

(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
2011年10月6日(06.10.2011)

PCT

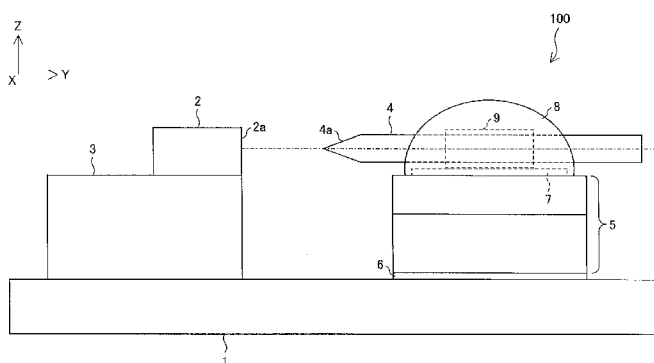
(10) 国際公開番号
WO 2011/122540 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 5/022 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/057589
- (22) 国際出願日: 2011年3月28日(28.03.2011)
- (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 2010-084165 2010年3月31日(31.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社フジクラ (Fujikura Ltd.) [JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場1丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂元 明 (SAKAMOTO, Akira). 豊原 望 (TOYOHARA, Nozomu). 葛西 洋平 (KASAI, Yohei).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所 (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, 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: LASER DEVICE

(54) 発明の名称: レーザ装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a laser device (100) that suppresses heating and melting of a fiber-affixing section for affixing optical fibers, and that can suppress a decrease in the optical coupling rate between a semiconductor laser element and an optical fiber. The laser device (100) is provided with: a semiconductor laser element (2) having an exit surface (2a) from which laser light exits; an optical fiber (4) having an end section (4a) disposed in a manner so as to face the exit surface (2a) of the semiconductor laser element (2); and an optical fiber supporting member (5) that supports the optical fiber (4) and that has a bonding pad (7) that affixes the optical fiber (4) by means of solder (8). The optical fiber supporting member (5) has: a beam section containing a first primary surface at which the bonding pad (7) is disposed, and a second primary surface on the reverse side from the first primary surface; and a pillar section that is affixed to a pedestal (1), and that is bonded to the beam section at one end of the beam section, causing the second primary surface and the pedestal (1) to face each other while being spatially separated.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2011/122540 A1

光ファイバを固定するためのファイバ固定部の発熱や溶融を抑制し、半導体レーザー素子と光ファイバとの光結合率の低下を抑制することができるレーザー装置(100)を提供する。レーザー装置(100)は、レーザー光を出射する出射面(2a)を有する半導体レーザー素子(2)と、半導体レーザー素子(2)の出射面(2a)に対向するように配置された先端部(4a)を有する光ファイバ(4)と、光ファイバ(4)を半田(8)により固定する接合パッド(7)を有し、光ファイバ(4)を支持する光ファイバ支持部材(5)とを備え、光ファイバ支持部材(5)は、接合パッド(7)が配置された第1の主面と、第1の主面の反対側にある第2の主面とを含む梁部と、台座(1)に固定されており、梁部のいずれかの端部側において梁部と連結して第2の主面と台座(1)とを空間的に離間させつつ対向させている柱部と、を有している。

明 細 書

発明の名称： レーザ装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体レーザ素子等のレーザ素子と光ファイバ等の光部品とを組み合わせたレーザ装置に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、半導体レーザ（LD；Laser Diode）素子を用いたレーザ装置が商品化され、光通信の分野に普及している。このようなレーザ装置は、半導体レーザ素子と、光ファイバとを高い光結合率で光結合するように組み合わせ、半導体レーザ素子から出射されるレーザ光が、その先端部から光ファイバに導入される。

[0003] このため、このようなレーザ装置においては、半導体レーザ素子から出射されるレーザ光がより多く光ファイバに導入されるよう、半導体レーザ素子のレーザ光の出射面と光ファイバの先端部とを正確に位置合わせする。そして、その位置合わせした状態を保持することが重要な事柄となる。

[0004] 上で述べたような、半導体レーザ素子と光ファイバとを組み合わせたレーザ装置として、例えば特許文献1に記載されたレーザ・ダイオード組立体が提案されている。そのレーザ・ダイオード組立体では、レーザ・ダイオード・チップ（ここでは、「半導体レーザ素子」と呼ぶ）と、光ファイバとが、同一の台座上に搭載されている。

[0005] そして、半導体レーザ素子と光ファイバは共に半田付けを用いてその台座上に固着されており、半導体レーザ素子のレーザ光の出射面と光ファイバの先端部との位置合わせした状態が保持されるようになっている。

[0006] 特に、高い光強度が必要とされるレーザ装置では、光源の半導体レーザ素子として、複数の導波モードで発振するマルチモードの半導体レーザ素子が用いられる。マルチモード半導体レーザ素子からの出力光は、10マイクロメートルから数百マイクロメートルの幅の導波路端から出力される。

[0007] このようなマルチモード半導体レーザ素子から出射されるレーザ光の広がり角は、その出射面の縦方向（半導体レーザ素子の活性層に直交する方向）の半値全幅（FWHM；Full Width at Half Maximum）が40°程度となるのが一般的である。また、その出射面の横方向の半値全幅が10°程度となるのが一般的である（例えば、非特許文献1、非特許文献2を参照）。すなわち、レーザ光は横方向の広がりよりも縦方向の広がりのほうが大きくなっている。

[0008] このため、上記の非特許文献1、非特許文献2に記載されたように、光ファイバの先端部をくさび形状に形成し、その先端部にレンズ機能を付与する。そうすることにより、縦方向に大きく広がるレーザ光を効率よく、光ファイバに光結合させ、より多くのレーザ光を光ファイバのコア部に導入することが一般的に行なわれている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2000-124538号公報（2000年4月28日公開）」

非特許文献

[0010] 非特許文献1：Xiaodong Zeng and Yuying An, Coupling light from a laser diode into a multimode fiber, APPLIED OPTICS, Optical Society of America, August 2003, Vol. 42, No. 22

非特許文献2：Min-Ching Lin et al., High-Power Laser Module with High Coupling Wedge-Shaped Fiber, Opto-Electronics and Communications Conference, 2008 and the 2008 Australian Conference on Optical Fiber Technology, OECC/ACOFT 2008, Joint conference of the Volume, Issue, 7-10 July 2008 Pages 1-2.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] ところで、上記の特許文献 1 に記載されたレーザ・ダイオード組立体では、上で述べた縦方向に広がるレーザ光のうち、光ファイバのコア部に導入されなかったレーザ光の一部は、光ファイバを台座に固着するためのファイバ固定部に吸収されることになる。そのため、ファイバ固定部が発熱することになる。
- [0012] その結果、そのファイバ固定部の温度が上昇し、ファイバ固定部下方の台座が膨張する場合がある。このような台座の局所的な膨張により、光ファイバの位置が変化し、半導体レーザ素子と光ファイバとの光結合率が低下する場合がある。すなわち、光ファイバのコア部に導入されるレーザ光をさらに減少させることになる。
- [0013] このような光ファイバのコア部に導入されるレーザ光の減少は、言い換えれば、上で述べたファイバ固定部に吸収されるレーザ光が増加することであり、その結果、ファイバ固定部の温度がさらに上昇し、台座の局所的な膨張がより加速されることになる。
- [0014] そして、このような局所的な台座の膨張は、半導体レーザ素子と光ファイバとの光結合率の低下を一層進めることとなり、ファイバ固定部のさらなる温度上昇を招くことになる。
- [0015] このような悪循環は、最終的には、ファイバ固定部の発熱により半田の溶融を引き起こし、延いては、レーザ・ダイオード組立体の動作を阻害してしまうというおそれがあった。
- [0016] さらに、近年の半導体レーザ素子の高出力化に伴い、上で述べたような悪循環がより助長される方向に進むのは必至である。特に、その出力が 1 W を超えるような高出力半導体レーザを用いる場合は、その影響がより顕著になる。
- [0017] したがって、このような悪循環を引き起こさないためには、光ファイバを固着するためのファイバ固定部の発熱や溶融に対する実装信頼性の向上が強く望まれている。
- [0018] 特に、上で述べたように、半導体レーザ素子から出射されるレーザ光は、

その出射面の横方向の広がりよりも縦方向の広がりのほうが大きい。このため、その縦方向における光ファイバの位置ずれがあった場合、半導体レーザ素子と光ファイバとの光結合率の低下は、より顕著となってしまう。

[0019] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、光ファイバを固定するためのファイバ固定部の発熱や溶融を抑制し、半導体レーザ素子と光ファイバとの光結合率の低下を抑制することができるレーザ装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0020] 上記目的を達成するために、本発明に係るレーザ装置は、レーザ光を出射する出射面を有するレーザ素子と、前記レーザ素子の前記出射面に対向するように配置された先端部を有する光ファイバと、前記光ファイバを半田により固定するファイバ固定部を有し、前記光ファイバを支持する支持部材と、を備え、前記支持部材は、前記ファイバ固定部が配置された第1の主面と、前記第1の主面の反対側にある第2の主面とを含む平板状部と、放熱部材に固定されており、前記平板状部のいずれかの端部側において前記平板状部と連結して前記第2の主面と前記放熱部材とを空間的に離間させつつ対向させている柱状部と、を有している。

[0021] 上記のレーザ装置では、光ファイバを支持する支持部材は、光ファイバを固定する平板状部と、放熱部材に固定された柱状部とを有しており、その柱状部は、平板状部と放熱部材とを空間的に離間させている。そうすることにより、光ファイバを固定するためのファイバ固定部下方に位置する支持部材の厚みを薄くすることができる。

[0022] このため、レーザ素子の出射面から出射されたレーザ光のうち、光ファイバのコア部に導入されなかったレーザ光の照射によるファイバ固定部の発熱が始まっても、そのファイバ固定部下方の支持部材の厚みが厚い場合、すなわち、ファイバ固定部下方の支持部材が放熱部材に直接固定されている場合と比較して、ファイバ固定部下方の支持部材の熱膨張による、平板状部の厚み方向における光ファイバの位置ずれの量を減少させることができる。

[0023] したがって、光ファイバを固定するためのファイバ固定部の発熱や溶融を抑制し、レーザ素子と光ファイバとの光結合率の低下を抑制することができる。

発明の効果

[0024] 本発明のレーザ装置は、レーザ光を出射する出射面を有するレーザ素子と、前記レーザ素子の前記出射面に対向するように配置された先端部を有する光ファイバと、前記光ファイバを半田により固定するファイバ固定部を有し、前記光ファイバを支持する支持部材とを備え、前記支持部材は、前記ファイバ固定部が配置された第1の主面と、前記第1の主面の反対側にある第2の主面とを含む平板状部と、放熱部材に固定されており、前記平板状部のいずれかの端部側において前記平板状部と連結して前記第2の主面と前記放熱部材とを空間的に離間させつつ対向させている柱状部と、を有している。

[0025] それゆえ、光ファイバを固定するためのファイバ固定部の発熱や溶融を抑制し、レーザ素子と光ファイバとの光結合率の低下を抑制することができるレーザ装置を提供することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の一実施形態におけるレーザ装置を説明するための模式的な断面図である。

[図2]図1のレーザ装置の光ファイバ支持部材を示す三面図であり、(a)は、図1のZ軸方向から見た平面図、(b)は、図1のX軸方向から見た側面図、(c)は、図1のY軸方向から見た側面図である。

[図3]上記のレーザ装置の光ファイバ支持部材およびその周辺部を示す図である。

[図4]従来の光ファイバ支持部材およびその周辺部を示す図である。

[図5]図1のレーザ装置の光ファイバ支持部材の変形例1を示す三面図であり、(a)は、図1のZ軸方向から見た平面図、(b)は、図1のX軸方向から見た側面図、(c)は、図1のY軸方向から見た側面図である。

[図6]図1のレーザ装置の光ファイバ支持部材の変形例2を示す三面図であり

、（a）は、図1のZ軸方向から見た平面図、（b）は、図1のX軸方向から見た側面図、（c）は、図1のY軸方向から見た側面図である。

発明を実施するための形態

[0027] 本発明の一実施形態について図1～図4に基づいて説明すれば、以下の通りである。

[0028] （レーザ装置100）

先ず、図1および図2に基づき、本発明の一実施形態であるレーザ装置100の構成について説明する。図1は、本発明の一実施形態におけるレーザ装置100を説明するための模式的な断面図である。また、図2は、図1に示した光ファイバ支持部材5を示す三面図であり、図2の（a）は、図1のZ軸方向から見た平面図、図2の（b）は、図1のX軸方向から見た側面図、図2の（c）は、図1のY軸方向から見た側面図である。

[0029] 図1および図2に示すように、本実施形態におけるレーザ装置100は、台座1と、半導体レーザ素子（レーザ素子）2と、レーザ素子支持部材3と、光ファイバ4と、光ファイバ支持部材（支持部材）5と、接合膜6と、接合パッド（ファイバ固定部）7と、半田8と、金属被覆部材9と、を備えている。

[0030] 台座1は、例えば直方体形状を有している。そして、例えば、台座1は、その上部にパッケージ等の封止体（図示省略）を配置することができる。そうすることにより、その封止体と台座1とから、半導体レーザ素子2と光ファイバ4とを閉じ込めるための空間を形成することができる。

[0031] 台座1は、その上面（主面）に、レーザ素子支持部材3と光ファイバ支持部材5とが接合されており、半導体レーザ素子2から発生する熱はレーザ素子支持部材3を通して台座1に伝導される。

[0032] 同様に、光ファイバ4から発生する熱や、後述する接合パッドから発生する熱は、光ファイバ支持部材5を通して台座1に伝導される。

[0033] 台座1は、このようにしてレーザ素子支持部材3や光ファイバ支持部材5を介して、台座1に伝導してくる熱を放熱するために通常、ヒートシンク上

あるいは温度調整ブロック上に固定される。

- [0034] すなわち、台座 1 は、そのようなヒートシンク、温度調整ブロックに固定され、レーザ素子支持部材 3 や光ファイバ支持部材 5 から伝導してくる熱を放熱するための放熱部材となる。また、台座 1 は、このような放熱性や、その製造コストを考慮して、通常、銅を用いて形成される。
- [0035] 半導体レーザ素子 2 は、レーザ駆動装置（図示省略）に接続されており、そのレーザ駆動装置から駆動電流が入力される。半導体レーザ素子 2 は、レーザ光を出射する出射面 2 a を有しており、その出射面 2 a は光ファイバ 4 の先端部 4 a に対向するように配置されている。半導体レーザ素子 2 は、駆動装置から駆動電流が入力されることで発振し、その発振により出射面 2 a からレーザ光を出射する。
- [0036] 本実施形態に係るレーザ装置 100 において、半導体レーザ素子 2 として、マルチモード光を出力するマルチモード半導体レーザ素子を用いている。このようなマルチモード半導体レーザ素子を構成する半導体材料としては、例えば InGaAs や AlGaAs 、 InGaAsP を用いることができる。
- [0037] 背景技術で述べたように、マルチモード光を出力する半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a から出射されるレーザ光も、出射面 2 a 上における Z 軸方向（第 1 の方向）のレーザ光の広がり角の半値全幅（FWHM）が 40° 程度、出射面 2 a 上における X 軸方向（第 2 の方向）のレーザ光の広がり角の半値全幅が 10° 程度となっている。すなわち、半導体レーザ素子 2 のレーザ光の広がり角は XY 面内よりも YZ 面内のほうが大きくなっている。
- [0038] なお、半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a 上における X 軸方向とは、半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a 上において、半導体レーザ素子 2 の活性層が延在する平面に平行な方向のことをいう。また、半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a 上における Z 軸方向とは、半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a 上において、半導体レーザ素子 2 の活性層が延在する平面と直交する方向のことをいう。
- [0039] このことは、半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a と光ファイバ 4 の先端部 4

aとの位置合わせにおいて、出射面2 a上のX軸方向よりもZ軸方向における光ファイバ4の位置ずれのほうが、後述する半導体レーザ素子2と光ファイバ4との光結合率を、より大きく低下させてしまうことを意味する。

[0040] なぜなら、上で述べたように、半導体レーザ素子2のレーザ光は、出射面2 a上のZ軸方向の広がりが大きいため、出射面2 aのZ軸方向における光ファイバ4の位置ずれが生じた場合、出射面2 aのX軸方向における光ファイバ4の位置ずれと比較して、より多くのレーザ光が光ファイバ4のコア部に導入されないことになってしまうからである。

[0041] したがって、マルチモード半導体レーザ素子2と光ファイバ4との光結合率の変動は、半導体レーザ素子2の出射面2 a上のX軸方向における光ファイバ4の位置ずれに対しては鈍感である一方、マルチモード半導体レーザ素子2の出射面2 a上のZ軸方向における光ファイバ4の位置ずれに対しては非常に敏感であるといえる。

[0042] 光ファイバ4の先端部4 aが持つレンズ機能の程度によるものの、例えば、半導体レーザ素子2の出射面2 a上のX軸方向における光ファイバ4の位置ずれに対しては10 μm 程度まで許容される一方、半導体レーザ素子2の出射面2 a上のZ軸方向における光ファイバ4の位置ずれに対しては1~3 μm 程度しか許容されない。

[0043] 後述するように、本発明は、半導体レーザ素子2と光ファイバ4との光結合率の変動に大きく影響を及ぼしてしまう、半導体レーザ素子2の出射面2 a上のZ軸方向における光ファイバ4の位置ずれを抑制するものである。

[0044] レーザ素子支持部材3は、その下面が台座1に接合される一方、その上面に半導体レーザ素子2が配置されている。レーザ素子支持部材3は、台座1の上方における、半導体レーザ素子2の配置を支持すると同時に、台座1の熱膨張や変形による歪みが半導体レーザ素子2に直接伝導してしまうことを抑制している。

[0045] また、レーザ素子支持部材3は、半導体レーザ素子2がレーザ光を出射する際に発生する熱を台座1に伝導させており、半導体レーザ素子2からの発

熱は台座 1 を通して大気中に放熱されることになる。それにより、レーザ発振の際における半導体レーザ素子 2 の温度上昇が抑制されることになり、半導体レーザ素子 2 の発振が安定的に行なわれることになる。レーザ素子支持部材 3 を構成する材料としては、例えば CuW、AlN、SiC、BeO、Si、立方晶窒化ホウ素 (Cubic boron nitride)、ダイヤモンド (Diamond) を用いることができる。

[0046] 光ファイバ 4 は、半導体レーザ素子 2 から出射されるレーザ光をレーザ装置 100 の外部に伝導するためのものである。光ファイバ 4 には、その先端部 4 a を通して、半導体レーザ素子 2 から出射されるレーザ光が導入されることになる。

[0047] 光ファイバ 4 の先端部 4 a は、図 1 に示すように、くさび形状を有している。上で述べたように、半導体レーザ素子 2 のレーザ光の広がり、出射面 2 a 上の X 軸方向よりも Z 軸方向のほうが大きくなっている。

[0048] このため、半導体レーザ素子 2 から出射されるレーザ光を、より効率よく光ファイバ 4 のコア部に光結合させるために、レーザ光が入射される先端部 4 a において、半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a の Z 軸方向に広がるレーザ光を屈折させて光ファイバ 4 のコア部に導く必要がある。

[0049] そこで、光ファイバ 4 は、その先端部 4 a がくさび形状となるように加工され、その加工により、先端部 4 a にレンズ機能が付与されている。

[0050] そして、半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a 上の Z 軸方向に広がるレーザ光は、レンズ機能が付与された、くさび形状を有する先端部 4 a に入射する際に屈折し、光ファイバ 4 に導入されることになる。

[0051] また、光ファイバ 4 の先端部 4 a は、図 1 に示すように、半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a に対向するように配置されている。そして、半導体レーザ素子 2 から出射されるレーザ光のうち、光ファイバ 4 のコア部に導入されるレーザ光が最大となるように、半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a と光ファイバ 4 の先端部 4 a との間における位置合わせが行なわれている。

[0052] すなわち、半導体レーザ素子 2 と光ファイバ 4 とは、半導体レーザ素子 2

と光ファイバ4のコア部とにおける光結合率が最大となる位置に配置されている。

[0053] 本実施形態に係るレーザ装置100における光ファイバ4は、コア部と、そのコア部の外側のクラッド部と、それらを覆う被覆部の3重構造を備える。上で述べたような、半導体レーザ素子2の出射面2aと光ファイバ4の先端部4aとの間における位置合わせは、具体的には、半導体レーザ素子2から出射されるレーザ光が光ファイバ4のコア部に最大限導入されるよう、半導体レーザ素子2から出射されるレーザ光の光軸と光ファイバ4のコア部の光軸とを調心することを意味する。

[0054] なお、図1に示す光ファイバ4の先端から接合パッド7にかけては、光ファイバ4の被覆部が除去されている。この被覆部が除去されたクラッド部の半田8で固定される領域においては、石英材料のクラッド部の外周に金属被覆部材9が形成されている。これは、一般に樹脂材料等で形成された被覆部の上から固定すると、半田熔融時に被覆部が損傷する可能性が高いことに加え、柔らかい被覆部を介して固定した場合、固定後の光ファイバ4の位置変動が大きくなるためである。なお、金属被覆部材9と接合パッド7とは直接接触しておらず、通常、数十～100マイクロメートル程度離れている。

[0055] また、光ファイバ4は、上で述べたマルチモードの半導体レーザ素子2と光結合可能なマルチモードファイバを用いればよく、そのコア部の直径は50マイクロメートル以上であることが好ましく、105マイクロメートル以上であることがより好ましい。もちろん、半導体レーザ素子2の高出力化が進むにつれて、光ファイバ4のコア部の直径を大きくすることが好ましい。例えば、半導体レーザ素子2の出力の大きさによっては、光ファイバ4のコア部の直径が1000マイクロメートル程度になる場合もある。

[0056] 光ファイバ支持部材5は、その下面が接合膜6を挟むようにして台座1に接合される一方、その上面に接合パッド7を挟むようにして光ファイバ4が配置されている。光ファイバ支持部材5は、台座1の上方における、光ファイバ4の配置を支持している。

- [0057] 光ファイバ支持部材5は、高い熱伝導率を有する非断熱材料を用いて構成されている。光ファイバ支持部材5は、例えばNiや、Mo、Si、CuW、AlN、Cu等の高い熱伝導率を有する非断熱材料を用いればよい。例えば、上で述べたような非断熱材料の熱伝導率はそれぞれ、 $90\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ (Ni)、 $147\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ (Mo)、 $160\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ (Si)、 $200\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ (CuW、AlN)、 $400\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ (Cu)である。また、それら以外の非断熱材料としては、例えば、Ni-ceramic、SiC ($257\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)、BeO ($285\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)、立方晶窒化ホウ素 (Cubic boron nitride、 $1300\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)、ダイヤモンド (Diamond) ($2200\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)を用いることができる。このような非断熱材料が持つ熱伝導率としては $50\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上であることが好ましい。
- [0058] 一方、このような非断熱材料に対し、低い熱伝導率を有する断熱材料としては、例えば、シリカ ($1\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)、Macor ($2\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)、Zirconia ($3\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)等が挙げられる。
- [0059] 光ファイバ支持部材5は、このような高熱伝導性の非断熱材料を用いて構成されていることから、光ファイバ4がレーザ光を伝導させる際に発生する熱を台座1に効率よく伝導させることができる。
- [0060] もちろん、光ファイバ支持部材5を構成する非断熱材料は、上で述べたような材料に限られるものではない。要は、光ファイバ支持部材5は、熱伝導性が極めて低いガラス等の断熱材料よりも高い熱伝導率を有する非断熱材料を用いていけばよい。
- [0061] そして、接合パッド7からの発熱は台座1を通してヒートシンクに放熱されることになる。それにより、レーザ光伝導の際における光ファイバ4の温度上昇が抑制されることになり、光ファイバ4の配置が安定的に支持されることになる。
- [0062] また、光ファイバ支持部材5は、図2に示すように、光ファイバ4が配置される上記の上面を有する梁部 (平板状部) 5aと、台座1に接合される上記の下面を有する柱部 (柱状部) 5bとから構成されている。そして、その

柱部 5 b は、梁部 5 a の長手方向に位置する一方の端部側に配置されている。梁部 5 a と柱部 5 b とは一体成形されており、ここでは、説明の都合上、光ファイバ支持部材 5 を 2 つの部分、つまり、上記の梁部 5 a と柱部 5 b とに分けるものとする。

[0063] 梁部 5 a は、平板形状を有しており、柱部 5 b は、直方体形状を有している。このため、図 2 の (c) に示すように、光ファイバ支持部材 5 の図 1 の Y 軸方向から見た側面が L 字形状となっている。このような L 字形状の側面を持つ光ファイバ支持部材 5 の構造は、片持ち梁構造と呼ぶことができる。

[0064] 本発明は、光ファイバ支持部材 5 をこのような片持ち梁構造とすることにより、上で述べたように、半導体レーザ素子 2 と光ファイバ 4 との光結合率の変動に大きく影響を及ぼしてしまう位置ずれ、すなわち、半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a 上の Z 軸方向における光ファイバ 4 の位置ずれを抑制することができるという効果を奏することができる。この効果に関しては、後で詳しく説明する。

[0065] なお、上で述べたように梁部 5 a と柱部 5 b とを一体成形せずに、別体である梁部 5 a と柱部 5 b を、各々別々に成形し、その後、上で述べたような L 字形状となるように、それらを一体化してももちろん構わない。

[0066] 柱部 5 b は、台座 1 に接合される上記の下面を有している。そして、柱部 5 b のその下面と台座 1 との間には接合膜 6 が挟み込まれている。その接合膜 6 は、台座 1 に柱部 5 b を、半田などのろう材を用いて固着するためのものであり、例えば Ni 膜（上層）／Au 膜（下層）からなる 2 層構造膜を用いることができる。接合膜 6 にこのような 2 層構造膜を介して半田などのろう材で固定することにより上で述べた光ファイバ 4 からの発熱を台座 1 に効率よく伝導させることができるとともに、柱部 5 b を台座 1 に確実に固着することができる。

[0067] 一方、梁部 5 a は、光ファイバ 4 が配置される上記の上面を有している。そして、梁部 5 a の上面と光ファイバ 4 との間には接合パッド 7 が挟み込まれている。その接合パッド 7 は、梁部 5 a の上面に光ファイバ 4 を、半田を

用いて固着するためのものであり、接合膜6と同様、例えばNi膜（上層）／Au膜（下層）からなる2層構造膜を用いることができる。接合パッド7にこのような2層構造膜を用いることで、上で述べた光ファイバ4からの発熱を梁部5aに効率よく伝導させることができるとともに、光ファイバ4を梁部5aに確実に固着することができる。

[0068] さらに、光ファイバ4を梁部5aの上面に配置する際において、光ファイバ4は梁部5aの接合パッド7に半田8により固定されている。半田8としては例えば、融点が100℃～350℃程度の半田や共晶半田を用いればよい。より具体的には、半田8としてスズ（Sn）63％-鉛（Pb）37％の共晶半田や、インジウム（In）合金半田、あるいはスズ（Sn）-銀（Ag）半田等を用いればよい。特に、鉛フリー化の観点からは、金（Au）-スズ（Sn）共晶半田が好ましい。

[0069] また、図1に示すように、金属被覆部材9が、光ファイバ4の一部の周囲に光ファイバ4を取り囲むようにして配置されている。その金属被覆部材9は、光ファイバ4と接合パッド7とを半田8を用いて接合する際、光ファイバ4と半田8との接合を行なうために存在することが望ましいものである。なぜなら、光ファイバ4の外側は、上で述べたように、ガラスで作製されたクラッド部であり、半田との接合に適していないからである。そこで、上で述べたような金属被覆部材9を別途配置し、その金属被覆部材9を介して、光ファイバ4と半田8との接合を行なっている。

[0070] （光ファイバ支持部材5）

上で述べたように、本発明においては、光ファイバ支持部材5を片持ち梁構造とすることにより、半導体レーザ素子2と光ファイバ4との光結合率の変動に大きく影響を及ぼしてしまう、半導体レーザ素子2の出射面2aのZ軸方向における位置ずれを抑制することができるという効果を奏することができる。

[0071] 以下、光ファイバ支持部材5の構成および上記の効果について、さらに詳しく説明する。

- [0072] 図3は、図1および図2の光ファイバ支持部材5およびその周辺部を示す図である。図3において、上で述べたように、光ファイバ支持部材5は、梁部5aと、柱部5bとから構成されている。
- [0073] 具体的には、梁部5aは、光ファイバ4が半田8により固定された接合パッド7が配置された一方の主面（第1の主面）と、その反対側にある他方の主面（第2の主面）とを含んでいる。また、梁部5aは、上で述べたように、平板状の形状を有しており、その長手方向に位置する一方の端部側において柱部5bと連結している。そして、梁部5aの他方の主面は台座1と対向している。
- [0074] 一方、柱部5bは、上で述べたように、台座1上で固定するように配置されている。そして、柱部5bは、梁部5aの短手方向に沿った一方の端部側において梁部5aと連結し、梁部5aの他方の主面を台座1とを空間的に離間させつつ対向させ、梁部5aを台座1の上方において配置し、支持している。
- [0075] さらに、それら梁部5aおよび柱部5bはともに、上で述べたように、高熱伝導率を有する非断熱材料を用いている。
- [0076] このような梁部5aと柱部5bとが連結されている、非断熱材料からなる光ファイバ支持部材5においては、先ず、台座1を基準とする光ファイバ4の高さがHであるのに対し、光ファイバ4が固着された接合パッド7の下方に位置する、光ファイバ支持部材5の厚み、すなわち、梁部5aの厚みは光ファイバ4の高さHよりも薄い値であるH1となっている（以下、この構成を「構成1」呼ぶ）。なお、ここでは、接合膜6および接合パッド7の厚みについて無視し、光ファイバ4の高さは光ファイバ支持部材5の厚みのみで決まるものとする。
- [0077] 次に、接合パッド7の位置を基準とする柱部5bまでの距離がLとなっている（以下、この構成を「構成2」と呼ぶ）。
- [0078] 光ファイバ支持部材5は、それら構成1および構成2を備えることにより、上で述べたような、半導体レーザ素子2の出射面2a上のZ軸方向におけ

る光ファイバ4の位置ずれを抑制することができるものである。

[0079] すなわち、先ず、上記の構成1においては、接合パッド7の下方に位置する光ファイバ支持部材5の厚みH1が、本来必要とされる光ファイバ4の高さHと比較して、薄くなっている。このため、接合パッド7の下方においては、光ファイバ支持部材5の熱膨張による、光ファイバ4の上記のZ軸方向への位置ずれの量を減少させることができる。

[0080] 一方、上記の特許文献1に記載された従来のレーザ・ダイオード組立体においては、半導体レーザ素子から出射されたレーザ光のうち、光ファイバのコア部に導入されなかったレーザ光が光ファイバ下方の台座を局所的に膨張させ、その結果、光ファイバの位置を大きく変化させていた。

[0081] 例えば、図4に示す従来の構成においては、光ファイバ支持部材205上に配置された接合パッド207と光ファイバ204とが半田208により固定されている。そして、光ファイバ204の高さHは、光ファイバ支持部材205の厚みそのものとなっている。さらに、光ファイバ支持部材205は、断熱材料を用いており、光ファイバ204の下方における熱は放熱されにくい環境である。

[0082] このため、一旦、光ファイバ204のコア部に導入されなかったレーザ光の照射による光ファイバ204の発熱が始まると、その熱が光ファイバ204の下方の光ファイバ支持部材205を膨張させ、その膨張による光ファイバ204の位置ずれを招いてしまう。

[0083] その結果、光ファイバ204に導入されないレーザ光の量を増大させるといふ、悪循環に陥ってしまう。

[0084] これに対し、図3に示した光ファイバ支持部材5の構成においては、光ファイバ4のコア部に導入されなかったレーザ光の照射による接合パッド7の発熱が始まっても、接合パッド7下方の光ファイバ支持部材5の厚みが薄くなっているため、その熱膨張による光ファイバ4のZ軸方向への位置ずれの量は、従来と比較して、大きく減少することになる。

[0085] さらに、図3に示した光ファイバ支持部材5の構成においては、光ファイ

バ支持部材 5 が非断熱材料を用いているので、光ファイバ 4 からの発熱は、図 3 の A、B、C で示す矢印の向きに沿って、光ファイバ支持部材 5 の内部を伝導して、台座 1 から効率よく放熱される。

[0086] このため、接合パッド 7 の下方における光ファイバ支持部材 5 の熱膨張を抑制することができるので、従来と比べて、光ファイバ 4 の Z 軸方向への位置ずれの量を大きく減少させることができる。

[0087] 次に、上記の構成 2 においては、レーザ光の照射により発熱する接合パッド 7 と柱部 5 b との間を距離 L だけ離すことができるので、接合パッド 7 からの発熱による柱部 5 b の熱膨張を抑制することができる。

[0088] すなわち、光ファイバ 4 の高さ H は、図 3 に示したように、柱部 5 b の厚み H そのものである。したがって、仮に、接合パッド 7 からの発熱による柱部 5 b の熱膨張が大きければ、従来の程の位置ずれの大きさではないものの、光ファイバ 4 の位置ずれは生じてしまう。

[0089] そこで、上記の構成 2 においては、接合パッド 7 と柱部 5 b とを距離 L だけ離し、光ファイバ支持部材 5 の表面からの放熱を行なうことにより、接合パッド 7 からの発熱によって柱部 5 b が大きく熱膨張することを抑制する。

[0090] そうすることにより、光ファイバ 4 の位置ずれの量を従来と比べて大きく減少させることができる。

[0091] 以上説明したように、本発明の一実施形態に係るレーザ装置 100 によれば、半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a から出射されるレーザ光のうち、光ファイバ 4 に導入されないレーザ光の照射により、光ファイバ 4 が固着された接合パッド 7 からの発熱が生じて、接合パッド 7 の下方における光ファイバ支持部材 5 である梁部 5 a の厚みを薄くし、その熱伝導率を高くしているので、接合パッド 7 からの発熱による梁部 5 a の熱膨張が抑制される。その結果、半導体レーザ素子 2 の出射面 2 a 上の Z 軸方向における光ファイバ 4 の位置ずれの量を減少させることができる。

[0092] さらに、台座 1 上に配置された、光ファイバ支持部材 5 である柱部 5 b を接合パッド 7 から引き離し、柱部 b の熱伝導率を高くしているので、接合パ

ッド7からの発熱による柱部5bの熱膨張が抑制され。その結果、半導体レーザー素子2の出射面2a上のZ軸方向における光ファイバ4の位置ずれの量を減少させることができる。

[0093] (変形例1)

図5に、上記の一実施形態に係るレーザー装置100の光ファイバ支持部材5の変形例1の概略構成を示す。図5は、図1に示した光ファイバ支持部材5の変形例1を示す三面図であり、図5の(a)は、図1のZ軸方向から見た上記の変形例1の平面図、図5の(b)は、図1のX軸方向から見た上記の変形例1の側面図、図5の(c)は、図1のY軸方向から見た上記の変形例1の側面図である。

[0094] 本変形例1に係る光ファイバ支持部材と上記の光ファイバ支持部材5と異なる点は、光ファイバ支持部材5の梁部5aを、その梁部5aに開口部Gを設けた梁部15aに置き換えた点である。梁部15aは、開口部Gを有することにより、図5(a)に示すように、L字形状のアーム部18を備えており、その端部側において柱部15bが設け、2つの柱部15bをそれぞれ、梁部15aの長手方向に位置する2つの端部側に設けている。また、2つの柱部15bのいずれについても、接合膜16を介して台座1と接合されている。

[0095] 柱部15b、接合膜16および接合パッド17はそれぞれ、光ファイバ支持部材5の柱部5b、接合膜6および接合パッド7と同一である。また、梁部15aは、開口部Gを設け、アーム部18を備えた以外、光ファイバ支持部材5の梁部5aと同一である。

[0096] 本変形例1によっても、上記の一実施形態の光ファイバ支持部材5と同様の効果を得ることができる。

[0097] さらに、本変形例1によれば、梁部15aが開口部Gを有することにより、梁部15aが片持ち梁構造を保ちながら、柱部15bを梁部15aの長手方向に位置する2つの端部側に設けている。そうすることにより、上記の実施形態よりも、梁部15aと台座1との並行度を出し易くすることができる。

。

[0098] (変形例 2)

図 6 に、上記の一実施形態に係るレーザ装置 100 の光ファイバ支持部材 5 の変形例 2 の概略構成を示す。図 6 は、図 1 に示した光ファイバ支持部材 5 の変形例 2 を示す三面図であり、図 6 の (a) は、図 1 の Z 軸方向から見た上記の変形例 2 の平面図、図 6 の (b) は、図 1 の X 軸方向から見た上記の変形例 2 の側面図、図 6 の (c) は、図 1 の Y 軸方向から見た上記の変形例 2 の側面図である。

[0099] 本変形例 2 に係る光ファイバ支持部材と上記の光ファイバ支持部材 5 と異なる点は、光ファイバ支持部材 5 の柱部 5 b を、台座 1 と同一の部材を用いた柱部 25 b に置き換えた点である。

[0100] 柱部 25 b と台座 1 とを一体成形することにより、柱部 25 b を別途作製する必要がなくなり、さらに、梁部 25 a を単純な平板形状で成形することが可能となる。柱部 25 b と台座 1 との一体成形は、例えば、台座 1 を作製する際、切削加工やプレス加工により容易に行なうことができる。そうすれば、柱部 25 b を作製するための工程が不要となる。

[0101] また、梁部 25 a は、その作製が容易な平板形状にすることができるので、作製に要する工程が簡素化され、その作製に用いられる切削工程に高い加工精度が要求されることも無い。

[0102] このようにして本変形例 2 によれば、光ファイバ支持部材の作製コストを低減することができる。

[0103] なお、接合膜 26 および接合パッド 27 はそれぞれ、光ファイバ支持部材 5 の接合膜 6 および接合パッド 7 と同一である。接合膜 26 は、例えば、半田を用いるが、その半田の厚さは通常、 $5\mu\text{m}$ ~ $30\mu\text{m}$ 程度である。なお、図 6 では、図面の見易さのため、接合膜 26 の厚さを模式的に示している。

[0104] 本変形例 2 によっても、上記の一実施形態の光ファイバ支持部材 5 と同様の効果を得ることができる。

- [0105] 本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。すなわち、請求項に示した範囲で適宜変更した技術的手段を組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。
- [0106] なお、本発明は、以下のようにも表現することができる。すなわち、本発明に係るレーザ装置は、レーザ光を出射する出射面を有するレーザ素子と、前記レーザ素子の前記出射面に対向するように配置された先端部を有する光ファイバと、前記光ファイバを半田により固定するファイバ固定部を有し、前記光ファイバを支持する支持部材と、を備え、前記支持部材は、前記ファイバ固定部が配置された第1の主面と、前記第1の主面の反対側にある第2の主面とを含む平板状部と、放熱部材に固定されており、前記平板状部のいずれかの端部側において前記平板状部と連結して前記第2の主面と前記放熱部材とを空間的に離間させつつ対向させている柱状部と、を有している。
- [0107] 上記のレーザ装置では、光ファイバを支持する支持部材は、光ファイバを固定する平板状部と、放熱部材に固定された柱状部とを有しており、その柱状部は、平板状部と放熱部材とを空間的に離間させている。そうすることにより、光ファイバを固定するためのファイバ固定部下方に位置する支持部材の厚みを薄くすることができる。
- [0108] このため、レーザ素子の出射面から出射されたレーザ光のうち、光ファイバのコア部に導入されなかったレーザ光の照射によるファイバ固定部の発熱が始まっても、そのファイバ固定部下方の支持部材の厚みが厚い場合、すなわち、ファイバ固定部下方の支持部材が放熱部材に直接固定されている場合と比較して、ファイバ固定部下方の支持部材の熱膨張による、平板状部の厚み方向における光ファイバの位置ずれの量を減少させることができる。
- [0109] したがって、光ファイバを固定するためのファイバ固定部の発熱や熔融を抑制し、レーザ素子と光ファイバとの光結合率の低下を抑制することができる。
- [0110] 前記支持部材は、非断熱材料からなることが好ましい。

- [0111] この場合、支持部材に非断熱材料を用いているので、ファイバ固定部からの発熱は、支持部材を伝導して、台座から効率よく放熱される。
- [0112] このため、ファイバを支持する部材に断熱材料を用いた場合と比較して、ファイバ固定部下方の支持部材の温度が低くなる。
- [0113] これにより、ファイバを支持する部材に断熱材料を用いた場合と比較して、支持部材の熱膨張による光ファイバの位置ずれの量を減少させることができる。
- [0114] したがって、光ファイバを固定するためのファイバ固定部の発熱や溶融を抑制し、レーザ素子と光ファイバとの光結合率が低下することをより効果的に防止することができる。
- [0115] 前記柱状部は、前記平板状部の長手方向に位置する一方の端部側において前記平板状部と連結するとともに、前記ファイバ固定部は、前記平板状部の長手方向に位置する他方の端部側に配置されていることが好ましい。
- [0116] この場合、レーザ素子の出射面から出射されたレーザ光のうち、光ファイバのコア部に導入されなかったレーザ光の照射により発熱するファイバ固定部と、柱状部とは平板状部の長手方向の長さだけ離れることになる。
- [0117] このため、ファイバ固定部と、柱状部との間の距離を大きくすることができるので、ファイバ固定部からの発熱による柱状部の熱膨張を抑制することができる。
- [0118] すなわち、ファイバ固定部と柱状部とを大きく離間させ、ファイバ固定部からの発熱によって柱状部が大きく熱膨張することを抑制する。そうすることにより、光ファイバの位置ずれの量をより減少させることができる。
- [0119] したがって、光ファイバを固定するためのファイバ固定部の発熱や溶融を抑制し、レーザ素子と光ファイバとの光結合率が低下することをより効果的に防止することができる。
- [0120] 前記光ファイバは、前記平板状部の柱状部からの延伸方向と前記光ファイバの延伸方向とが直交するように前記ファイバ固定部に固定されていることが好ましい。

- [0121] この場合、光ファイバが平板状部の柱状部からの延伸方向と光ファイバの延伸方向が直交するようにファイバ固定部に固定されているので、平板状部の長手方向と光ファイバが延在する方向とが直交することになる。
- [0122] ファイバ固定部からの発熱によって平板状部の熱膨張が生じると、平板状部はその長手方向に伸びることになるが、平板状部の長手方向と光ファイバが延在する方向とが直交するので、ファイバ固定部に固定された光ファイバの先端部は平板状部の長手方向に変位する。
- [0123] このため、光ファイバの先端部の位置ずれを、レーザ光の広がり小さい方向であるレーザ素子の出射面の横方向とすることができるので、レーザ素子と光ファイバとの光結合率の低下をより抑制することができる。
- [0124] なぜなら、平板状部の長手方向と光ファイバが延在する方向とを平行にすると、光ファイバの先端部の位置ずれがレーザ光の出射方向となる。レーザ出射方向（図1ではY軸方向）へのファイバ位置変位による結合効率の低下は、レーザ素子の出射面の横方向（図1ではX軸方向）への変位よりも大きいので、レーザ素子と光ファイバとの光結合率の低下が大きくなってしまからである。
- [0125] したがって、光ファイバを固着するためのファイバ固定部の発熱や溶融を抑制し、レーザ素子と光ファイバとの光結合率が低下することをより効果的に防止することができる。
- [0126] 前記レーザ素子の出射面上において第1の方向および当該第1の方向に直交する第2の方向を設定したときに、前記第1および第2の方向のうちいずれか一方の方向におけるレーザ光の広がりが他方の方向におけるレーザ光の広がりよりも大きい場合において、前記一方の方向と前記平板状部の厚み方向とが一致するように、前記レーザ素子が配置されていることが好ましい。
- [0127] この場合、光ファイバの位置ずれに、より大きな影響を与える、レーザ光の広がりの大きい方向と、平板状部の厚み方向とを一致させることができる。
- [0128] このため、レーザ光の広がりの大きい方向と、光ファイバの位置ずれの量

を減少させることができる方向とを一致させることができるので、レーザ光の広がり大きい方向における光ファイバの位置ずれの量を減少させることができる。

[0129] したがって、光ファイバを固定するためのファイバ固定部の発熱や溶融を抑制し、レーザ素子と光ファイバとの光結合率が低下することをより効果的に防止することができる。

[0130] 前記平板状部と前記柱状部とは、別体であることが好ましい。

[0131] この場合、平板状部と柱状部の各々は、平板形状や直方体形状といった、作製が容易な形状にすることができる。それゆえ、そのような形状を切削加工により実現する場合、高い加工精度が不要となり、各々の作製コストを削減することができる。

[0132] 前記平板状部と前記柱状部とは、一体成形されていることが好ましい。

[0133] この場合、平板状部と柱状部とを一度に作製することができる。それゆえ、各々の作製工程が簡素化され、各々の作製コストを削減することができる。

[0134] 前記柱状部と前記放熱部材とは、一体成形されていることが好ましい。

[0135] この場合、平板状部は、作製が容易な形状にすることができる。一方、柱状部は放熱部材と同時に作製することができる。このため、平板状部については高い加工精度により切削加工を行なう必要が無くなり、柱状部については作製工程が簡素化される。それゆえ、各々の作製コストを削減することができる。

産業上の利用可能性

[0136] 本発明は、半導体レーザ素子等のレーザ素子と光ファイバ等の光部品とを組み合わせたレーザ装置に適用できる。

符号の説明

- [0137] 1 台座（放熱部材）
2 半導体レーザ素子（レーザ素子）
2 a 出射面

- 3 レーザ素子支持部材
- 4、204 光ファイバ
- 4a 先端部
- 5、205 光ファイバ支持部材（支持部材）
- 5a、15a 梁部（平板状部）
- 5b、15b 柱部（柱状部）
- 6、16 接合膜
- 7、17、207 接合パッド（ファイバ固定部）
- 8、208 半田
- 9 金属被覆部材
- 18 アーム部
- 100 レーザ装置

請求の範囲

- [請求項1] レーザ光を出射する出射面を有するレーザ素子と、
前記レーザ素子の前記出射面に対向するように配置された先端部を有する光ファイバと、
前記光ファイバを半田により固定するファイバ固定部を有し、前記光ファイバを支持する支持部材と、を備え、
前記支持部材は、
前記ファイバ固定部が配置された第1の主面と、前記第1の主面の反対側にある第2の主面とを含む平板状部と、
放熱部材に固定されており、前記平板状部のいずれかの端部側において前記平板状部と連結して前記第2の主面と前記放熱部材とを空間的に離間させつつ対向させている柱状部と、を有していることを特徴とするレーザ装置。
- [請求項2] 前記支持部材は、非断熱材料からなることを特徴とする請求項1に記載のレーザ装置。
- [請求項3] 前記柱状部は、前記平板状部の長手方向に位置する一方の端部側において前記平板状部と連結するとともに、
前記ファイバ固定部は、前記平板状部の長手方向に位置する他方の端部側に配置されていることを特徴とする請求項1または2に記載のレーザ装置。
- [請求項4] 前記光ファイバは、前記平板状部の柱状部からの延伸方向と光ファイバの延伸方向が直交するように前記ファイバ固定部に固定されていることを特徴とする請求項3に記載のレーザ装置。
- [請求項5] 前記レーザ素子の出射面上において第1の方向および当該第1の方向に直交する第2の方向を設定したときに、前記第1および第2の方向のうちいずれか一方の方向におけるレーザ光の広がりがある他方の方向におけるレーザ光の広がりよりも大きい場合において、
前記一方の方向と前記平板状部の厚み方向とが一致するように、前

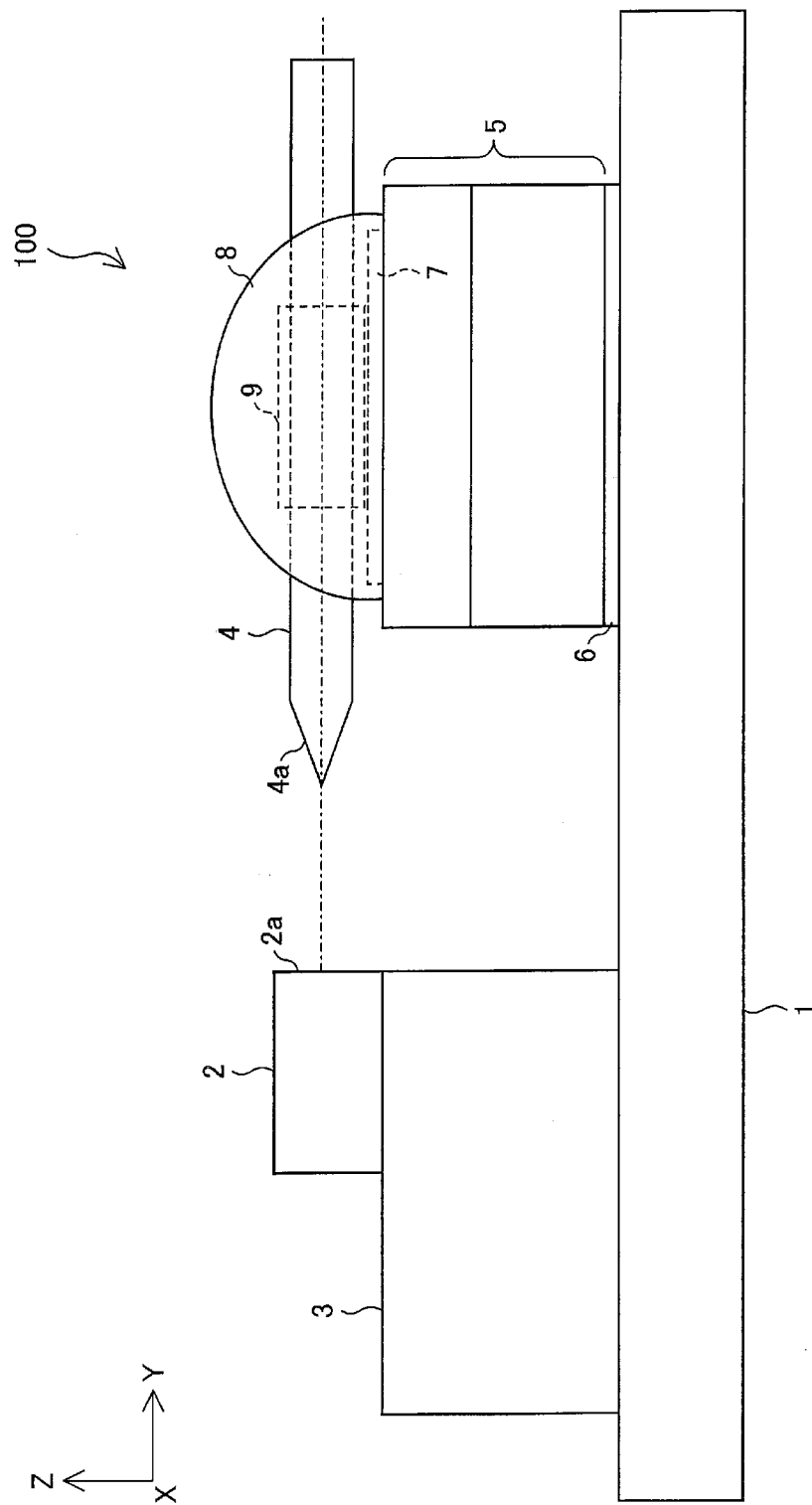
記レーザー素子が配置されていることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のレーザー装置。

[請求項6] 前記平板状部と前記柱状部とは、別体であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載のレーザー装置。

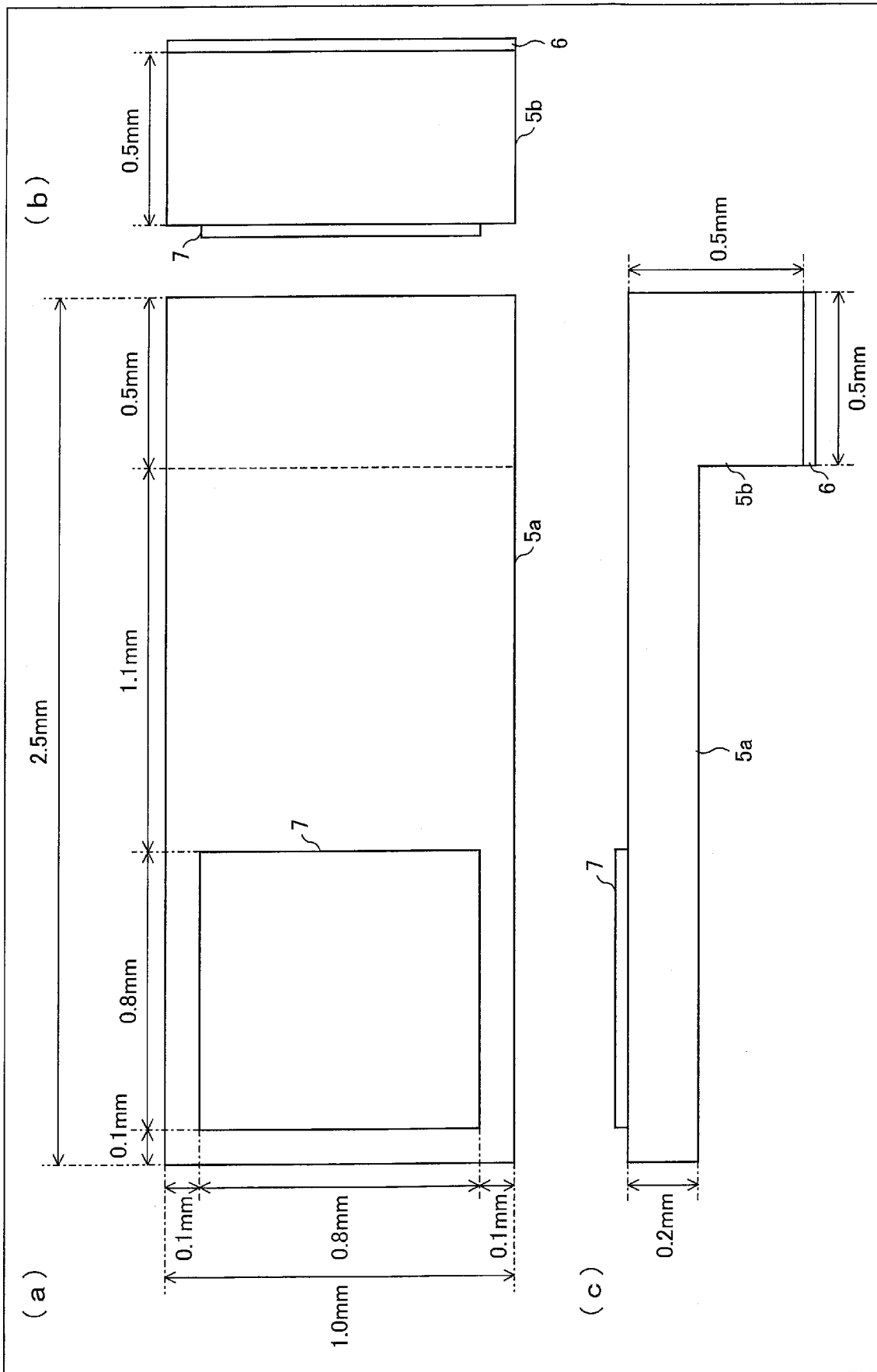
[請求項7] 前記平板状部と前記柱状部とは、一体成形されていることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載のレーザー装置。

[請求項8] 前記柱状部と前記放熱部材とは、一体成形されていることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載のレーザー装置。

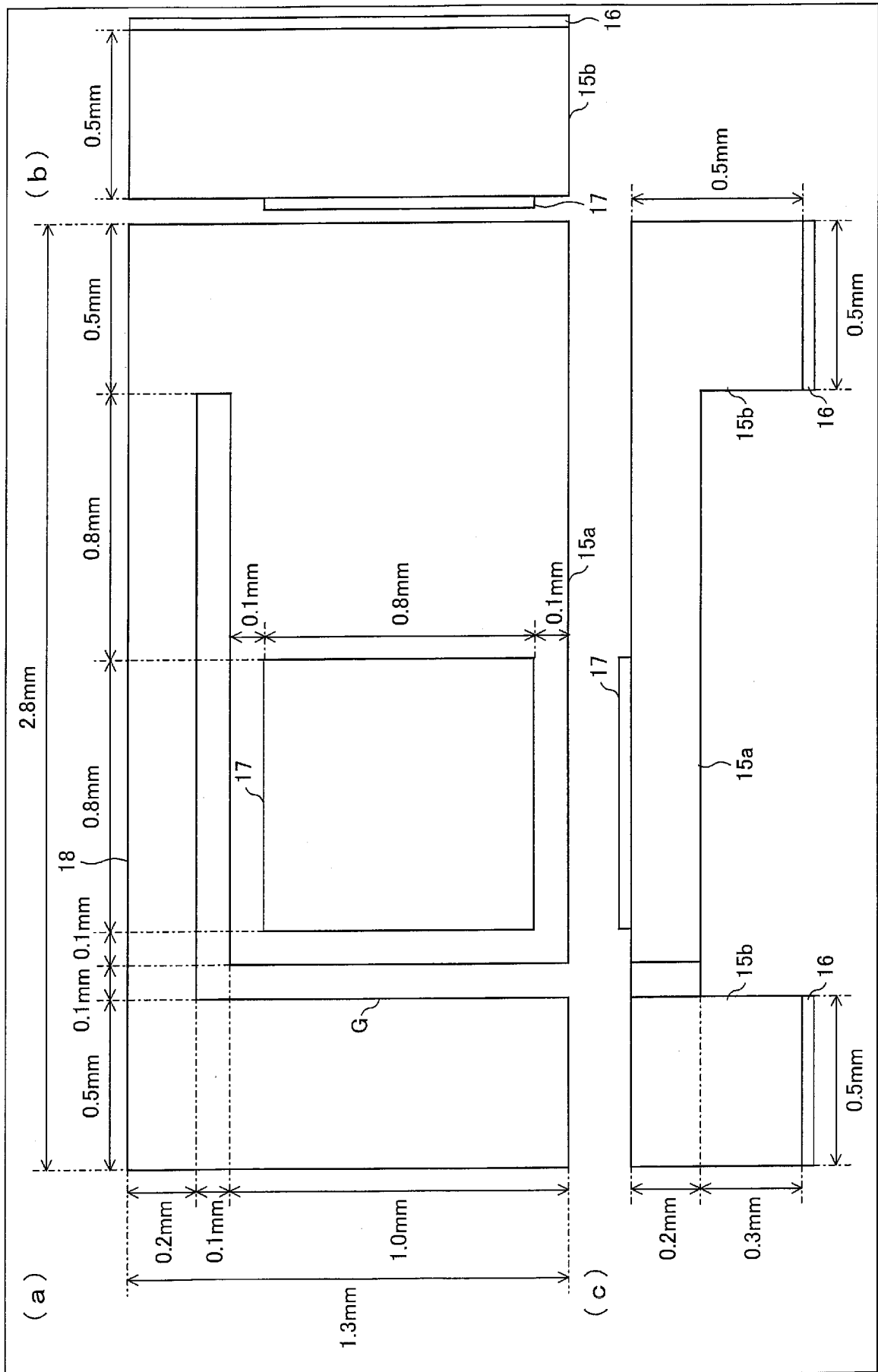
[図1]



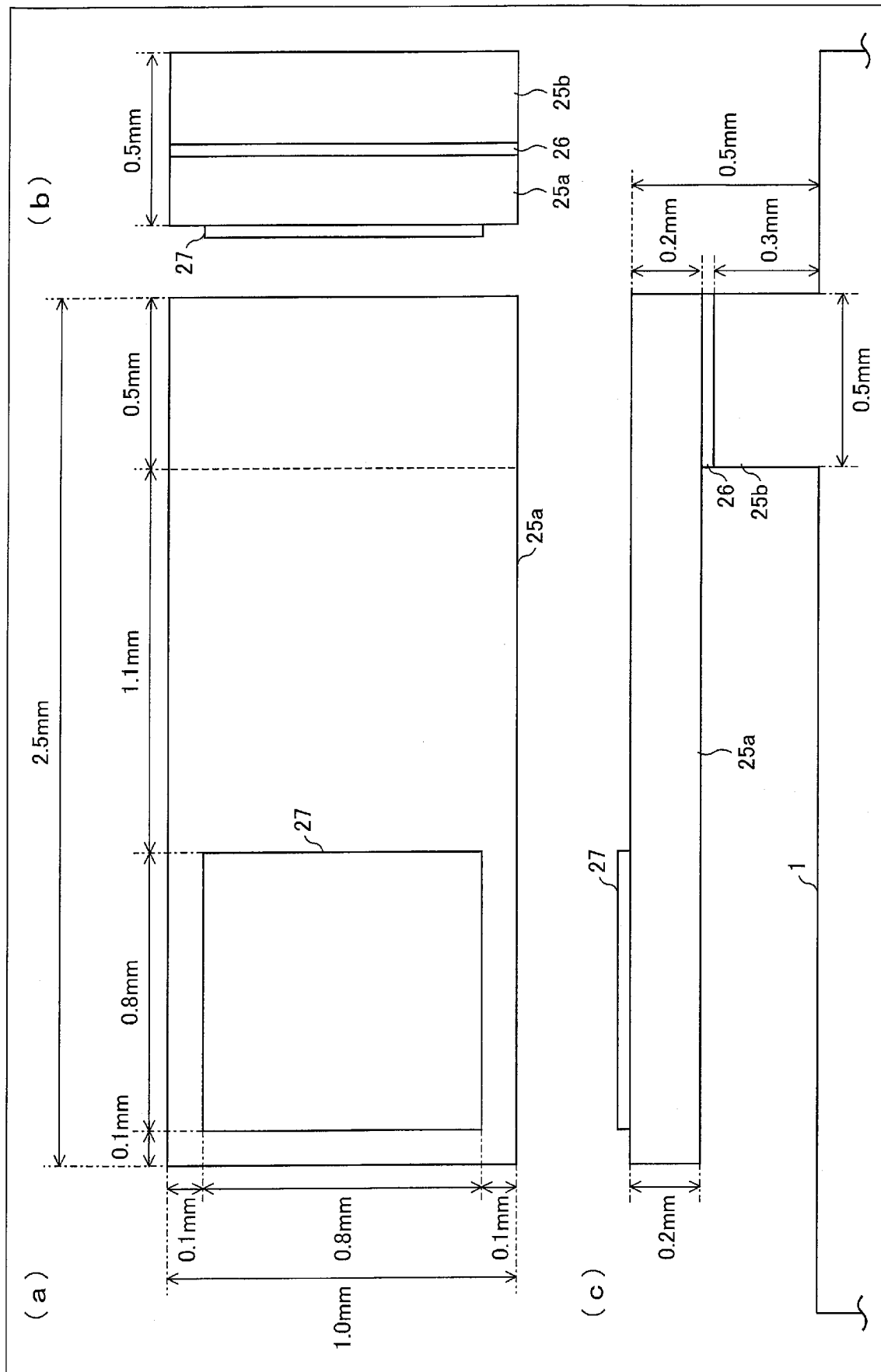
[図2]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/057589

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S5/022 (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)

H01S5/00-5/50, G02B6/26; 6/30-6/34; 6/42

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 01-225909 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 08 September 1989 (08.09.1989), page 3, lower left column, line 18 to lower right column, line 9; page 4, upper left column, line 14 to upper right column, line 9; fig. 4 (Family: none)	1, 2, 6 3-5, 7, 8
Y	JP 2006-509254 A (Picometrix, Inc.), 16 March 2006 (16.03.2006), paragraphs [0012], [0013], [0016]; fig. 1, 3 & US 2006/0056788 A1 & EP 1570306 A2 & WO 2004/053537 A2 & DE 60323261 D & CA 2509530 A & HK 1095637 A & KR 10-2005-0109917 A & CN 1886685 A & AT 406589 T	3-5, 7, 8

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 April, 2011 (19.04.11)Date of mailing of the international search report
26 April, 2011 (26.04.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/057589

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-256665 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 04 October 2007 (04.10.2007), paragraphs [0019] to [0023]; fig. 1 to 5 (Family: none)	5, 7, 8
Y	JP 63-193113 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 10 August 1988 (10.08.1988), page 4, upper right column, lines 11 to 14; fig. 1 (Family: none)	8

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

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. H01S5/00-5/50, G02B6/26;6/30-6/34;6/42

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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
X Y	JP 01-225909 A (沖電気工業株式会社) 1989.09.08, 第3頁左下欄第18行-同頁右下欄第9行, 第4頁左上欄第14行- 同頁右上欄第9行, 第4図 (ファミリーなし)	1, 2, 6 3-5, 7, 8
Y	JP 2006-509254 A (ピコメトリックス インコーポレイテッド) 2006.03.16, 段落 0012, 0013, 0016, 図 1, 3 & US 2006/0056788 A1 & EP 1570306 A2 & WO 2004/053537 A2 & DE 60323261 D & CA 2509530 A & HK 1095637 A & KR 10-2005-0109917 A & CN 1886685 A & AT 406589 T	3-5, 7, 8

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

19.04.2011

国際調査報告の発送日

26.04.2011

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)

高 椋 健 司

2K

3715

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
Y	JP 2007-256665 A (古河電気工業株式会社) 2007. 10. 04, 段落 0019-0023, 図 1-5 (ファミリーなし)	5, 7, 8
Y	JP 63-193113 A (沖電気工業株式会社) 1988. 08. 10, 第 4 頁右上欄第 11-14 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	8