

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5102380号  
(P5102380)

(45) 発行日 平成24年12月19日(2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日(2012.10.5)

(51) Int.Cl. F I  
**G O 2 B 6/42 (2006.01)** G O 2 B 6/42  
**G O 2 B 6/00 (2006.01)** G O 2 B 6/00 3 4 6

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2011-37926 (P2011-37926)	(73) 特許権者	000005186
(22) 出願日	平成23年2月24日 (2011. 2. 24)		株式会社フジクラ
(65) 公開番号	特開2012-173671 (P2012-173671A)		東京都江東区木場1丁目5番1号
(43) 公開日	平成24年9月10日 (2012. 9. 10)	(74) 代理人	100143764
審査請求日	平成24年2月29日 (2012. 2. 29)		弁理士 森村 靖男
早期審査対象出願		(74) 代理人	100129296
			弁理士 青木 博昭
		(72) 発明者	豊原 望
			千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社
			フジクラ 佐倉事業所内
		(72) 発明者	坂元 明
			千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社
			フジクラ 佐倉事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ファイバマウント装置、及び、それを用いた光モジュール、及び、光モジュールの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定波長のレーザ光を透過するセラミックから成るファイバサブマウント本体と、  
 前記ファイバサブマウント本体の上面に設けられるボンディングパッドと、  
 前記ファイバサブマウント本体の下面の少なくとも一部に設けられ、前記所定波長のレーザ光を吸収するレーザ吸収層と、  
 を備え、

前記ファイバサブマウント本体の上面は、前記ボンディングパッドが無く前記レーザ光の照射対象となる領域を有する

ことを特徴とするファイバマウント装置。

【請求項2】

前記レーザ吸収層は、前記ボンディングパッドからはみ出るように設けられていることを特徴とする請求項1に記載のファイバマウント装置。

【請求項3】

前記レーザ吸収層の前記ファイバサブマウント本体と反対側に基台が設けられていることを特徴とする請求項1または2に記載のファイバマウント装置。

【請求項4】

前記レーザ吸収層と前記基台との間に、前記ファイバサブマウント本体よりも熱伝導率が低い断熱部材が設けられていることを特徴とする請求項3に記載のファイバマウント装置。

## 【請求項 5】

前記ファイバサブマウント本体は、前記基台との間が空間により仕切られている梁部を有し、

前記領域は、前記梁部の上面に設けられ、

前記レーザ吸収層は、前記梁部の下面の少なくとも一部に設けられていることを特徴とする請求項 3 に記載のファイバマウント装置。

## 【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のファイバマウント装置と、

前記ボンディングパッド上において、前記レーザ吸収層に照射された前記所定波長のレーザ光による熱によりはんだ付けされた光ファイバと、

を備えることを特徴とする光モジュール。

10

## 【請求項 7】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のファイバマウント装置、及び、光ファイバを準備する準備工程と、

前記ボンディングパッド上にはんだ、及び、前記光ファイバを配置する配置工程と、

前記領域を介して前記レーザ吸収層に前記所定波長のレーザ光を照射して、前記レーザ吸収層を加熱し、この熱により、前記光ファイバを前記ボンディングパッドにはんだ付けするはんだ付け工程と、

を備える

20

ことを特徴とする光モジュールの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ファイバマウント装置、及び、それを用いた光モジュール、及び、光モジュールの製造方法に関し、より詳しくは、簡易な構成で、特性ばらつきの少ない光モジュールを実現可能なファイバマウント装置、及び、それを用いた光モジュール、及び、光モジュールの製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体レーザ素子から出力されたレーザ光を光ファイバのコアに入力する光モジュールが知られている。この光モジュールにおいては、一般的に、基台上にレーザサブマウント及びファイバマウントが配置されており、半導体レーザ素子と光ファイバの端部の相対的位置が正確に合わされて、半導体レーザ素子がレーザサブマウント上に固定され、光ファイバがファイバマウント上に固定されている。

30

## 【0003】

光ファイバは、一般的に、ファイバマウント上面に形成されたボンディングパッドにはんだにより固定される。このはんだは、はんだ付けの際、通常、レーザ光による熱により溶融されるが、酸化等のはんだの変質を防止するため、レーザ光は、はんだに直接照射されずに、ファイバマウントに照射されて、加熱されたファイバマウントからの熱伝導によりはんだが溶融される。

40

## 【0004】

ところで、ファイバマウントには、耐熱性等の観点からセラミックが用いられる場合がある。しかし、ファイバマウントに用いることができる幾つかのセラミックは、加熱用に用いるレーザ光を透過してしまい、上述のようにレーザ光によりファイバマウントを加熱することが困難な場合がある。そこで、下記特許文献 1 に記載の光モジュールにおいては、ファイバマウント上にチタンから成り、レーザ光を吸収して熱に変換するレーザ吸収層を設けている。ところが、このレーザ吸収層は、熱伝導性が悪いため、同じ面内にあるボンディングパッドの表面において、大きな熱勾配が生じてしまう。このようにボンディングパッドの表面における熱勾配が大きいと、ボンディングパッドのはんだ濡れ性の良い部

50

分と悪い部分とが生じて、はんだの固化時に光ファイバの位置がずれてしまうことがあり、光モジュールの特性にばらつきが生じてしまう虞がある。そこで、下記特許文献 1 においては、レーザ吸収層に加えて、ニッケルから成る熱伝導層を設けて、ボンディングパッド全体にレーザ吸収層で発熱した熱を伝導するものとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】米国特許第 6,758,610 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

しかし、上記特許文献 1 は、レーザ吸収層以外に熱伝導層を設ける必要があり、構成が複雑という問題がある。

【0007】

そこで、本発明は、簡易な構成で、特性ばらつきの少ない光モジュールを実現可能なファイバマウント装置、及び、それを用いた光モジュール、及び、光モジュールの製造方法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】

【0008】

所定波長のレーザ光を透過するセラミックから成るファイバサブマウント本体と、前記ファイバサブマウント本体の上面に設けられるボンディングパッドと、前記ファイバサブマウント本体の下面の少なくとも一部に設けられ、前記所定波長のレーザ光を吸収するレーザ吸収層と、を備え、前記ファイバサブマウント本体の上面は、前記ボンディングパッドが無く前記レーザ光の照射対象となる領域を有することを特徴とするものである。

20

【0009】

このようなファイバマウント装置によれば、所定波長のレーザ光をファイバサブマウント本体を透過させて、レーザ吸収層に照射することができる。このようにレーザ吸収層にレーザ光を照射することにより、レーザ吸収層は、このレーザ光を吸収して発熱し、この熱はファイバサブマウント本体の下面から上面へと伝導して、ボンディングパッドを加熱する。そして、ファイバサブマウント本体を熱が下面から上面へ伝導する過程において、熱はボンディングパッドの面方向に広がるため、ボンディングパッドにおける熱勾配を抑制することができる。このように特許文献 1 のように熱伝導層を設ける必要なく、ボンディングパッドの熱勾配を抑制することができるため、簡易な構成にすることができる。

30

【0010】

そして、このファイバマウント装置を用いて光モジュールを製造する場合、光ファイバをボンディングパッドにはんだ付けする際、ボンディングパッド上の熱勾配が抑制された状態で、はんだ付けをすることができる。従って、光ファイバのはんだ付けのばらつきを抑制することができ、特性ばらつきの少ない光モジュールを実現することができる。

【0011】

さらに上記ファイバマウント装置において、前記レーザ吸収層は、前記ボンディングパッドからはみ出るように設けられていることが好ましい。

40

【0012】

このようにすることで、ボンディングパッドに遮られることなく、所定波長のレーザ光をファイバサブマウント本体を透過させてレーザ吸収層に容易に照射することができる。

【0013】

また、上記ファイバマウント装置において、前記レーザ吸収層の前記ファイバサブマウント本体と反対側に基台が設けられていることとしても良い。

【0014】

そして、この場合においては、前記レーザ吸収層と前記基台との間に、前記ファイバサブマウント本体よりも熱伝導率が低い断熱部材が設けられていることが好ましい。

50

## 【0015】

このような断熱部材を設けることにより、レーザ吸収層で発生した熱が、基台側に伝導することを抑制して、この熱をファイバサブマウント本体を介して、より効率的に、ボンディングパッドに伝導させることができる。

## 【0016】

或いは、前記ファイバサブマウント本体は、前記基台との間が空間により仕切られている梁部を有し、前記領域は、前記梁部の上面に設けられ、前記レーザ吸収層は、前記梁部の下面の少なくとも一部に設けられていることが好ましい。

## 【0017】

このような構成にすることにより、レーザ吸収層で発生した熱が、空間により、基台側に短絡的に伝導することが抑制され、この熱をファイバサブマウント本体を介して、より効率的に、ボンディングパッドに伝導することができる。

10

## 【0018】

また、本発明の光モジュールは、上記のいずれかのファイバマウント装置と、前記ボンディングパッド上において、前記レーザ吸収層に照射された前記所定波長のレーザ光による熱によりはんだ付けされた光ファイバと、を備えることを特徴とするものである。

## 【0019】

このような光モジュールは、光ファイバが、熱勾配が抑制されたボンディングパッド上にはんだ付けされるため、特性ばらつきを少なくすることができる。

## 【0020】

20

また、本発明の光モジュールの製造方法は、上記のいずれかのファイバマウント装置、及び、光ファイバを準備する準備工程と、前記ボンディングパッド上にはんだ、及び、前記光ファイバを配置する配置工程と、前記領域を介して前記レーザ吸収層に前記所定波長のレーザ光を照射して、前記レーザ吸収層を加熱し、この熱により、前記光ファイバを前記ボンディングパッドにはんだ付けするはんだ付け工程と、を備えることを特徴とするものである。

## 【0021】

このような光モジュールの製造方法は、光ファイバが、熱勾配が抑制されたボンディングパッド上にはんだ付けされるため、特性ばらつきの少ない光モジュールを製造することができる。

30

## 【発明の効果】

## 【0022】

以上のように、本発明によれば、簡易な構成で、ばらつきの少ない光モジュールを実現可能なファイバマウント装置、及び、それを用いた光モジュール、及び、光モジュールの製造方法が提供される。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0023】

【図1】本発明の第1実施形態に係る光モジュールを示す図である。

【図2】光ファイバの長手方向に垂直な断面の構造を示す図である。

【図3】光モジュールの製造方法の工程を示すフローチャートである。

40

【図4】配置工程後の様子を示す図である。

【図5】はんだ付け工程の様子を示す図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る光モジュールを示す図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係る光モジュールを示す図である。

【図8】本発明の第3実施形態におけるはんだ付け工程の様子を示す図である。

【図9】本発明の第4実施形態に係る光モジュールを示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0024】

以下、本発明に係るファイバマウント装置、及び、それを用いた光モジュール、及び、光モジュールの製造方法の好適な実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

50

## 【 0 0 2 5 】

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係る光モジュールである。

## 【 0 0 2 6 】

図1に示すように、光モジュール1は、基台20と、基台20上に配置されるレーザサブマウント91と、レーザサブマウント91上に配置される半導体レーザ素子92と、基台20上に配置されるファイバサブマウント30と、ファイバサブマウント30上にはんだ50によりはんだ付けされている光ファイバ10とを主な構成として備える。このように本実施形態の光モジュール1は、半導体レーザ素子92から出力されるレーザ光を光ファイバ10により外部に出力する光モジュールである。

10

## 【 0 0 2 7 】

なお、本実施形態においては、基台20及びファイバサブマウント30により、ファイバマウント装置2とされている。

## 【 0 0 2 8 】

光モジュール1は、金属等から成る図示しない筐体内に収められている。基台20は、例えば、金属やセラミック製の板状の部材から構成されている。基台20を構成する材料が金属である場合、この金属としては、特に制限されないが、例えば、銅、銅タングステンを挙げることができ、基台20を構成する材料がセラミックである場合、このセラミックとしては、特に制限されないが、例えば、窒化アルミニウム( $AlN$ )や酸化アルミニウム( $Al_2O_3$ )等を挙げることができる。また、基台20は、筐体と同じ材料である場合には、筐体の一部から構成されても良い。

20

## 【 0 0 2 9 】

基台20上に配置されているレーザサブマウント91は、略直方体の形状をしており、図示しないはんだ材料により基台20上に固定されている。このレーザサブマウント91を構成する材料としては、特に制限されないが、例えば、 $AlN$ や $Al_2O_3$ 等のセラミックを挙げることができ、中でも、熱伝導性に優れる観点から $AlN$ が好ましい。また、基台20とレーザサブマウント91とが同様のセラミックから成る場合には、基台20とレーザサブマウント91とを一体成型により構成しても良い。

## 【 0 0 3 0 】

半導体レーザ素子92は、レーザサブマウント91上に図示しないはんだ材料により固定されている。この半導体レーザ素子92においては、複数の半導体層が積層されており、これらの半導体層により共振器構造が形成されている。そして、半導体レーザ素子92の光ファイバ10側の面から、例えば、波長が900nm帯のレーザ光を出力する。

30

## 【 0 0 3 1 】

基台20上に配置されているファイバサブマウント30は、ファイバサブマウント本体31と、ファイバサブマウント本体31の下面に設けられたレーザ吸収層32と、ファイバサブマウント本体31の上面に設けられたボンディングパッド33とを備えている。

## 【 0 0 3 2 】

ファイバサブマウント本体31は、略直方体の形状をしている。そして、ファイバサブマウント本体31は、所定波長のレーザ光を透過する。この所定の波長は、特に制限されないが、例えば、約800nm~約10 $\mu$ mの少なくとも一部の波長とされる。ファイバサブマウント本体31を上面から下面に透過するレーザ光の透過率 $T$ は、 $\alpha$ を吸光係数として、 $t$ をファイバサブマウント本体31の厚さとする場合に、

40

$$T = e^{-\alpha t}$$

で表され、透過率 $T$ が25%以上であることが好ましい。このようなファイバサブマウント本体31を構成する材料としては、ファイバサブマウント本体31の厚さにもより、特に制限されないが、例えば、 $AlN$ や、 $Al_2O_3$ や、酸化亜鉛( $ZnO$ )や、石英ガラス( $SiO_2$ )等のセラミックを挙げることができる。中でも、熱伝導率が比較的大きいことから $AlN$ が好ましい。 $AlN$ であれば、波長が約300nm~6000 $\mu$ mの光が透過することができ、例えば、波長が808nmのレーザ光が、厚さ0.3mm当たり

50

約 25% の透過率で透過することができる。

【0033】

レーザ吸収層 32 は、ファイバサブマウント本体 31 の下面全体に設けられている。このレーザ吸収層 32 は、ファイバサブマウント本体 31 を透過する所定波長のレーザ光を吸収するように構成されている。このようなレーザ吸収層 32 は、レーザ光吸収する限りにおいて、特に限定されないが、例えば、ファイバサブマウント本体 31 側が、チタン (Ti) や、ニッケル (Ni) 等がめっきされた金属層から成り、この金属層のファイバサブマウント本体 31 側と反対側に Au が積層された積層体から構成されている。ファイバサブマウント本体 31 側の金属層は、Ti から成ることが、レーザ光の吸収率が高く、発熱の効率が良いため好ましい。例えば、ファイバサブマウント本体 31 側の金属層が Ti から成る場合、波長が 808 nm のレーザ光を約 100% 吸収して、熱に変換することができる。Au 層は、レーザ光を主に吸収する、ファイバサブマウント本体 31 側の金属層を保護するために設けられた保護層である。

10

【0034】

ボンディングパッド 33 は、ファイバサブマウント本体 31 の上面の一部に設けられており、略四角形状をしている。このボンディングパッド 33 は、はんだが固定可能なように構成されており、例えば、ファイバサブマウント本体 31 側にチタン (Ti) 層が積層されており、Ti 層上に白金 (Pt) 層が積層されており、Pt 層上に金 (Au) 層が積層されており、この Au 層の表面が、ボンディングパッド 33 のファイバサブマウント本体 31 側と反対側の表面とされている。

20

【0035】

なお、上述のように、レーザ吸収層 32 がファイバサブマウント本体 31 の下面全体に設けられており、ボンディングパッド 33 は、ファイバサブマウント本体 31 の上面の一部に設けられているので、レーザ吸収層 32 は、ボンディングパッド 33 からはみ出るように設けられている。言い換えると、レーザ吸収層 32 は、レーザ光の光源が位置する上面から見て、ボンディングパッド 33 の陰に隠れることが無い領域を有している位置関係にある。

【0036】

このファイバサブマウント 30 は、レーザ吸収層 32 の下面 (ファイバサブマウント本体 31 側と反対側) が、レーザサブマウント 91 と同様にして、基台 20 上に固定されている。

30

【0037】

ボンディングパッド 33 上には、はんだ 50 が固定されている。このはんだ 50 としては、例えば、金錫系の共晶はんだを挙げることができ、Au と錫 (Sn) の比としては、Au 80% - Sn 20% や、Au 10% - Sn 90% を挙げることができる。はんだ 50 が Au 80% - Sn 20% である場合、はんだ 50 の融点は約 280 度とされる。

【0038】

図 2 は、光モジュール 1 における光ファイバ 10 の長手方向に垂直な断面の構造を示す図である。図 2 に示すように、光ファイバ 10 は、コア 11 と、コア 11 の外周面を囲むクラッド 12 とから構成されている。クラッド 12 の屈折率はコア 11 の屈折率よりも低くされており、コアは、例えば、ゲルマニウム等の屈折率を上げるドーパントが添加されたガラスから成り、クラッドは、例えば、何らドーパントが添加されない純粋な石英から構成される。また、特に図示しないが、クラッド 12 は、光モジュール 1 の外部においては、紫外線硬化樹脂等から成る被覆層で被覆されている。

40

【0039】

また、本実施形態においては、光ファイバ 10 の端部が、先細りに加工されており、レンズとしての機能を有している。

【0040】

そして、光ファイバ 10 は、はんだ 50 を貫通しており、光ファイバ 10 の先細りに加工された端部が、半導体レーザ素子 92 の出射面に向けられており、半導体レーザ素子 9

50

2 から出力されるレーザ光がコア 1 1 に入力するように配置されている。

【 0 0 4 1 】

さらに光ファイバ 1 0 は、少なくともはんだ 5 0 内において、メタライズ層 1 5 により被覆されており、このメタライズ層 1 5 がはんだ 5 0 に固定されている。このメタライズ層 1 5 は、はんだ 5 0 に濡れやすく、固定され易い構成とされている。メタライズ層の構成としては、特に限定されないが、Ni 層と Au 層の積層体から成り、Ni 層がクラッド 1 2 の外周面を被覆しており、Au 層が Ni 層の外周面を被覆している。また、Ni 層、Au 層の厚さは、特に限定されないが、例えば、Ni 層が  $2 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$  であり、Au 層が  $0.1 \mu\text{m} \sim 0.2 \mu\text{m}$  とされる。一般に光モジュールにおいては、はんだ付けは、フラックス無しで行うため、メタライズ層 1 5 の表面は、濡れ性を高めるため Au であることが好ましい。光ファイバ側の Ni 層は、Au の石英に対する密着性を高めるために下地層として形成されているものである。

10

【 0 0 4 2 】

従って、本実施形態においては、ボンディングパッド 3 3 の表面、及び、はんだ 5 0、及び、メタライズ層 1 5 の表面が共に Au を含んで構成されている。

【 0 0 4 3 】

このような光モジュール 1 は、図示しない外部からの電力の供給により、半導体レーザ素子 9 2 からレーザ光が出力される。出力されるレーザ光の波長は、上述のように、例えば、 $900 \text{ nm}$  帯とされる。出力されたレーザ光は、光ファイバ 1 0 のコア 1 1 に入力して、コア 1 1 を伝播して、光モジュール 1 の外部に出力される。

20

【 0 0 4 4 】

なお、レーザ光が光ファイバ 1 0 に入力するとき、レーザ光は、上述のようにコア 1 1 に入力するが、光ファイバ 1 0 の端面における屈折や、光ファイバ 1 0 及び半導体レーザ素子 9 2 における光軸のずれ等により、レーザ光の一部がクラッド 1 2 に漏れ光として入力する場合がある。この場合、漏れ光は、主にクラッド 1 2 を伝播して、光ファイバ 1 0 がメタライズ層 1 5 で被覆されている部分に到達して、漏れ光の少なくとも一部がメタライズ層 1 5 に吸収され、熱に変換される。このとき生じる熱は、はんだ 5 0、ファイバサブマウント 3 0、及び、基台 2 0 を介して、外部に放出される。

【 0 0 4 5 】

次に光モジュール 1 の製造方法について説明する。

30

【 0 0 4 6 】

図 3 は、図 1 の光モジュール 1 の製造方法の工程を示すフローチャートである。図 3 に示すように、光モジュール 1 の製造方法は、ファイバマウント装置 2、及び、光ファイバ 1 0、及び、はんだ 5 0 を準備する準備工程 P 1 と、光ファイバ 1 0、及び、はんだ 5 0 をボンディングパッド 3 3 上に配置する配置工程 P 2 と、はんだ 5 0 により光ファイバ 1 0 をボンディングパッド 3 3 にはんだ付けするはんだ付け工程 P 3 と、を備える。

【 0 0 4 7 】

< 準備工程 P 1 >

まず、ファイバマウント装置 2、及び、光ファイバ 1 0、及び、はんだ 5 0 を準備する。

40

【 0 0 4 8 】

ファイバマウント装置 2 の準備においては、基台 2 0、及び、ファイバサブマウント 3 0 を準備する。ファイバサブマウント 3 0 の準備においては、ファイバサブマウント本体 3 1 を準備して、ファイバサブマウント本体 3 1 の上面にボンディングパッド 3 3 を設ける。ボンディングパッド 3 3 は、蒸着法、スパッタ法、めっき法等の成膜加工により設ければ良い。また、ファイバサブマウント本体 3 1 の下面にはレーザ吸収層 3 2 を設ける。レーザ吸収層 3 2 は、ボンディングパッド 3 3 と同様の方法により設ければ良い。

【 0 0 4 9 】

そして、ファイバサブマウント 3 0 のレーザ吸収層 3 2 を図示しないはんだにより基台 2 0 にはんだ付けして、ファイバサブマウント 3 0 を基台 2 0 に固定する。

50

## 【 0 0 5 0 】

また、本工程において、基台 2 0 にレーザサブマウント 9 1 を図示しないはんだによりはんだ付けして固定すると共に、レーザサブマウント 9 1 上に半導体レーザ素子 9 2 を図示しないはんだ材料により固定する。

## 【 0 0 5 1 】

光ファイバ 1 0 においては、ボンディングパッド 3 3 にはんだ付けされる領域を含んで、この領域よりも長く上述のメタライズ層 1 5 を設ける。具体的には、はんだ付けされる領域の両側にはみ出すようにして、メタライズ層 1 5 を設ける。このはんだ付けされる領域の長さは、図 1 に示すように光ファイバ 1 0 がボンディングパッド 3 3 にはんだ付けされる場合において、ボンディングパッド 3 3 における光ファイバ 1 0 の長手方向に沿った幅と同じと考えれば良い。従って、この場合には、メタライズ層 1 5 の長さが、ボンディングパッド 3 3 における光ファイバ 1 0 の長手方向に沿った幅よりも長くなるようにして、メタライズ層 1 5 を設ければ良い。

10

## 【 0 0 5 2 】

メタライズ層 1 5 は、上述のように、例えば、Ni 層と Au 層との積層体である場合、めっき法により設けられることが好ましい。めっき法によれば、長さ方向に垂直な断面が円形である光ファイバ 1 0 の側面に対して、より均一な厚さでメタライズ層 1 5 を設けることができるためである。

## 【 0 0 5 3 】

はんだ 5 0 は、光ファイバ 1 0 をファイバサブマウント 3 0 上に固定するために、適切な量を準備して、必要な分のはんだをファイバサブマウント 3 0 上に配置できるように、一塊にしておく。なお、はんだ 5 0 にはフラックスが添加されていないことが、光ファイバ 1 0 の先細りした端部や半導体レーザ素子 9 2 の出射面にフラックスが付着することを防止でき、また、はんだ 5 0 の酸化や硫化を防止でき、光モジュール 1 の信頼性を向上させることができる観点から好ましい。

20

## 【 0 0 5 4 】

< 配置工程 P 2 >

次に準備したファイバサブマウント 3 0 上に、光ファイバ 1 0、及び、はんだ 5 0 を配置する。図 4 は、配置工程 P 2 後の様子を示す図である。具体的には、図 4 の ( A ) は、光ファイバ 1 0 の軸方向からファイバサブマウント 3 0 を見る図であり、図 4 の ( B ) は、ボンディングパッド 3 3 を平面視する図である。なお、図 4 の ( B ) において、基台 2 0 の記載は省略されている。

30

## 【 0 0 5 5 】

図 4 に示すように、本工程においては、ボンディングパッド 3 3 上の端にはんだ 5 0 を配置する。

## 【 0 0 5 6 】

また、光ファイバ 1 0 の中心軸が、半導体レーザ素子 9 2 から出射されるレーザ光の光軸と合うようにして、光ファイバ 1 0 を配置する。この光ファイバ 1 0 の配置においては、図示しない治具を用いて、図 4 の ( A ) に示すように、光ファイバ 1 0 がボンディングパッド 3 3 から僅かに浮くようにして、光ファイバ 1 0 の位置を固定する。この固定位置において、図 4 の ( B ) に示すように、メタライズ層 1 5 の両方の端部が、ボンディングパッド 3 3 からはみ出ることになる。

40

## 【 0 0 5 7 】

こうして、図 4 に示すように、ファイバサブマウント 3 0 上に、光ファイバ 1 0、及び、はんだ 5 0 が配置される。

## 【 0 0 5 8 】

< はんだ付け工程 P 3 >

次に、ボンディングパッド 3 3 上に配置されたはんだ 5 0 を加熱により溶融して、ボンディングパッド 3 3 及びメタライズ層 1 5 に付着させる。図 5 は、はんだ付け工程 P 3 の様子を図 4 の ( A ) と同じ視点から見た図である。図 5 に示すように、はんだの加熱は、

50

レーザ光 L の照射により行われる。

【 0 0 5 9 】

レーザ光 L は、ファイバサブマウント本体 3 1 の上面のボンディングパッド 3 3 が無い領域に照射される。このレーザ光 L は、ファイバサブマウント本体 3 1 を透過することができる所定波長の光と同じ波長を含むレーザ光とされる。従って、レーザ光 L の少なくとも一部は、ファイバサブマウント本体 3 1 を透過して、レーザ吸収層 3 2 に到達し、レーザ吸収層 3 2 に吸収されて熱になる。レーザ光 L は、例えば、半導体レーザから出力される波長 8 0 8 n m のレーザ光である。

【 0 0 6 0 】

なお、本実施形態においては、図 5 に示すように、レーザ光 L は、ファイバサブマウント本体 3 1 の上面のボンディングパッド 3 3 が無い領域から、レーザ吸収層 3 2 におけるボンディングパッド 3 3 の下の領域に照射されることが好ましい。このようにレーザ光が照射されることにより、後述のボンディングパッド 3 3 における熱勾配をより抑制することができる。或いは、本実施形態のように、レーザ吸収層 3 2 がボンディングパッド 3 3 からはみ出すように設けられている場合、ボンディングパッド 3 3 に遮られることなく、レーザ光 L をファイバサブマウント本体 3 1 を介してレーザ吸収層 3 2 に容易に照射することができる観点から、レーザ光 L は、ファイバサブマウント本体 3 1 の上面のボンディングパッド 3 3 が無い領域から、レーザ吸収層 3 2 におけるボンディングパッド 3 3 からはみ出している領域に照射されることとしても良い。

【 0 0 6 1 】

レーザ吸収層 3 2 で発生した熱は、ファイバサブマウント本体 3 1 を拡散しながら伝導して、ボンディングパッド 3 3 に到達する。このようにレーザ吸収層 3 2 からの熱伝導により、ボンディングパッド 3 3 が加熱されて、更にこの熱がはんだ 5 0 に伝導して、はんだ 5 0 が溶融する。

【 0 0 6 2 】

なお、本工程は、はんだ 5 0 の酸化を防止する観点から不活性ガス雰囲気下において行うことが好ましい。

【 0 0 6 3 】

溶融したはんだ 5 0 は、ボンディングパッド 3 3 の露出している表面全体に濡れ広がり、ボンディングパッド 3 3 に付着すると共に、光ファイバ 1 0 のメタライズ層 1 5 を巻き込むようにしてメタライズ層 1 5 に濡れ広がり付着する。そして、レーザ光 L の照射が終了後に、溶融したはんだ 5 0 が固化して、光ファイバ 1 0 がファイバマウント装置 2 のファイバサブマウント 3 0 に固定され、図 1 に示す光モジュール 1 を得る。

【 0 0 6 4 】

以上説明したように、本実施形態のファイバマウント装置 2 を用いた光モジュールの製造方法によれば、レーザ吸収層 3 2 で発生した熱は、ファイバサブマウント本体 3 1 を下面から上面へ伝導する過程において、ボンディングパッド 3 3 の面方向に広がるため、ボンディングパッド 3 3 の熱勾配を抑制することができる。すなわち、ボンディングパッド 3 3 の全面に対して、レーザ光吸収による発熱源からの距離の偏りが小さい位置とすることができるため、ボンディングパッド 3 3 と同一面内にレーザ光吸収による発熱源が位置する従来の方法と比較して、ボンディングパッド 3 3 上の熱勾配を抑制することができる。このようにボンディングパッド 3 3 上の熱勾配が抑制された状態で、はんだ付けを行うことができたため、光ファイバ 1 0 のはんだ付け位置のばらつきを抑制することができ、特性ばらつきの少ない光モジュール 1 を実現することができる。

【 0 0 6 5 】

また、ファイバマウント装置 2 は、ファイバサブマウント本体 3 1 において、レーザ吸収層 3 2 で発生した熱がボンディングパッド 3 3 の面方向に広がるため、特に熱伝導層を設ける必要が無く、簡易な構成でばらつきの少ない光モジュールを実現することができる。

【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態について図6を参照して詳細に説明する。なお、第1実施形態と同一又は同等の構成要素については、特に説明する場合を除き、同一の参照符号を付して重複する説明は省略する。図6は、本発明の第2実施形態に係る光モジュールを示す図である。

【0067】

図6に示すように、本実施形態の光モジュール3は、第1実施形態におけるファイバマウント装置2の代わりにファイバマウント装置4が用いられ、ファイバマウント装置4は、レーザ吸収層32と基台20との間に、ファイバサブマウント本体31よりも熱伝導率が低い断熱部材34が設けられている点において、第1実施形態のファイバマウント装置2と異なる。

10

【0068】

断熱部材34は、レーザ吸収層32における基台20側の全面に設けられても良く、一部に設けられても良い。断熱部材34の材料としては、ファイバサブマウント本体31よりも熱伝導率が低い限りにおいて、特に限定されないが、例えば、ファイバサブマウント本体31がAlNから構成されている場合には、モリブデン(Mo)、ニッケル(Ni)、酸化アルミニウム( $Al_2O_3$ )、酸化ジルコニウム( $ZrO_2$ )、ガラス等を挙げることができ、ファイバサブマウント本体31が $Al_2O_3$ から構成されている場合には、 $ZrO_2$ 、ガラス等を挙げることができ、ファイバサブマウント本体31がZnOから構成されている場合には、 $ZrO_2$ 、ガラス等を挙げることができる。

20

【0069】

このような光モジュール3は、次のように製造することができる。

【0070】

まず、準備工程P1において、第1実施形態と同様にして、光ファイバ10、及び、はんだ50を準備し、さらに、ファイバマウント装置4を準備する。

【0071】

ファイバマウント装置4の準備においては、第1実施形態と同様にして、ファイバサブマウント本体31にレーザ吸収層32及びボンディングパッド33を設ける。そして、レーザ吸収層32のファイバサブマウント本体31側と反対側の面の少なくとも一部に断熱部材34を設ける。

30

【0072】

断熱部材34は、例えば、スパッタやめっき法等によりレーザ吸収層32の表面に直接設けても良く、別途用意した断熱部材34をレーザ吸収層32に貼り合せて設けても良い。

【0073】

そして、断熱部材34がレーザ吸収層32の全面に設けられる場合には、断熱部材34を基台20にはんだ付けにより固定し、断熱部材34がレーザ吸収層32の一部に設けられる場合には、断熱部材34及びレーザ吸収層32を基台20にはんだ付けにより固定する。

【0074】

次に、第1実施形態と同様にして、光ファイバ10、及び、はんだ50を準備したファイバマウント装置4上に配置して、配置工程P2を行う。

40

【0075】

次に、第1実施形態と同様にして、レーザ光Lを照射して、はんだ付け工程P3を行う。このとき、レーザ吸収層32で発生した熱は、断熱部材34により基台20に伝導することが抑制され、ファイバサブマウント本体31に伝導する。従って、レーザ光Lは、レーザ吸収層32における断熱部材34と重なる領域に照射されることが、より効率良く熱をファイバサブマウント本体31に伝導できるため好ましい。

【0076】

本実施形態におけるファイバマウント装置4を用いた光モジュール3の製造方法によれ

50

ば、断熱部材 3 4 を設けることにより、レーザ吸収層 3 2 で発生した熱をファイバサブマウント本体 3 1 を介して、より効率的にボンディングパッド 3 3 に伝導することができる。

【 0 0 7 7 】

なお、断熱部材 3 4 が、レーザ吸収層 3 2 の全面に設けられている場合、はんだ付け工程 P 3 において、レーザ吸収層 3 2 で生じた熱をより効率良くファイバサブマウント本体 3 1 側に伝導できるため好ましく、断熱部材 3 4 が、レーザ吸収層 3 2 の一部に設けられている場合においては、光モジュール 3 の使用時に光ファイバ 1 0 のメタライズ層 1 5 で発生した熱が、断熱部材 3 4 が設けられていない部分から基台 2 0 に伝導し易く、熱放出が効率良くできるため好ましい。

10

【 0 0 7 8 】

( 第 3 実施形態 )

次に、本発明の第 3 実施形態について図 7、8 を参照して詳細に説明する。なお、第 1 実施形態と同一又は同等の構成要素については、特に説明する場合を除き、同一の参照符号を付して重複する説明は省略する。図 7 は、本発明の第 3 実施形態に係る光モジュールを示す図である。

【 0 0 7 9 】

図 7 に示すように、本実施形態の光モジュールは、第 1 実施形態におけるファイバマウント装置 2 の代わりにファイバマウント装置 6 が用いられ、ファイバマウント装置 6 は、ファイバサブマウント本体 3 1 が、基台 2 0 との間が空間により仕切られている梁部 3 6 を有し、ボンディングパッド 3 3 が、梁部 3 6 の上面に設けられ、レーザ吸収層 3 2 が、梁部 3 6 の下面の少なくとも一部に設けられている点において、第 1 実施形態のファイバマウント装置 2 と異なる。

20

【 0 0 8 0 】

ファイバサブマウント本体 3 1 は、梁部 3 6 と、梁部 3 6 よりも厚さが大きな柱部 3 7 とから成り、梁部 3 6 は、片持ち構造とされている。そして、基台 2 0 に柱部 3 7 がはんだにより固定されることで、梁部 3 6 と基台 2 0 との間が空間により仕切られている。

【 0 0 8 1 】

このような光モジュールは、以下のように製造する。

【 0 0 8 2 】

まず、準備工程 P 1 において、梁部 3 6 を有するファイバサブマウント本体 3 1 を準備する。梁部 3 6、柱部 3 7 は、ファイバサブマウント本体 3 1 となる直方体のセラミックを削ることにより形成しても良く、焼成前のセラミックの材料を、梁部 3 6、柱部 3 7 を有するファイバサブマウント本体 3 1 の形に成型して焼成することにより形成しても良い。

30

【 0 0 8 3 】

次に準備したファイバサブマウント本体 3 1 の梁部 3 6 の上面に第 1 実施形態と同様にして、ボンディングパッド 3 3 を設ける。さらに、梁部 3 6 の下面に第 1 実施形態と同様にしてレーザ吸収層 3 2 を設ける。次に、ファイバサブマウント本体 3 1 の柱部 3 7 の下面をはんだ付けにより基台 2 0 に固定する。こうして梁部 3 6 と基台 2 0 との間が空間により仕切られたファイバマウント装置 6 を得る。

40

【 0 0 8 4 】

次に、第 1 実施形態と同様にして、ボンディングパッド 3 3 上に光ファイバ 1 0 及びはんだ 5 0 を配置して、配置工程 P 2 を行う。

【 0 0 8 5 】

次に、図 8 に示すように、第 1 実施形態と同様にして、ファイバサブマウント本体 3 1 を介して、レーザ吸収層 3 2 にレーザ光 L を照射して、はんだ付け工程 P 3 を行う。このとき、レーザ光 L は、ファイバサブマウント本体 3 1 の上面のボンディングパッド 3 3 が無い領域から、レーザ吸収層 3 2 におけるボンディングパッド 3 3 の下の領域に照射されても良く、図 8 に示すようにファイバサブマウント本体 3 1 の上面のボンディングパッド

50

33が無い領域から、レーザ吸収層32におけるボンディングパッド33からはみ出している領域に照射されても良い。本実施形態においては、レーザ吸収層32の基台20側が空間であるため、レーザ吸収層32において生じる熱の殆どは、ファイバサブマウント本体31の梁部36を伝導する。そして、梁部36の上面に設けられたボンディングパッド33は、梁部36を伝導した熱により加熱される。こうしてはんだ50が融解して、第1実施形態と同様に光ファイバ10がボンディングパッド33にはんだ付けされる。

【0086】

本実施形態におけるファイバマウント装置6を用いた光モジュールの製造方法によれば、レーザ吸収層32で発生した熱が、空間により、基台20側に伝導することが防止され、この熱をファイバサブマウント本体31の梁部36を介して、より効率的に、ボンディングパッド33に伝導することができる。従って、より効率的にはんだ付け工程を行うことができる。

10

【0087】

また、光モジュールの使用時においては、光ファイバ10のメタライズ層15で発生した熱は、ファイバサブマウント本体31における梁部36から梁部36以外の部分を介して、基台20に伝導し、熱放出ができる。

【0088】

(第4実施形態)

次に、本発明の第4実施形態について図9を参照して詳細に説明する。なお、第3実施形態と同一又は同等の構成要素については、特に説明する場合を除き、同一の参照符号を付して重複する説明は省略する。図9は、本発明の第4実施形態に係る光モジュールを示す図である。

20

【0089】

図9に示すように、本実施形態の光モジュールは、第3実施形態におけるファイバマウント装置6の代わりにファイバマウント装置8が用いられ、ファイバマウント装置8は、ファイバサブマウント本体31が、梁部36が両持ち構造であり、ボンディングパッド33が、ファイバサブマウント本体における梁部36以外の上面に設けられている点において、第3実施形態のファイバマウント装置6と異なる。

【0090】

ファイバサブマウント本体31は、梁部36と、梁部36の両側に接続され、梁部36よりも厚さが厚い一組の柱部37a、37bとから成り、梁部36は、両持ち構造とされている。そして、基台20には、一方の柱部37aがはんだにより固定され、他方の柱部37bは、基台20に固定されずに、基台20から僅かに浮いている。こうして、梁部36と基台20との間が空間により仕切られている。そして、ボンディングパッド33は、基台20から僅かに浮いている柱部37bの上面に形成されている。別言すれば、本実施形態のファイバサブマウント本体31は、第3実施形態の片持ち構造の梁部36におけるボンディングパッドと重なる位置の厚さが、柱部37と略同様とされた構造である。

30

【0091】

このようなファイバマウント装置によれば、光ファイバ10に外力が加わる場合においても、柱部37bが基台20に当接して、梁部36が破損することを防止することができる。従って、信頼性を向上することができる。

40

【0092】

このような光モジュール5は、以下のように製造する。

【0093】

まず、準備工程P1において、梁部36を有するファイバサブマウント本体31を準備する。梁部36、柱部37a、37bは、ファイバサブマウント本体31となる直方体のセラミックを削ることにより形成しても良く、焼成前のセラミックの材料を、梁部36、柱部37a、37bを有するファイバサブマウント本体31の形に成型して焼成することにより形成しても良い。

【0094】

50

次に準備したファイバサブマウント本体 31 の柱部 37b 上面に第 1 実施形態と同様にして、ボンディングパッド 33 を設ける。さらに、梁部 36 の下面に第 1 実施形態と同様にしてレーザ吸収層 32 を設ける。次に、ファイバサブマウント本体 31 の柱部 37a の部位の下面をはんだ付けにより基台 20 に固定する。こうして梁部 36 と基台 20 との間が空間により仕切られたファイバマウント装置 6 を得る。

【0095】

次に、第 1 実施形態と同様にして、ボンディングパッド 33 上に光ファイバ 10 及びはんだ 50 を配置して、配置工程 P2 を行う。

【0096】

次に、第 1 実施形態と同様にして、ファイバサブマウント本体 31 を介して、レーザ吸収層 32 にレーザ光 L を照射して、はんだ付け工程 P3 を行う。このとき、レーザ吸収層 32 の基台 20 側が空間であるため、レーザ吸収層 32 において生じる熱の殆どは、ファイバサブマウント本体 31 の梁部 36 を伝導する。そして、柱部 37b の上面に設けられたボンディングパッド 33 は、梁部 36 から柱部 37b に伝導した熱により加熱される。こうしてはんだ 50 が融解して、第 1 実施形態と同様に光ファイバ 10 がボンディングパッド 33 にはんだ付けされる。

【0097】

本実施形態におけるファイバマウント装置 6 を用いた光モジュール 5 の製造方法によれば、レーザ吸収層 32 で発生した熱が、空間により、基台 20 側に短絡的に伝導することが防止され、この熱をファイバサブマウント本体 31 の梁部 36、柱部 37b を介して、より効率的に、ボンディングパッド 33 に伝導することができる。さらに、柱部 37b が、梁部 36 よりも厚いため、熱容量が大きく、レーザ吸収層 32 で発生した熱をより溜めることができ、よりボンディングパッド 33 の熱勾配が少ない状態ではんだ付け工程を行うことができる。

【0098】

以上、本発明について、第 1～第 4 実施形態を例に説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0099】

例えば、上記実施形態の光モジュールは、半導体レーザ素子 92 から出力されたレーザ光を光ファイバ 10 から出力する光モジュールとされたが、本発明はこれに限らず、LiNbO<sub>3</sub> 変調器等の光モジュールにも用いることができ、さらに、半導体レーザ素子 92 の代わりに受光素子を用いて、光ファイバ 10 から入力した光を受光素子で受光する光モジュールとしても良い。

【0100】

また、上記実施形態においては、基台 20 及びファイバサブマウント 30 により、ファイバマウント装置とされていたが、ファイバサブマウント 30 単体で用いることができる場合には、基台 20 を省略して、ファイバサブマウント 30 のみでファイバマウント装置を構成しても良い。

【産業上の利用可能性】

【0101】

以上説明したように、本発明によれば、簡易な構成で、ばらつきの少ない光モジュールを実現可能なファイバマウント装置、及び、それを用いた光モジュール、及び、光モジュールの製造方法が提供される。

【符号の説明】

【0102】

- 1、3・・・光モジュール
- 2、4、6、8・・・ファイバマウント装置
- 10・・・光ファイバ
- 11・・・コア
- 12・・・クラッド

10

20

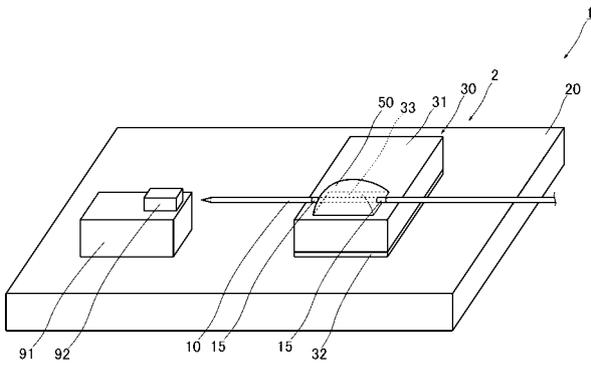
30

40

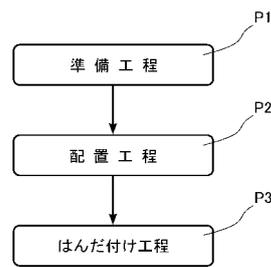
50

- 15・・・メタライズ層
- 20・・・基台
- 30・・・ファイバサブマウント
- 31・・・ファイバサブマウント本体
- 32・・・レーザ吸収層
- 33・・・ボンディングパッド
- 34・・・断熱部材
- 36・・・梁部
- 37、37a、37b・・・柱部
- 91・・・レーザサブマウント
- 92・・・半導体レーザ素子
- P1・・・準備工程
- P2・・・配置工程
- P3・・・はんだ付け工程

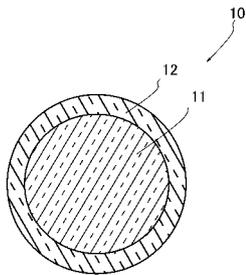
【図1】



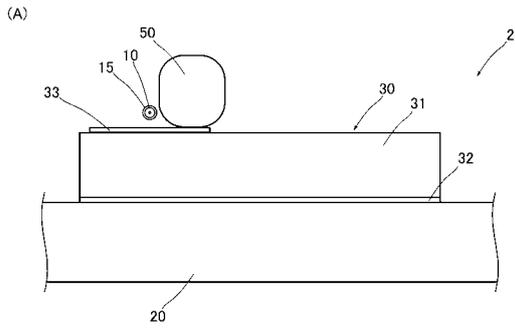
【図3】



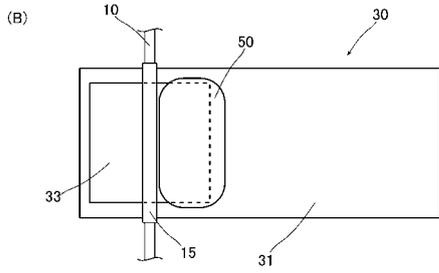
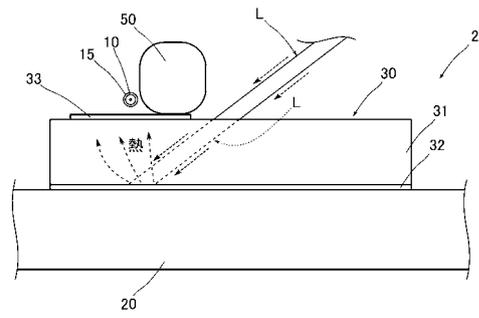
【図2】



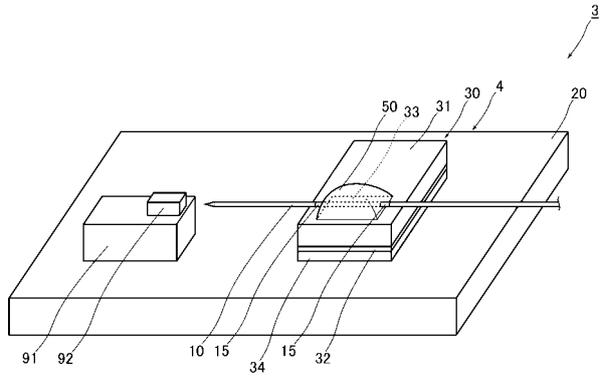
【 図 4 】



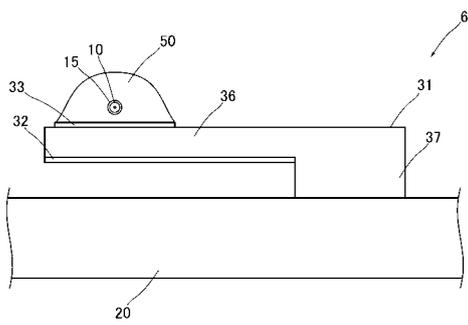
【 図 5 】



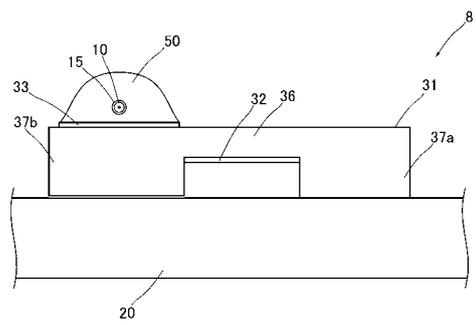
【 図 6 】



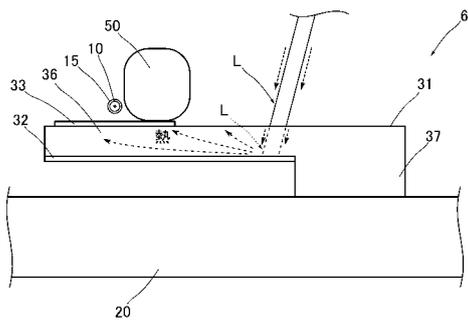
【 図 7 】



【 図 9 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 葛西 洋平

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

審査官 吉田 英一

(56)参考文献 国際公開第2010/110068(WO, A1)

特表2006-509254(JP, A)

特開平01-319713(JP, A)

特開平06-214268(JP, A)

国際公開第2011/122540(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/42

G02B 6/00

G02B 6/24