

(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
2017年8月10日(10.08.2017)



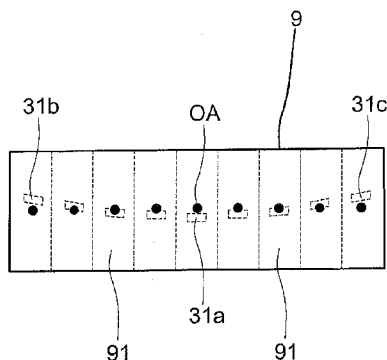
(10) 国際公開番号

WO 2017/135366 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 5/022 (2006.01) G01P 5/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/003749
- (22) 国際出願日: 2017年2月2日(02.02.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-019716 2016年2月4日(04.02.2016) JP
- (71) 出願人: ウシオ電機株式会社(USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区丸の内一丁目6番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉野 雅也(YOSHINO, Masaya); 〒1008150 東京都千代田区丸の内1丁目6番5号 ウシオ電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 ユニウス国際特許事務所 (UNIUS PATENT ATTORNEYS OFFICE); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目13-9 新大阪MTビル1号館2階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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))

(54) Title: SEMICONDUCTOR LASER LIGHT SOURCE DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体レーザ光源装置



(57) Abstract: A technique in PIV is provided which makes it possible to suppress reduction in accuracy of measurement results due to shadows of tracer particles. This semiconductor laser light source device is provided with a light source unit which includes multiple emitters arranged in a first direction, and a lens which converts the lasers emitted from the emitters so as to be parallel in a second direction. For each of the multiple emitters, the lens includes multiple lens regions which convert the lasers emitted from the respective emitters so as to be parallel in the second direction. In at least two of the multiple emitters and two lens regions corresponding to the two emitters, the positions in the second direction of the lens regions corresponding to the emitters are different with reference to the positions in the second direction of the respective emitters.

(57) 要約: PIVにおいて、トレーサ粒子の影に起因して計測結果の精度が低下することを抑制可能な技術を提供する。半導体レーザ光源装置は、第一の方向に並ぶ複数のエミッタを含む光源部と、複数のエミッタから射出されたレーザ光を第二の方向において平行に変換するレンズと、を有する。レンズは、複数のエミッタごとに、それぞれのエミッタから射出されたレーザ光を第二の方向において平行に変換する複数のレンズ領域を含む。複数のエミッタのうちの少なくとも二つのエミッタと、二つのエミッタに対応する二つのレンズ領域と、において、それぞれのエミッタの第二の方向における位置を基準としたとき、エミッタに対応するレンズ領域の第二の方向における位置が異なる。

WO 2017/135366 A1

明 細 書

発明の名称：半導体レーザ光源装置

技術分野

[0001] 本発明は半導体レーザ光源装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、流体の流れや速度を計測する方法として、P I V (Particle Image Velocimetry) と呼ばれる技術が知られている。P I Vとは、流体にトレーサ粒子と呼ばれる微小粒子を混入し、当該トレーサ粒子にシート状のレーザ光を照射して得られる散乱光を撮影することで、流体の流動を可視化して計測する技術である。

[0003] 例えば特許文献1には、P I Vの光源にNd : YAGレーザを使用し、レーザ光をシート状に変換することが記載されている。また特許文献2には、P I Vの光源にアルゴンレーザを使用し、レーザ光を回転するポリゴンミラーに入射することでシート状に走査することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-085784号公報

特許文献2：特開2010-117190号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、本発明者の鋭意研究によれば、従来のP I Vには次のような問題が生じることが分かった。以下、図14A及び図14Bを参照して具体的に説明する。

[0006] 図14A及び図14Bは、従来のP I Vにおける光源装置200が生成するシート状のレーザ光L'を示す模式図である。図14Aは、光源装置200を-x方向にみたときの図であり、図14Bは、光源装置200を-y方向にみたときの図である。シート状のレーザ光L'は、トレーサ粒子12を

照射する。シート状のレーザ光 L' は、図14Aに示すように、 y 方向に拡がりつつ進行する。またシート状のレーザ光 L' は、図14Bに示すように、 x 方向に拡がることなく一定の幅を有する。

[0007] ここで、トレーサ粒子12が照射されると、当該粒子12により影13が生じる（図14A及び図14B参照）。そのため従来のPIVでは、影13の領域に浮遊するトレーサ粒子12aを観測することができず、計測結果の精度が低下するという問題があった。

[0008] 本発明は、PIVにおいて、トレーサ粒子の影に起因して計測結果の精度が低下することを抑制可能な技術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

[0009] 本発明の半導体レーザ光源装置は、

第一の方向に拡がり、且つ、前記第一の方向に直交する第二の方向に所定の幅を有して進行するレーザシートを射出する半導体レーザ光源装置であって、

前記第一の方向に並ぶ複数のエミッタを含む光源部と、

複数の前記エミッタから射出されたレーザ光を、前記第二の方向において平行に変換するレンズと、を有し、

前記レーザシートは、前記レンズから射出された平行光が重なり合うことによって形成され、

前記レンズは、複数の前記エミッタごとに、それぞれの前記エミッタから射出された前記レーザ光を前記第二の方向において平行に変換する複数のレンズ領域を含み、

複数の前記エミッタのうちの少なくとも二つの前記エミッタと、二つの前記エミッタに対応する二つの前記レンズ領域と、において、それぞれの前記エミッタの前記第二の方向における位置を基準としたとき、前記エミッタに対応する前記レンズ領域の前記第二の方向における位置が異なることを特徴とする。

[0010] 上記構成によれば、複数のエミッタのうち少なくとも二つのエミッタと、

二つのエミッタに対応する二つのレンズ領域と、において、エミッタと、エミッタに対応するレンズ領域との、第二の方向に関する相対的な位置関係が相違する。これにより、少なくとも二つのエミッタから射出されたレーザ光は、レンズ領域により平行光に変換されると、同一方向に進行することなく所定の角度をなして進行する。その結果、トレーサ粒子による影の領域を低減することができ、P I Vの計測結果の精度が低下することを抑制できる。

[0011] また、上記構成において、

複数の前記レンズ領域のうち少なくとも二つの前記レンズ領域において、一方の前記レンズ領域の光軸は、前記第一の方向と前記第二の方向との双方に直交する第三の方向からみたとき、一方の前記レンズ領域に対応する前記エミッタよりも前記第二の方向にずれており、

他方の前記レンズ領域の光軸は、前記第三の方向からみたとき、他方の前記レンズ領域に対応する前記エミッタよりも前記第二の方向と反対方向にずれているものとしても構わない。

[0012] 上記構成によれば、少なくとも二つのエミッタから射出されたレーザ光は、レンズ領域により平行光に変換されると、光軸に対して逆向きに傾いて進行する。これにより、トレーサ粒子による影の領域をより低減することができ、P I Vの計測結果の精度の低下をより抑制できる。

[0013] また、上記構成において、

前記光源部は、複数の前記エミッタが前記第一の方向に並び、前記第一の方向を遅軸方向とし、前記第二の方向を速軸方向とする半導体レーザアレイを含み、

前記半導体レーザアレイは、前記第一の方向と前記第二の方向との双方に直交する第三の方向からみたとき、前記第二の方向と反対方向に突き出すように湾曲しているものとしても構わない。

[0014] 上記構成によれば、少なくとも二つのエミッタと、二つのエミッタに対応する二つのレンズ領域とにおいて、エミッタと、エミッタに対応するレンズ領域との、第二の方向に関する相対的な位置関係が相違する形態を、半導体

レーザアレイが湾曲することによって実現できる。

[0015] また、上記構成において、

前記光源部は、1つの前記エミッタを含む複数の半導体レーザ素子を有してなり、

複数の前記半導体レーザ素子のうち少なくとも二つの前記半導体レーザ素子において、前記第二の方向における位置が互いに異なるものとしても構わない。

[0016] 上記構成によれば、少なくとも二つのエミッタと、二つのエミッタに対応する二つのレンズ領域とにおいて、エミッタと、エミッタに対応するレンズ領域との、第二の方向に関する相対的な位置関係が相違する形態を、少なくとも二つの半導体レーザ素子の第二の方向における位置をずらすことによって実現できる。

[0017] また、上記構成において、

複数の前記レンズ領域のうち、少なくとも二つの前記レンズ領域の光軸は、前記第二の方向における位置が互いに異なるように配置されているものとしても構わない。

[0018] 上記構成によれば、少なくとも二つのエミッタと、二つのエミッタに対応する二つのレンズ領域とにおいて、エミッタと、エミッタに対応するレンズ領域との、第二の方向に関する相対的な位置関係が相違する形態を、少なくとも二つのレンズ領域の光軸の第二の方向における位置をずらすことによって実現できる。

[0019] また、上記構成において、

複数の前記レンズ領域の光軸は、前記第一の方向と前記第二の方向との双方に直交する第三の方向からみたとき、直線状に並び、

前記レンズは、前記第三の方向からみたとき、前記第一の方向から所定の角度だけ傾斜しているものとしても構わない。

[0020] 上記構成によれば、少なくとも二つのエミッタと、二つのエミッタに対応する二つのレンズ領域とにおいて、エミッタと、エミッタに対応するレンズ

領域との、第二の方向に関する相対的な位置関係が相違する形態を、レンズを第一の方向から所定の角度だけ傾斜させることによって実現できる。

発明の効果

[0021] 本発明の半導体レーザ光源装置によれば、P I Vにおいてトレーサ粒子の影に起因して計測結果の精度が低下することを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1] P I Vの概要を説明するための模式図である。

[図2] 第一実施形態の半導体レーザ光源装置を説明するための模式図である。

[図3] 半導体レーザアレイから射出されるレーザ光を説明するための模式図である。

[図4] 第一実施形態の半導体レーザ光源装置を説明するための模式図である。

[図5] 第一実施形態の半導体レーザ光源装置を説明するための模式図である。

[図6] 第一実施形態の半導体レーザ光源装置を説明するための模式図である。

[図7] 第一実施形態の半導体レーザ光源装置による作用効果を説明するための模式図である。

[図8] 第二実施形態の半導体レーザ光源装置を説明するための模式図である。

[図9] 第二実施形態の半導体レーザ光源装置を説明するための模式図である。

[図10] 第三実施形態の半導体レーザ光源装置を説明するための模式図である。
。

[図11] 第三実施形態の半導体レーザ光源装置を説明するための模式図である。
。

[図12] 第四実施形態の半導体レーザ光源装置を説明するための模式図である。
。

[図13] 第四実施形態の半導体レーザ光源装置を説明するための模式図である。
。

[図14A] 従来の光源装置を説明するための模式図である。

[図14B] 従来の光源装置を説明するための模式図である。

発明を実施するための形態

[0023] 実施形態の半導体レーザ光源装置につき、図面を参照して説明する。なお、各図において図面の寸法比と実際の寸法比は必ずしも一致しない。

[0024] (第一実施形態)

[P I Vの概要]

第一実施形態における半導体レーザ光源装置1について説明する。半導体レーザ光源装置1は、P I V (Particle Image Velocimetry) の光源に使用される。まず初めに図1を参照してP I Vの概要について説明する。

[0025] 図1に示すように、半導体レーザ光源装置1は半導体レーザアレイ3を含む。図1では半導体レーザアレイ3の長手方向をy方向とし、半導体レーザアレイ3の短手方向をz方向とし、y方向及びz方向に直交する方向をx方向としている。なお、x方向が「第二の方向」に対応し、y方向が「第一の方向」に対応し、z方向が「第三の方向」に対応する。

[0026] 半導体レーザ光源装置1は、シート状のレーザ光L Sを射出する。以下、シート状のレーザ光L Sを「レーザシートL S」と呼ぶ。レーザシートL Sは、x方向に比較的小さい幅を有し、y方向に拡がりつつ進行する光である。一例として、レーザシートL Sのx方向の幅は、半導体レーザアレイ3からz方向に少なくとも1～2 m離れた領域において、1.8～2.5 mm以下である。なお、レーザシートL Sは、半導体レーザアレイ3からz方向に少なくとも1～2 m離れた領域において、y方向に1 m程度の幅を有している。すなわち、この領域においては、x方向の幅はy方向の幅と比較して極めて小さい。

[0027] 詳細は後述するが、半導体レーザ光源装置1は、レーザ光Lを射出するエミッタを複数含み、各エミッタから射出されるレーザ光Lを、特定の方向に平行な平行光L Pに変換する(図1参照)。本明細書において「平行光」とは、x方向に一定の幅(一例として、1.5 mm)を有し、y方向に拡がりつつ進行する光である。なお、図1では便宜的に、4つのエミッタから射出されるレーザ光L、及び当該レーザ光が変換された後の光である平行光L Pを示している。また、1つのエミッタから射出され、平行光に変換される前

のレーザ光Lには右斜線を付し、変換された後の平行光LPには左斜線を付している。

[0028] 図1に示すように、各エミッタからの平行光LPは、互いに重なり合うことによりレーザシートLSを形成する。なお、レーザシートLSは、全てのエミッタから射出された光が必ずしも重なり合う必要はなく、少なくとも複数のエミッタから射出された光が重なり合うことで形成されるものであればよい。

[0029] 計測対象の流体には、トレーサ粒子12が混入されている。なお、図1では、流体自体は図示していないが、所定の流体内に多数のトレーサ粒子12が混入されており、この流体に対してレーザシートLSが照射された状況において、当該レーザシートLSが照射された領域内に位置しているトレーサ粒子12の一部のみが図示されている。トレーサ粒子12は、一例として、ポリスチレン等の樹脂からなる微小粒子、水及びオイルを噴霧化した微小な液滴、プラスチック製の微小粒子、煙等である。半導体レーザ光源装置1から射出されたレーザシートLSが、流体内のトレーサ粒子12に照射されると、散乱光が生成される。

[0030] 撮影装置14は、トレーサ粒子12からの散乱光を撮影し、撮影した画像を画像処理装置15に出力する。なお、一例として撮影装置14は1秒間に1000フレームの画像を撮影する。画像処理装置15は、入力された画像を基に、流体の速度を算出する。なお、流体の速度の算出方法は既知の技術であるため（例えば上記の特許文献1及び特許文献2を参照）、本明細書では説明を省略する。

[0031] [構成]

続いて、半導体レーザ光源装置1の構成について説明する。図1に示すように、半導体レーザ光源装置1は、半導体レーザアレイ3、サブマウント5、ヒートシンク7、及びシリンドリカルレンズ9を備える。図1は、ヒートシンク7の上方にサブマウント5が配置され、サブマウント5の上方に半導体レーザアレイ3が配置されてなる半導体レーザ光源装置1を、上方から見

たときの模式的な平面図として図示されている。なお図 1 には示されていないが、半導体レーザ光源装置 1 は、半導体レーザアレイ 3 及びサブマウント 5 の間、及び、サブマウント 5 及びヒートシンク 7 の間にハンダ層を含む。なお、半導体レーザアレイ 3 が「光源部」に対応し、シリンドリカルレンズ 9 が「レンズ」に対応する。

[0032] 以下、図 2 を参照して半導体レーザ光源装置 1 の構成について具体的に説明する。

[0033] 図 2 は、図 1 の半導体レーザ光源装置 1 を紙面左方向、即ち $-z$ 方向にみたときの模式的な図である。なお図 2 において、説明の便宜上、シリンドリカルレンズ 9 については外縁を示している。

[0034] 半導体レーザアレイ 3 は、端面発光型の半導体レーザ素子がアレイ状に複数配置されて構成されている。半導体レーザアレイ 3 は、 z 方向に垂直な面（図面上は $x-y$ 平面に対応する）である側面 30 を含み、この側面 30 からレーザ光を射出する。

[0035] 半導体レーザアレイ 3 は、側面 30 上に y 方向に複数配置されたエミッタ 31 を含む。図 2 に示される半導体レーザアレイ 3 では、エミッタ 31 の配置方向である y 方向が、半導体レーザアレイ 3 の長手方向に対応している。エミッタ 31 a は、 y 方向に関して側面 30 の中央に位置するエミッタである。エミッタ 31 b は、 y 方向に関して側面 30 の一方の端部（即ち、 $+y$ 方向側の端部）に位置するエミッタであり、エミッタ 31 c は、 y 方向に関して側面 30 の他方の端部（即ち、 $-y$ 方向側の端部）に位置するエミッタである。一例として、半導体レーザアレイ 3 は、 $200\ \mu\text{m}$ のピッチで並ぶ 20 個のエミッタ 31 を含む。なお、図 2 では、便宜的に 9 個のエミッタ 31 を図示している。

[0036] 以下では、エミッタ 31 a を「中央のエミッタ 31 a」と呼び、エミッタ 31 b、31 c をそれぞれ「端部のエミッタ 31 b」、「端部のエミッタ 31 c」と呼ぶことがある。

[0037] 各エミッタ 31 は、 x 方向及び y 方向の双方に拡がりつつ進行するレーザ

光を射出する。図3に、半導体レーザアレイ3の中央のエミッタ31aから射出されるレーザ光Lを示す。図3に示すように、レーザ光Lは、x方向及びy方向の双方に発散する。またレーザ光Lは、y方向に比べてx方向に大きく発散する。即ち、レーザ光Lのx方向における発散角は、y方向における発散角に比べて大きい。つまり、x方向が「速軸方向」に対応し、y方向が「遅軸方向」に対応する。なお、他のエミッタ31から射出されるレーザ光もレーザ光Lと同様に進行する。

[0038] 図2に戻って説明を続ける。半導体レーザアレイ3は、ハンダ層4によりサブマウント5と接合されている。ハンダ層4は、サブマウント5の上面に載置されている。なお、半導体レーザ光源装置1はサブマウント5を備えないものとしても構わない。

[0039] 図2に示すように、半導体レーザアレイ3は、端部から中央に向かうほどサブマウント5に接近するように湾曲している。換言すると、半導体レーザアレイ3は、サブマウント5に向かう方向（即ち、 $-x$ 方向）に突き出すように湾曲している。半導体レーザアレイ3がこのように湾曲する理由については後述する。

[0040] 半導体レーザアレイ3の温度は、レーザ光の射出に伴い上昇する。サブマウント5は、熱伝導率の高い材料により構成されており、半導体レーザアレイ3から生じる熱をヒートシンク7へ伝導する。

[0041] ハンダ層6は、ヒートシンク7の上面に載置されており、サブマウント5及びヒートシンク7を接合する。

[0042] ヒートシンク7は、サブマウント5から伝導された熱を半導体レーザ光源装置1の外部へ放出する。ヒートシンク7は、熱伝導率の高い金属によって構成されている。なお、半導体レーザ光源装置1はヒートシンク7を備えないものとしても構わない。

[0043] シリンドリカルレンズ9は、x方向に光をコリメートするように配置されている。以下、シリンドリカルレンズ9について図4～図6を参照して説明する。

[0044] [シリンドリカルレンズ]

図4は、シリンドリカルレンズ9を $-z$ 方向（図1参照）にみたときの模式的な図である。なお、図4では説明の都合上、シリンドリカルレンズ9の後方（即ち、 $-z$ 方向側）に位置するエミッタ31を破線で示している。

[0045] 図4に示すように、シリンドリカルレンズ9は、 y 方向に並ぶ複数のレンズ領域91からなる。本実施形態において、シリンドリカルレンズ9は、エミッタ31と同数のレンズ領域91を含む。各レンズ領域91は、各エミッタ31に対向している。即ち、各エミッタ31から射出されるレーザ光は、対向するレンズ領域91に入射する。

[0046] 各レンズ領域91は、 z 方向に平行な光軸OAを有する。光軸OAとは、各レンズ領域91の中心及び各レンズ領域91の焦点を結んだ直線である。

[0047] 上述のように、半導体レーザアレイ3はサブマウント5に向かう方向（即ち、 $-x$ 方向）に突き出すように湾曲している。そのため、各エミッタ31の x 方向における位置と、当該エミッタ31に対応するレンズ領域91の光軸OAの x 方向における位置とが相違する。具体的には図4に示すように、中央のエミッタ31aは、対応するレンズ領域91の光軸OAから $-x$ 方向に大きくずれる。また、端部のエミッタ31b、31cは、対応するレンズ領域91の光軸OAから x 方向に大きくずれる。また、中央のエミッタ31a及び端部のエミッタ31b、31cの間に位置するエミッタ31は、対応するレンズ領域91の光軸OAから x 方向または $-x$ 方向に小さくずれる。一例として、中央のエミッタ31aと、端部のエミッタ31b、31cとは、 x 方向に0.5～1.5 μm 離れている。なお、中央のエミッタ31aに対応するレンズ領域91が「一方のレンズ領域」に対応し、端部のエミッタ31b、31cに対応するレンズ領域91が「他方のレンズ領域」に対応する。

[0048] レンズ領域91は、対向するエミッタ31から射出されるレーザ光Lを、平行光LPに変換する。図5及び図6を参照して具体的に説明する。

[0049] 図5は、図1の半導体レーザ光源装置1をA-A線で切断したときの模式

的な断面図である。なお、A-A線はz方向に平行であり、半導体レーザアレイ3の中央のエミッタ31a（図2参照）を通過する。

[0050] 図5に示すように、レーザ光Lは、レンズ領域91に入射前においてx方向に拡がって進行する。レンズ領域91は、レーザ光Lをx方向に一定の幅を有するよう変換する。換言すると、レンズ領域91は、レーザ光Lのx方向への発散を抑制する。またレンズ領域91は、図1に示すように、レーザ光Lのy方向における発散を保持する。即ちレンズ領域91は、レーザ光Lのy方向における発散角を保持する。このようにレンズ領域91は、対向するエミッタ31aから射出されるレーザ光Lを、x方向に一定の幅を有し、y方向に拡がりつつ進行する平行光LPに変換する（図1及び図5参照）。

[0051] なお、上述したように、レーザ光をx方向に発散せずに一定の幅を有するように変換することを、本明細書では「x方向において平行に変換する」と表現している。

[0052] 図4を参照して上述したように、中央のエミッタ31aは、対応するレンズ領域91の光軸OAに対し、-x方向に位置する。そのため、中央のエミッタ31aから射出された光が変換された平行光LPは、レンズ領域91の光軸OAに対し角度 θ_1 （一例として $0.17 \sim 0.5 \text{ mrad}$ ）をなして進行する。より具体的には、この平行光LPは、レンズ領域91の光軸OAに対しx方向に傾いて進行する。

[0053] 図6は、図1の半導体レーザ光源装置1をB-B線で切断したときの模式的な断面図である。なお、B-B線はz方向に平行であり、半導体レーザアレイ3の端部のエミッタ31c（図2参照）を通過する。

[0054] 図6に示すように、レンズ領域91は、対向するエミッタ31cから射出されるレーザ光Lを、x方向に一定の幅を有し、y方向に拡がりつつ進行する平行光LPに変換する。上述のように、端部のエミッタ31cは、対応するレンズ領域91の光軸OAに対し、x方向に位置する（図4参照）。そのため、端部のエミッタ31cから射出された光が変換された平行光LPは、レンズ領域91の光軸OAに対し角度 θ_2 （一例として $0.17 \sim 0.5 \text{ mrad}$ ）をなして進行する。

rad) をなして進行する。より具体的には、この平行光LPは、レンズ領域91の光軸OAに対し $-x$ 方向に傾いて進行する。

[0055] 図5及び図6を参照して、中央のエミッタ31a及び端部のエミッタ31cによる平行光LPについて説明したが、他のエミッタ31による平行光LPも同様に、レンズ領域91の光軸OAに対し、所定の角度をなして進行する。

[0056] 上述のように中央のエミッタ31a、及び、端部のエミッタ31b、31cは、対応するレンズ領域91の光軸OAから x 方向または $-x$ 方向に大きくずれる。そのため、変換後の平行光LPは、光軸OAに対して比較的大きい角度($\theta 1$ 、 $\theta 2$)をなして進行する(図5及び図6参照)。これに対し、中央のエミッタ31a及び端部のエミッタ31b、31cの間に位置するエミッタ31は、対応するレンズ領域91の光軸OAから x 方向または $-x$ 方向に小さくずれる。そのため、変換後の平行光LPは、光軸OAに対して比較的小さい角度をなして進行する。このように、エミッタ31の位置と、対応するレンズ領域91の光軸OAの位置との間のずれが大きいほど、平行光LPは光軸OAに対して大きく傾いて進行する。

[0057] [半導体レーザアレイが湾曲する理由]

続いて、半導体レーザアレイ3が図2に示すように湾曲する理由について説明する。

[0058] 半導体レーザアレイ3及びサブマウント5は、加熱により溶融されたハンダ層4を介して重ね合わされた後、溶融されたハンダ層4が冷却により硬化することで接合される。ここで、ハンダ層4の加熱/冷却に伴い半導体レーザアレイ3及びサブマウント5も併せて加熱/冷却される。このとき、半導体レーザアレイ3及びサブマウント5は、加熱により膨張し、冷却により収縮する。

[0059] ここで、半導体レーザアレイ3及びサブマウント5は、異なる材料によって構成されている。そのため、半導体レーザアレイ3を構成する材料の熱膨張係数、及び、サブマウント5を構成する材料の熱膨張係数は相違する。一

例として、半導体レーザアレイ 3 は GaAs により構成され、サブマウント 5 は AlN により構成されている。また、GaAs の熱膨張係数は $6.6 \times 10^{-6} / \text{K}$ であり、AlN の熱膨張係数は $4.6 \times 10^{-6} / \text{K}$ である。このように、半導体レーザアレイ 3 の熱膨張係数は、サブマウント 5 の熱膨張係数に比べて大きい。そのため、半導体レーザアレイ 3 がサブマウント 5 に比べて大きく収縮する結果、図 2 に示すようにサブマウント 5 に向かう方向（即ち、 $-x$ 方向）に突き出すように湾曲する。

[0060] [作用効果]

続いて、半導体レーザ光源装置 1 による作用効果について説明する。

[0061] 図 7 は、第一実施形態の半導体レーザ光源装置 1 がレーザシート LS を射出する状態を $-y$ 方向にみたときの模式的な図である。図 7 では便宜的に、中央のエミッタ 31a 及び端部のエミッタ 31b（又は端部のエミッタ 31c）による平行光 LP のみを図示し、他のエミッタ 31 による平行光 LP の図示を省略している。また、以下では説明の都合上、中央のエミッタ 31a による平行光 LP を「平行光 LP 1」と呼び、端部のエミッタ 31b（又は端部のエミッタ 31c）による平行光 LP を「平行光 LP 2」と呼ぶ。

[0062] 図 7 に示すように、流体（図示略）及びトレーサ粒子（12b、12c、12d、12e）は、シリンドリカルレンズ 9 から距離 d だけ離れた範囲内に存在する。一例として、距離 d は $1 \sim 2 \text{ m}$ である。

[0063] トレーサ粒子（12b、12c）は、平行光 LP 1 及び平行光 LP 2 が重なり合う領域に存在する。そのため、平行光 LP 1 によるトレーサ粒子（12b、12c）の影は、平行光 LP 2 により削減される。また、平行光 LP 2 によるトレーサ粒子（12b、12c）の影は、平行光 LP 1 により削減される。その結果、図 7 に示すように、トレーサ粒子（12b、12c）による影 13 の領域は比較的小さい。

[0064] 一方、トレーサ粒子（12d、12e）は、平行光 LP 1 及び平行光 LP 2 が重ならない領域に存在する。より具体的には、トレーサ粒子（12d、12e）は、平行光 LP 1 及び平行光 LP 2 のそれぞれが、図示しない他の

平行光 L_P と重なり合う領域に存在する。例えば平行光 L_{P1} は、平行光 L_{P2} よりも緩やかに $-x$ 方向に傾いて進行する平行光 L_P と重なり合う。そのため、平行光 L_{P1} によるトレーサ粒子 $12d$ の影は、 $-x$ 方向に緩やかに傾いて進行する当該平行光 L_P によって削減される。同様に、平行光 L_{P2} は、平行光 L_{P1} よりも緩やかに x 方向に傾いて進行する平行光 L_P と重なり合う。そのため、平行光 L_{P2} によるトレーサ粒子 $12e$ の影は、 x 方向に緩やかに傾いて進行する当該平行光 L_P によって削減される。その結果、図7に示すように、トレーサ粒子($12d$ 、 $12e$)による影 13 の領域は比較的小さい。

[0065] このように、第一実施形態の半導体レーザ光源装置1によれば、従来の光源装置200に比べ、トレーサ粒子12による影13の領域を小さくすることができる。即ち、第一実施形態の半導体レーザ光源装置1によれば、観測不能なトレーサ粒子12を減らすことができ、 $P-I-V$ の測定結果の精度を向上できる。

[0066] さらに、図7に示すように、中央のエミッタ31aによる平行光 L_{P1} は x 方向に傾いて進行し、端部のエミッタ31bによる平行光 L_{P2} は $-x$ 方向に傾いて進行する。即ち、平行光 L_{P1} 及び平行光 L_{P2} は、光軸 OA (図示略)に対して逆向きに傾いて進行する。そのため、平行光 L_{P1} と平行光 L_{P2} とがなす角 θ (即ち、 $\theta_1 + \theta_2$)が比較的大きくなるため、トレーサ粒子12による影をより削減することができる。

[0067] (第二実施形態)

[構成]

続いて、第二実施形態の半導体レーザ光源装置100について説明する。第二実施形態の半導体レーザ光源装置100は、第一実施形態の半導体レーザ光源装置1と比較して、半導体レーザアレイ3に代わり複数の半導体レーザ素子を備える点で相違するが、他の構成は同様である。以下、第二実施形態が第一実施形態と相違する点について図8及び図9を参照して説明する。

[0068] 図8は、第二実施形態の半導体レーザ光源装置100を $-z$ 方向(図1参

照)にみたときの模式的な図である。なお、図8では説明の便宜上、シリンドリカルレンズ9については外縁を示している。

[0069] 図8に示すように半導体レーザ光源装置100は、半導体レーザアレイ3に代わり、複数の半導体レーザ素子103を備える。図8では一例として、9個の半導体レーザ素子103を示している。半導体レーザ素子103は、x方向における位置が相違するように配置されている。各半導体レーザ素子103は、ハンダ層4によりサブマウント5に接合される。なお、複数の半導体レーザ素子103が「光源部」に対応する。

[0070] 各半導体レーザ素子103は、一つのエミッタ104を含む。エミッタ104は、x方向及びy方向に拡がりつつ進行するレーザ光Lを射出する(図3参照)。

[0071] 続いて図9を参照して、エミッタ104及びシリンドリカルレンズ9のx方向における位置について説明する。図9は、半導体レーザ光源装置100のシリンドリカルレンズ9を-z方向(図1参照)にみたときの模式的な図である。なお、図9では説明の都合上、シリンドリカルレンズ9の後方(即ち、-z方向側)に位置するエミッタ104を破線で示している。

[0072] 図9に示すように、各エミッタ104は、各レンズ領域91に対向するように配置されている。即ち、各エミッタ104から射出されるレーザ光Lは、対向するレンズ領域91に入射し、平行光LP(図5及び図6参照)に変換される。

[0073] また図9に示すように、各エミッタ104と、当該エミッタ104に対応するレンズ領域91の光軸OAとにおいて、x方向における位置が相違する。

[0074] 具体的には、エミッタ(104a、104b、104c、104g、104i)は、対応するレンズ領域91の光軸OAに対してx方向に位置する。そのため、エミッタ(104a、104b、104c、104g、104i)による平行光LPは、レンズ領域91の光軸OAに対し-x方向に傾いて進行する(図6参照)。なお、エミッタ(104a、104b)は、エミッ

タ（１０４ｃ、１０４ｇ、１０４ｉ）に比べ、レンズ領域９１の光軸ＯＡからｘ方向に大きくずれる。そのため、エミッタ（１０４ａ、１０４ｂ）による平行光ＬＰは、エミッタ（１０４ｃ、１０４ｇ、１０４ｉ）による平行光ＬＰに比べて－ｘ方向に大きく傾いて進行する。

[0075] また、エミッタ（１０４ｄ、１０４ｅ、１０４ｆ、１０４ｈ）は、対応するレンズ領域９１の光軸ＯＡに対して－ｘ方向に位置する。そのため、エミッタ（１０４ｄ、１０４ｅ、１０４ｆ、１０４ｈ）による平行光ＬＰは、レンズ領域９１の光軸ＯＡに対しｘ方向に傾いて進行する（図５参照）。なお、エミッタ（１０４ｄ、１０４ｅ）は、エミッタ（１０４ｆ、１０４ｈ）に比べ、レンズ領域９１の光軸ＯＡから－ｘ方向に大きくずれる。そのため、エミッタ（１０４ｄ、１０４ｅ）による平行光ＬＰは、エミッタ（１０４ｆ、１０４ｈ）による平行光ＬＰに比べてｘ方向に大きく傾いて進行する。

[0076] なお、半導体レーザ素子１０３は、ハンダ層４によりサブマウント５に接合される際、荷重を掛けられる。半導体レーザ素子１０３に掛ける荷重の大きさを変更することにより、半導体レーザ素子１０３のｘ方向における位置が調整される。あるいは、ハンダ層４の分量を調整することにより、半導体レーザ素子１０３のｘ方向における位置が調整される。一例として、エミッタ１０４ａ～１０４ｉのうち最もｘ方向側に位置するエミッタ（１０４ａ、１０４ｂ）と、最も－ｘ方向側に位置するエミッタ（１０４ｄ、１０４ｅ）とは、ｘ方向に０．５～１．５μｍ離れている。

[0077] 本実施形態の半導体レーザ光源装置１００においても、第一実施形態の半導体レーザ光源装置１と同様の理由により、トレーサ粒子１２による影１３の領域を低減でき、ＰＩＶの測定結果の精度を向上できる。以下の実施形態についても同様である。

[0078] （第三実施形態）

[構成]

続いて、第三実施形態の半導体レーザ光源装置１１０について説明する。
第三実施形態の半導体レーザ光源装置１１０は、第一実施形態の半導体レー

ザ光源装置 1 と比較して、半導体レーザアレイ 3 が湾曲していない点、及び、シリンドリカルレンズ 9 に代わり後述のレンズ 112 を備える点で相違するが、他の構成は同様である。以下、第三実施形態が第一実施形態と相違する点について図 10 を参照して説明する。

[0079] 図 10 は、第三実施形態の半導体レーザ光源装置 110 を $-z$ 方向（図 1 参照）にみたときの模式的な図である。なお図 10 において、説明の便宜上、レンズ 112 については外縁を示している。図 10 に示すように半導体レーザ光源装置 110 は、シリンドリカルレンズ 9（図 2 参照）に代わり、レンズ 112 を備える。また、半導体レーザアレイ 3 は湾曲しておらず、各エミッタ 31 は y 方向に直線状に並んでいる。

[0080] 図 11 にレンズ 112 を $-z$ 方向（図 1 参照）にみたときの模式的な図を示す。なお、図 11 では説明の都合上、レンズ 112 の後方（即ち、 $-z$ 方向側）に位置するエミッタ 31 を破線で示している。

[0081] 図 11 に示すようにレンズ 112 は、複数のレンズ領域 113 からなる。各レンズ領域 113 は、光軸 OA の x 方向における位置が相違するように配置されている。具体的には、レンズ領域（113 a、113 b、113 c、113 d、113 h、113 i）は、対応するエミッタ 31 に対して光軸 OA が x 方向に位置するように配置されている。また、レンズ領域（113 e、113 f、113 g）は、対応するエミッタ 31 に対して光軸 OA が $-x$ 方向に位置するように配置されている。

[0082] なお、レンズ領域（113 a、113 b、113 c、113 d、113 h、113 i）に対応するエミッタ 31 による平行光 LP は、各レンズ領域 113（113 a、113 b、113 c、113 d、113 h、113 i）の光軸 OA に対し、 x 方向に傾いて進行する（図 5 参照）。なお、レンズ領域（113 a、113 b）では、レンズ領域（113 c、113 d、113 h、113 i）に比べ、光軸 OA の位置とエミッタ 31 の位置とのずれが大きい。そのため、レンズ領域（113 a、113 b）に対応するエミッタ 31 による平行光 LP は、レンズ領域（113 c、113 d、113 h、113

i) に対応するエミッタ 31 による平行光 L P に比べて x 方向に大きく傾いて進行する。

[0083] また、レンズ領域 (113 e、113 f、113 g) に対応するエミッタ 31 による平行光 L P は、レンズ領域 113 の光軸 O A に対し -x 方向に傾いて進行する (図 6 参照)。なお、各レンズ領域 (113 e、113 f、113 g) において、光軸 O A 及び対応するエミッタ 31 は同じだけずれている。そのため、各レンズ領域 (113 e、113 f、113 g) に対応するエミッタ 31 による各平行光 L P は、同じ角度だけ -x 方向に傾いて進行する。一例として、レンズ領域 113 a、113 b の光軸 O A と、レンズ領域 113 e、113 f、113 g の光軸 O A とは、x 方向に $0.5 \sim 1.5 \mu\text{m}$ 離れている。

[0084] (第四実施形態)

[構成]

続いて、第四実施形態の半導体レーザ光源装置 120 について説明する。第四実施形態の半導体レーザ光源装置 120 は、第一実施形態の半導体レーザ光源装置 1 と比較して、半導体レーザアレイ 3 が湾曲していない点、及び、シリンドリカルレンズ 9 の向きにおいて相違するが、他の構成は同様である。以下、第四実施形態が第一実施形態と相違する点について図 12 を参照して説明する。

[0085] 図 12 は、第四実施形態の半導体レーザ光源装置 120 を -z 方向 (図 1 参照) にみたときの模式的な図である。なお図 12 において、説明の便宜上、シリンドリカルレンズについては外縁を示している。図 12 に示すように、半導体レーザ光源装置 120 において、シリンドリカルレンズ 9 は、y 方向から角度 ϕ (一例として $0.13 \sim 0.38 \text{ mrad}$) だけ傾いて配置されている。また、半導体レーザアレイ 3 は湾曲しておらず、各エミッタ 31 は y 方向に直線状に並んでいる。なお、角度 ϕ が「所定の角度」に対応する。

[0086] 図 13 にシリンドリカルレンズ 9 を -z 方向 (図 1 参照) にみたときの模

式的な図を示す。なお、図13では説明の都合上、シリンドリカルレンズ9の後方（即ち、 $-z$ 方向側）に位置するエミッタ31を破線で示している。

[0087] 図13に示すように、各エミッタ31と、当該エミッタ31に対応するレンズ領域91の光軸OAとにおいて、 x 方向における位置が相違する。具体的には、レンズ領域（91a、91b、91c、91d、91e）は、対応するエミッタ31に対して光軸OAが x 方向に位置するように配置されている。また、レンズ領域（91f、91g、91h、91i）は、対応するエミッタ31に対して光軸OAが $-x$ 方向に位置するように配置されている。一例として、レンズ領域91aの光軸OAと、レンズ領域91iの光軸OAとは、 x 方向に $0.5 \sim 1.5 \mu\text{m}$ 離れている。

[0088] なお、レンズ領域（91a、91b、91c、91d、91e）に対応するエミッタ31による平行光LPは、レンズ領域91の光軸OAに対し x 方向に傾いて進行する（図5参照）。また、レンズ領域（91f、91g、91h、91i）に対応するエミッタ31による平行光LPは、レンズ領域91の光軸OAに対し $-x$ 方向に傾いて進行する（図6参照）。

[0089] また、レンズ領域91aの光軸OAは、エミッタ31bから x 方向に最も大きくずれる。そのため、エミッタ31bによる平行光LPは、 x 方向に最も大きく傾いて進行する。また、レンズ領域91iの光軸OAは、エミッタ31cから $-x$ 方向に最も大きくずれる。そのため、エミッタ31cによる平行光LPは、 $-x$ 方向に最も大きく傾いて進行する。なお、レンズ領域（91b、91c、91d、91e、91f、91g、91h、）に対応するエミッタ31による平行光LPは、光軸OAに対して比較的小さい角度をなして進行する。

[0090] （別実施形態）

なお、半導体レーザ光源装置は、上記の実施形態の構成に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。例えば、以下の別実施形態に係る構成を任意に選択して、上記の実施形態に係る構成に採用してもよいことは勿論である。

- [0091] 〈１〉第一実施形態及び第二実施形態において、各レンズ領域 9 1 の光軸 O A の x 方向における位置が同じであるが、少なくとも二つのレンズ領域 9 1 の光軸 O A の x 方向における位置が相違しても構わない。また、第三実施形態及び第四実施形態において各エミッタ 3 1 の x 方向における位置が同じであるが、少なくとも二つのエミッタ 3 1 の x 方向における位置が相違しても構わない。
- [0092] また、第一実施形態から第四実施形態の一つまたは複数のエミッタ（3 1、1 0 4）において、エミッタ（3 1、1 0 4）の x 方向における位置と、当該エミッタ（3 1、1 0 4）に対応するレンズ領域（9 1、1 1 3）の x 方向における位置とが、一致していても構わない。
- [0093] 以上を一般的に言えば、少なくとも二つのエミッタ（3 1、1 0 4）と、当該エミッタ（3 1、1 0 4）に対応する少なくとも二つのレンズ領域（9 1、1 1 3）と、において、各エミッタ（3 1、1 0 4）の x 方向における位置を基準としたとき、対応するレンズ領域（9 1、1 1 3）の x 方向における位置が異なる、と表現できる。
- [0094] 〈２〉第一実施形態から第四実施形態では、レンズ領域（9 1、1 1 3）の光軸 O A に対し、x 方向にずれるエミッタ（3 1、1 0 4）と、-x 方向にずれるエミッタ（3 1、1 0 4）とが存在するがこれに限らない。即ち、全てのエミッタ（3 1、1 0 4）が、レンズ領域（9 1、1 1 3）の光軸 O A に対し x 方向にずれていても構わない。同様に、全てのエミッタ（3 1、1 0 4）が、光軸 O A に対し -x 方向にずれていても構わない。換言すると、各エミッタ（3 1、1 0 4）による全ての平行光 L P が、光軸 O A に対して x 方向／-x 方向に傾いて進行しても構わない。
- [0095] 〈３〉また、レーザ光 L は、x 方向に大きな発散角を有し、y 方向に小さな発散角を有して進行すると説明したが、これに限らない。即ちレーザ光 L は、x 方向及び y 方向に同程度の発散角を有して進行しても構わない。またレーザ光 L は、x 方向に小さな発散角を有し、y 方向に大きな発散角を有して進行しても構わない。

[0096] 〈4〉また、実施形態の半導体レーザ光源装置では、x方向（速軸方向）において平行に変換するレンズとしてシリンドリカルレンズを使用したか、これに限らない。例えば、シリンドリカルレンズの他に、フライアイレンズを利用することができる。即ち、x方向（速軸方向）において平行に変換するレンズであれば何れのレンズを使用しても構わない。例えば、x方向（速軸方向）のみならず、y方向（遅軸方向）においても平行に変換するレンズを使用しても構わない。

[0097] 〈5〉また、第三実施形態において、レンズ領域113が1つのレンズを構成しても構わない。即ち、レンズ112は、複数のレンズからなるレンズ群であっても構わない。

符号の説明

[0098]	1	:	第一実施形態の半導体レーザ光源装置
	3	:	半導体レーザアレイ
	30	:	側面
	31	:	エミッタ
	5	:	サブマウント
	7	:	ヒートシンク
	9	:	シリンドリカルレンズ
	91	:	レンズ領域
	12	:	トレーサ粒子
	13	:	影
	100	:	第二実施形態の半導体レーザ光源装置
	103	:	第二実施形態の半導体レーザ素子
	104	:	第二実施形態のエミッタ
	110	:	第三実施形態の半導体レーザ光源装置
	112	:	第三実施形態のレンズ
	113	:	第三実施形態のレンズ領域
	120	:	第四実施形態の半導体レーザ光源装置

L	:	レーザ光
L P	:	平行光
L S	:	レーザシート
O A	:	光軸

請求の範囲

[請求項1] 第一の方向に拡がり、且つ、前記第一の方向に直交する第二の方向に所定の幅を有して進行するレーザシートを射出する半導体レーザ光源装置であって、

前記第一の方向に並ぶ複数のエミッタを含む光源部と、

複数の前記エミッタから射出されたレーザ光を、前記第二の方向において平行に変換するレンズと、を有し、

前記レーザシートは、前記レンズから射出された平行光が重なり合うことによって形成され、

前記レンズは、複数の前記エミッタごとに、それぞれの前記エミッタから射出された前記レーザ光を前記第二の方向において平行に変換する複数のレンズ領域を含み、

複数の前記エミッタのうちの少なくとも二つの前記エミッタと、二つの前記エミッタに対応する二つの前記レンズ領域と、において、それぞれの前記エミッタの前記第二の方向における位置を基準としたとき、前記エミッタに対応する前記レンズ領域の前記第二の方向における位置が異なることを特徴とする半導体レーザ光源装置。

[請求項2] 複数の前記レンズ領域のうち少なくとも二つの前記レンズ領域において、

一方の前記レンズ領域の光軸は、前記第一の方向と前記第二の方向との双方に直交する第三の方向からみたとき、一方の前記レンズ領域に対応する前記エミッタよりも前記第二の方向にずれており、

他方の前記レンズ領域の光軸は、前記第三の方向からみたとき、他方の前記レンズ領域に対応する前記エミッタよりも前記第二の方向と反対方向にずれていることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ光源装置。

[請求項3] 前記光源部は、複数の前記エミッタが前記第一の方向に並び、前記第一の方向を遅軸方向とし、前記第二の方向を速軸方向とする半導体

レーザアレイを含み、

前記半導体レーザアレイは、前記第一の方向と前記第二の方向との双方に直交する第三の方向からみたとき、前記第二の方向と反対方向に突き出すように湾曲していることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ光源装置。

[請求項4] 前記光源部は、1つの前記エミッタを含む複数の半導体レーザ素子を有してなり、

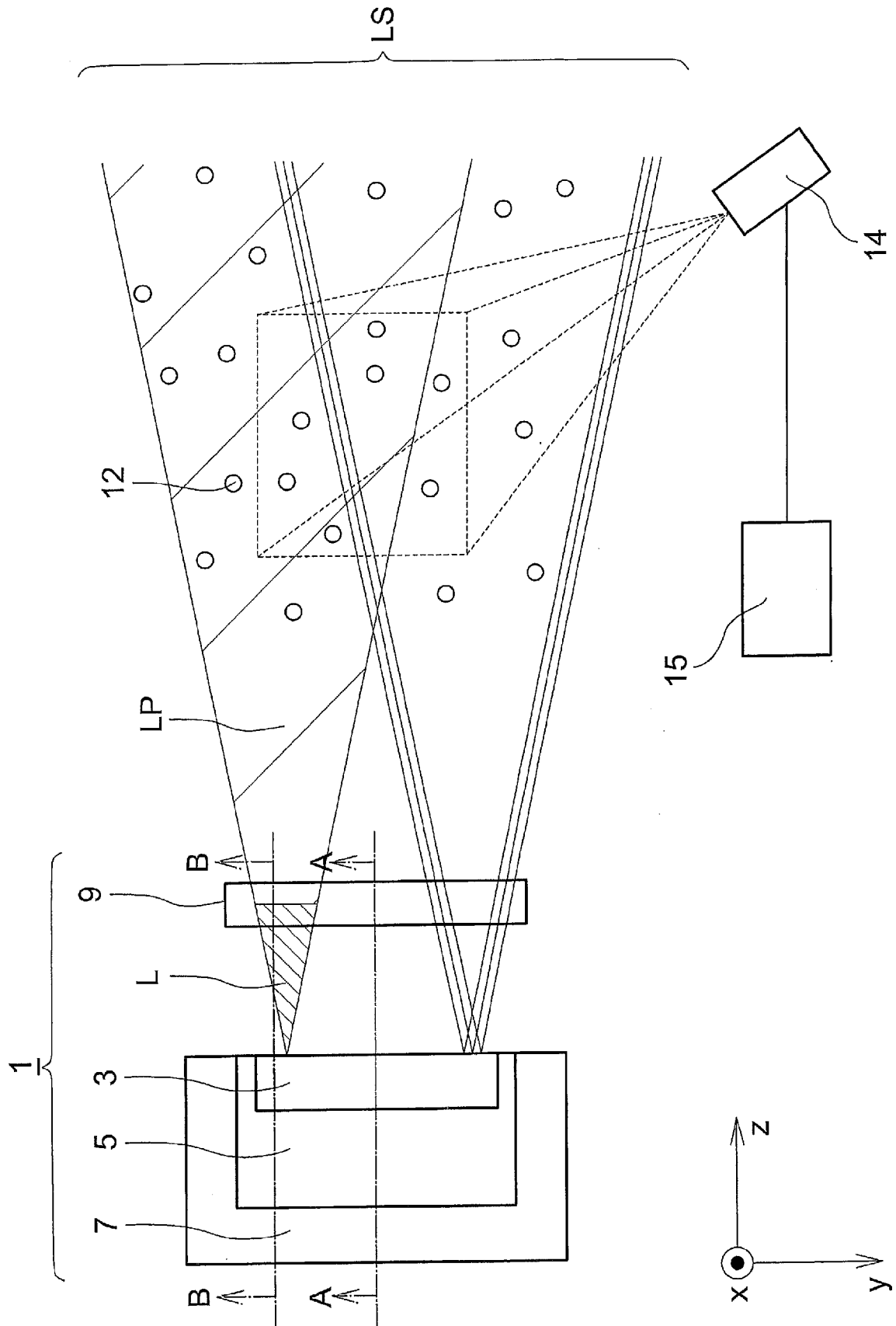
複数の前記半導体レーザ素子のうち少なくとも二つの前記半導体レーザ素子において、前記第二の方向における位置が互いに異なることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ光源装置。

[請求項5] 複数の前記レンズ領域のうち、少なくとも二つの前記レンズ領域の光軸は、前記第二の方向における位置が互いに異なるように配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ光源装置。

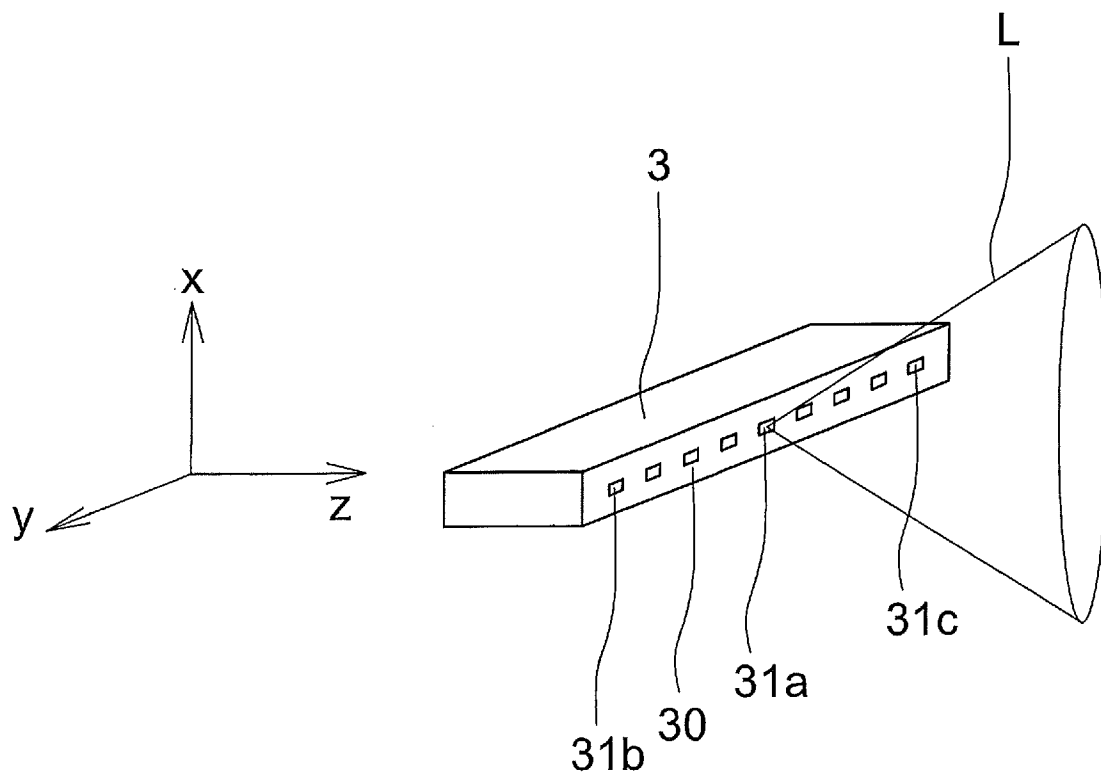
[請求項6] 複数の前記レンズ領域の光軸は、前記第一の方向と前記第二の方向との双方に直交する第三の方向からみたとき、直線状に並び、

前記レンズは、前記第三の方向からみたとき、前記第一の方向から所定の角度だけ傾斜していることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ光源装置。

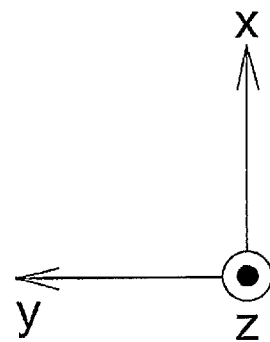
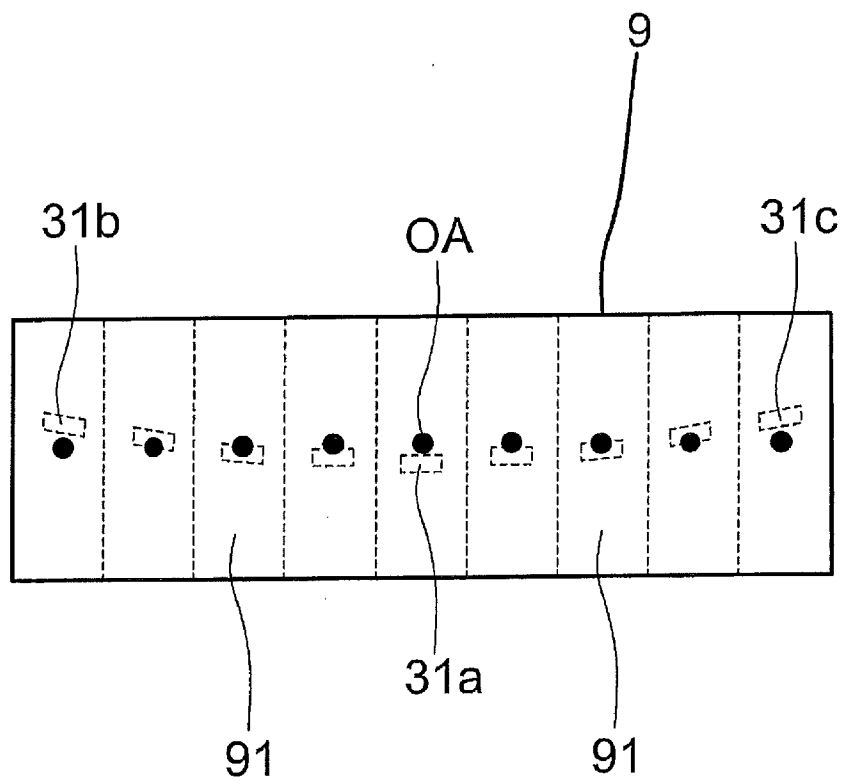
[図1]



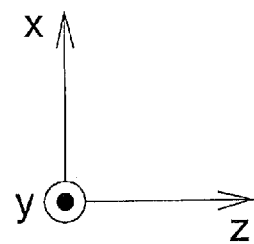
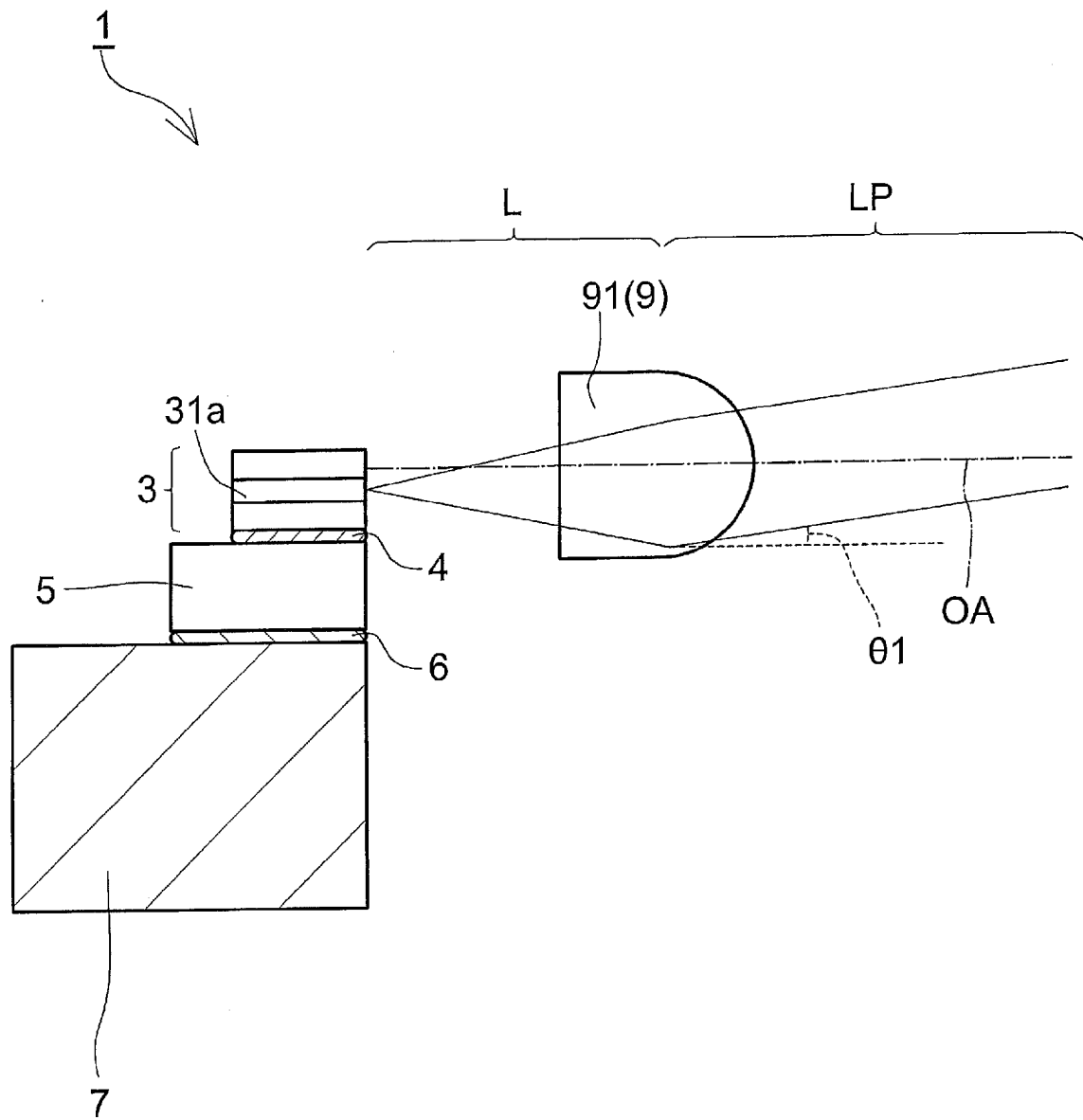
[図3]



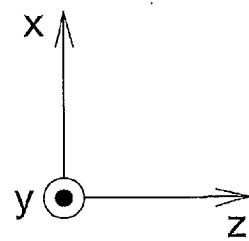
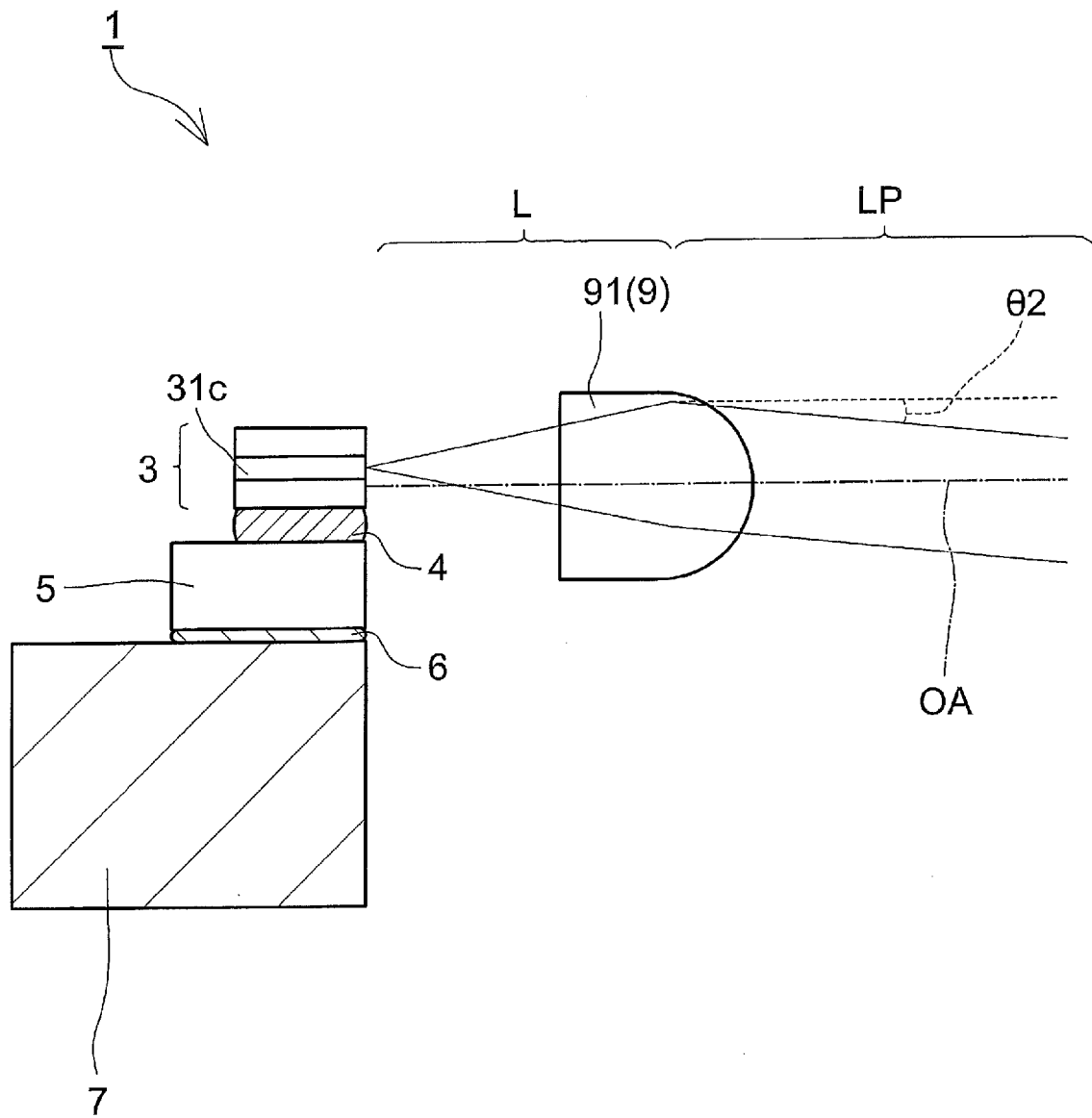
[図4]



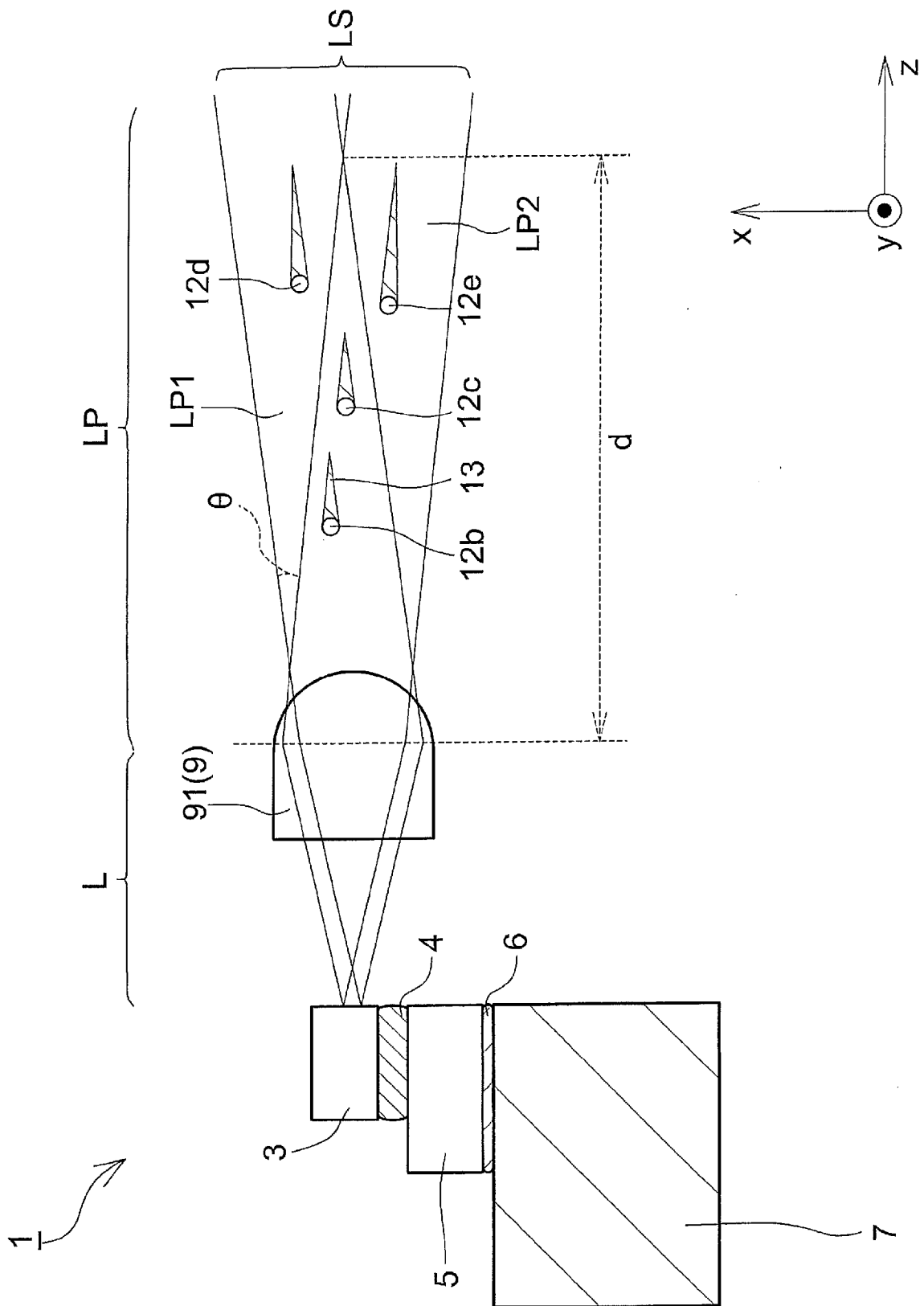
[図5]



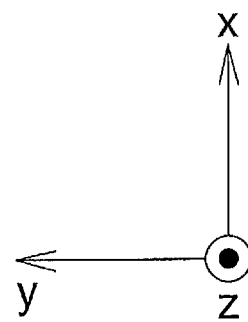
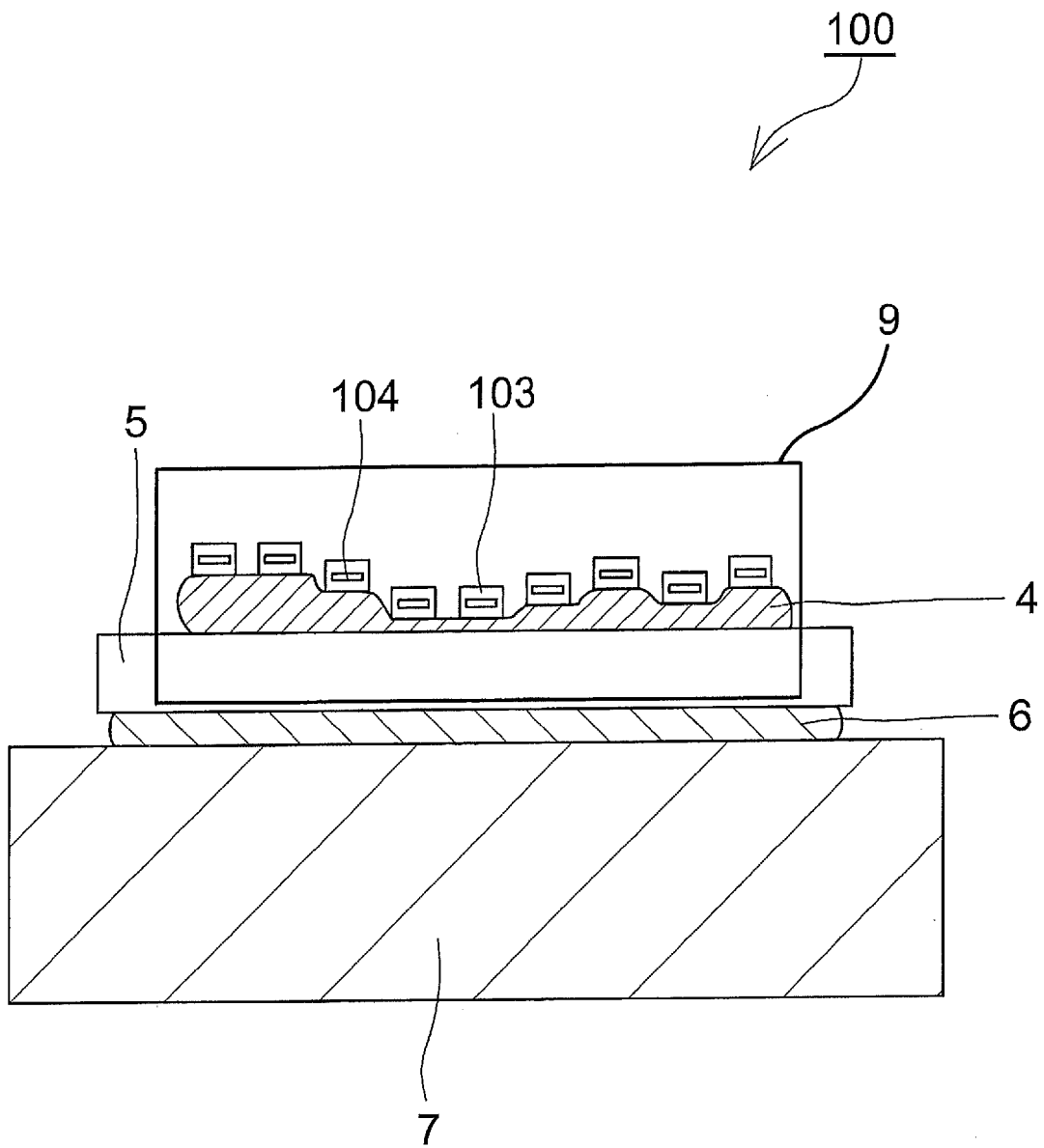
[図6]



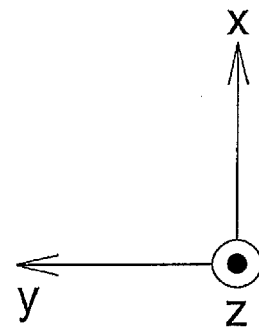
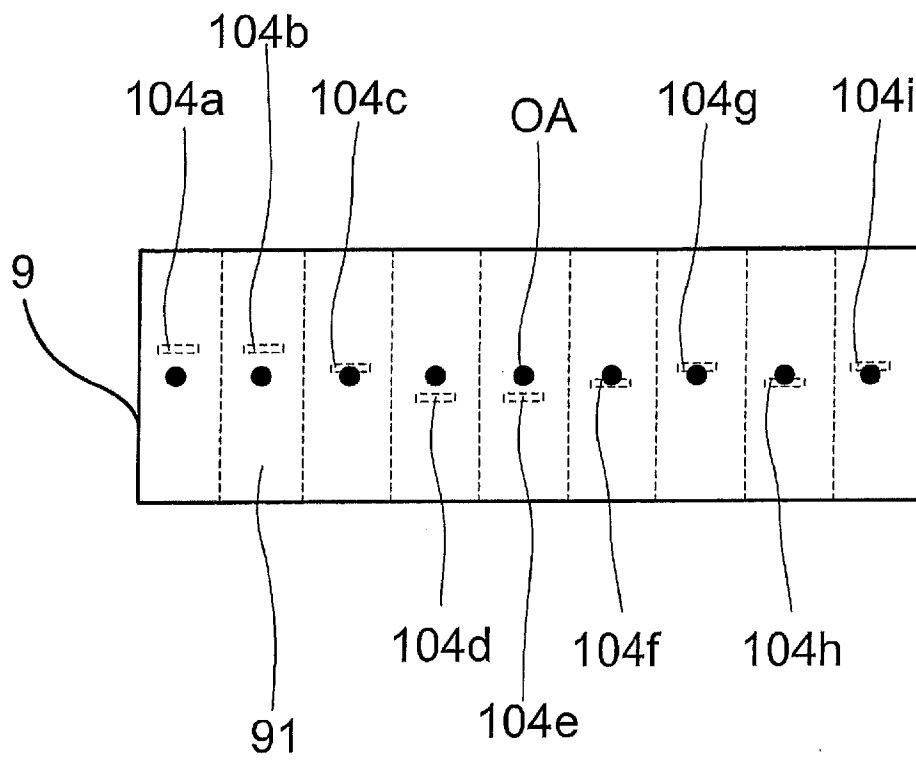
[図7]



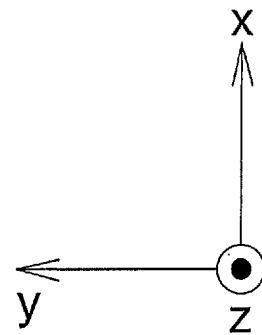
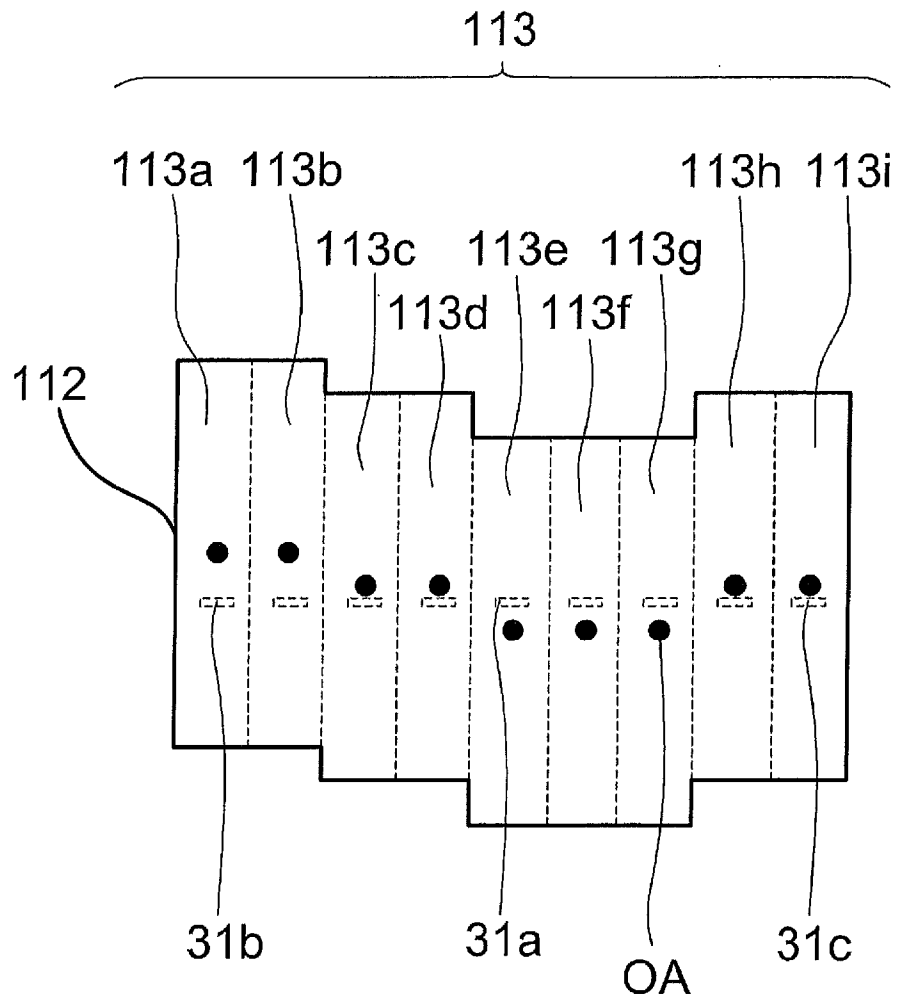
[図8]



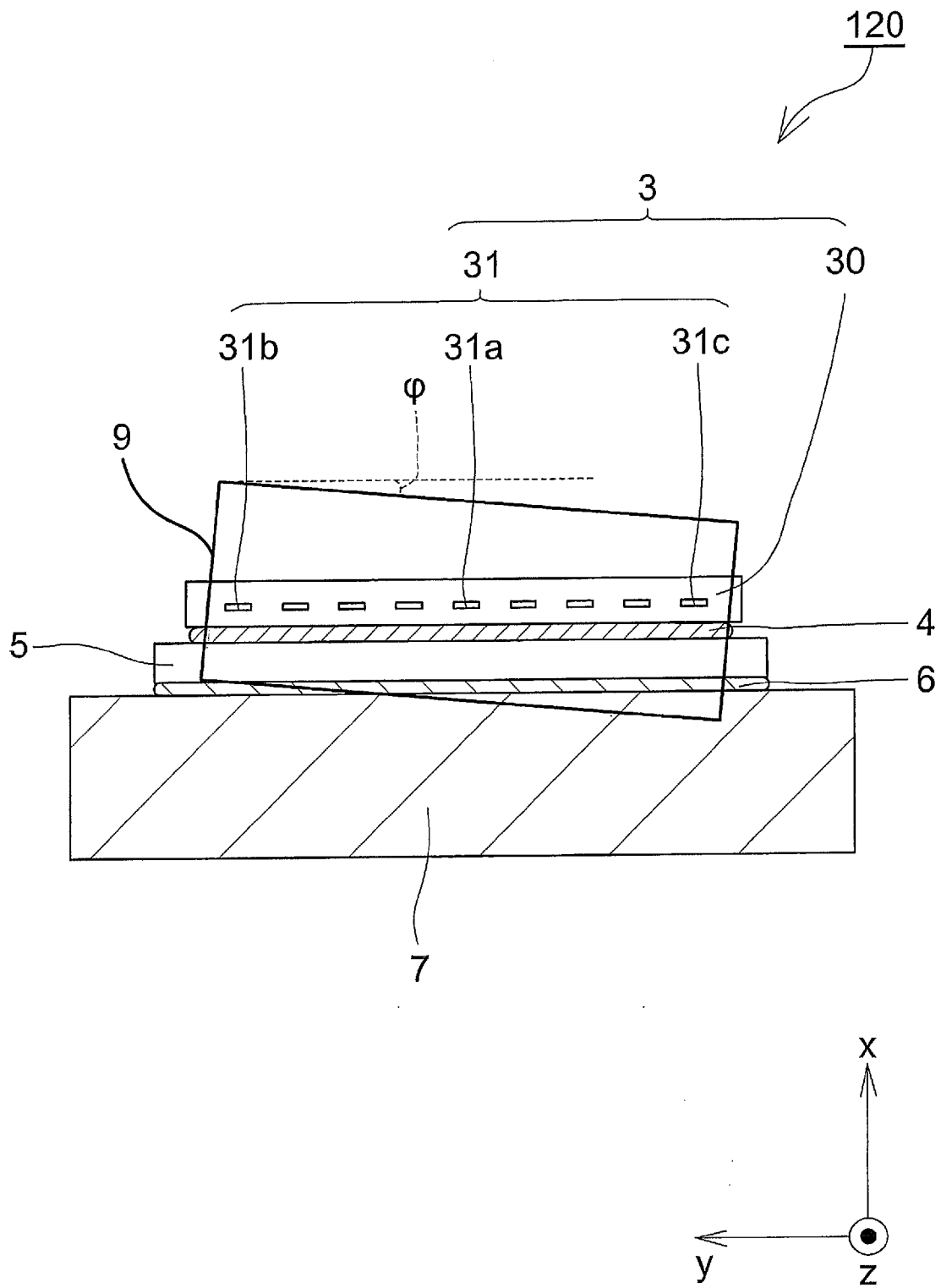
[図9]



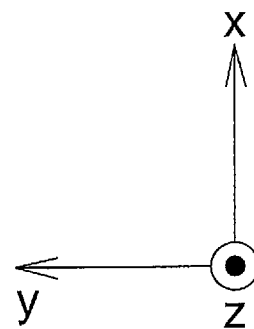
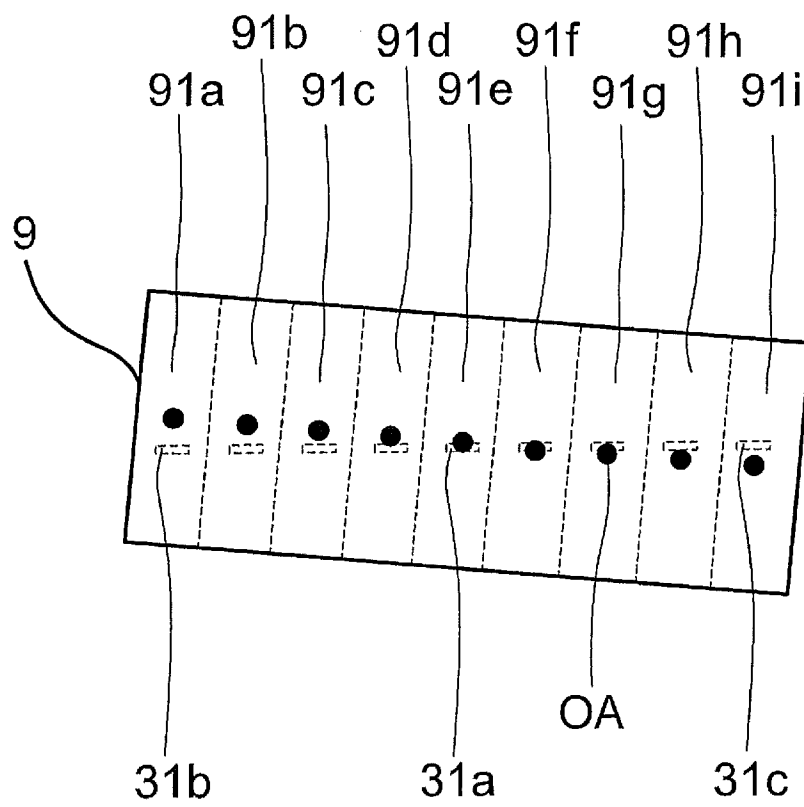
[図11]



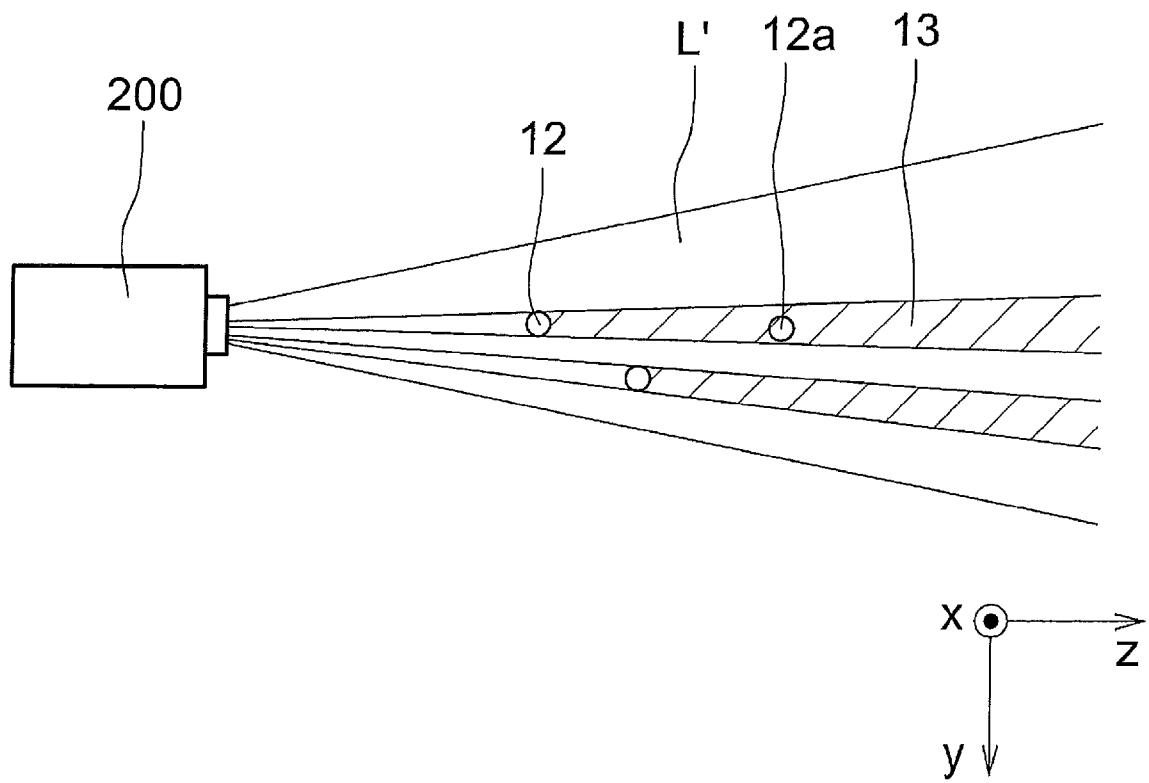
[図12]



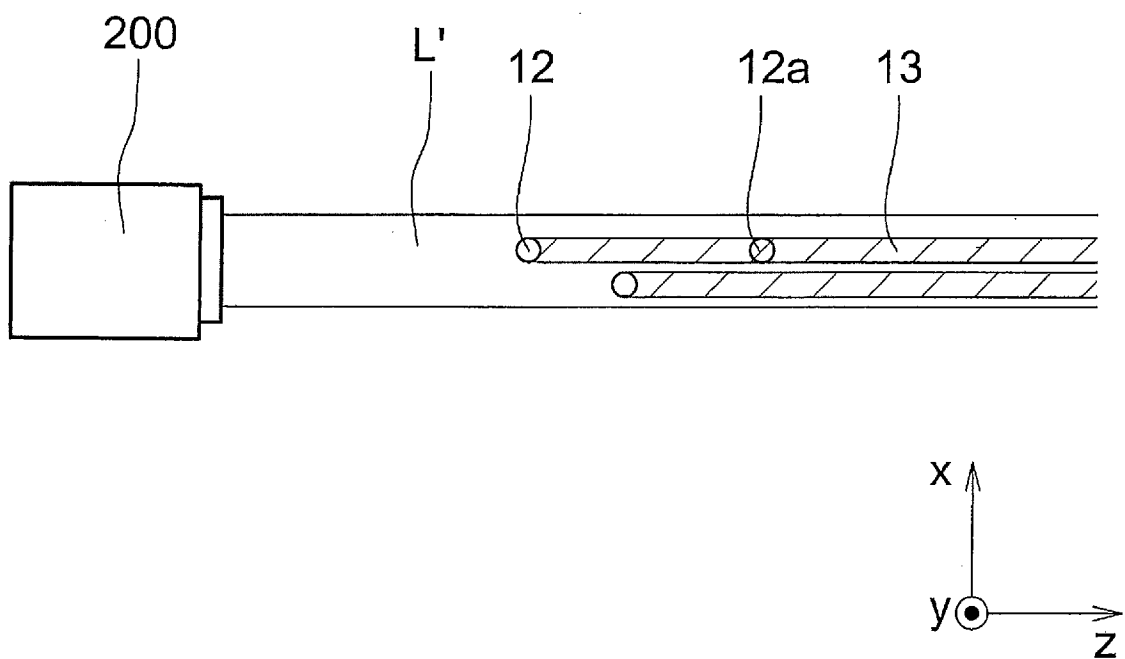
[図13]



[図14A]



[図14B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/003749

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S5/022(2006.01)i, G01P5/20(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01S5/022, G01P5/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2007-102121 A (Sony Corp.), 19 April 2007 (19.04.2007), paragraphs [0018] to [0024]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-6
A	JP 2005-140528 A (Toshiba Corp.), 02 June 2005 (02.06.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2016-4007 A (The Tokyo Electric Power Co., Inc.), 12 January 2016 (12.01.2016), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☒ 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
06 April 2017 (06.04.17)

Date of mailing of the international search report
18 April 2017 (18.04.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/003749

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 2015-125013 A (Honda Motor Co., Ltd.), 06 July 2015 (06.07.2015), entire text; all drawings & US 2015/0177269 A1	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01S5/022(2006.01)i, G01P5/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01S5/022, G01P5/20

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2007-102121 A（ソニー株式会社）2007.04.19, [0018]-[0024]図 1-4（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2005-140528 A（株式会社東芝）2005.06.02, 全文全図（ファミ リーなし）	1-6
A	JP 2016-4007 A（東京電力株式会社）2016.01.12, 全文全図（ファ ミリーなし）	1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.04.2017

国際調査報告の発送日

18.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

村井 友和

2 K

3207

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-125013 A (本田技研工業株式会社) 2015.07.06, 全文全図 & US 2015/0177269 A1	1-6