響を示すために、各光線の第2の方向における位置が一致していると仮定して計算されている(このような計算方法によれば、例えば、図10Bの分布例(e)～(h)に対して計算した場合は、すべて同じ分布が得られる)。なお、各光線は、第3の方向においてシングルモードの光分布を有するため、本計算において、各光線の光分布としてガウス分布を用いた。

[0151] 図10Dのグラフ(a)～(c)に示されるように、合成光強度分布のピーク値 I_{sum} と、すべての光線の強度のピーク位置を一致させた場合の合成光強度分布の最大値 I_{max} を定めると、本実施の形態に係る光源ユニット200の集光面91において、第1の光線87aと第2の光線87bとの第3の方向における間隔(ビーム間隔 $MX12$)は、第1の光線87a又は第2の光線87bの第3の方向におけるビーム幅の0.75倍を発光点の個数で割った値以上である。また、第2の光線87bと第3の光線87cとの第3の方向における間隔(ビーム間隔 $MX23$)は、第2の光線87b又は第3の光線87cの第3の方向におけるビーム幅の0.75倍を発光点の個数で割った値以上である。本実施の形態では、発光点の個数は3である。言い換えると、隣り合う二つの光線の第3の方向における間隔は、当該二つの光線の一方の第3の方向におけるビーム幅の0.75倍を発光点の個数3で割った値以上である。このような状態を、本明細書では、二つの光線が「離れている」状態であると定義する。このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値 I_{sum} を最大値 I_{max} の75%以下とすることができる。つまり、第3の方向において複数の光線の合成光強度を抑制できる。

[0152] なお、複数の光線の合成光強度をより一層抑制してもよい。例えば、集光面91において、ビーム間隔 $MX12$ は、第1の光線87a又は第2の光線

87bの第3の方向におけるビーム幅の1.0倍を発光点の個数で割った値以上であってもよい。またビーム間隔MX23は、第2の光線87b又は第3の光線87cの第3の方向におけるビーム幅の1.0倍を発光点の個数で割った値以上であってもよい。図10Dのグラフ(d)～(f)に示されるように、このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値Isumを最大値Imaxの61%以下とすることができる。

[0153] また、集光面91において、ビーム間隔MX12は、第1の光線87a又は第2の光線87bの第3の方向におけるビーム幅の1.25倍を発光点の個数で割った値以上であってもよい。またビーム間隔MX23は、第2の光線87b又は第3の光線87cの第3の方向におけるビーム幅の1.25倍を発光点の個数で割った値以上であってもよい。図10Dのグラフ(g)～(i)に示されるように、このような状態であれば、合成光強度分布のピーク値Isumを最大値Imaxの53%以下とすることができる。

[0154] (実施の形態3)

実施の形態3に係る光源ユニットについて説明する。本実施の形態に係る光源ユニットは、主に、第2の集光光学素子の構成において実施の形態2に係る光源ユニット200と相違する。以下の本実施の形態に係る光源ユニットについて、実施の形態2に係る光源ユニット200との相違点を中心に説明する。

[0155] まず、本実施の形態に係る光源ユニットが備える半導体発光装置、第2の集光光学素子について、図11Aを用いて説明する。図11Aは、本実施の形態に係る光源ユニットが備える半導体発光装置310及び第2の集光光学素子330の構成の概要を示す斜視図である。

[0156] 半導体発光装置310は、第1の半導体発光素子チップ11a～第6の半導体発光素子チップ11fと、サブマウント19とを備える。第1の半導体発光素子チップ11a～第6の半導体発光素子チップ11fは、それぞれ第1の光線～第6の光線を出射する。

[0157] 第2の集光光学素子330は、第1の光線～第6の光線の各々の第3の方

向における発散を低減するファスト軸コリメータレンズ331と、第1の光線～第6の光線の各々の第2の方向における発散を低減するスロー軸コリメータレンズ332とを含む。スロー軸コリメータレンズ332は、ファスト軸コリメータレンズ331と後述する偏向素子との間に配置される。

[0158] このような第2の集光光学素子330の作用について、図11Bを用いて説明する。図11Bは、本実施の形態に係る第2の集光光学素子330の作用を説明する模式図である。図11Bには、本実施の形態に係る光源ユニットの集光面における集光スポットの概要が示されている。なお、図11Aの半導体発光装置310では、第1の光線～第6の光線の6個の光線を出射するが、図11Bでは、3個の光線に対応する集光スポットだけが示されている。ファスト軸コリメータレンズ331及びスロー軸コリメータレンズ332のレンズ倍率を調整することで、X軸方向の光学倍率／Y軸方向の光学倍率を調整できる。つまり、半導体発光素子チップのニアフィールドパターンを変化させずに、集光スポットの第2の方向と第3の方向のビーム幅を変化させることができる。図11Bにおいて、分布例(a)、(b)及び(c)は、それぞれ、図10Bの分布例(m)、(n)及び(o)に相当する分布を示している。図11Bの縦軸はX軸方向の光学倍率／Y軸方向の光学倍率を示し、大きくなる（つまり縦軸の上向きに進む）にしたがい、第2の方向のビーム幅に対して第3の方向のビーム幅が大きくなる。このように、X軸方向の光学倍率／Y軸方向の光学倍率を調整することによって、第3の方向の各光線のピーク強度位置の離れ量と、ビーム周辺部分の重なりとを調整することができる。したがって、ファスト軸コリメータレンズ331及びスロー軸コリメータレンズ332のレンズ倍率を各々調整することにより、図10Bの分布例(i)、(j)、(k)、(e)、(f)及び(g)のような分布を実現できる。つまり、偏向素子に加えてファスト軸コリメータレンズ331及びスロー軸コリメータレンズ332を用いることで、より自由に各光線の集光スポット分布を調整することができる。

[0159] このように、本実施の形態では、特許文献2に開示された光源ユニット1

001のように、複数の光線の各々に複数のレンズを備える必要がない。したがって、本実施の形態に係る光源ユニットでは、特許文献2に開示された光源ユニット1001より構成を簡素化できる。

[0160] 続いて、上述した半導体発光装置310及び第2の集光光学素子330を備える光源ユニットについて、図12を用いて説明する。図12は、本実施の形態に係る光源ユニット300の構成の概要を示す斜視図であり、右下側の挿入図は半導体発光装置310付近を部分拡大した図である。

[0161] 図12に示されるように、本実施の形態に係る光源ユニット300は、半導体発光装置310と、第2の集光光学素子（ファスト軸コリメータレンズ331及びスロー軸コリメータレンズ332）と、偏向素子350と、第1の集光光学素子70と、集光対象物90とを備える。光源ユニット300においては、半導体発光装置310と、ファスト軸コリメータレンズ331と、スロー軸コリメータレンズ332とがパッケージ20に収納されている。そして、パッケージ20と偏向素子350と第1の集光光学素子70とが図示しない筐体に収納される。また、パッケージ20は、例えば銅で構成されるベース21と、半導体発光装置310を囲う四面を備える枠体22（例えばコバールで構成される）とを有する。枠体22の一方の面には二つの開口部が形成され、半導体発光装置310に電力を供給するための第1端子23及び第2端子24がそれぞれリング状のガラスで構成される絶縁部材23a及び24aを介して当該二つの開口部に固定される。枠体22の当該二つの開口部が形成された面に対向する面には、半導体発光装置310から出射される光線を取り出すための一つの開口部が形成され、例えばコバールで構成される固定部材26が配置される。パッケージ20は、ベース21上に固定されるキャリア25を有する。キャリア25は例えば銅製ブロックであり、実装面25aを備える。半導体発光装置310は実装面25aに実装される。さらに、パッケージ20は、ファスト軸コリメータレンズ331及びスロー軸コリメータレンズ332を支持する支持部材339及びホルダ35とを備える。支持部材339は、キャリア25に固定される。支持部材339は

、半導体発光装置 310 の出射部付近に配置されるファスト軸コリメータレンズ 331 を支持する。ホルダ 35 は、固定部材 26 に半田等で固定され、パッケージ 20 の光線の出射部にスロー軸コリメータレンズ 332 が配置される。パッケージ 20 に各部品が収納された後、リッド 29 がパッケージ 20 の上部から配置され、枠体 22 にシーム溶接される。このような構成によりパッケージ 20 は、半導体発光装置 310 に電力を供給し、出射される光線を外部に取り出す機能を有するとともに、半導体発光装置 310 を密閉封止することができる。

[0162] このようなパッケージ 20 を用いることで、半導体発光装置 310 の各半導体発光素子チップが外気と接触することを抑制できる。このため、各発光点に異物が付着するなどの原因により、半導体発光装置 310 の信頼性が低下するのを抑制することができる。

[0163] 偏向素子 350 は、第 1 の出射面 356 a ～第 6 の出射面 356 f を有する。第 1 の出射面 356 a ～第 6 の出射面 356 f により、それぞれ第 1 の光線～第 6 の光線が第 3 の方向においてそれぞれ異なる偏向角で偏向される。これにより、集光対象物 90 の集光面 91 において、第 1 の光線～第 6 の光線が互いに離れた状態を実現できる。

[0164] （実施の形態 4）

実施の形態 4 に係る光源ユニットについて説明する。本実施の形態に係る光源ユニットは、主に、複数の発光点から集光対象物 90 の集光面 91 までの光学系がパッケージ 20 に収納される点において、実施の形態 3 に係る光源ユニット 300 と相違する。以下、本実施の形態に係る光源ユニットについて、実施の形態 3 に係る光源ユニット 300 との相違点を中心に図 13 を用いて説明する。

[0165] 図 13 は、本実施の形態に係る光源ユニット 400 の構成の概要を示す斜視図である。図 13 に示されるように、光源ユニット 400 は、半導体発光装置 310 と、第 2 の集光光学素子（ファスト軸コリメータレンズ 331 及びスロー軸コリメータレンズ 332）と、反射ミラー 40 と、偏向素子 35

0 a と、第 1 の集光光学素子 7 0 と、集光対象物 9 0 と、パッケージ 2 0 とを備える。

[0166] 反射ミラー 4 0 は、スロー軸コリメータレンズ 3 3 2 から出射された第 1 の光線～第 6 の光線を偏向素子 3 5 0 a に向けて反射するミラーである。反射ミラー 4 0 として、例えば平面ミラーを用いることができる。

[0167] 偏向素子 3 5 0 a は、実施の形態 3 に係る偏向素子 3 5 0 と同等の機能を有する素子であり、偏向素子 3 5 0 の第 1 の出射面 3 5 6 a ～第 6 の出射面 3 5 6 f と同等の機能を有する第 1 の入射面～第 6 の入射面を有する。

[0168] 本実施の形態において、パッケージ 2 0 は、半導体発光装置 3 1 0 と、第 2 の集光光学素子（ファスト軸コリメータレンズ 3 3 1 及びスロー軸コリメータレンズ 3 3 2）と、反射ミラー 4 0 と、偏向素子 3 5 0 a と、第 1 の集光光学素子 7 0 と、集光対象物 9 0 の少なくとも一部とを収納する筐体である。つまり、実施の形態 1 及び 3 におけるパッケージ 2 0 と筐体 6 0 とが一体になった実施の形態を示す。パッケージ 2 0 は、ベース 2 1 と、枠体 2 2 と、半導体発光装置 3 1 0 に電力を供給するための第 1 端子 2 3 及び第 2 端子 2 4 とを有する。ベース 2 1 は例えば銅で構成され、平坦な実装面 2 0 a を有する。実装面 2 0 a には、反射ミラー 4 0、偏向素子 3 5 0 a、第 1 の集光光学素子 7 0 が同一面に固定される。このとき偏向素子 3 5 0 a は、第 3 の方向に垂直な底面を有するため、反射ミラー 4 0 とともに実装面 2 0 a に容易に固定することができる。また、パッケージ 2 0 の実装面 2 0 a には、キャリア 2 5 を介して半導体発光装置 3 1 0 が実装されている。

[0169] 本実施の形態において集光対象物 9 0 は光ファイバである。集光対象物 9 0 の一方の端面は集光面 9 1 で、他方の端面は、集光面 9 1 から入射した光線を出射する出射面 9 8 となる。集光対象物 9 0 は、例えばフェルールである保持部材 9 7 で保持される。そして保持部材 9 7 は枠体 2 2 の開口部に半田等で固定される。したがって、集光対象物 9 0 の集光面 9 1 は枠体 2 2 の内部に固定され、出射面 9 8 がパッケージ 2 0 の外部に保持される。パッケージ 2 0 の上部には図示しないリッドが配置される。これによりパッケージ

20は、半導体発光装置310及び光学素子を密閉封止する。

[0170] 上記の構成において、半導体発光装置310は図示しない配線により第1端子23及び第2端子24に接続され電力を入力される。半導体発光装置310から出射された光は、ファスト軸コリメータレンズ331、スロー軸コリメータレンズ332、反射ミラー40、偏向素子350a及び第1の集光光学素子70を透過又は反射して集光対象物90の集光面91に入射する。集光面91に入射した光は、集光対象物90の内部を伝搬しパッケージ20の外部に出射される。

[0171] 光源ユニット400は、以上のような構成を有することにより、光学系が外気と接触することを防止できる。このため、光学系を構成する各光学素子に異物が付着するなどの原因により、光源ユニット400の信頼性が低下するのを抑制することができる。

[0172] また、上述のとおり、本実施の形態に係る光源ユニット400は、光ファイバである集光対象物90を備え、第1の光線～第6の光線は、光ファイバの端面である集光面91に集光される。光ファイバである集光対象物90のコア95には、図13に示されるように、第1の光線～第6の光線に対応する第1の集光スポット89a～第6の集光スポット89fが形成される。このように、第1の光線～第6の光線を光ファイバに入射できる。光ファイバを伝搬した光は、光ファイバの他方の端面である出射面98から出射光181として出射する。出射光181は図示しない集光光学系により、図示しない加工対象物に照射され、変質等により加工、溶接などに使用され得る。つまり、本実施の形態に係る光源ユニット400を備え、光ファイバからの出射光を加工に用いる加工装置を実現できる。

[0173] (実施の形態5)

実施の形態5に係る光源ユニットについて説明する。本実施の形態に係る光源ユニットは、主に、複数の半導体発光装置を備える点において、実施の形態4に係る光源ユニット400と相違する。以下、本実施の形態に係る光源ユニットについて、実施の形態4に係る光源ユニット400との相違点を

中心に図 1 4 A 及び図 1 4 B を用いて説明する。

[0174] 図 1 4 A は本実施の形態に係る光源ユニット 5 0 0 の構成の概要を示す斜視図である。図 1 4 B は、本実施の形態に係る光源ユニット 5 0 0 の光学素子の構成を示す平面図である。

[0175] 図 1 4 A に示されるように、光源ユニット 5 0 0 は、半導体発光装置 5 0 1 ～ 5 0 3 と、第 2 の集光光学素子（ファスト軸コリメータレンズ 5 1 1 ～ 5 1 3 及びスロー軸コリメータレンズ 5 2 1 ～ 5 2 3）と、反射ミラー 5 4 0 ～ 5 4 2 と、偏向素子 5 0 と、第 1 の集光光学素子 7 0 と、光ファイバである集光対象物 9 0 と、パッケージ 2 0 とを備える。

[0176] 半導体発光装置 5 0 1 ～ 5 0 3 の各々は、図 2 A に示される半導体発光装置 1 0 と同様の装置である。半導体発光装置 5 0 1 は、第 1 の発光点及び第 2 の発光点を有し、半導体発光装置 5 0 2 は、第 3 の発光点及び第 4 の発光点を有し、半導体発光装置 5 0 3 は、第 5 の発光点及び第 6 の発光点を有する。第 1 の発光点～第 6 の発光点からは、それぞれ第 1 の光線～第 6 の光線が出射される。

[0177] ファスト軸コリメータレンズ 5 1 1 ～ 5 1 3 は、それぞれ、半導体発光装置 5 0 1 ～ 5 0 3 の各発光点に対向する位置に配置され、各光線の第 3 の方向における発散を低減するコリメータレンズである。

[0178] スロー軸コリメータレンズ 5 2 1 ～ 5 2 3 は、それぞれ、ファスト軸コリメータレンズ 5 1 1 ～ 5 1 3 と反射ミラー 5 4 0 ～ 5 4 2 との間に配置され、各光線の第 3 の方向に垂直な方向における発散を低減する。本実施の形態では、スロー軸コリメータレンズ 5 2 1 ～ 5 2 3 は、各光線の第 1 の方向における発散を低減する。

[0179] パッケージ 2 0 は、半導体発光装置 5 0 1 ～ 5 0 3 と、ファスト軸コリメータレンズ 5 1 1 ～ 5 1 3 と、スロー軸コリメータレンズ 5 2 1 ～ 5 2 3 と、反射ミラー 5 4 0 ～ 5 4 2 と、偏向素子 5 0 と、第 1 の集光光学素子 7 0 と、集光対象物 9 0 の少なくとも一部とを収納する筐体である。本実施の形態では、パッケージ 2 0 には、キャリア 5 6 1 ～ 5 6 3 が形成されている。

キャリア561～563は、それぞれ半導体発光装置501～503を支持する台状部材である。

[0180] そして、複数のキャリアの高さは各々調整され、キャリア563、キャリア562、キャリア561の順に、半導体発光装置501～503が接合される第3の方向の位置が上昇するように構成される。これにより、半導体発光装置503からの光線、半導体発光装置502からの光線、半導体発光装置501からの光線の第3の方向における位置を順に上昇させることができる。また、反射ミラー542、反射ミラー541、反射ミラー540の順に反射ミラーの上面の位置が高くなっており、半導体発光装置501からの光線が、反射ミラー541及び542に遮られることなく偏向素子50に到達でき、半導体発光装置502からの光線が、反射ミラー542に遮られることなく偏向素子50に到達できる。

[0181] 本実施の形態では、半導体発光装置501～503からの光線のうち、偏向素子50の第1の入射面51a（図14B参照）に入射する第1の光線、第3の光線及び第5の光線は、集光面91において重なってもよい。また、偏向素子50の第2の入射面51b（図14B参照）に入射する第2の光線、第4の光線及び第6の光線は、集光面91において重なってもよい。ただし、半導体発光装置501～503の各々の隣り合う二つの発光点から出射される二つの光線は、第3の方向において異なる位置に集光スポットを形成する。この場合、図14Aに示されるように、集光面91において、二つの集光スポット（第1の集光スポット89a及び第2の集光スポット89b）が形成される。本実施の形態のように三つの光線が集光面91において重なる場合でも、6個の光線がすべて一か所に重なる場合より集光面91のダメージを抑制できる。

[0182] 続いて本実施の形態の光源ユニット500における半導体発光装置501～503、光学素子などの部品を位置調整し固定するための構造と製造方法とについてより詳細に説明する。

[0183] パッケージ20は、半導体発光装置501～503から熱を外部に放熱さ

せるベース 21 と、枠体 22 とを備え、箱型の形状を有する。パッケージ 20 は、さらに、半導体発光装置 501～503 に電力を供給するための第 1 端子 23 及び第 2 端子 24 を備える。本実施の形態において、ベース 21 と枠体 22 とはいずれも銅で形成され、枠体 22 の上部に、例えばコバールなどで構成されるシーリング部材 22a が口ウ付けされる。枠体 22 は、第 1 端子 23、第 2 端子 24、及び、光ファイバである集光対象物 90 を貫通させて固定するための開口部を備える。枠体 22 の第 1 端子 23 及び第 2 端子 24 を固定する開口部には、それぞれ、例えばリング状の鉄、鉄合金又はセラミックである緩衝部材 23b 及び 24b が、例えば銀口ウなどの接着部材 23c 及び 24c などによって固定される。枠体 22 の集光対象物 90 を固定する開口部には、例えば、リング状の鉄、鉄合金やセラミックである固定部材 26 が銀口ウなどにより固定される。第 1 端子 23 及び第 2 端子 24 は、例えば鉄ニッケル合金で形成され、例えば低融点ガラスなどの絶縁部材 23a 及び 24a などにより、枠体 22 の緩衝部材 23b 及び 24b に固定される。パッケージ 20 の上部には図示しない、例えばコバールで構成されるリッドが配置され、シーム溶接などにより枠体 22 に固定される。これによりパッケージ 20 は、密閉封止される。

[0184] 第 1 端子 23 及び第 2 端子 24 は、図示しない金線などの導電部材により、半導体発光装置 501～503 に電氣的に接続され、半導体発光装置 501～503 に電流を供給する。本実施の形態では半導体発光装置 501～503 は直列に接続される。

[0185] 半導体発光装置 501～503 において、半導体発光素子チップとサブマウント 19 とは、例えば AuSn、SnAgCu などの半田材である図示しない放熱部材で固定される。そして半導体発光装置 501～503 のサブマウント 19 とキャリア 561～563 とは、Cu、Ag、Sb、Sn、Bi、In、Zn、Ge、Si、Al などの金属のいずれか一つを含む半田材又は金属シートで構成される図示しない放熱部材で固定される。放熱部材を用いた放熱層は、具体的には半導体発光素子チップとサブマウント 19 との間

の放熱部材より融点の低いSnAgCu、SnSb、SnBiなどの半田材を用いた半田接合層、又は、In、Alなどの金属シートがネジなどで加圧固定される密着層である。

[0186] 本実施の形態においてキャリア561～563は、ベース21又は枠体22と同一の材料から加工形成された階段構造を有する。

[0187] ただし、キャリア561～563の一部又は全部は別部品としてベース21に固定してもよい。この場合、キャリア561～563は、サブマウント19とキャリア561～563とを固定する放熱部材も同様に、半導体発光素子チップとサブマウントとの間の放熱部材より融点の低い半田材又は金属シートで構成される図示しない放熱部材で固定される。

[0188] スロー軸コリメータレンズ521～523と、反射ミラー540～542と、偏向素子50と、第1の集光光学素子70は、各々の固定面で、パッケージ20の実装面20aに固定されている。

[0189] パッケージ20は、さらに三つの支持部材539を備え、ファスト軸コリメータレンズ511～513は、各々の固定面で、支持部材539に固定される。支持部材539は、側面に形成された各々の固定面で、半導体発光素子チップ、サブマウント19又はキャリア561～563の側面に固定される。

[0190] 続いて光源ユニット500の製造方法について一例を説明する。

[0191] (a) まず、融点が約280℃のAuSn半田を用いて、半導体発光素子チップをサブマウントに固定することによって半導体発光装置501～503を製造する。

[0192] (b) 続いて、キャリア561～563を有するパッケージ20を準備する。そして、キャリア561上に、例えば融点が220℃程度のSnAgCuである半田材シートを搭載し、さらにその上に半導体発光装置501を配置する。そして、窒素雰囲気中でAuSnの融点より低い温度に加熱し、半導体発光装置501を位置調整して冷却し固定する。このとき、半導体発光素子チップの電極に悪影響が発生しないように、200℃以上の加熱時間は

1 分以内としてもよい。

[0193] (c) 続いて半導体発光装置 502 及び 503 についても同様の工程を順に行う。ただし、半導体発光装置 501～503 を配置後に同時に加熱・冷却してそれらを固定してもよい。

[0194] (d) 次に、第 1 端子 23 及び第 2 端子 24 を、図示しない金線などにより、半導体発光装置 501～503 と電氣的に接続する。

[0195] (e) 続いて、反射ミラー 540～542 と、偏向素子 50 と、第 1 の集光光学素子 70 と集光対象物 90 とを、その位置を調整しながら接着部材を用いて実装面 20a に固定する。このとき集光対象物 90 は保持部材 97 に保持された状態で、固定部材 26 の開口部からパッケージ 20 内に挿入される。保持部材 97 は固定部材 26 に半田等で固定される。

[0196] (f) 続いて、ファスト軸コリメータレンズ 511～513 とスロー軸コリメータレンズ 521～523 とをパッケージ 20 内の所定の位置に保持する。

[0197] (g) 続いて、半導体発光装置 501～503 から所定の光量の光を発光させ、集光対象物 90 の出射面 98 から出射する出射光 181 をモニタする。

[0198] (h) 続いて、ファスト軸コリメータレンズ 511～513 と支持部材 539 とを第 2 の方向及び第 3 の方向に微動させ、出射光量が最大になるように位置を調整し、接着部材を用いて固定する。

[0199] (i) 続いて、スロー軸コリメータレンズ 521～523 を第 1 の方向及び第 2 の方向に微動させ、出射光量が最大になるように位置を調整し、接着部材を用いて固定する。

[0200] (j) 光源ユニット 500 内の全部品に対して、酸素を含む雰囲気中で紫外線を照射してオゾンを発生させ、部品に付着した有機物などを除去する。

[0201] (k) 最後に、光源ユニット 500 内を所定の雰囲気下に配置し、図示しないリッドを枠体 22 にシーム溶接することで光源ユニット 500 を密閉封止する。

- [0202] 上記の製造方法の詳細において、半導体発光素子チップから出射される光線の波長に応じて形態を異ならせてもよい。
- [0203] 例えば、半導体発光素子チップが、光線の波長が350nm以上、550nm以下であり、構成材料が例えば窒素をV族元素として含む半導体レーザーの場合は、工程(e)、(h)及び(i)において、接着部材として半田材などの無機材料を用いてもよい。これは、光源ユニット500の内部に、シロキサンを発生しやすい材料を配置しないためである。
- [0204] この範囲の波長の場合、光学部品（ファスト軸コリメータレンズ511～513、スロー軸コリメータレンズ521～523、反射ミラー540～542、偏向素子50及び第1の集光光学素子70）と、支持部材539との固定面には、あらかじめ例えば、Cr、Ti、Ni、Pt、Auなどのいずれか一つを含む金属膜が形成される。そして、所定の位置に半田材とともに保持され、加熱することで固定される。
- [0205] この範囲の波長の場合、上記構成において、半田材としては、サブマウントとキャリア561～563とを固定する放熱部材より融点の低い半田材を用いてもよい。半田材として、例えば融点140℃であるSnBiを用いることができる。そして、半田材を、放熱部材の融点以下の温度、例えば160℃に加熱し、光学部品及び支持部材を固定する。このときレーザ光を用いた部分加熱法を用いてもよい。この範囲の波長の場合、上記の構成及び製造方法とすることで、パッケージ20の内部に配置される部品及び接着部材は樹脂以外の無機材料で構成することができる。このため光線の波長が550nm以下の短波長の半導体発光素子チップを用いた場合においても、各発光点に異物が付着するなどの原因により、半導体発光装置501～503の信頼性が低下するのを抑制することができる。そして、工程(k)において雰囲気として乾燥空気を用い、光源ユニット500にそれらが封入されるようにする。
- [0206] また、この範囲の波長の場合、光源ユニット内に配置する光学部品（ファスト軸コリメータレンズ511～513、スロー軸コリメータレンズ521

～523、反射ミラー540～542、偏向素子50及び第1の集光光学素子70)は、例えば、石英、BK7、N-BK7、白板ガラスなどの無機ガラス系材料で形成される。なお、光源ユニット500内に樹脂を配置しなければならない場合は、ポリイミドなどの耐紫外線樹脂、又は、シリコン含有量の少ない樹脂を用いることで、発光点に異物が付着することを抑制することができる。

[0207] 一方で、半導体発光素子チップが、光線の波長が550nm以上、2000nm以下であり、構成材料が例えば砒素又はリンをV族元素として含む半導体レーザチップの場合、工程(e)、(h)及び(i)において、接着部材として紫外線硬化樹脂を用いることができる。そして、工程(k)において雰囲気として乾燥空気又は乾燥窒素を用い、光源ユニット500にそれらが封入されるようにする。また、この範囲の波長の場合、工程(j)は行わなくてもよい。

[0208] (実施の形態6)

実施の形態6に係る光源ユニットについて説明する。本実施の形態に係る光源ユニットは、主に、集光対象物が蛍光体を含む点において、実施の形態1に係る光源ユニット100と相違する。以下、本実施の形態に係る光源ユニットについて、実施の形態1に係る光源ユニット100との相違点を中心に図15A～15C及び図16を用いて説明する。

[0209] 図15Aは、本実施の形態に係る光源ユニット600の外観を示す斜視図である。図15Bは、本実施の形態に係る光源ユニット600の内部に配置される光学部品の構成の概要を示す斜視図である。図15Cは、本実施の形態に係る光源ユニット600の模式的な断面図である。

[0210] 図15Bに示されるように、光源ユニット600は、半導体発光装置10と、第2の集光光学素子30と、偏向素子50bと、第1の集光光学素子670と、集光対象物690とを備える。光源ユニット600は、パッケージ20と、反射ミラー640と、可動ミラー645とをさらに備える。図15Cに示されるように、光源ユニット600は、放熱フィン630と、第1の

ホルダ 610 と、第 2 のホルダ 620 と、第 3 のホルダ 615 と、配線基板 635 とをさらに備える。

[0211] 半導体発光装置 10 は、実施の形態 1 に係る半導体発光装置 10 と同様の装置であり、図 15C に示されるように第 1 の発光点 13a 及び第 2 の発光点 13b を含む。実施の形態 1 と同様に、第 1 の発光点 13a 及び第 2 の発光点 13b は、それぞれ、第 1 の光線及び第 2 の光線を出射する。半導体発光装置 10 は、パッケージ 20 に収納される。パッケージ 20 は、図 15C に示されるように、第 1 端子 23 と、第 2 端子 24 と、キャップホルダ 637 と、透光板 36 とを有する。透光板 36 は、半導体発光装置 10 からの光線を透過させる透光性の光学部材である。キャップホルダ 637 は、半導体発光装置 10 を覆い、かつ、透光板 36 を支持する部材である。パッケージ 20 においては、キャップホルダ 637、透光板 36 などによって、半導体発光装置 10 を密閉封止できる。これにより、半導体発光装置 10 が外気に接触することを抑制できる。

[0212] 偏向素子 50b は、実施の形態 1 の変形例 2 に係る偏向素子 50b と同様の素子である。

[0213] 第 3 のホルダ 615 は、第 2 の集光光学素子 30 と、偏向素子 50b とを支持する部材である。第 2 の集光光学素子 30 は、第 3 のホルダ 615 内において第 1 の方向に可動であり、偏向素子 50b から出射される第 1 の光線及び第 2 の光線が平行になるように調整された後、固定される。

[0214] 第 1 の集光光学素子 670 は、偏向素子 50b から出射された第 1 の光線及び第 2 の光線を集光対象物 690 の集光面 691 に集光する光学素子である。本実施の形態では、第 1 の集光光学素子 670 は、第 1 のシリンドリカルレンズ 671 と、第 2 のシリンドリカルレンズ 672 とを含む。第 1 のシリンドリカルレンズ 671 は、第 1 の光線及び第 2 の光線を第 3 の方向（図 15C の X 軸方向）に集光するレンズである。第 2 のシリンドリカルレンズ 672 は、第 1 の光線及び第 2 の光線を第 3 の方向に垂直な方向に集光するレンズである。

- [0215] 反射ミラー６４０は、第１のシリンドリカルレンズ６７１から出射した第１の光線及び第２の光線を反射するミラーである。
- [0216] 可動ミラー６４５は、反射ミラー６４０で反射した第１の光線及び第２の光線を反射するミラーである。可動ミラー６４５は、反射面の角度が可変のミラーであり、可動ミラー６４５の反射面の角度を変えることで、集光面６９１における集光スポット位置を走査できる。
- [0217] 集光対象物６９０は、第１の集光光学素子６７０から出射され、集光された第１の光線及び第２の光線が入射する部材である。図１５Ａ及び図１５Ｂに示されるように、集光対象物６９０は、蛍光体６６０と、蛍光体支持部材６６１とを含む。
- [0218] 蛍光体６６０は、第１の光線及び第２の光線を波長変換する部材である。蛍光体６６０は、集光面６９１を含む。蛍光体６６０は、例えば、第１の光線及び第２の光線が青色光である場合、青色光の一部を黄色光に変換して出射し、かつ、青色光の他の一部を散乱させて出射する。このように、青色光と黄色光とを混合させて、白色光である出射光１８０を出射することができる。
- [0219] 蛍光体支持部材６６１は、蛍光体６６０を支持する部材である。
- [0220] 第１のホルダ６１０は、パッケージ２０を支持する部材であり、光源ユニット６００の筐体の一部としても機能する。
- [0221] 第２のホルダ６２０は、第３のホルダ６１５と、第１の集光光学素子６７０と、反射ミラー６４０と、集光対象物６９０とを支持する部材であり、第１のホルダ６１０とともに、光源ユニット６００の筐体の一部としても機能する。
- [0222] 放熱フィン６３０は、半導体発光装置１０などにおいて発生した熱を放散する部材である。放熱フィン６３０は、第１のホルダ６１０に取り付けられる。光源ユニット６００の筐体の一部としても機能してもよい。
- [0223] 配線基板６３５は、半導体発光装置１０及び可動ミラー６４５に電力を供給する配線が形成された基板である。配線基板６３５には、パッケージ２０

及び可動ミラー 645 が実装される。

[0224] 以上のように、本実施の形態に係る光源ユニット 600 は、第 1 の光線及び第 2 の光線が入射する蛍光体 660 を備える。これにより、光源ユニット 600 を照明装置として使用できる。言い換えると、光源ユニット 600 を備え、蛍光体 660 からの出射光 180 を照明光として用いる照明装置を実現できる。

[0225] 続いて、本実施の形態に係る光源ユニット 600 の集光面 691 上の集光スポットについて図 16 を用いて説明する。図 16 は、本実施の形態に係る光源ユニット 600 の集光面 691 における光強度分布を示す図である。図 16 は、シミュレーションによって計算された光強度分布を示す。

[0226] 図 16 に示されるように、第 1 の光線及び第 2 の光線にそれぞれ対応する第 1 の集光スポット 89a 及び第 2 の集光スポット 89b が蛍光体 660 上の集光面 691 に形成される。また、これらの集光スポットが、第 2 の方向（図 16 の縦軸方向）において重なっており、第 3 の方向（図 16 の横軸方向）において離れて配置される。これにより、高い輝度で白色光を出射するとともに、集光スポットにおける光強度（光密度）が高くなりすぎて、蛍光体 660 が劣化するのを抑制することができる。

[0227] また、本実施の形態では、可動ミラー 645 の反射面の角度を変えることで、図 16 に矢印で示される方向に、集光スポット位置を走査できる。これにより、出射光 180 の出射方向を走査できる。

[0228] （変形例など）

以上、本開示に係る光源ユニットなどについて、各実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、上記各実施の形態に限定されるものではない。

[0229] 例えば、偏向素子の側面の形状は、特に限定されない。実施の形態 1 及びその変形例 2 に係る偏向素子は、ZY 平面に垂直な（つまり、第 3 の方向に沿った）側面を有したが、第 3 の方向に対して傾斜していてもよい。例えば、各側面は、第 3 の方向に対して角度 θ だけ傾斜してもよい。

[0230] また、上記各実施の形態及びそれらの変形例においては、偏向素子によっ

て、第1の光線及び第2の光線の両方が第3の方向に偏向される構成が示されたが、第1の光線及び第2の光線のうち一方だけが第3の方向に偏向されてもよい。このような構成においても、第1の光線と第2の光線の集光面における位置を離れさせることができる。

[0231] また、上記各実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で上記各実施の形態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本開示に含まれる。

産業上の利用可能性

[0232] 本開示に係る光源ユニットなどは、レーザディスプレイやプロジェクターなどの画像表示装置や、レーザ加工やレーザーアニールなどの産業用のレーザ機器などの比較的高い出力の光が必要な装置において有用である。

符号の説明

[0233] 10、210、210A、310、501、502、503 半導体発光装置

11 半導体レーザアレイ

11a 第1の半導体発光素子チップ

11b 第2の半導体発光素子チップ

11c 第3の半導体発光素子チップ

11d 第4の半導体発光素子チップ

11e 第5の半導体発光素子チップ

11f 第6の半導体発光素子チップ

13a 第1の発光点

13b 第2の発光点

13c 第3の発光点

15a、15b、15c、15d 金属ワイヤー

19 サブマウント

19a 電極

20 パッケージ

20 a、25 a 実装面

21 ベース

22 枠体

22 a シーリング部材

23 第1端子

23 a、24 a 絶縁部材

23 b、24 b 緩衝部材

23 c、24 c 接着部材

24 第2端子

25、561、562、563 キャリア

26 固定部材

29 リッド

30、330 第2の集光光学素子

35 ホルダ

36 透光板

40、540、541、542、640 反射ミラー

50、50 a、50 b、250、350、350 a、950 偏向素子

50 p 凸部

51 入射面

51 a 第1の入射面

51 b 第2の入射面

52 上面

53 a、53 b 側面

54 底面

55 出射面

55 a、256 a、356 a、956 a 第1の出射面

55 b、256 b、356 b、956 b 第2の出射面

60 筐体

60s スペーサー

70、670 第1の集光光学素子

80 光軸

83a、85a、86a、87a 第1の光線

83b、85b、86b、87b 第2の光線

83c、85c、86c、87c 第3の光線

89a 第1の集光スポット

89b 第2の集光スポット

89c 第3の集光スポット

89d 第4の集光スポット

89e 第5の集光スポット

89f 第6の集光スポット

90、690 集光対象物

91、691 集光面

95 コア

97 保持部材

98 出射面

100、200、300、400、500、600、900 光源ユニット

151ab、155ab 交線

152 基準面

153 基準線

180、181 出射光

256c、356c、956c 第3の出射面

331、511、512、513 ファスト軸コリメータレンズ

332、521、522、523 スロー軸コリメータレンズ

339、539 支持部材

356d 第4の出射面

- 3 5 6 e 第5の出射面
- 3 5 6 f 第6の出射面
- 6 1 0 第1のホルダ
- 6 1 5 第3のホルダ
- 6 2 0 第2のホルダ
- 6 3 0 放熱フィン
- 6 3 5 配線基板
- 6 3 7 キャップホルダ
- 6 4 5 可動ミラー
- 6 6 0 蛍光体
- 6 6 1 蛍光体支持部材
- 6 7 1 第1のシリンドリカルレンズ
- 6 7 2 第2のシリンドリカルレンズ

請求の範囲

- [請求項1] 第1の方向に沿った光軸を有する光源ユニットであって、
第1の光線を出射する第1の発光点と、
前記第1の方向に垂直な第2の方向において前記第1の発光点から離れて配置され、第2の光線を出射する第2の発光点と、
前記第1の光線及び前記第2の光線の少なくとも一方を、前記第1の方向及び前記第2の方向に垂直な第3の方向に偏向する偏向素子と、
前記偏向素子から出射された前記第1の光線及び前記第2の光線を集光面に集光する第1の集光光学素子とを備え、
前記第1の発光点における前記第1の光線と、前記第2の発光点における前記第2の光線とは、前記第3の方向において重なっており、
前記集光面において、前記第1の光線と前記第2の光線とは、前記第2の方向において重なり、かつ、前記第3の方向において離れている
光源ユニット。
- [請求項2] 前記第1の発光点及び前記第2の発光点を含む複数の発光点を備え、
前記集光面において、前記第1の光線と前記第2の光線との前記第2の方向における間隔は、前記第1の光線又は前記第2の光線の前記第2の方向におけるビーム幅の0.8倍以下であり、前記第1の光線と前記第2の光線との前記第3の方向における間隔は、前記第1の光線又は前記第2の光線の前記第3の方向におけるビーム幅の0.75倍を前記複数の発光点の個数で割った値以上である
請求項1に記載の光源ユニット。
- [請求項3] 第1の方向に沿った光軸を有する光源ユニットであって、
第1の光線を出射する第1の発光点と、
前記第1の方向に垂直な第2の方向において前記第1の発光点から

離れて配置され、第2の光線を出射する第2の発光点と、

前記第1の光線及び前記第2の光線の少なくとも一方を、前記第1の方向及び前記第2の方向に垂直な第3の方向に偏向する偏向素子とを備え、

前記第1の光線は、前記偏向素子に、前記第3の方向に垂直な第4の方向から入射し、

前記第2の光線は、前記偏向素子に、前記第3の方向に垂直な第5の方向から入射し、

前記第3の方向から見て、前記第4の方向と前記第1の方向とのなす角は、前記第5の方向と前記第1の方向とのなす角と異なり、

前記第1の光線は、前記偏向素子から第6の方向に出射し、

前記第2の光線は、前記偏向素子から第7の方向に出射し、

前記第6の方向は、前記第2の方向から見て、前記第4の方向から第1の偏向角だけ偏向し、

前記第7の方向は、前記第2の方向から見て、前記第5の方向から第2の偏向角だけ偏向し、

前記第1の偏向角と前記第2の偏向角とは異なり、

前記第3の方向から見て、前記第6の方向と前記第7の方向とは互いに平行である

光源ユニット。

[請求項4]

第1の方向に沿った光軸を有する光源ユニットであって、

第1の光線を出射する第1の発光点と、

前記第1の方向に垂直な第2の方向において前記第1の発光点から離れて配置され、第2の光線を出射する第2の発光点と、

前記第1の光線及び前記第2の光線の少なくとも一方を、前記第1の方向及び前記第2の方向に垂直な第3の方向に偏向する偏向素子とを備え、

前記第1の光線は、前記偏向素子に、前記第3の方向に垂直な第4

の方向から入射し、

前記第2の光線は、前記偏向素子に、前記第3の方向に垂直な第5の方向から入射し、

前記第1の光線は、前記偏向素子から第6の方向に出射し、

前記第2の光線は、前記偏向素子から第7の方向に出射し、

前記第6の方向は、前記第2の方向から見て、前記第4の方向から第1の偏向角だけ偏向し、

前記第7の方向は、前記第2の方向から見て、前記第5の方向から第2の偏向角だけ偏向し、

前記第6の方向は、前記第3の方向から見て、前記第4の方向から第3の偏向角だけ偏向し、

前記第7の方向は、前記第3の方向から見て、前記第5の方向から第4の偏向角だけ偏向し、

前記第1の偏向角と前記第2の偏向角とは異なり、

前記第3の偏向角と前記第4の偏向角とは異なる

光源ユニット。

[請求項5] 前記第1の発光点における前記第1の光線と、前記第2の発光点における前記第2の光線とは、前記第3の方向において重なっている請求項3又は4に記載の光源ユニット。

[請求項6] 前記偏向素子から出射された前記第1の光線及び前記第2の光線を集光面に集光する第1の集光光学素子をさらに備える請求項3～5のいずれか1項に記載の光源ユニット。

[請求項7] 前記集光面において、前記第1の光線と前記第2の光線とは、前記第2の方向において重なり、かつ、前記第3の方向において離れている請求項6に記載の光源ユニット。

[請求項8] 前記偏向素子は、前記第1の光線が入射する第1の入射面と、前記第2の光線が入射する第2の入射面とを有し、

前記第 1 の入射面と前記第 3 の方向に垂直な面との交線は、前記第 2 の方向から第 1 の傾斜角だけ傾斜し、

前記第 2 の入射面と前記第 3 の方向に垂直な面との交線は、前記第 2 の方向から第 2 の傾斜角だけ傾斜し、

前記第 1 の入射面と前記第 2 の方向に垂直な面との交線は、前記第 3 の方向から第 3 の傾斜角だけ傾斜し、

前記第 2 の入射面と前記第 2 の方向に垂直な面との交線は、前記第 3 の方向から第 4 の傾斜角だけ傾斜し、

前記第 1 の傾斜角と前記第 2 の傾斜角とは異なり、

前記第 3 の傾斜角と前記第 4 の傾斜角とは異なり、

前記第 1 の傾斜角の絶対値より前記第 3 の傾斜角の絶対値の方が小さく、

前記第 2 の傾斜角の絶対値より前記第 4 の傾斜角の絶対値の方が小さい

請求項 3～7 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

[請求項9]

前記偏向素子は、前記第 1 の光線が出射する第 1 の出射面と、前記第 2 の光線が出射する第 2 の出射面とを有し、

前記第 1 の出射面と前記第 3 の方向に垂直な面との交線は、前記第 2 の方向から第 5 の傾斜角だけ傾斜し、

前記第 2 の出射面と前記第 3 の方向に垂直な面との交線は、前記第 2 の方向から第 6 の傾斜角だけ傾斜し、

前記第 1 の出射面と前記第 2 の方向に垂直な面との交線は、前記第 3 の方向から第 7 の傾斜角だけ傾斜し、

前記第 2 の出射面と前記第 2 の方向に垂直な面との交線は、前記第 3 の方向から第 8 の傾斜角だけ傾斜し、

前記第 5 の傾斜角と前記第 6 の傾斜角とは異なり、

前記第 7 の傾斜角と前記第 8 の傾斜角とは異なり、

前記第 5 の傾斜角の絶対値より前記第 7 の傾斜角の絶対値の方が小

さく、

前記第 6 の傾斜角の絶対値より前記第 8 の傾斜角の絶対値の方が小さい

請求項 3 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

[請求項10] 前記偏向素子は、前記第 3 の方向に垂直な底面を有する
請求項 8 又は 9 に記載の光源ユニット。

[請求項11] 前記第 1 の発光点及び前記第 2 の発光点は、同一の半導体基板上に
形成された半導体レーザアレイに含まれる
請求項 3 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

[請求項12] 前記第 3 の方向に垂直な実装面をさらに備え、
前記第 1 の発光点は第 1 の半導体発光素子チップに含まれ、
前記第 2 の発光点は第 2 の半導体発光素子チップに含まれ、
前記第 1 の半導体発光素子チップ及び前記第 2 の半導体発光素子チップは、前記実装面に実装されている
請求項 3 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

[請求項13] 前記第 1 の発光点及び前記第 2 の発光点を収納するパッケージをさらに備える
請求項 11 又は 12 に記載の光源ユニット。

[請求項14] 前記第 1 の発光点及び前記第 2 の発光点と前記偏向素子との間に配置される第 2 の集光光学素子を備える
請求項 3 ～ 13 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

[請求項15] 前記第 2 の集光光学素子は、前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線の各々の発散を低減する
請求項 14 に記載の光源ユニット。

[請求項16] 前記第 1 の光線は、前記第 2 の集光光学素子から、前記第 4 の方向に出射し、
前記第 2 の光線は、前記第 2 の集光光学素子から、前記第 5 の方向に出射する

請求項 1 4 又は 1 5 に記載の光源ユニット。

[請求項17] 前記第 1 の光線と前記第 2 の光線とは、前記第 2 の集光光学素子と前記偏向素子との間で交差する

請求項 1 6 に記載の光源ユニット。

[請求項18] 前記第 2 の集光光学素子は、少なくとも第 2 の方向に集光するコリメータレンズを含み、

前記コリメータレンズは、前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線の各々の発散を低減する

請求項 1 4 ～ 1 7 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

[請求項19] 前記第 1 の光線は、前記第 2 の集光光学素子への入射位置において前記第 2 の集光光学素子の光軸から前記第 2 の方向に第 1 の距離だけ離れており、

前記第 2 の光線は、前記第 2 の集光光学素子への入射位置において前記第 2 の集光光学素子の光軸から前記第 2 の方向に第 2 の距離だけ離れており、

前記第 1 の光線の前記第 2 の集光光学素子への入射位置は、前記第 2 の光線の前記第 2 の集光光学素子への入射位置と異なる

請求項 1 4 ～ 1 8 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

[請求項20] 前記第 2 の集光光学素子は、前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線の各々の前記第 3 の方向における発散を低減するファスト軸コリメータレンズと、前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線の各々の前記第 2 の方向における発散を低減するスロー軸コリメータレンズとを含み、

前記スロー軸コリメータレンズは、前記ファスト軸コリメータレンズと前記偏向素子との間に配置される

請求項 1 4 ～ 1 7 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

[請求項21] 前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線は、前記集光面において前記第 3 の方向より前記第 2 の方向の方が長い形状で集光されている

請求項 1 又は 6 に記載の光源ユニット。

- [請求項22] 前記第1の発光点における前記第1の光線のニアフィールドパターン及び前記第2の発光点における前記第2の光線のニアフィールドパターンは、前記第3の方向より前記第2の方向の方が長い形状を有する
- 請求項1～21のいずれか1項に記載の光源ユニット。
- [請求項23] 前記第1の光線及び前記第2の光線が入射する蛍光体をさらに備える
- 請求項1～22のいずれか1項に記載の光源ユニット。
- [請求項24] 請求項23に記載の光源ユニットを備え、
前記蛍光体からの出射光を照明光として用いる
照明装置。
- [請求項25] 前記第1の光線及び前記第2の光線が入射する光ファイバをさらに備え、
前記第1の光線及び前記第2の光線は、前記光ファイバの端面に集光される
- 請求項1～22のいずれか1項に記載の光源ユニット。
- [請求項26] 請求項25に記載の光源ユニットを備え、
前記光ファイバからの出射光を加工に用いる
加工装置。
- [請求項27] 第1の方向、及び、前記第1の方向に垂直な第2の方向と交差する第1の入射面と、
前記第1の方向と交差する第2の入射面と、
前記第1の方向及び前記第2の方向に垂直な第3の方向に垂直な底面とを有し、
前記第1の入射面と前記第3の方向に垂直な面との交線は、前記第1の方向から第1の傾斜角だけ傾斜し、
前記第2の入射面と前記第3の方向に垂直な面との交線は、前記第1の方向から第2の傾斜角だけ傾斜し、

前記第 1 の入射面と前記第 2 の方向に垂直な面との交線は、前記第 1 の方向から第 3 の傾斜角だけ傾斜し、

前記第 2 の入射面と前記第 2 の方向に垂直な面との交線は、前記第 1 の方向から第 4 の傾斜角だけ傾斜し、

前記第 1 の傾斜角と前記第 2 の傾斜角とは異なり、

前記第 3 の傾斜角と前記第 4 の傾斜角とは異なり、

前記第 1 の傾斜角の絶対値より前記第 3 の傾斜角の絶対値の方が小さく、

前記第 2 の傾斜角の絶対値より前記第 4 の傾斜角の絶対値の方が小さい

偏向素子。

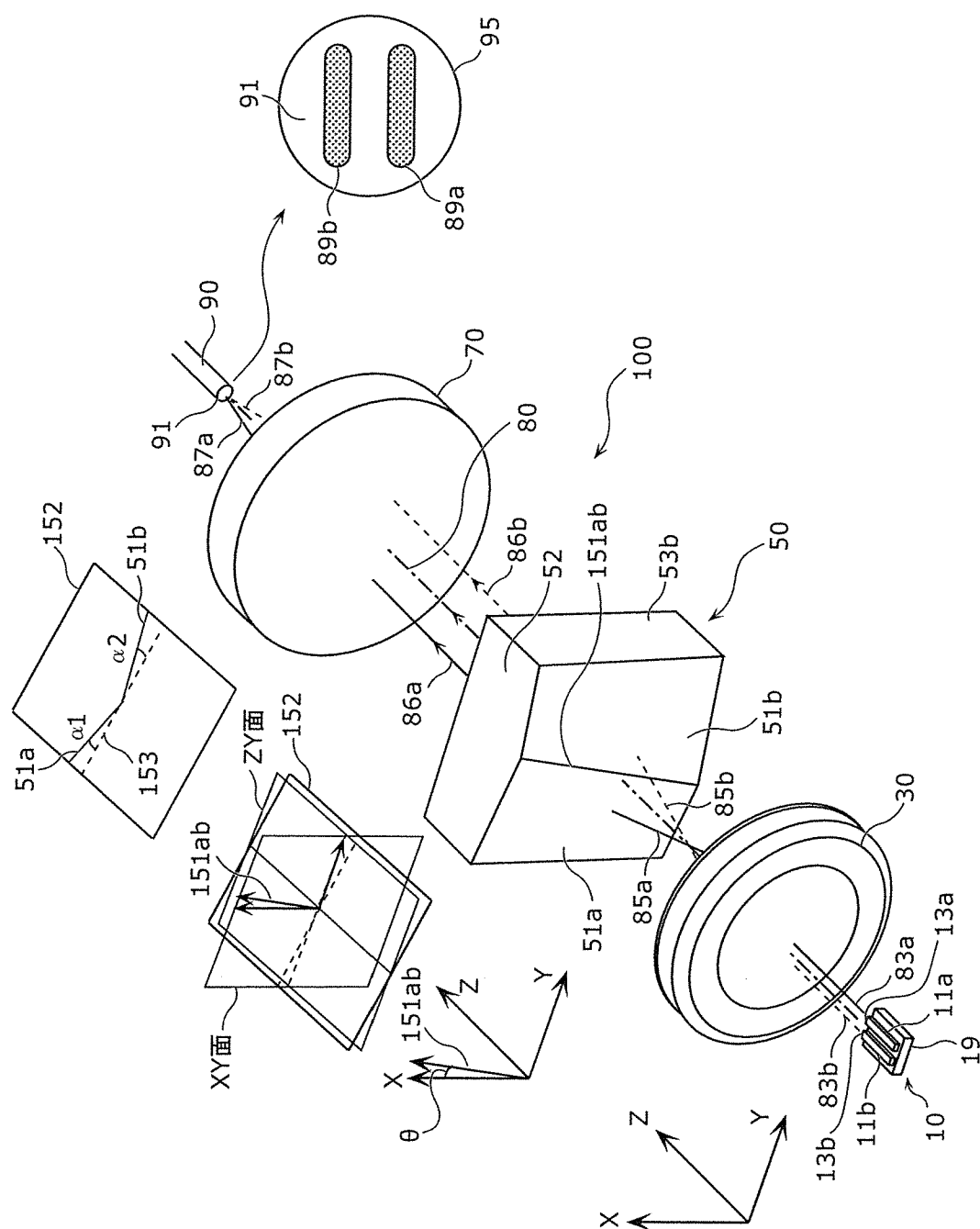
[請求項28] 前記第 1 の入射面と前記第 2 の入射面とに対向し、かつ、前記第 1 の方向に垂直な出射面を有する

請求項 27 に記載の偏向素子。

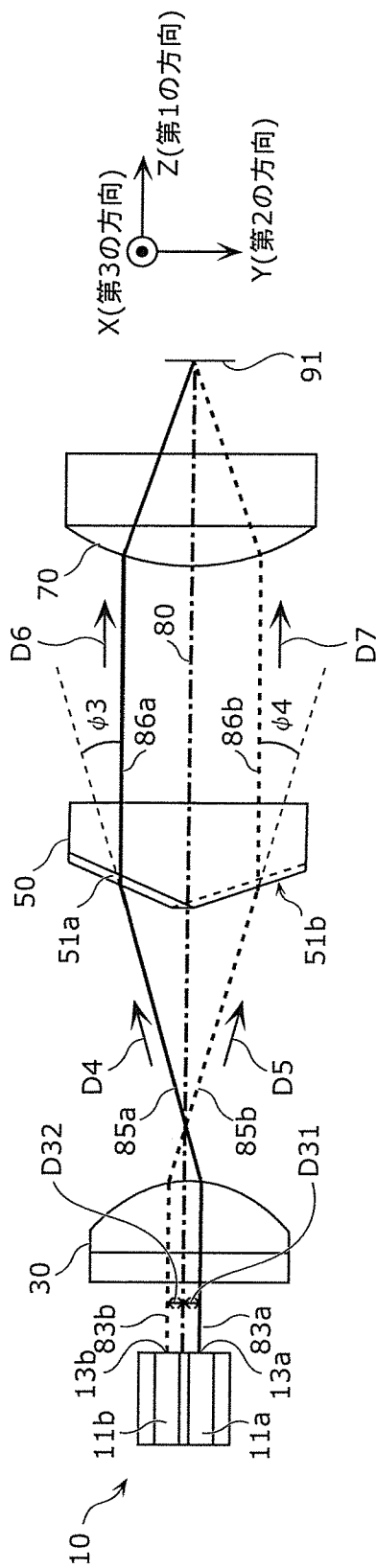
[請求項29] 前記第 1 の入射面と前記第 2 の入射面とは、凸部を形成する

請求項 27 又は 28 に記載の偏向素子。

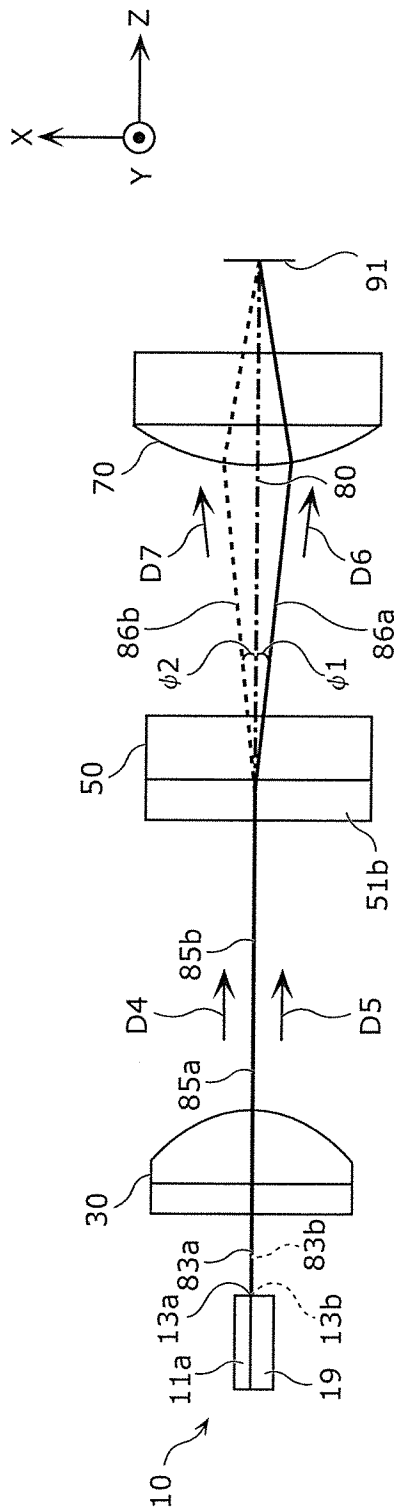
[図1A]



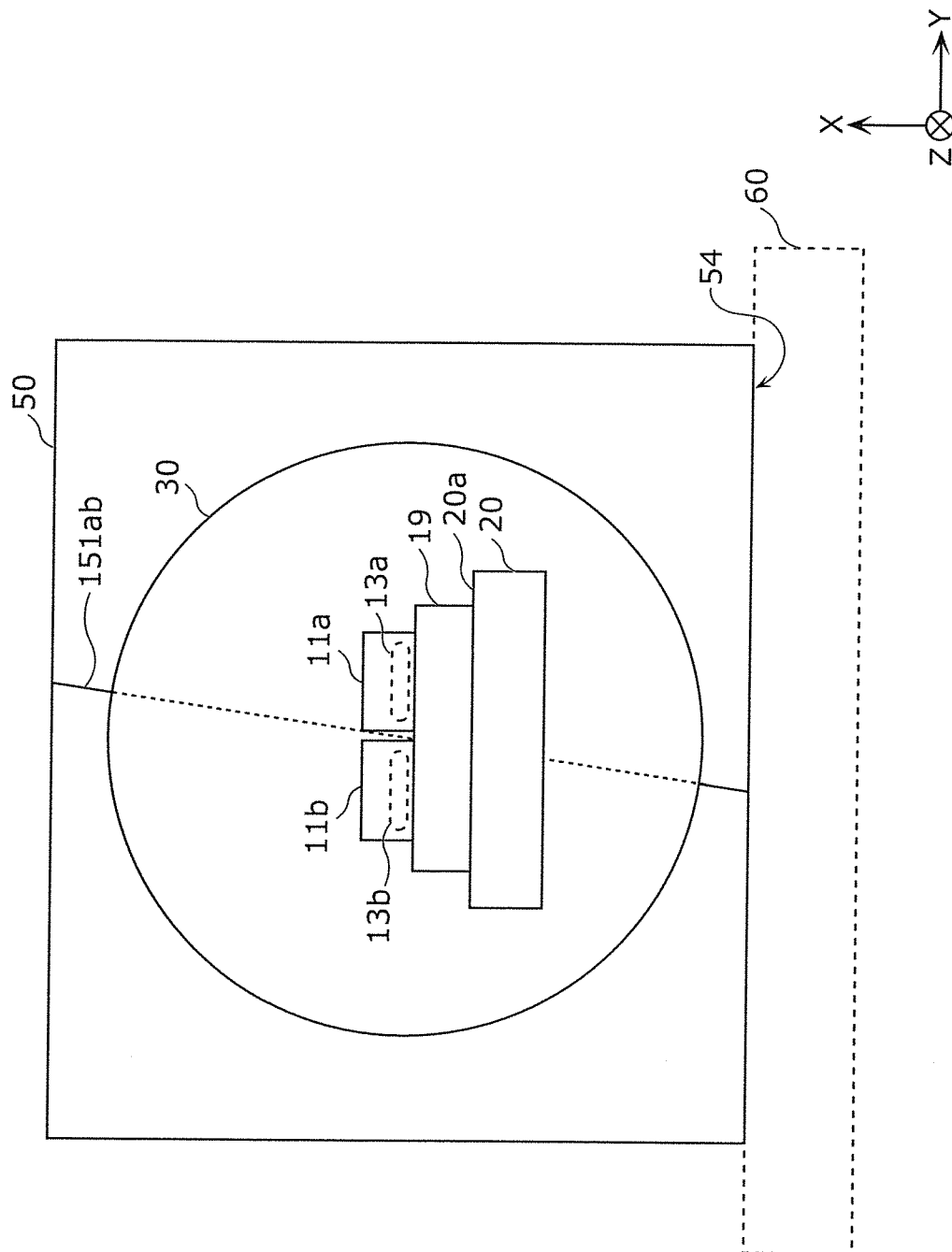
[図1B]



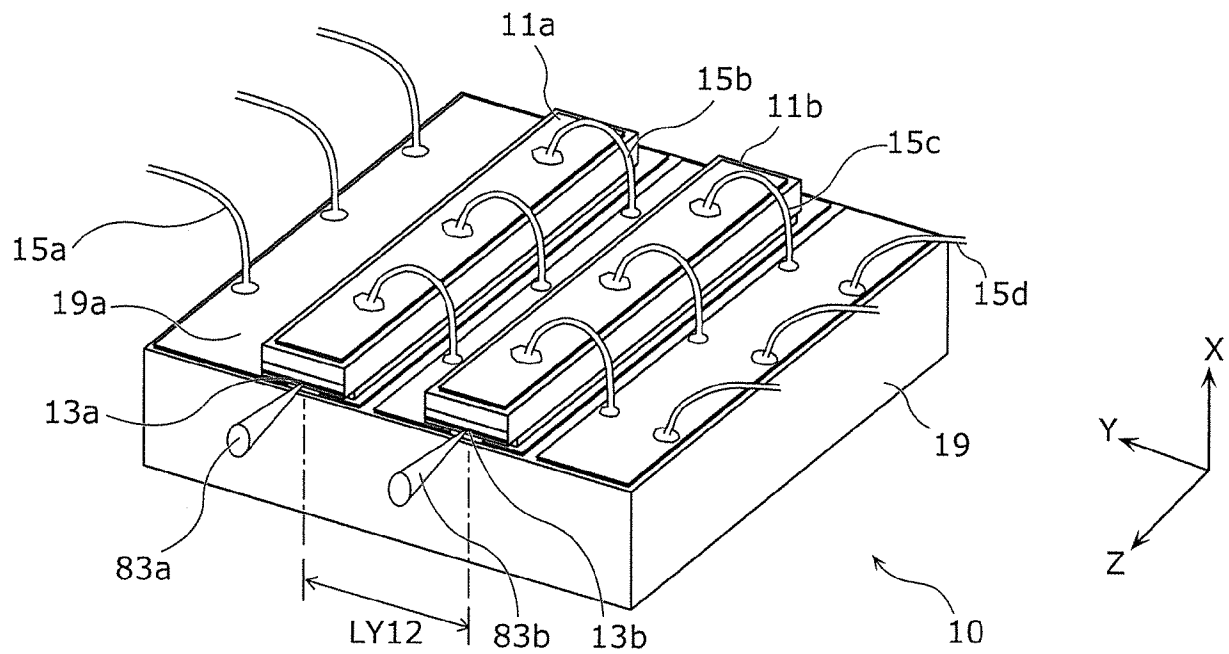
[図1C]



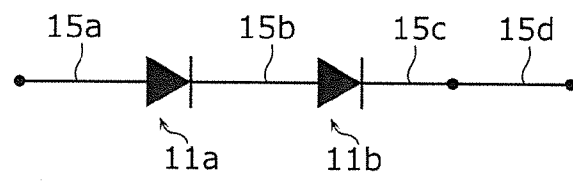
[図1D]



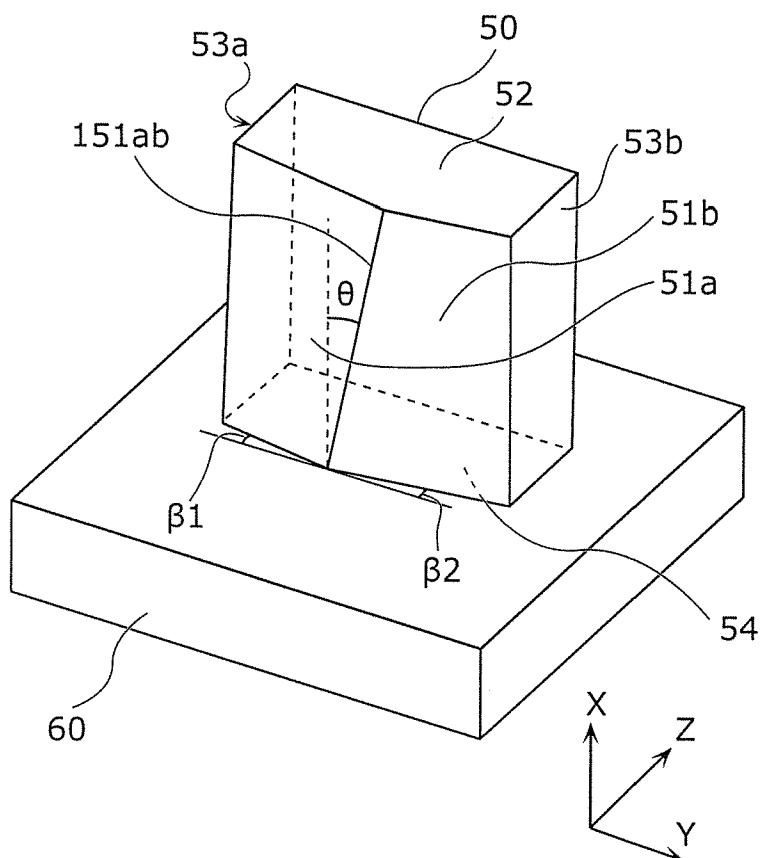
[図2A]



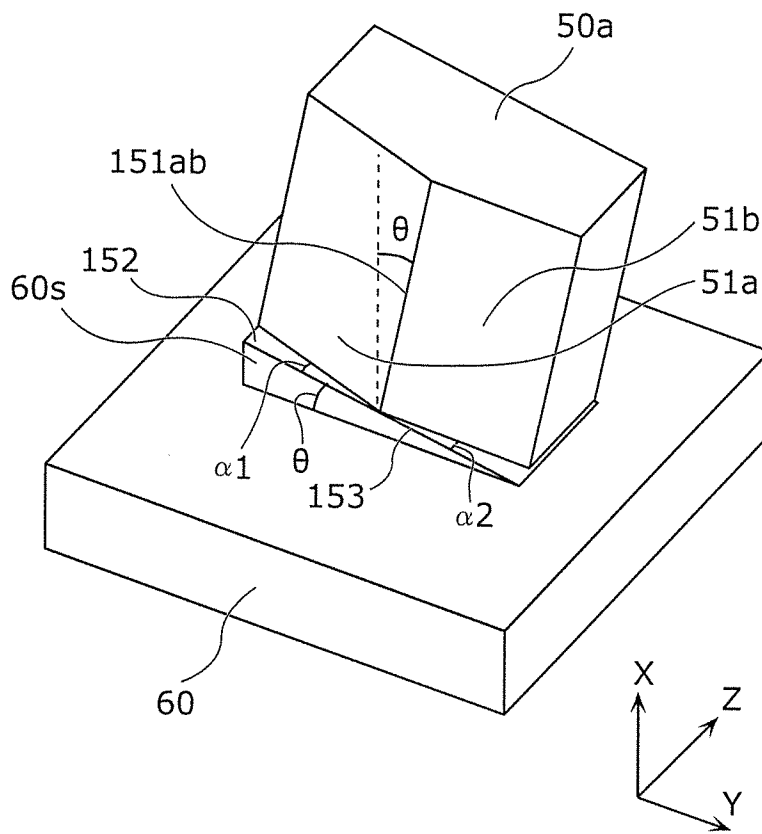
[図2B]



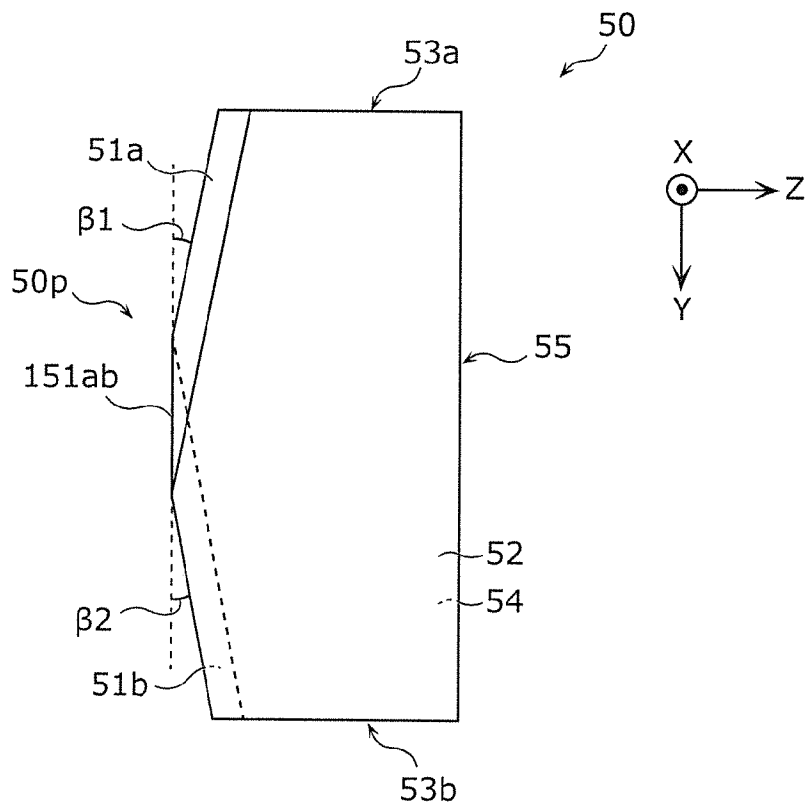
[図3A]



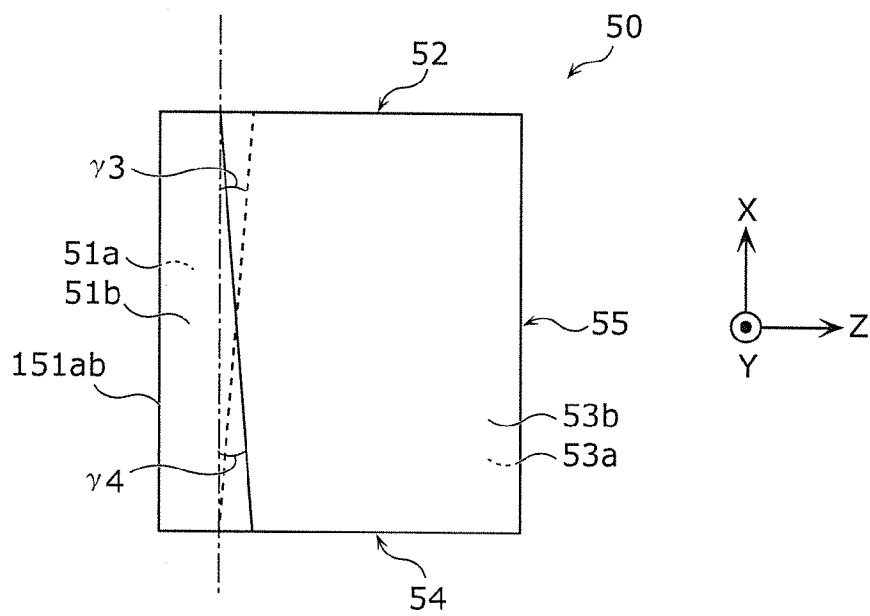
[図3B]



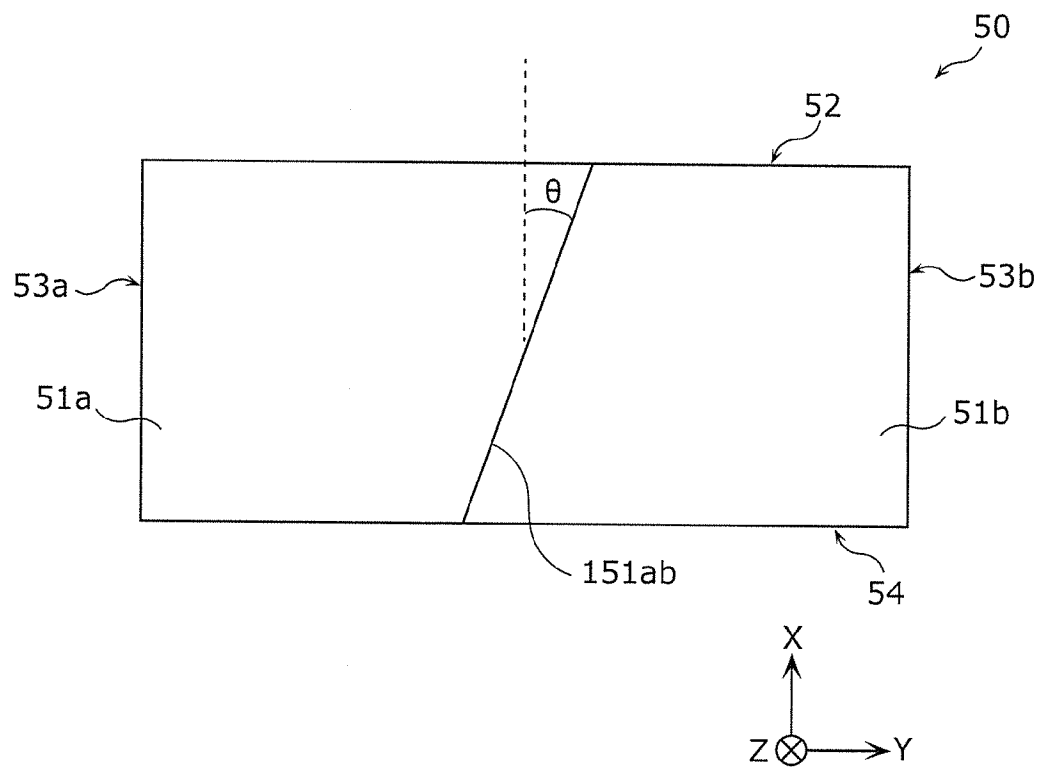
[図3C]



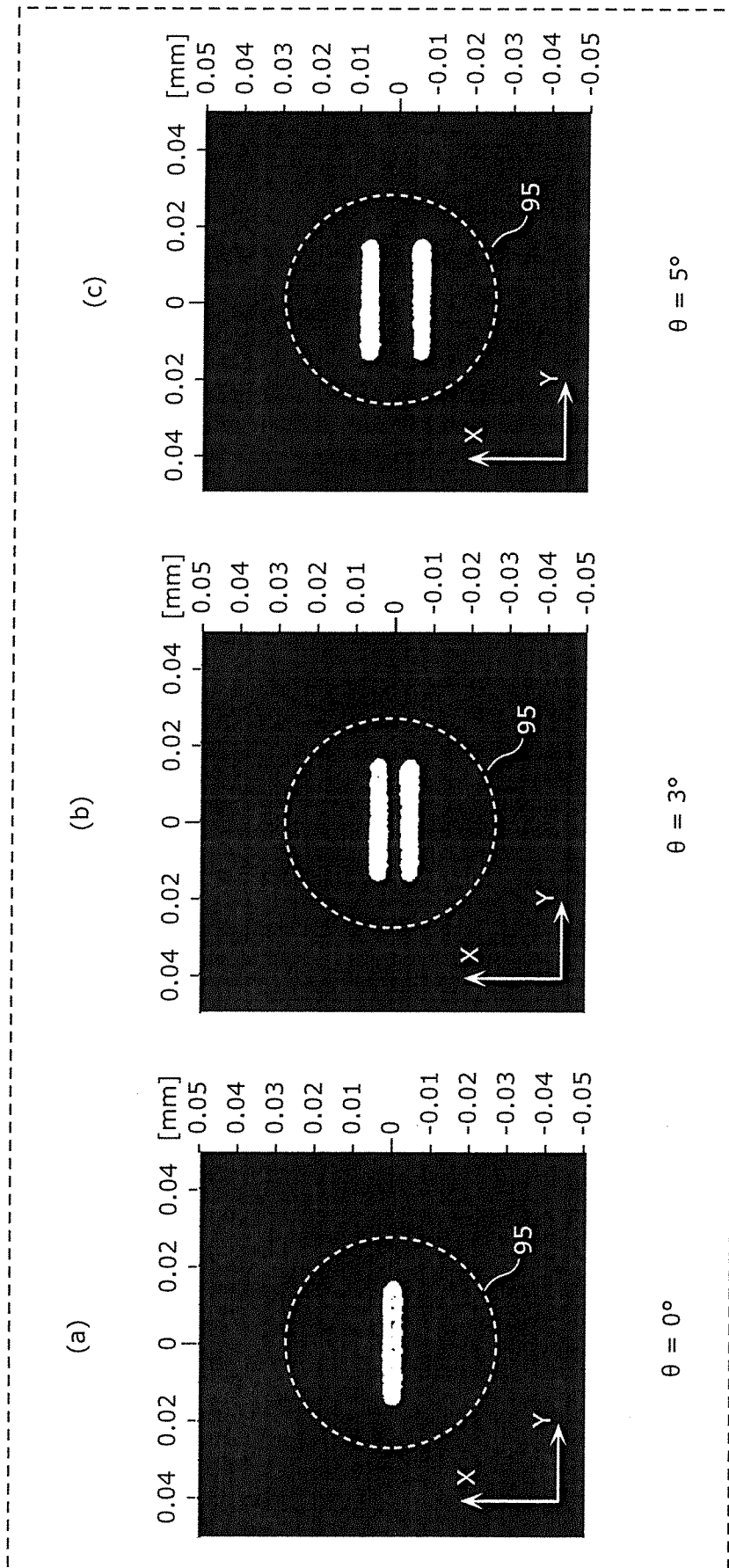
[図3D]



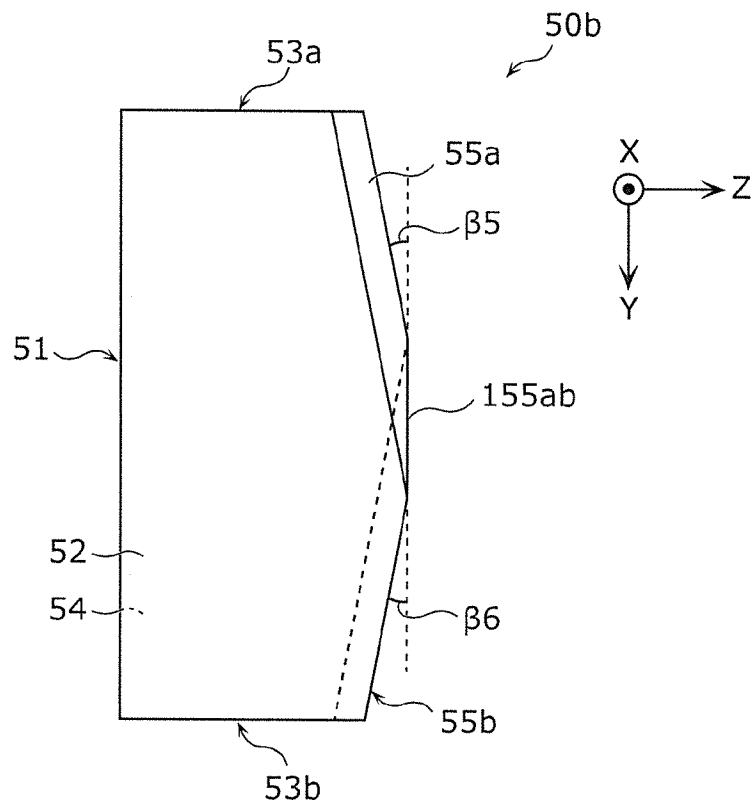
[図3E]



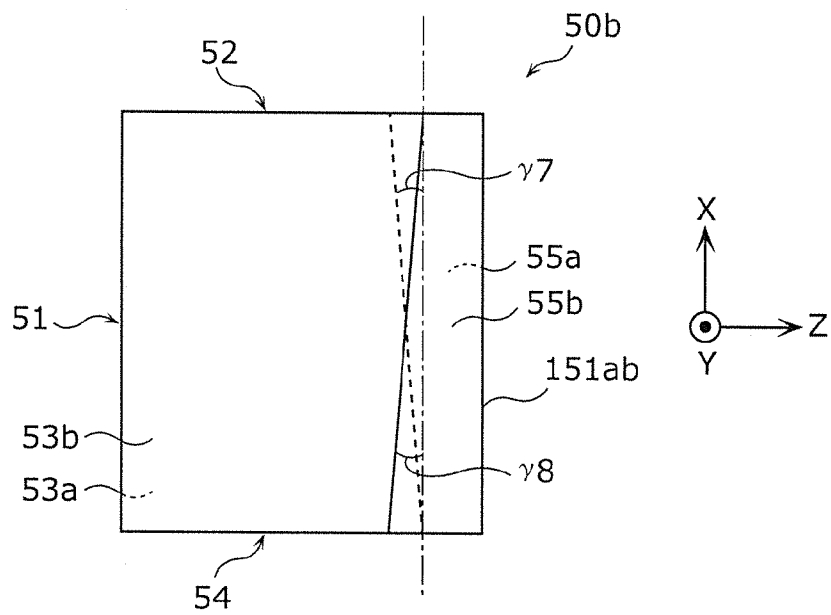
[図4]



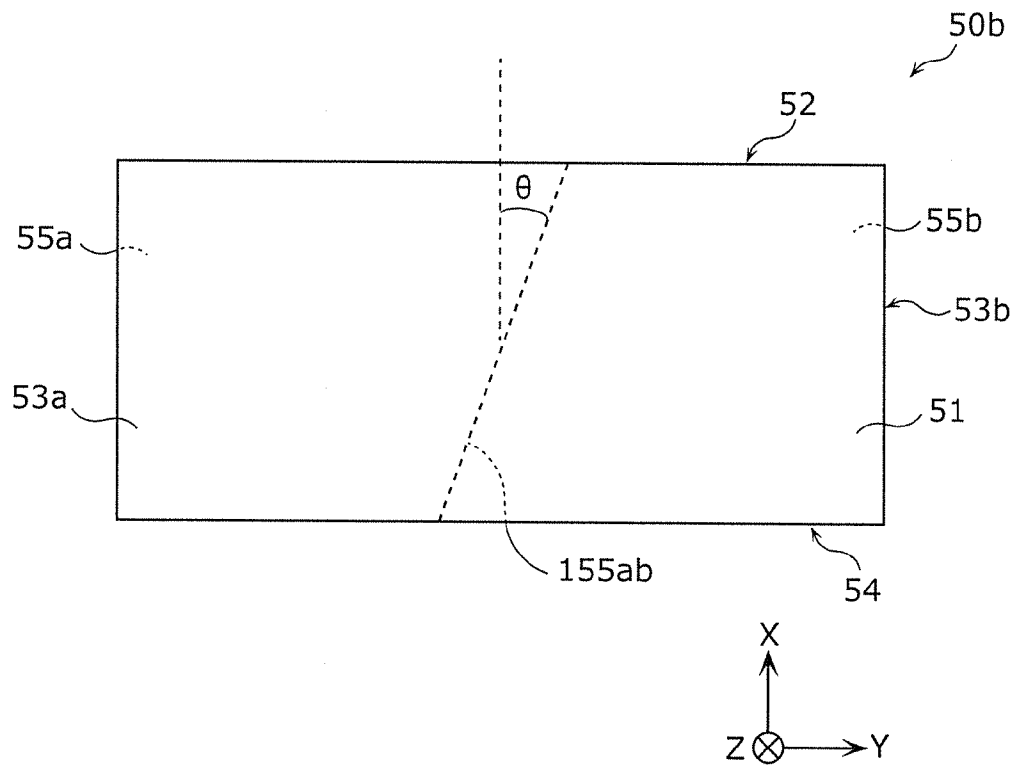
[図5A]



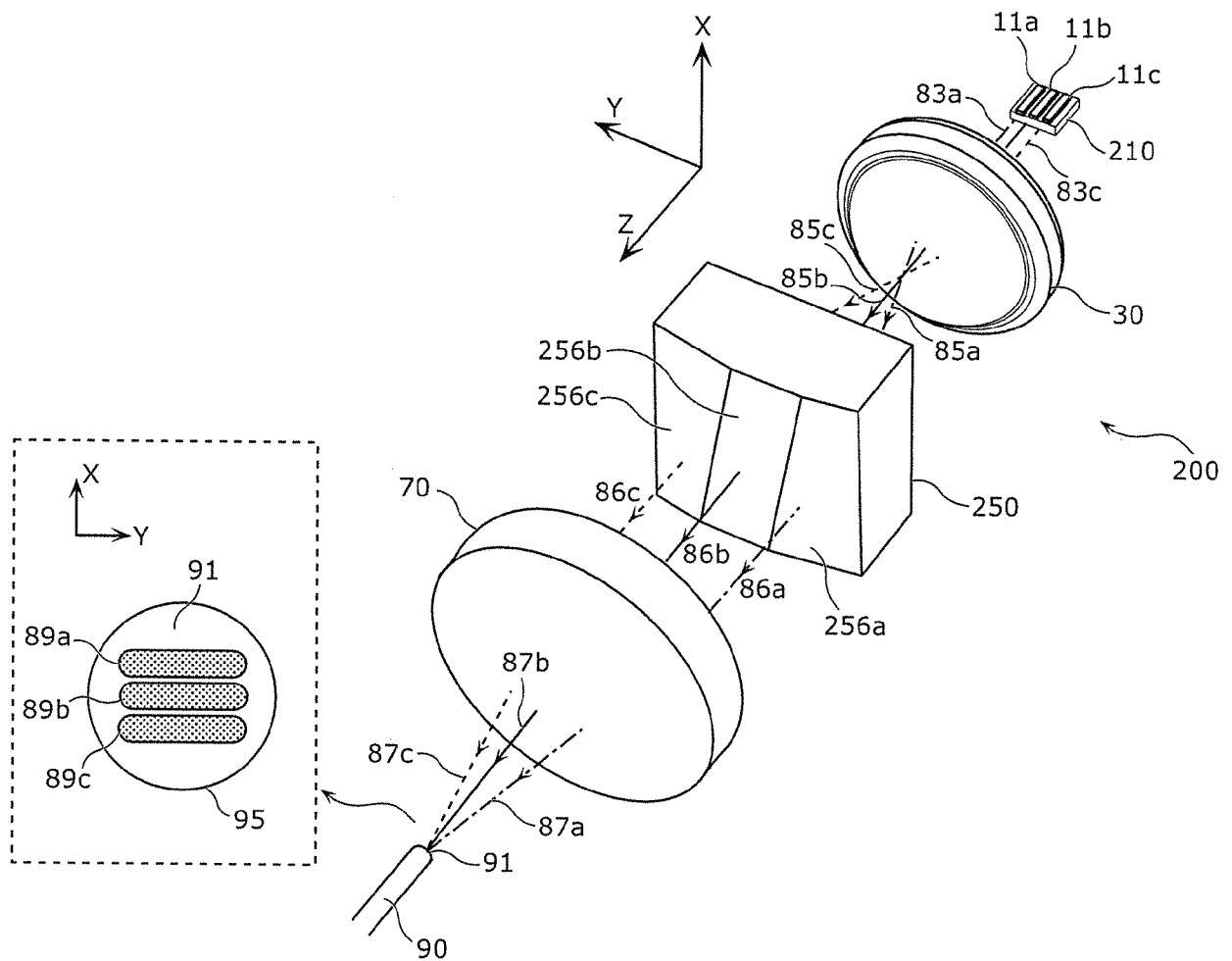
[図5B]



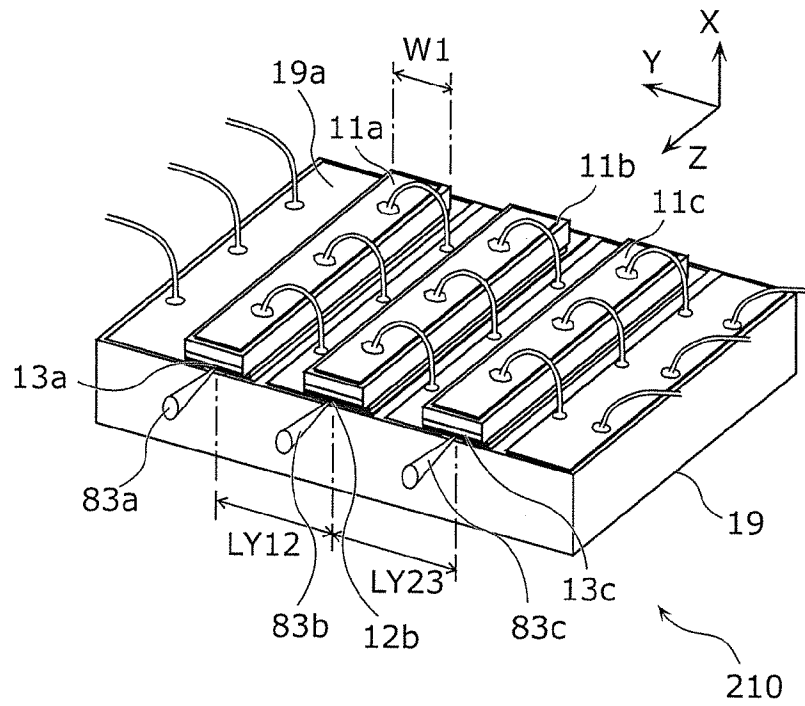
[図5C]



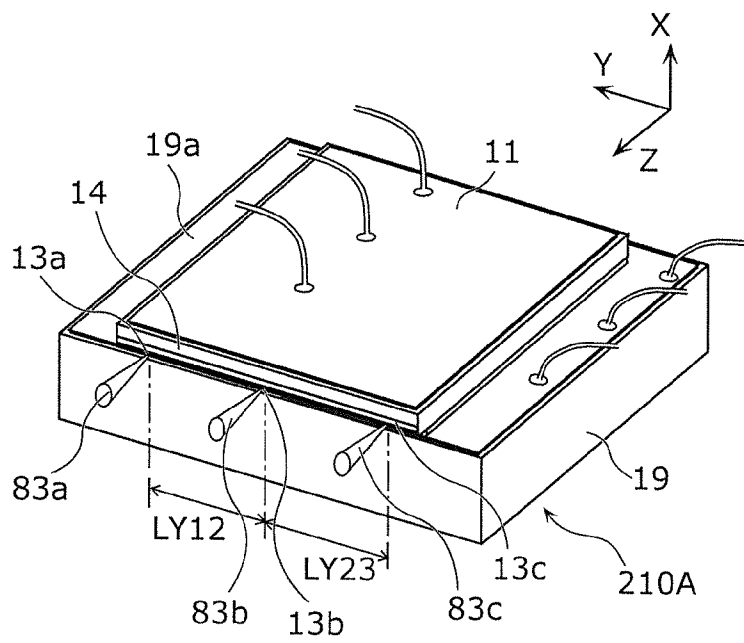
[図6]



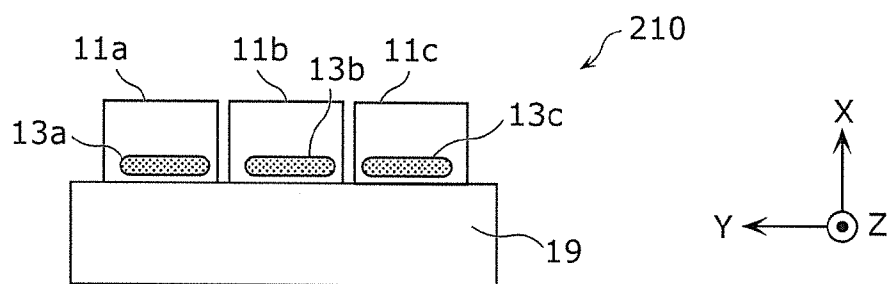
[図7A]



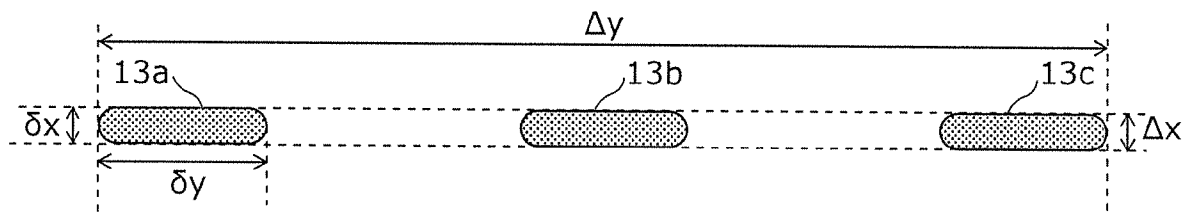
[図7B]



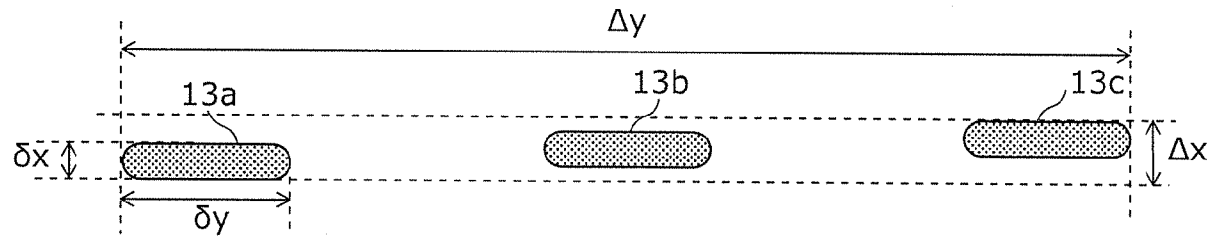
[図7C]



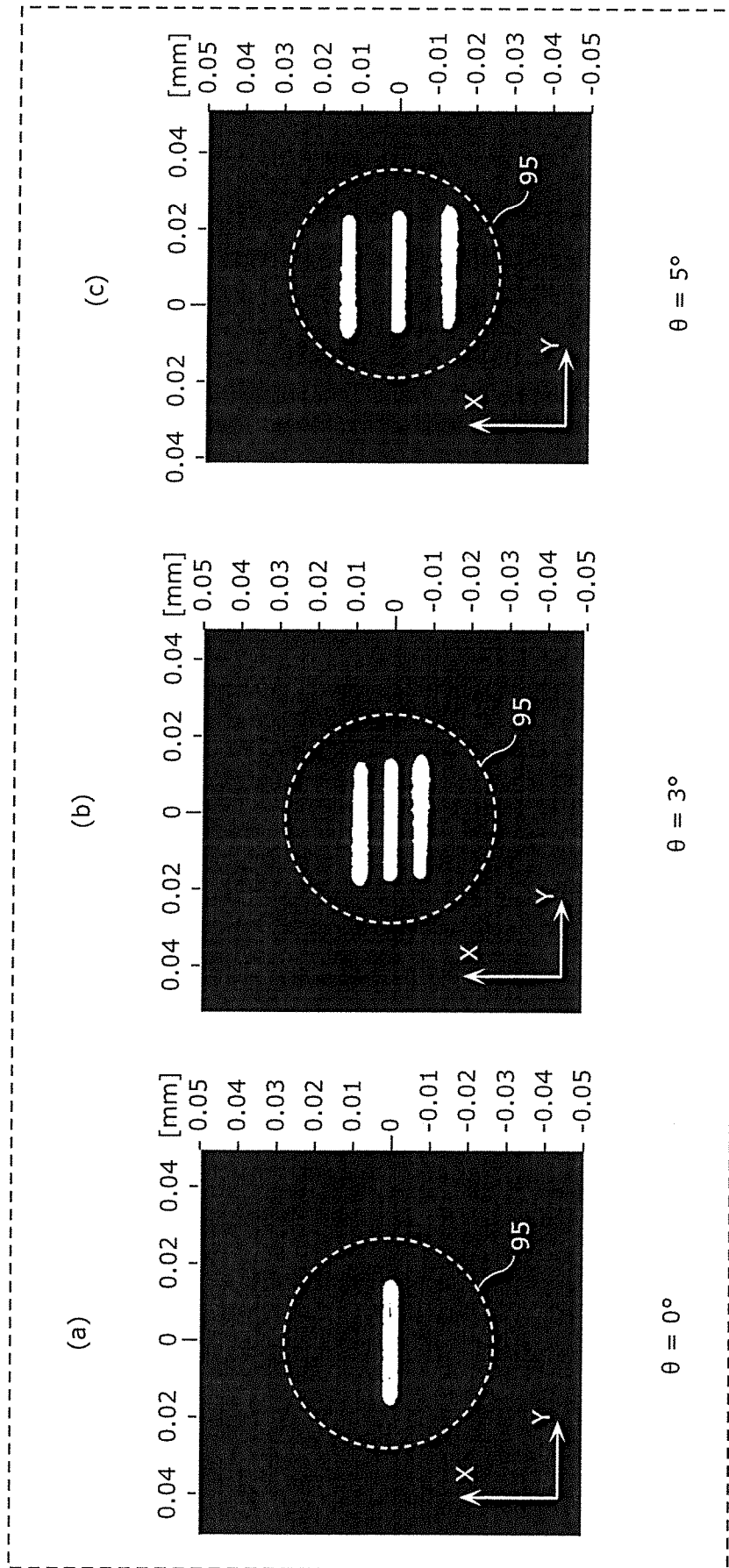
[図7D]



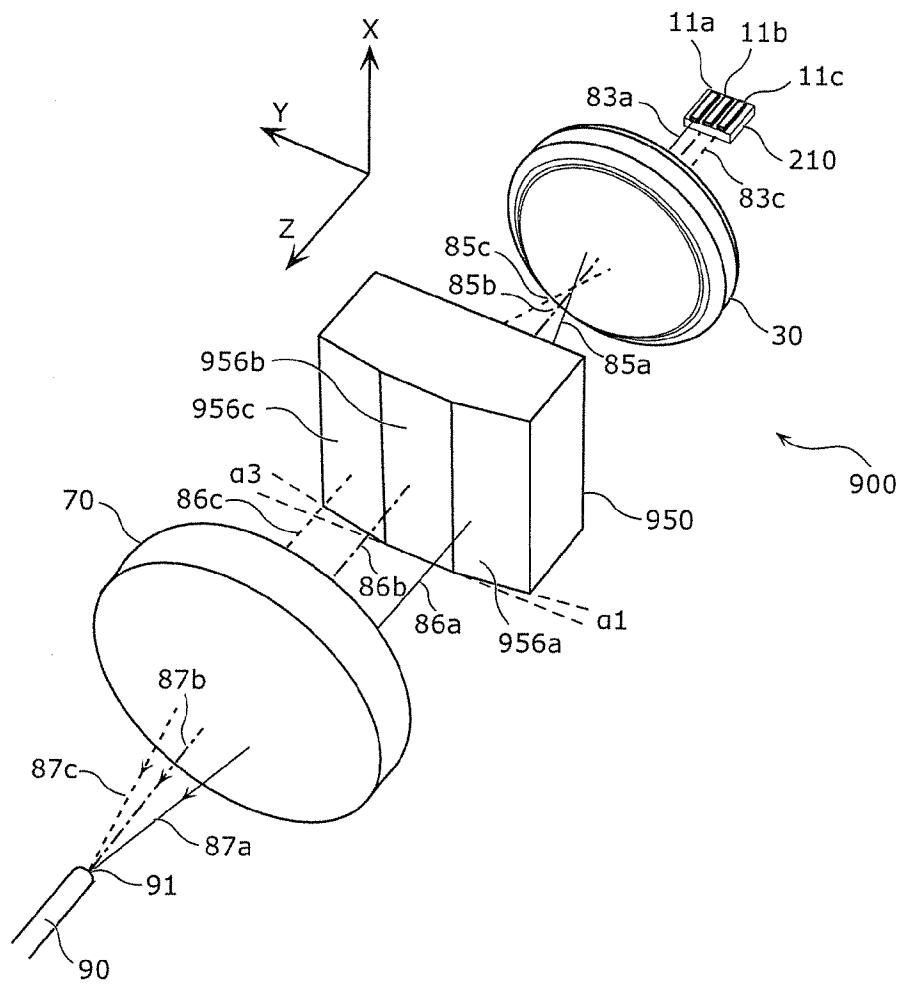
[図7E]



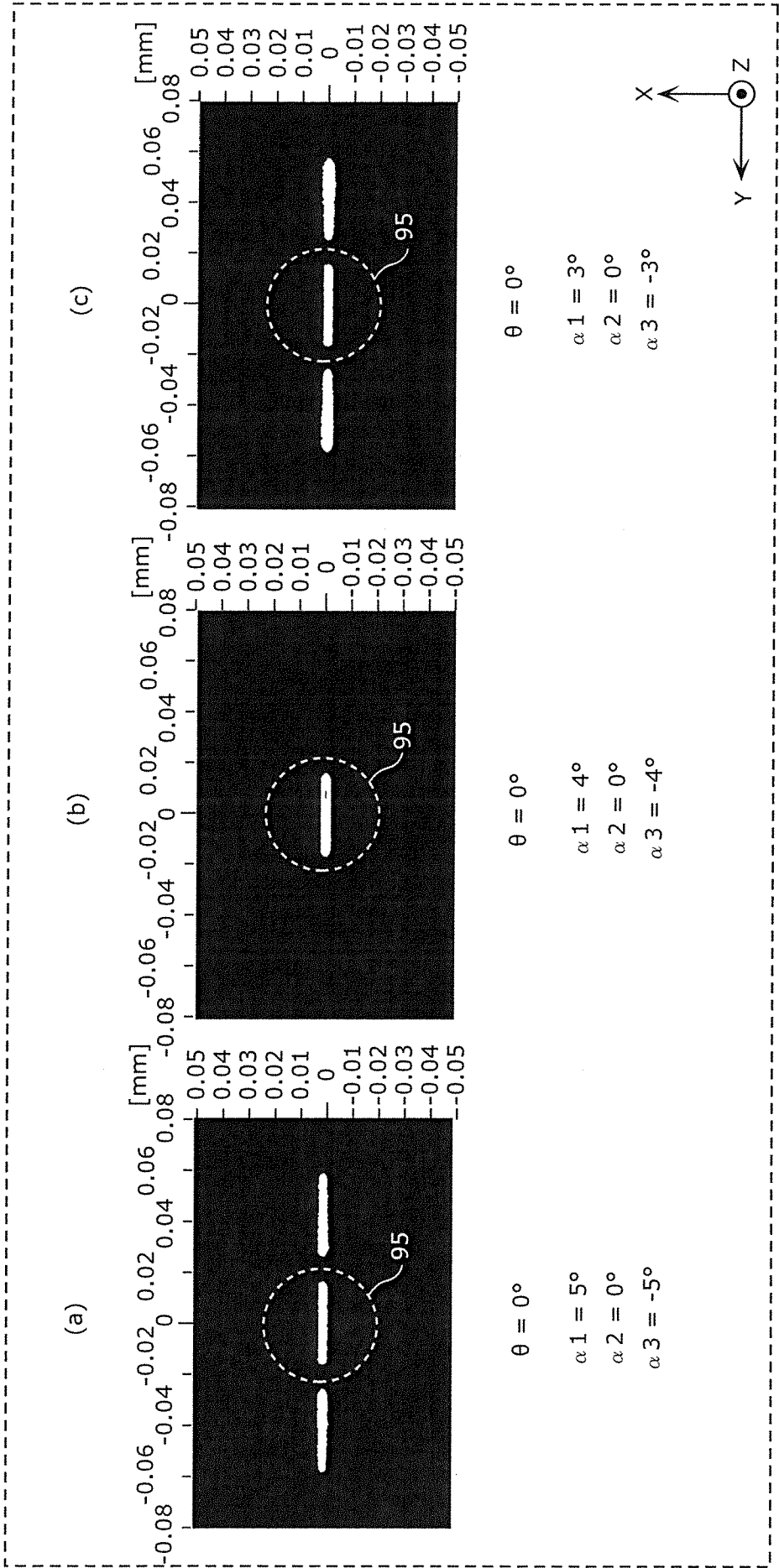
[図8]



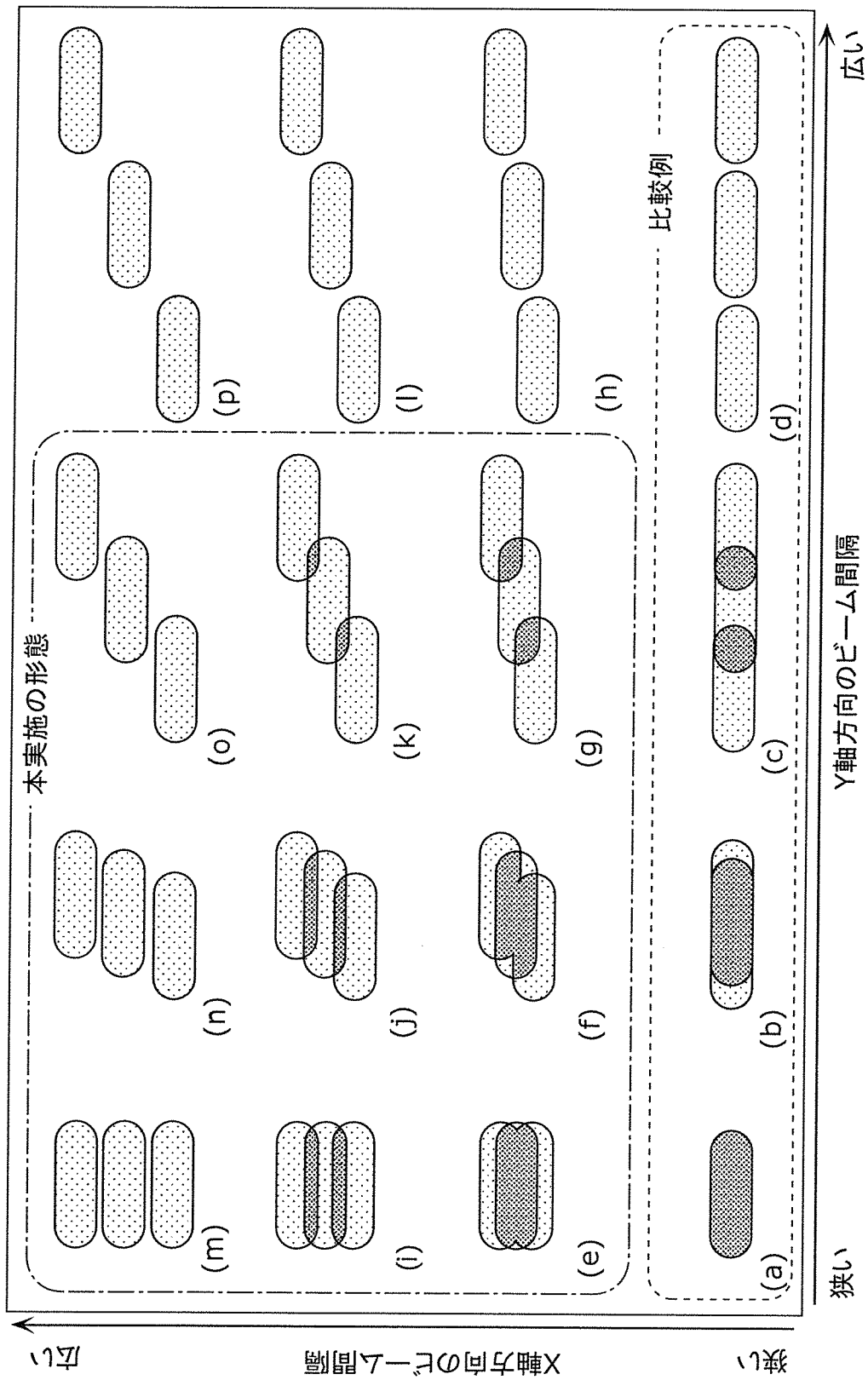
[図9A]



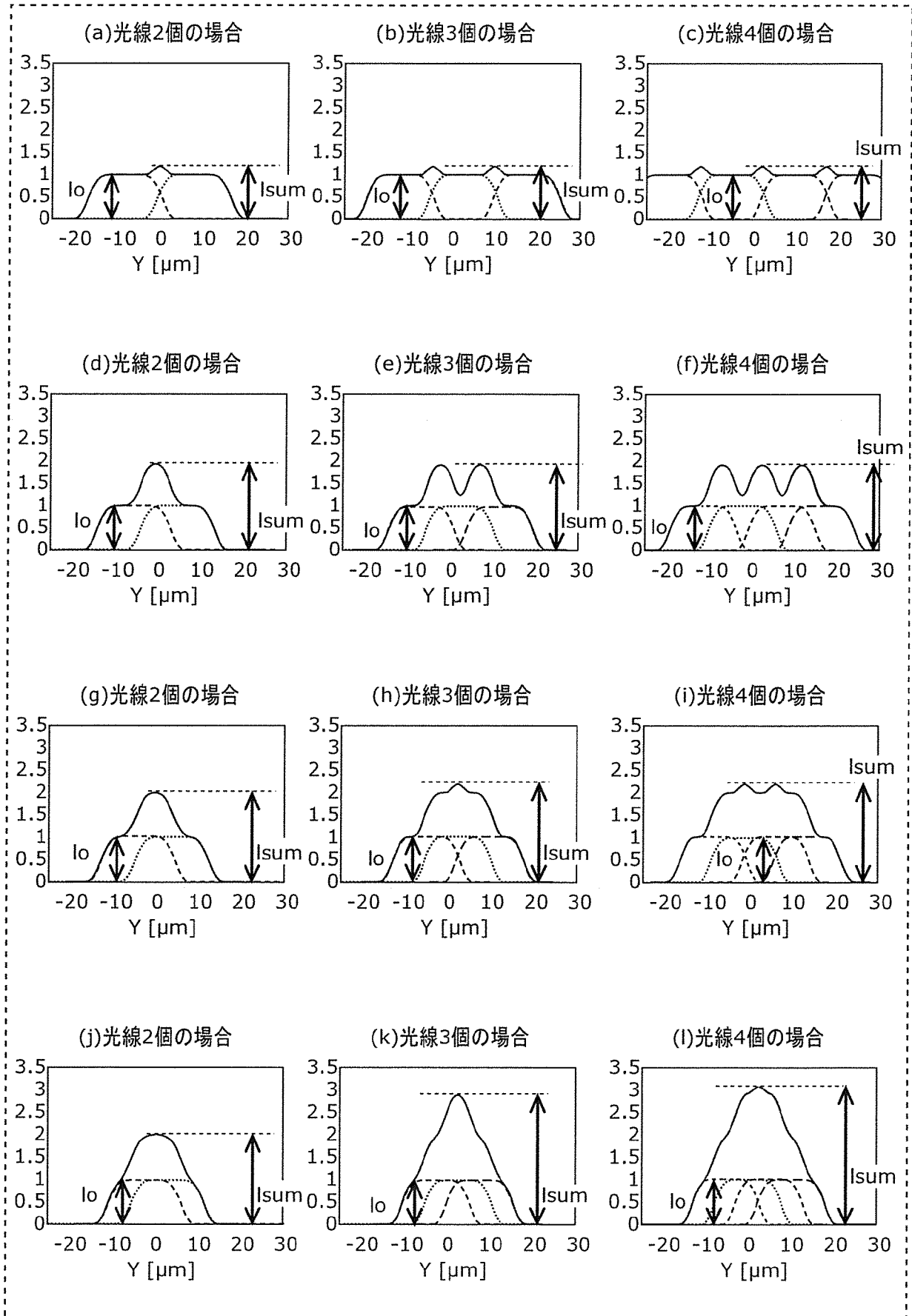
[図9B]



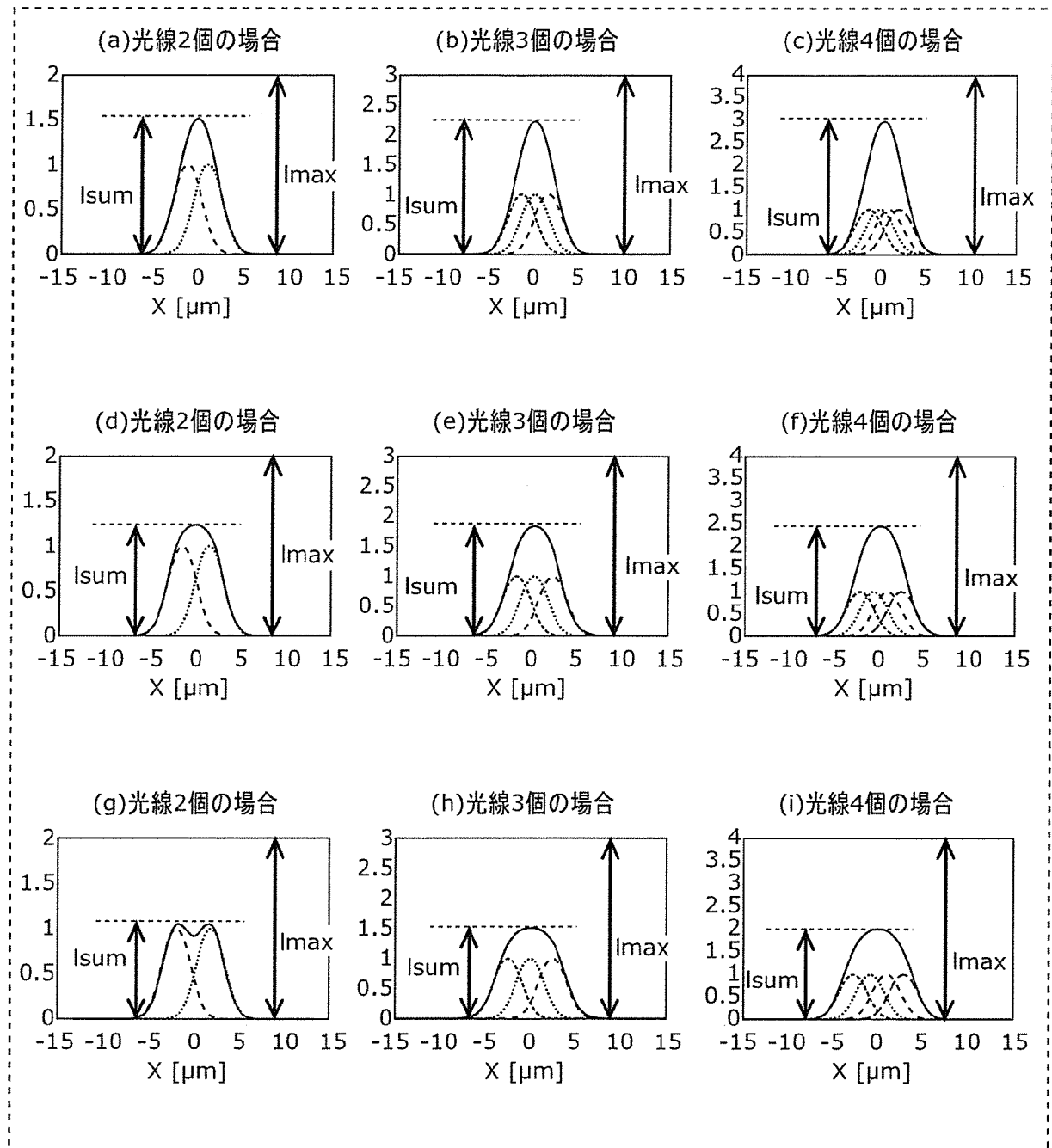
[図10B]



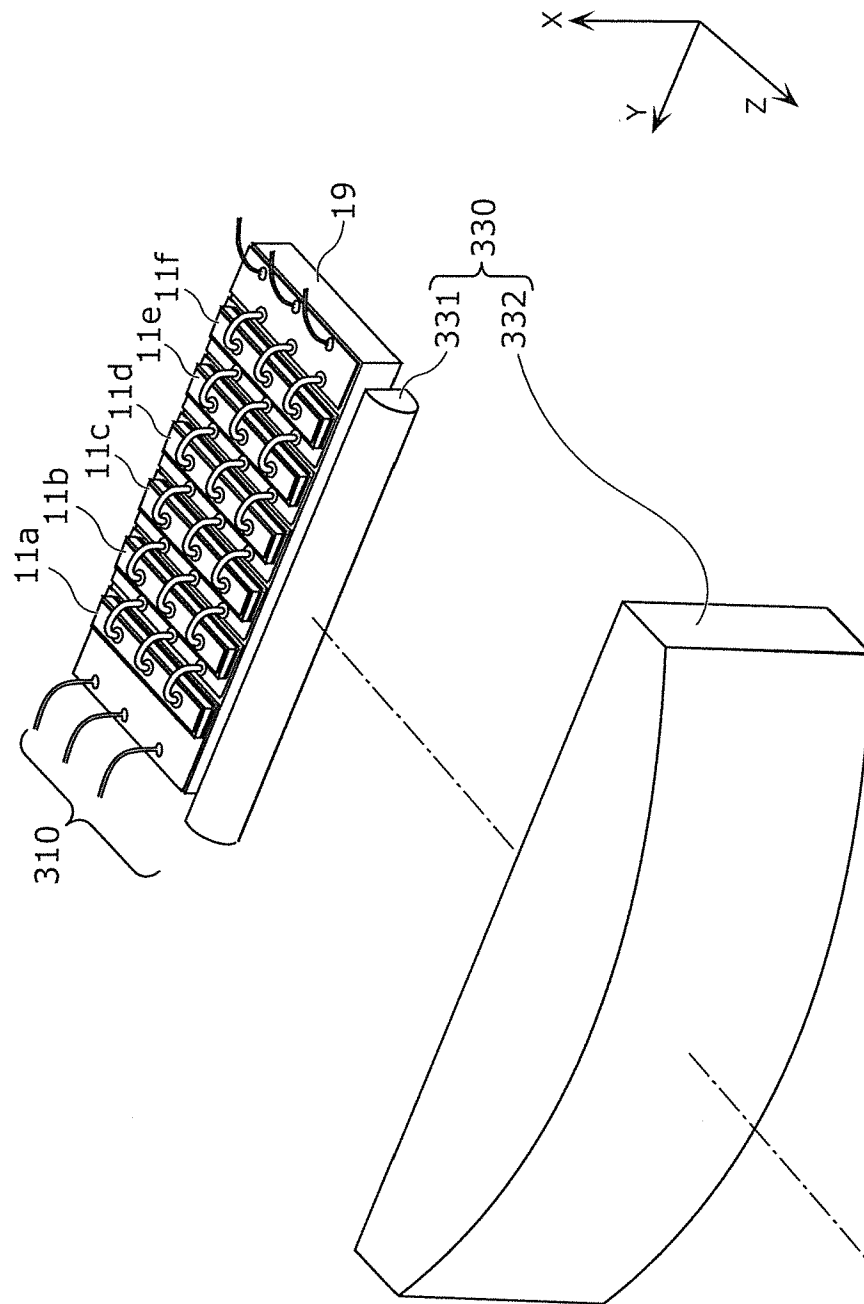
[図10C]



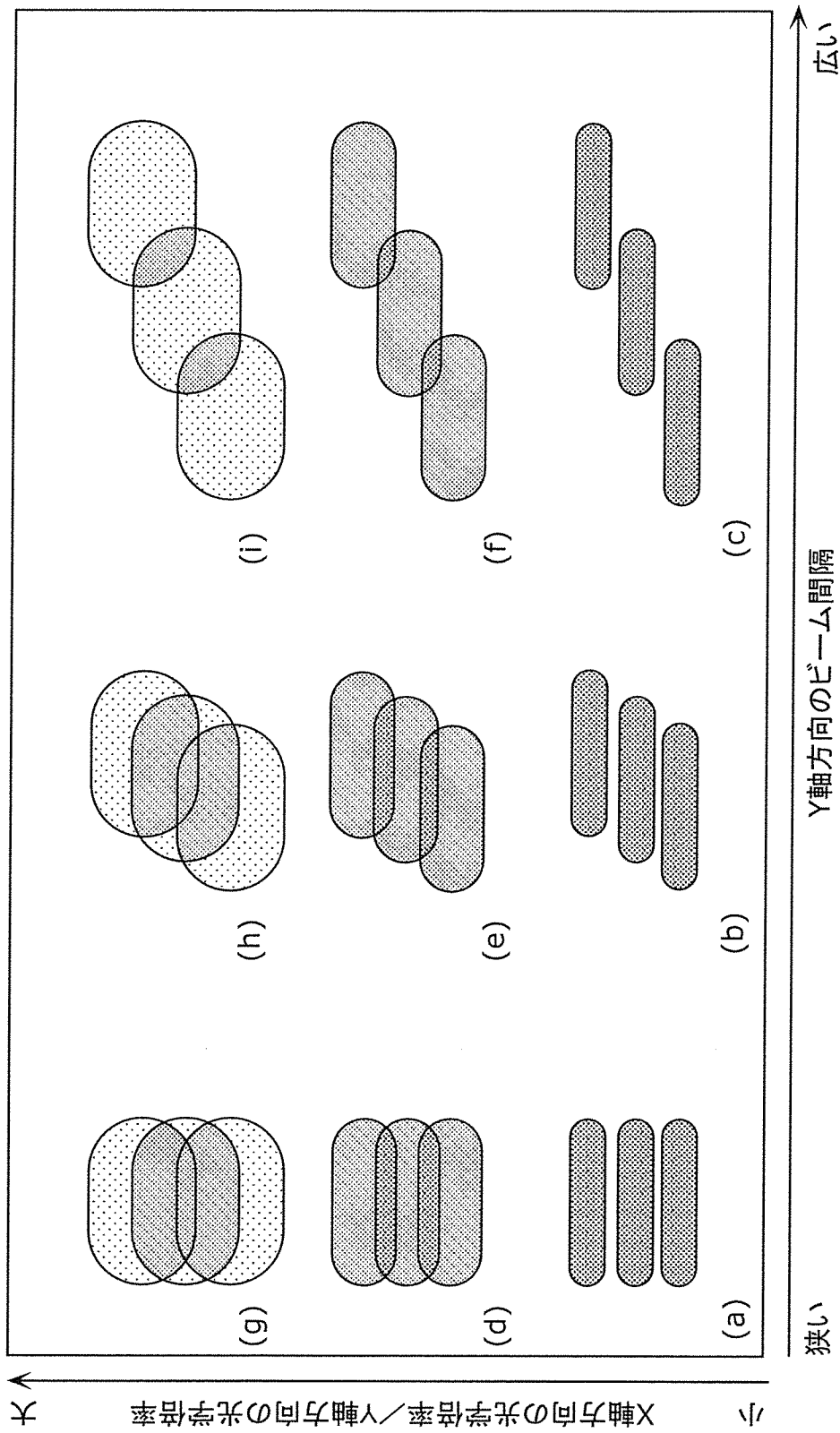
[図10D]



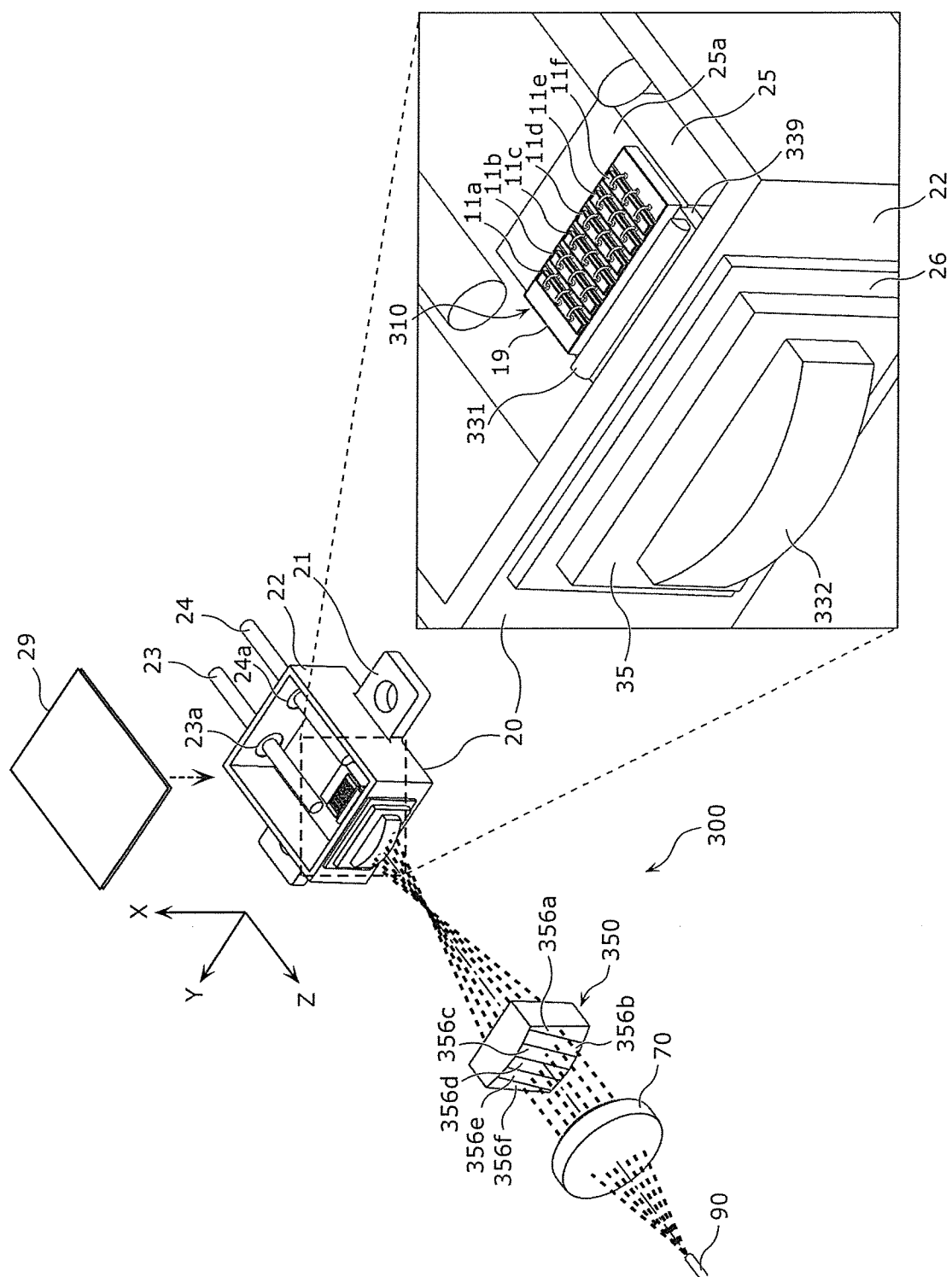
[図11A]



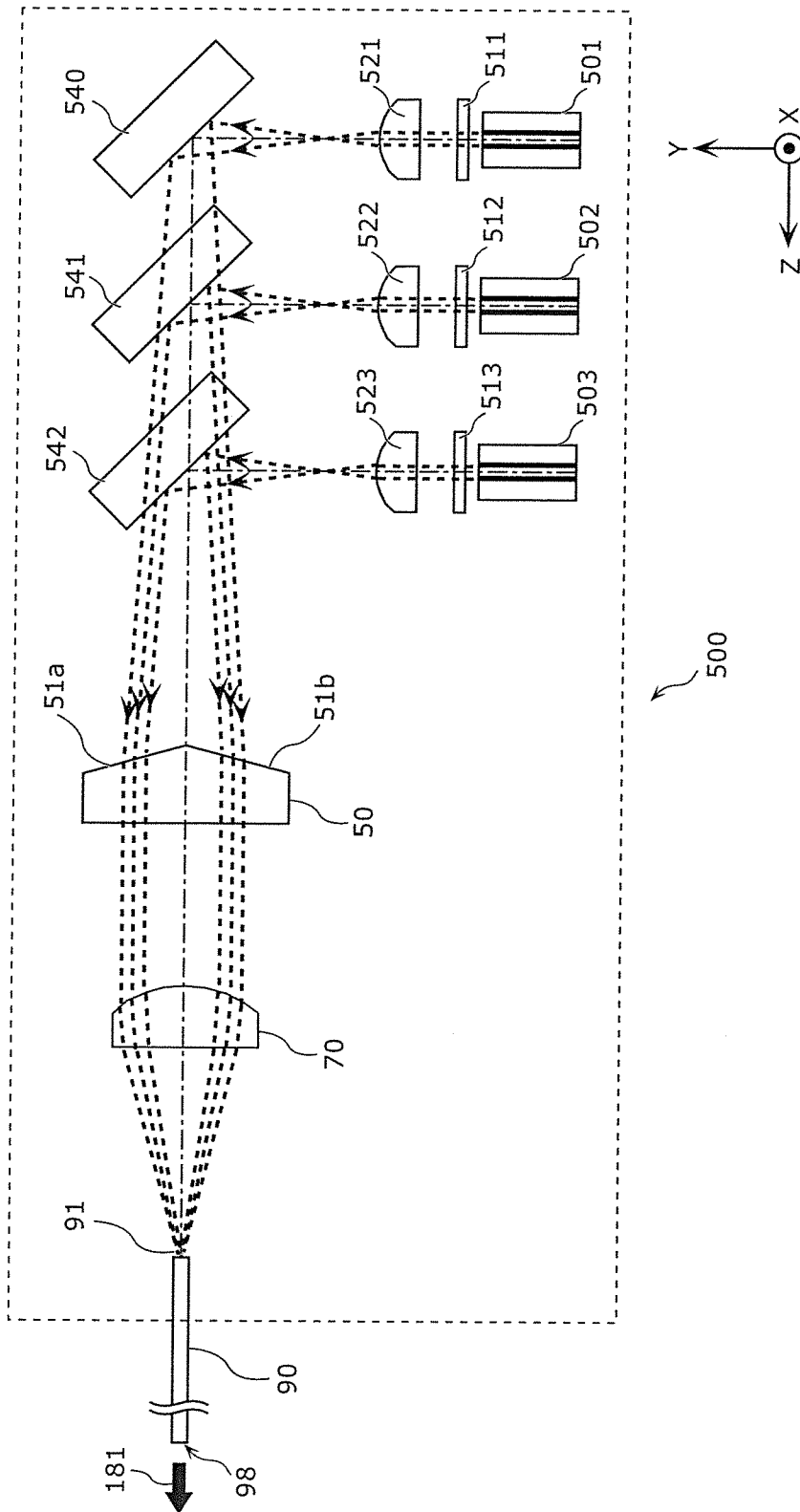
[図11B]



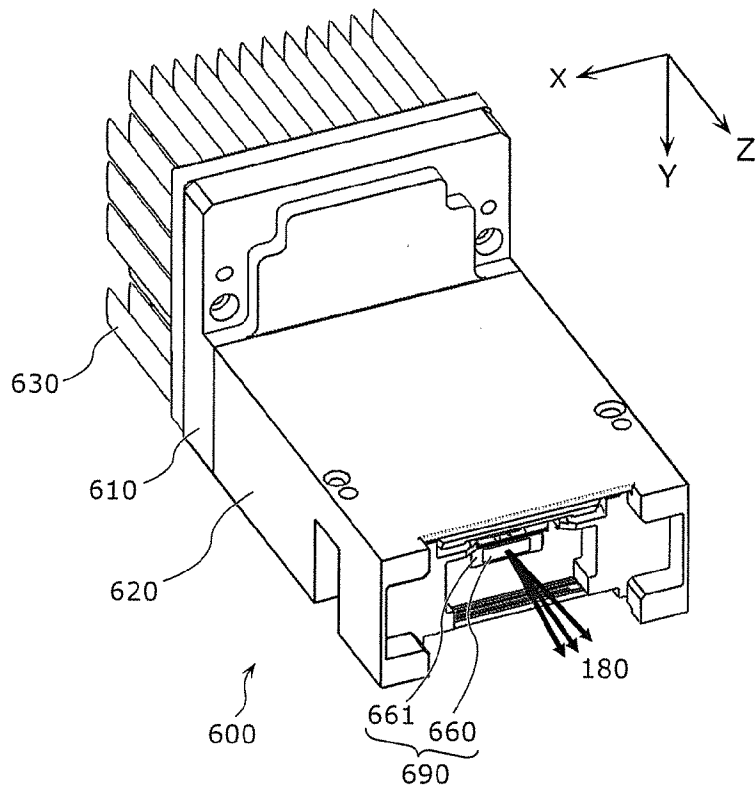
[図12]



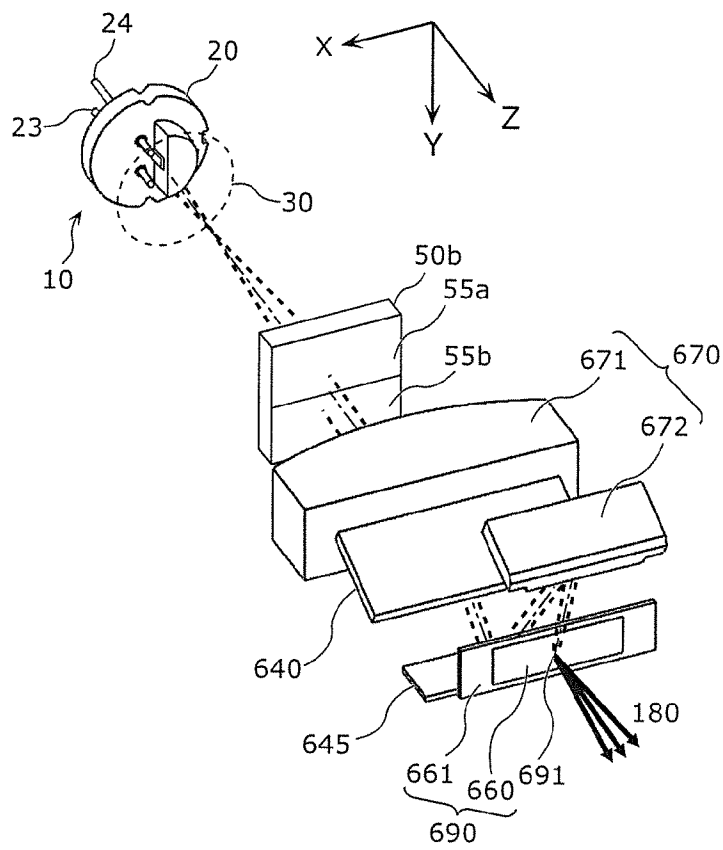
[図14B]



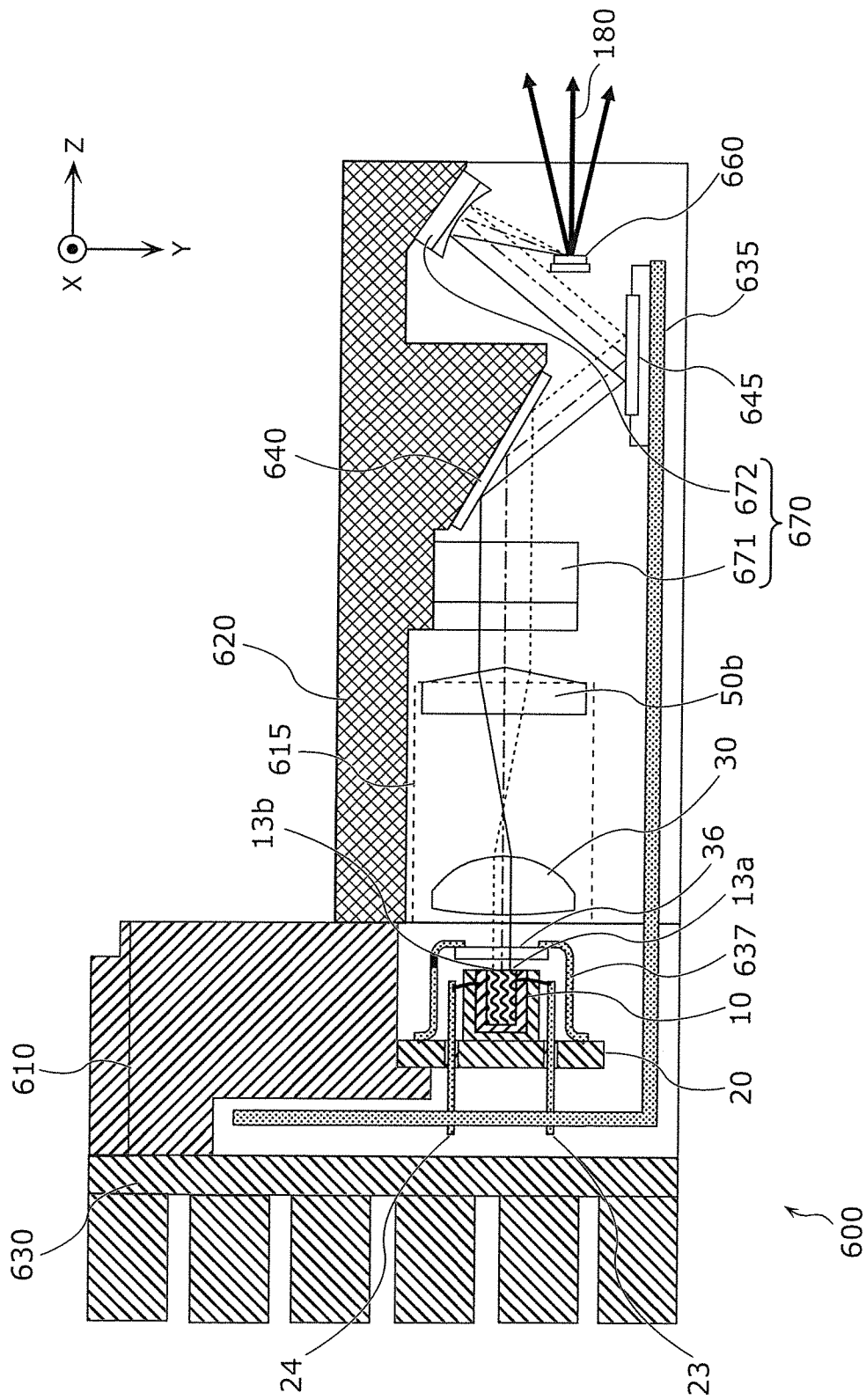
[図15A]



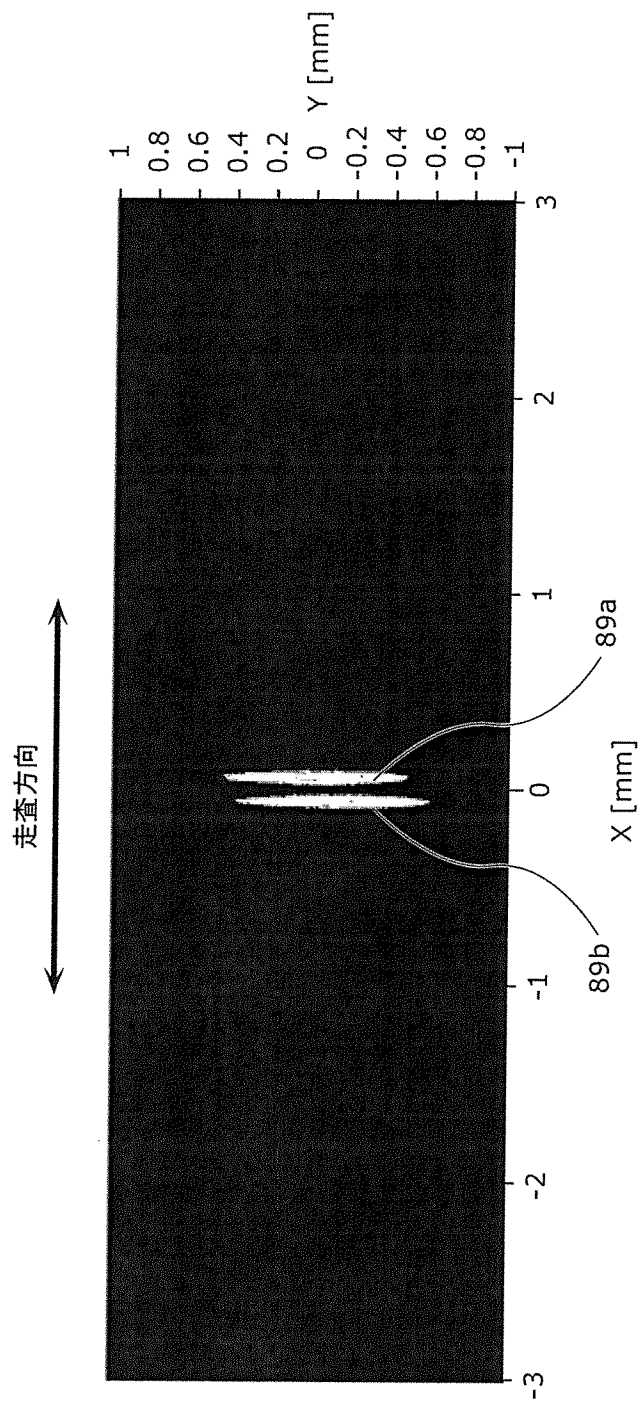
[図15B]



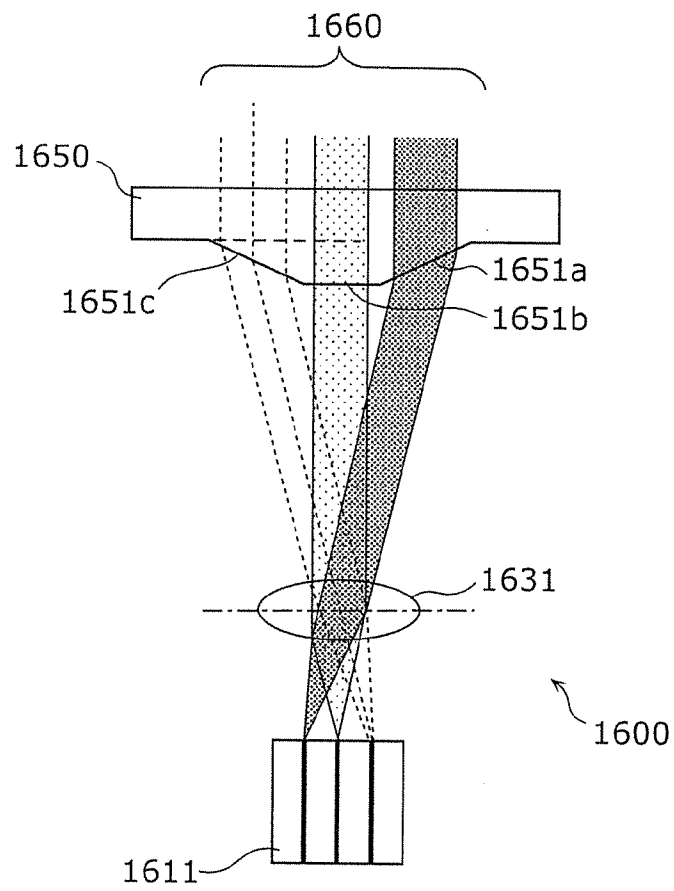
[図15C]



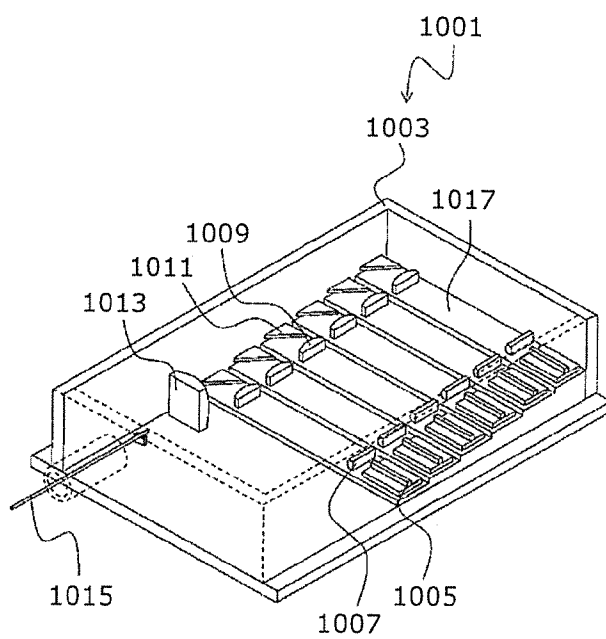
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/043784

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B23K26/21(2014.01)n, G02B6/42(2006.01)i, F21Y115/30(2016.01)n,
G02B5/04(2006.01)i, F21S2/00(2016.01)i, H01S5/02(2006.01)i, H01S5/40(2006.01)i
FI: H01S5/02, H01S5/40, G02B6/42, F21S2/00 340, G02B5/04 A, B23K26/21 A, F21Y115:30
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H0185/00-5/50, B23K26/00-26/70, F21K9/00-9/90, F21S2/00-45/70,
G02B5/00-5/136, G02B6/26-6/27, G02B6/30-6/34, G02B6/42-6/43

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.
A	JP 2015-015305 A (HAMAMATSU PHOTONICS KABUSHIKI KAISHA) 22 January 2015, paragraphs [0041]-[0049], fig. 3-5	1-29
A	JP 2006-171348 A (NIPPON STEEL CORP.) 29 June 2006, entire text, all drawings	1-29
A	JP 2003-057588 A (HAMAMATSU PHOTONICS KABUSHIKI KAISHA) 26 February 2003, entire text, all drawings	1-29
A	JP 07-098402 A (NIPPON STEEL CORP.) 11 April 1995, entire text, all drawings	1-29



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
22.01.2020

Date of mailing of the international search report
04.02.2020

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/JP2019/043784

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-032831 A (KEYENCE CORPORATION) 10 March 2016, entire text, all drawings	1-29
A	JP 2010-008995 A (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 14 January 2010, entire text, all drawings	1-29
A	EP 03098017 A1 (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 30 November 2016, entire text, all drawings	1-29
A	DE 102016124612 A1 (CARL ZEISS MICROSCOPY GMBH) 21 June 2018, entire text, all drawings	1-29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/043784

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2015-015305 A	22.01.2015	US 2016/0370593 A1 paragraphs [0049]- [0057], fig. 3-5 WO 2015/001866 A1 EP 3018776 A1 CN 105340140 A KR 10-2016-0026988 A	
JP: 2006-171348 A	29.06.2006	US 2006/0126690 A1 entire text, all drawings	
JP 2003-057588 A	26.02.2003	US 2003/0151820 A1 entire text, all drawings WO 2003/014801 A1 DE 10297108 B	
JP 07-098402 A	11.04.1995	US 5513201 A entire text, all drawings	
JP 2016-032831 A	10.03.2016	US 2016/0036194 A1 entire text, all drawings DE 102015214511 A1 CN 105312783 A	
JP 2010-008995 A	14.01.2010	US 2009/0316274 A1 entire text, all drawings TW 201000949 A (Family: none)	
EP 03098017 A1	30.11.2016		
DE 102016124612 A1	21.06.2018	WO 2018/109226 A2 CN 110291437 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 26/21(2014.01)n; G02B 6/42(2006.01)i; F21Y 115/30(2016.01)n; G02B 5/04(2006.01)i; F21S 2/00(2016.01)i; H01S 5/02(2006.01)i; H01S 5/40(2006.01)i FI: H01S5/02; H01S5/40; G02B6/42; F21S2/00 340; G02B5/04 A; B23K26/21 A; F21Y115:30		
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）） H01S5/00-5/50; B23K26/00-26/70; F21K9/00-9/90; F21S2/00-45/70; G02B5/00-5/136; G02B6/26-6/27; G02B6/30-6/34; G02B6/42-6/43; 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-015305 A（浜松ホトニクス株式会社）22.01.2015（2015-01-22） 段落[0041]-[0049], 図3-5	1-29
A	JP 2006-171348 A（新日本製鐵株式会社）29.06.2006（2006-06-29） 全文, 全図	1-29
A	JP 2003-057588 A（浜松ホトニクス株式会社）26.02.2003（2003-02-26） 全文, 全図	1-29
A	JP 07-098402 A（新日本製鐵株式会社）11.04.1995（1995-04-11） 全文, 全図	1-29
A	JP 2016-032831 A（株式会社キーエンス）10.03.2016（2016-03-10） 全文, 全図	1-29
A	JP 2010-008995 A（財団法人工業技術研究院）14.01.2010（2010-01-14） 全文, 全図	1-29
A	EP 03098017 A1（SCREEN HOLDINGS CO., LTD.）30.11.2016（2016-11-30） 全文, 全図	1-29
☒ 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 22.01.2020		国際調査報告の発送日 04.02.2020
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） 大西 孝宣 2K 6006 電話番号 03-3581-1101 内線 3255

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	DE 102016124612 A1 (CARL ZEISS MICROSCOPY GMBH) 21.06.2018 (2018 - 06 - 21) 全文, 全図	1-29

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/JP2019/043784

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2015-015305	A	22.01.2015	US 2016/0370593 A1 段落[0049]-[0057], 図3-5 WO 2015/001866 A1 EP 3018776 A1 CN 105340140 A KR 10-2016-0026988 A	
JP	2006-171348	A	29.06.2006	US 2006/0126690 A1 全文, 全図	
JP	2003-057588	A	26.02.2003	US 2003/0151820 A1 全文, 全図 WO 2003/014801 A1 DE 10297108 B	
JP	07-098402	A	11.04.1995	US 5513201 A 全文, 全図	
JP	2016-032831	A	10.03.2016	US 2016/0036194 A1 全文, 全図 DE 102015214511 A1 CN 105312783 A	
JP	2010-008995	A	14.01.2010	US 2009/0316274 A1 全文, 全図 TW 201000949 A	
EP	03098017	A1	30.11.2016	(ファミリーなし)	
DE	102016124612	A1	21.06.2018	WO 2018/109226 A2 CN 110291437 A	