

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-186527
(P2004-186527A)

(43) 公開日 平成16年7月2日(2004.7.2)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO1S 5/024	HO1S 5/024	5FO36
HO1L 23/473	HO1L 23/46	5FO73

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2002-353322 (P2002-353322)	(71) 出願人	000133788 株式会社テクニスコ 東京都品川区南品川二丁目2番15号
(22) 出願日	平成14年12月5日 (2002.12.5)	(74) 代理人	100095957 弁理士 亀谷 美明
		(74) 代理人	100096389 弁理士 金本 哲男
		(74) 代理人	100101557 弁理士 萩原 康司
		(72) 発明者	松本 好博 東京都品川区南品川二丁目2番15号 株式会社テクニスコ内
		(72) 発明者	金田 時宏 東京都品川区南品川二丁目2番15号 株式会社テクニスコ内

最終頁に続く

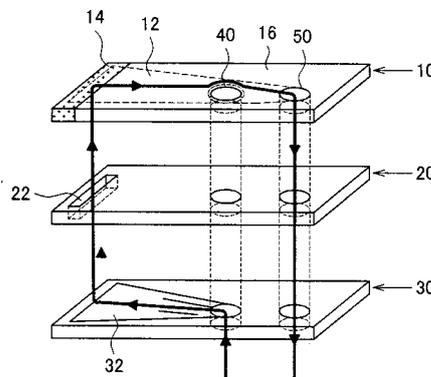
(54) 【発明の名称】 レーザーダイオード冷却装置

(57) 【要約】

【課題】 製造コストを大幅に増加させることなく、レーザーダイオードを効果的に冷却可能な装置を提供すること。

【解決手段】 レーザーダイオード5を冷却するレーザーダイオード冷却装置であって：内部に冷却液を流すための水路が形成されている本体部16, 20, 30と；本体部に接合されるとともに、レーザーダイオード5が装着されるサブマウント部14と；を備え、サブマウント部14のみが、ダイヤモンド、ダイヤモンド-銅の複合材料、モリブデン、銅-タングステンの複合材料、炭化珪素、および窒化アルミニウムからなる群から選択されるいずれか1つで形成されていることを特徴とするレーザーダイオード冷却装置が提供される。かかる構成により、レーザーダイオードの冷却効果と、熱膨張率の差に起因するレーザーダイオード特性の劣化を抑制する効果を維持したままで、製造コストを大幅に低減できる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

レーザーダイオードを冷却するレーザーダイオード冷却装置であって：

内部に冷却液を流すための水路が形成されている本体部と；

前記本体部に接合されるとともに，前記レーザーダイオードが装着されるサブマウント部と；

を備え，

前記サブマウント部のみが，ダイヤモンド，モリブデン，銅 - タングステンの複合材料，ダイヤモンド - 銅の複合材料，炭化珪素，および窒化アルミニウムからなる群から選択されるいずれか 1 つで形成されていることを特徴とする，レーザーダイオード冷却装置。

10

【請求項 2】

前記サブマウント部の内部にも，前記水路が形成されていることを特徴とする，請求項 1 に記載のレーザーダイオード冷却装置。

【請求項 3】

前記本体部は，銅，金メッキされた銅，およびタングステン焼結合金からなる群から選択されるいずれか 1 つで形成されることを特徴とする，請求項 1 または 2 のいずれかに記載のレーザーダイオード冷却装置。

【請求項 4】

前記本体部及び / 又は前記サブマウント部は，積層された複数のプレートから構成されていることを特徴とする，請求項 1，2 または 3 のいずれかに記載のレーザーダイオード冷却装置。

20

【請求項 5】

前記サブマウント部の体積は，前記複数のプレートのうち前記サブマウント部と接合される前記本体部のプレートの体積より，小さいことを特徴とする，請求項 4 に記載のレーザーダイオード冷却装置。

【請求項 6】

前記サブマウント部は，前記本体部に形成された略コの字形の嵌合部に嵌合されることを特徴とする，請求項 1，2，3，4 または 5 のいずれかに記載のレーザーダイオード冷却装置。

【請求項 7】

前記サブマウント部は，前記本体部に形成された略段差型の嵌合部に嵌合されることを特徴とする，請求項 1，2，3，4，5 または 6 のいずれかに記載のレーザーダイオード冷却装置。

30

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は，レーザーダイオード冷却装置にかかり，特に，水冷方式のレーザーダイオード冷却装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年，高出力レーザーダイオードを効果的に冷却するための冷却装置として，水冷式のヒートシンクが用いられている。この水冷式のヒートシンクは，レーザーダイオードが設置される放熱体の内部にマイクロチャンネルと呼ばれる水路が形成されており，かかる水路に冷却水を流すことにより，発熱したレーザーダイオードを冷却することができる。

40

【0003】

かかる水冷式ヒートシンクの例としては，複数のプレート（板状部材）を積層して上記放熱体を構成し，かかるプレート同士の接合面などに上記水路を形成する構造が提案されている（例えば特許文献 1 参照）。このようなヒートシンクでは，全体が同一の材質で形成されていた。

【0004】

50

ところで、かかるヒートシンクの材質としては、まず、熱伝導率が高いことが要求される。これは、ヒートシンクの放熱効果を高めて、レーザーダイオードを効果的に冷却するためである。さらに、当該材質の熱膨張率が、レーザーダイオードの熱膨張率と同程度であることも要求される。これは、レーザーダイオードとヒートシンクとの熱膨張率の差が大きいと、レーザーダイオードの駆動による発熱や、動作/非動作の繰り返しによって生じる周期的な温度差などが原因で、レーザーダイオードに熱的なストレス(応力)が加わり、レーザーダイオードの特性が劣化してしまうからである。具体的には、レーザーダイオードの結晶転移などにより、レーザーダイオードの特性が変化してしまうことが分かっている。

【0005】

このような要求の双方を満たすヒートシンクの材質としては、例えば、ダイヤモンド、炭化珪素、または窒化アルミニウムなどが挙げられる。

【0006】

【特許文献1】

特開2001-160149号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記好適な材質であるダイヤモンド、炭化珪素、または窒化アルミニウムなどは非常に高価であるので、上記従来のヒートシンクのように、ヒートシンク全体をこれらの材料で形成すると、製造コストが大幅に増加してしまうという問題があった。

【0008】

他方、銅などの比較的安価な材料でヒートシンクを形成すると、製造コストは抑制できるが、上記熱膨張率の差などが原因で、レーザーダイオード特性が早期に劣化してしまうという問題があった。

【0009】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、製造コストを大幅に増加させることなく、レーザーダイオードを効果的に冷却できるとともに、熱膨張率の差に起因するレーザーダイオード特性の劣化をも防止することが可能な、新規かつ改良されたレーザーダイオードの冷却装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の第1の観点によれば、レーザーダイオードを冷却するレーザーダイオード冷却装置が提供される。このレーザーダイオード冷却装置は、内部に冷却液を流すための水路が形成されている本体部と；本体部に接合されるとともに、レーザーダイオードが装着されるサブマウント部と；を備え、サブマウント部のみが、ダイヤモンド、モリブデン、銅-タングステンの複合材料、ダイヤモンド-銅の複合材料、炭化珪素、および窒化アルミニウムからなる群から選択されるいずれか1つで形成されていることを特徴とする。

【0011】

かかる構成により、内部の水路に冷却液を循環させることで、発熱体であるレーザーダイオードを冷却することが可能な、水冷式のレーザーダイオード冷却装置(ヒートシンク)を提供できる。また、ダイヤモンド、モリブデン、銅-タングステンの複合材料、ダイヤモンド-銅の複合材料、炭化珪素、または窒化アルミニウムは、高い熱伝導率と、レーザーダイオードに近い熱膨張率とを兼ね備えた材料であり、機能面ではヒートシンクの素材として好適な材料である。また、サブマウント部は、レーザーダイオードに直接的に接触する部分であるので、このサブマウント部の熱伝導率や熱膨張率が、レーザーダイオードの冷却効率やレーザーダイオード特性の劣化に対して大きな影響を与えることとなる。このため、上記レーザーダイオード冷却装置では、かかるサブマウント部にだけ上記好適材料を使用することにより、レーザーダイオードの冷却効果と、熱膨張率の差に起因するレーザーダイオード特性の劣化を抑制する効果を維持したままで、高価な好適材料の使用量

10

20

30

40

50

を低減して、製品コストを削減することができる。

【0012】

また、上記サブマウント部の内部にも、水路が形成されているように構成してもよい。かかる構成により、レーザーダイオードの近傍に位置するサブマウント部の放熱効果が高まるので、レーザーダイオードをより効果的に冷却できる。

【0013】

また、上記本体部は、銅、金メッキされた銅、およびタングステン焼結合金からなる群から選択されるいずれか1つで形成されるように構成してもよい。かかる構成により、ヒートシンクにおけるサブマウント部以外の部分である本体部に、熱伝導率が高く、かつ比較的安価な材料を使用できる。このため、レーザーダイオード冷却装置全体の放熱効果を維持しながら、製品コストを低減することができる。

10

【0014】

また、上記本体部及び/又はサブマウント部は、積層された複数のプレートから構成されているように構成してもよい。かかる構成により、レーザーダイオード冷却装置の本体部の内部、或いは本体部及びサブマウント部の内部に、水路を容易かつ好適に形成できる。

【0015】

また、上記サブマウント部の体積は、複数のプレートのうちサブマウント部と接合される本体部のプレートの体積より、小さいように構成してもよい。かかる構成により、レーザーダイオード冷却装置の製造に要する上記好適材料の使用量をより低減することができるので、製品コストをさらに削減できる。

20

【0016】

また、上記サブマウント部は、本体部に形成された略コの字形の嵌合部に嵌合されるように構成してもよい。かかる構成により、水平断面での形状が略コの字形となるように成形された略コの字形の嵌合部は、嵌合したサブマウント部が略水平方向へ移動することを制限できる。このため、本体部とサブマウント部とをより強固に接合できるので、レーザーダイオード冷却装置は、略水平方向から受ける力に対する強度が高まる。また、サブマウント部を小さくして上記好適材料の使用量をより低減できるので、より一層コストダウンすることもできる。

【0017】

また、上記サブマウント部は、本体部に形成された略段差型の嵌合部に嵌合されるように構成してもよい。かかる構成により、レーザーダイオードの設置面に対して略垂直方向の段差形状を有する略段差型の嵌合部は、嵌合したサブマウント部が略垂直方向へ移動することを制限できる。このため、本体部とサブマウント部とをより強固に接合できるので、レーザーダイオード冷却装置は、略垂直方向から受ける力に対する強度が高まる。また、サブマウント部を小さくして上記好適材料の使用量をより低減できるので、より一層コストダウンすることもできる。

30

【0018】

また、上記サブマウント部は、その一側面が、本体部を構成する複数のプレートのうちサブマウント部と接合されるプレートの一側面と面接合し、その他側面が、本体部を構成する別のプレートの一側面と面接合されるように構成してもよい。かかる構成により、当該プレートとサブマウント部との接合部を、略平面的形状にできるので、本体部の加工が容易になる

40

【0019】

また、上記課題を解決するため、本発明の別の観点によれば、積層された複数のプレートと、少なくとも複数のプレートの接合面に形成された水路とを備え、水路に冷却液を流すことにより、複数のプレートのうちのいずれかのプレートに設置されるレーザーダイオードを冷却するレーザーダイオード冷却装置が提供される。かかるレーザーダイオード冷却装置においては、レーザーダイオードが設置されるプレートが、少なくとも、ベース部と；ベース部の一端に接合され、レーザーダイオードが装着されるサブマウント部と；から構成され、サブマウント部のみが、ダイヤモンド、モリブデン、銅 - タングステンの複合

50

材料，ダイヤモンド - 銅の複合材料，炭化珪素，および窒化アルミニウムからなる群から選択されるいずれか1つで形成されている，ことを特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照しながら，本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお，本明細書及び図面において，実質的に同一の機能構成を有する構成要素については，同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0021】

(第1の実施の形態)

まず，図1に基づいて，第1の実施形態にかかるレーザーダイオード冷却装置の全体構成について説明する。なお，図1は，第1の実施形態にかかるレーザーダイオード冷却装置の構成を概略的に示す斜視図である。 10

【0022】

図1に示すように，レーザーダイオード冷却装置は，例えば，発熱体であるレーザーダイオード5が装着されるヒートシンク1と，このヒートシンク1が設置される水冷治具7と，を備える。

【0023】

ヒートシンク1は，例えば，装着されたレーザーダイオード5の発熱を放熱するための放熱体として構成されており，例えば3枚のプレート10，20，30を積層した積層構造を有する。このプレート10，20，30は，例えば，高い熱伝導率を有する素材で形成された板状部材である。かかるプレート10，20，30は，例えば，半田などの融着剤を用いた方法，または拡散接合などによって相互に面接合されて，積層される。 20

【0024】

このように積層された3枚のプレート10，20，30のうち，例えば最上部に位置するプレート10にレーザーダイオード5が装着される。このプレート10は，例えば，レーザーダイオード5が装着されるサブマウント部14と，それ以外の部分であるベース部16とから構成されており，双方の材質が異なる点为本実施形態にかかる大きな特徴であるが，詳細については後述する。

【0025】

このような複数のプレート10，20，30からなる積層構造を有するヒートシンク1は，レーザーダイオード5から伝導してきた熱を放熱することにより，レーザーダイオード5を冷却することができる。 30

【0026】

さらに，このようなヒートシンク1は，例えば，内部に，マイクロチャンネルと呼ばれる微細な水路(図示せず。)が形成されており，かかる水路に冷却水などの冷却液を循環させることができる。なお，この水路は，例えば，上記積層されたプレート10，20，30相互の接合面に，微細加工技術などによって形成されているが，詳細については後述する。このように，ヒートシンク1は，例えば水冷式のヒートシンク(即ち，水冷ジャケット)として構成されており，冷却水の循環によって放熱効果を高めることにより，レーザーダイオード5をより効果的に冷却することができる。 40

【0027】

また，ヒートシンク1を構成する各プレート10，20，30には，例えば，冷却水の流入口となる給水用貫通孔40と，冷却水の流出口となる排水用貫通孔50などが，共通して設けられている。かかる構成より，例えば，複数のヒートシンク1を例えば垂直方向(図1の上下方向)に並べて併設し，これら複数のヒートシンク1が，例えば連結パイプや液漏れ防止パッキング材(図示せず。)などで相互に連結された給水用貫通孔40および排水用貫通孔50を共用できるようになる。なお，図1では，これら複数のヒートシンクのうち1つのヒートシンク1のみを図示しており，他のヒートシンクについては図示を省略してある。また，このように複数のヒートシンク1を併設せずに，例えば，1つのヒートシンク1のみを備えるようにしても勿論よい。 50

【0028】

上記のような構成のヒートシンク1において、プレート10のベース部16と、プレート20と、プレート30とを合わせた部分（即ち、サブマウント部14以外の部分）が、本実施形態にかかるレーザーダイオード冷却装置の本体部として構成されている。この本体部は、内部に冷却液を流すための水路が形成されている放熱体などであり、上記サブマウント部14と接合されるものである。また、本実施形態では、例えば、かかる本体部のみならず、上記サブマウント部14にも水路が形成されている。

【0029】

レーザーダイオード5は、例えば、高出力の半導体レーザを略棒状に形成したLDバーなどである。このレーザーダイオード5は、例えば、ガリウム・ヒ素GaAs、インジウム・リンInP、窒化インジウムInN、窒化ガリウムGaN、或いはこれらの混晶等の化合物半導体材料などで形成されている。また、かかるレーザーダイオード5は、例えば、上記プレート10の端部に位置するサブマウント部14に装着される。このレーザーダイオード5の装着は、例えば、半田等の融着剤などを用いた接着によりなされる。この半田材としては、例えば、金スズ、金ゲルマニウムなどがある。また、かかる半田材は、例えば、蒸着等によって、予め、サブマウント部14表面に形成されていてもよい。

10

【0030】

このようなレーザーダイオード5は、電力を供給することにより、例えば、レーザ光を出射（発振）することができる。かかるレーザ光は、例えば、光学レンズ（図示せず。）などによって収束されてから、外部に出射されるようにしてもよい。このような構成のレーザーダイオード5は、レーザ光出射時に発熱し、高温化してしまう。このため、過熱によるレーザーダイオード5の特性劣化を防止するために、上記のようなヒートシンク1を用いてレーザーダイオード5を冷却する必要がある。特に、GaN等を用いた青色レーザなどを出射する高出力のレーザーダイオード5では、発熱量も多いため、より十分な冷却が必要となる。

20

【0031】

水冷治具7は、例えば、その上部に設置された上記ヒートシンク1に対して冷却水を供給するための治具である。より詳細には、ヒートシンク1は、例えば、水冷治具7の設置スペース71に嵌合するようにして設置される。この設置スペース71には、例えば、上記ヒートシンク1の給水用貫通孔40と排水用貫通孔50とに対応する位置に、給水口72と排水口74がそれぞれ設けられている。これにより、ヒートシンク1を設置したときに、給水用貫通孔40と給水口72を連通させるとともに、排水用貫通孔50と排水口74とを連通させることができる。

30

【0032】

このようにしてヒートシンク1を設置することにより、水冷治具7は、ヒートシンク1に対して、冷却水を供給するとともに、使用済みの冷却水を排出することができる。より具体的には、水冷治具7は、例えば、給水ポンプ（図示せず。）などから給水ノズル76を介して供給された例えば高圧の冷却水を、ヒートシンク1の給水用貫通孔40に流入させることができる。また、水冷治具7は、例えば、ヒートシンク1内を循環した後、排水用貫通孔50を通過して流出してきた冷却水を、排水ノズル78を介して外部に排出することができる。

40

【0033】

また、例えば、上記のように1つのレーザーダイオード冷却装置内に複数のヒートシンク1が併設されている場合には、水冷治具7は、共通の給水用貫通孔40および排水用貫通孔50を利用して、かかる複数のヒートシンク1に対して、冷却水を同時に供給および排出することもできる。これにより、レーザーダイオード冷却装置は、かかる比較的簡便な装置を利用して、複数のヒートシンク1にそれぞれ設置された複数のレーザーダイオード5を同時に冷却できるとともに、装置の設置スペースも抑制できるので、効率的である。なお、この場合には、レーザーダイオード冷却装置内に、例えば、シリコン系のゴム材などを用いた水漏れ防止手段を設けるようにしても勿論よい。

50

【0034】

次に、図2に基づいて、本実施形態にかかるヒートシンク1を構成する各プレート10、20、30の構成について詳細に説明する。なお、図2(a)~(c)は、本実施形態にかかるヒートシンク1を構成する3つのプレート10、20、30をそれぞれ示す底面図である。図2では、各プレート10、20、30を裏面側(即ち、水冷治具7側)から見た態様を表しており、また、冷却水が流れる部分には、均一ドット状のハッチングを施してある。また、冷却水の水流方向は、以下に説明する例に限定されず、例えば逆方向であってもよい。

【0035】

まず、各プレート10、20、30の大きさについて説明する。

10

【0036】

図2に示すように、プレート10、20、30は、例えば、その外形がいずれも略同一の矩形状を有しており、プレート幅(プレートの短手方向の長さ)が例えば約15mm程度、プレート長(プレートの長手方向の長さ)が例えば約15~20mm程度などである。

【0037】

一方、プレート厚さは、例えば、各プレート10、20、30によって異なる。例えば、プレート10の厚さは、例えば約1~2mm程度が標準であるが、プレート10のベース部16の素材として銅タングステンなどを使用する場合には、銅を素材とする場合と略同一の熱伝導率にするために、例えば、プレート厚さを上記標準の約1/4にすることが好ましい。また、プレート20の厚さは、例えば、プレート10の厚さより薄いことが好ましいが、必須条件ではない。また、プレート30の厚さは、例えば、プレート10と略同一の厚さにすることが好ましい。これにより、プレート10、20、30を積層したヒートシンク1全体の厚さは、例えば約2~6mm程度となるが、かかる例に限定されるものではない。

20

【0038】

次に、各プレート10、20、30の面上及び/又は内部に形成されている水路の形状について、それぞれ詳述する。

【0039】

図2(a)に示すように、ヒートシンク1の例えば最上層であるプレート10には、裏面(プレート20との接合面)上に水路12が形成されるとともに、給水用貫通孔40および排水用貫通孔50がプレート10を貫通して形成されている。この水路12は、例えば当該プレート10の裏面に対して、微細加工技術等による切削加工、或いはエッチング加工などを施すことで形成されたものであり、例えば、サブマウント部14とベース部16の双方にまたがる比較的広い範囲にわたって形成されている。かかる水路12は、プレート20から流入した冷却水を、レーザーダイオード5の近傍に広範囲にわたり接触させた後、排水用貫通孔50に誘導する機能を有する。このため、この水路12の幅は、例えば、表面側にレーザーダイオード5が装着されているサブマウント部14付近で最も広く、排水用貫通孔50に向かうにつれ徐々に狭くなっている。また、水路12の内部には、例えば、冷却水を整流するとともにプレート強度を補強するための複数の整流兼補強用突起17や、給水用貫通孔40への冷却水の侵入を防止するための防止壁18などが形成されている。さらに、サブマウント部14における水路12の表面には、例えば、ブラスト加工、またはフィン状の構造物などにより凹凸を形成して、表面積を増大させるようにしてもよい。これにより、レーザーダイオード5直下の水路12表面に対する冷却水の接触面積を増大させ、冷却効果を高めることができる。

30

40

【0040】

また、図2(b)に示すように、ヒートシンク1の例えば中間層であるプレート20には、スリット22、給水用貫通孔40および排水用貫通孔50がプレート20を貫通して形成されている。このスリット22は、例えば、プレート20の端部に形成された幅の狭い貫通孔であり、プレート30から流入した冷却水をプレート10に流出させるための連絡用の水路として機能する。プレート20上では、例えば、給水用貫通孔40および排水用

50

貫通孔 50 に対して冷却水が流出入することはない。

【0041】

また、図 2 (c) に示すように、ヒートシンク 1 の例えば最下層であるプレート 30 には、表面 (プレート 20 との接合面) 上に水路 32 が形成されるとともに、給水用貫通孔 40 および排水用貫通孔 50 がプレート 30 を貫通して形成されている。この水路 32 は、例えば当該プレート 30 の表面に対して、微細加工技術等による切削加工、或いはエッチング加工などを施すことで形成されたものである。かかる水路 32 は、例えば、給水用貫通孔 40 から流入した冷却水を、上記スリット 22 に対して略均等に供給できるように誘導する機能を有する。このため、この水路 32 の幅は、例えば、給水用貫通孔 40 から離れるにつれて徐々に広がっており、スリット 22 に対応する位置で最も広がっている。また、水路 32 の内部には、例えば、冷却水を均等に拡散および整流するとともにプレート強度を補強するための複数の整流兼補強用突起 37 などが形成されている。

10

【0042】

次に、図 3 に基づいて、本実施形態にかかるヒートシンク 1 内に冷却水が流れる態様について説明する。なお、図 3 は、本実施形態にかかるヒートシンク 1 を示す分解斜視図である。また、図 3 において、太い矢印は、ヒートシンク 1 内の冷却水の流れを表している。

【0043】

図 3 に示すように、まず、水冷治具 7 から供給された冷却水は、プレート 30 の給水用貫通孔 40 を通って、プレート 30 の表面に形成された水路 32 に流入する。次いで、この冷却水は、水路 32 に沿って流れてプレート 30 の端部に達し、さらに、プレート 20 のスリット 22 を通過して、プレート 10 の裏面に形成された水路 12 に到達する。その後、この冷却水は、この水路 12 に沿って、レーザーダイオード 5 が設けられたサブマウント部 14 から、ベース部 16 に設けられた排水用貫通孔 50 に向かって流れ、最終的には排水用貫通孔 50 から外部に排出される。なお、上記冷却水は、例えば、水温 30 前後の水であり、水冷治具 7 は、この冷却水をヒートシンク 1 に対して例えば 1 分間当たり 600 cc 程度で供給することができる。

20

【0044】

このようにして、ヒートシンク 1 内に冷却水を循環させることにより、レーザーダイオード 5 からヒートシンク 1 に伝導している熱が、冷却水によって奪われる。即ち、冷却水を排熱媒体として、ヒートシンク 1 を水冷することができる。このため、ヒートシンク 1 の放熱効果が高まり、レーザーダイオード 5 を効果的に冷却することができる。

30

【0045】

次に、本実施形態にかかる大きな特徴である、ヒートシンク 1 におけるサブマウント部 14 とその他の部分との材質の相違について詳細に説明する。

【0046】

上記図 1 ~ 図 3 で示したように、ヒートシンク 1 は、例えば積層された 3 つのプレート 10、20、30 から構成されており、このうち、プレート 10 は、例えば、サブマウント部 14 と、ベース部 16 とから構成されている。

【0047】

本実施形態にかかるヒートシンク 1 においては、このサブマウント部 14 だけが、例えば、ダイヤモンド、ダイヤモンド - 銅の複合材料、炭化珪素 (SiC: 単結晶型および CVD 型)、窒化アルミニウム、モリブデン、または銅 - タングステンの複合材料 (銅タングステン等のタングステン焼結合金などを含む。) などの材質で形成されており、それ以外のベース部 16、プレート 20 およびプレート 30 (上記本体部に該当する部分) は、例えば、銅、金メッキされた銅、またはタングステン焼結合金 (銅タングステン等) などの材質で形成されていることを特徴とする。なお、サブマウント部 14 の材質にモリブデン、または銅 - タングステンの複合材料などを用いる場合には、例えば、上記本体部の材質としては、例えば、銅、または金メッキされた銅などのより安価な材料が用いられる。このため、例えば、サブマウント部 14 と本体部の材質が同一となることはない。

40

【0048】

50

上記従来技術の欄で説明したように、ヒートシンク1の材質としては、放熱効果を高めるために熱伝導率が高いことだけでなく、レーザーダイオード5の特性劣化を抑制するために熱膨張率（熱膨張係数）がレーザーダイオード5の熱膨張率と同程度であることが要求される。かかる双方の要求を満たす好適な材料としては、例えば、上記ダイヤモンド、ダイヤモンド-銅の複合材料、炭化珪素、窒化アルミニウム、モリブデン、または銅-タングステンの複合材料等（以下では、これらの材料群を好適材料という。）が挙げられる。

【0049】

具体的を挙げてより詳細に説明すると、レーザーダイオード5の熱膨張率は、例えば、化合物半導体材料としてインジウム・リン InPを用いた場合に 4.5×10^{-6} [/ K] 程度であり、ガリウム・ヒ素 GaAsを用いた場合に 5.9×10^{-6} [/ K] 程度である。また、これらの化合物半導体材料は、熱伝導率が $50 \sim 70$ [W / m · K] 程度であり、当該化合物半導体材料自体の温度上昇は比較的大きい。

10

【0050】

また、ヒートシンク1の材質として一般的な材料である銅は、熱伝導率が 400 [W / m · K] 程度であり、熱膨張率が 17×10^{-6} [/ K] 程度である。このように、銅は、高い熱伝導率を有するものの、熱膨張率が上記例示したレーザーダイオード5の熱膨張率と大きくかけ離れている。このため、かかる銅をレーザーダイオード5の設置部分の材質として用いると、熱膨張率の差に起因した応力の発生や温度差により、レーザーダイオード5が早期に劣化してしまう。従って、かかる銅などは、レーザーダイオード5の設置部分の材質としては、不適である。

20

【0051】

これに対し、上記好適材料について検討すると、ダイヤモンド-銅の複合材料は、例えば、熱伝導率が $550 \sim 600$ [W / m · K] 程度であり、熱膨張率が $4.0 \sim 6.0 \times 10^{-6}$ [/ K] 程度である。また、炭化珪素は、例えば、熱伝導率が $200 \sim 300$ [W / m · K] 程度（CVD型）あるいは $400 \sim 490$ [W / m · K] 程度（単結晶型）であり、熱膨張率が $4.0 \sim 4.7 \times 10^{-6}$ [/ K] 程度である。また、窒化アルニウムは、例えば、熱伝導率が $160 \sim 170$ [W / m · K] 程度であり、熱膨張率が $4.0 \sim 4.6 \times 10^{-6}$ [/ K] 程度である。また、モリブデンは、例えば、熱伝導率が $140 \sim 170$ [W / m · K] 程度であり、熱膨張率が $5.0 \sim 7.0 \times 10^{-6}$ [/ K] 程度である。また、銅-タングステン複合材料は、例えば、熱伝導率が $180 \sim 200$ [W / m · K] 程度であり、熱膨張率が $5.1 \sim 8.3 \times 10^{-6}$ [/ K] 程度である。このように、これらの好適材料は、熱伝導率が比較的高い上に、熱膨張率が上記例示したレーザーダイオード5の熱膨張率と極めて近い。従って、かかる好適材料は、上記要求の双方を満たしており、レーザーダイオード5の設置部分を含めてヒートシンク1の材質として好適であるといえる。特に、ダイヤモンド、ダイヤモンド-銅の複合材料、および炭化珪素などは、熱伝導率および熱膨張率の双方が非常に適切であり、材料特性面ではヒートシンク1の材質として非常に好適である。

30

【0052】

しかしながら、これらの好適材料は、銅などと比較して高価であるため、ヒートシンク1全体に使用すると、ヒートシンク1の製造コストが大幅に増加してしまうという欠点がある。

40

【0053】

このため、本願発明者らは、上記好適材料の使用量を低減すべく、ヒートシンク1のいなか範囲にまで上記好適材料を適用すれば、レーザーダイオード5の劣化を防止できるかに着目して、鋭意努力した。この結果、レーザーダイオード5が装着される近傍にのみ上記好適材料を適用しても、レーザーダイオード5の劣化を十分に抑制することに想到した。

【0054】

かかる観点から、本実施形態にかかるヒートシンク1では、高価な上記好適材料が、例えば、レーザーダイオード5が装着されるサブマウント部14にのみ適用されている。一方

50

、このサブマウント部 1 4 以外のベース部 1 6、プレート 2 0 およびプレート 3 0 の材質には、比較的安価かつ熱伝導率が高い材料である上記銅、金メッキされた銅、またはタンゲステン焼結合金などが使用されている。換言すれば、ヒートシンク 1 においては、例えば、熱膨張率の差によってレーザーダイオード 5 の劣化を誘発し得る必要最小限の部分についてのみ、熱伝導率及び熱膨張率に優れた好適材料を適用し、その他の部分については、高放熱性および低コスト化を重視して、熱伝導率およびコスト性に優れた銅などが使用されている。

【0055】

従って、ヒートシンク 1 を製造する際に、高価な好適材料の使用量を大幅に低減できるので、低コスト化を図ることができる。さらに、ヒートシンク 1 は、例えば、全体が上記好適材料または銅などの熱伝導率が高い材質で形成されており、放熱性に優れているので、レーザーダイオード 5 を効果的に冷却することができる。加えて、レーザーダイオード 5 近傍に位置するサブマウント部 1 4 は、熱膨張率がレーザーダイオード 5 の熱膨張率に近い好適材料で形成されているので、レーザーダイオード 5 の駆動による発熱や、レーザーダイオード 5 の動作・非動作に伴う周期的な温度差などに起因してレーザーダイオード 5 に作用する応力を低減できる。このため、ヒートシンク 1 は、レーザーダイオード 5 の特性の劣化を十分に抑制することも可能である。

【0056】

次に、図 4 に基づいて、本実施形態にかかるプレート 1 0 のサブマウント部 1 4 とベース部 1 6 の接合方法および接合態様について、詳細に説明する。なお、図 4 (a) は、本実施形態にかかるサブマウント部 1 4 とベース部 1 6 の接合態様を示す斜視図である。また、図 4 (b) および図 4 (c) は、サブマウント部 1 4 とベース部 1 6 の接合態様の別態様を示す斜視図である。

【0057】

図 4 に示すように、別々に成形されたサブマウント部 1 4 とベース部 1 6 とを、例えば、Auメタライズによる拡散接合などによって相互に接合することにより、プレート 1 0 が形成される。この拡散接合とは、例えば、500～1000 程度の高温下で、異種金属同士を熱圧着して接合する方法である。なお、サブマウント部 1 4 とベース部 1 6 との接合方法は、かかる拡散接合の例に限定されず、例えば、金ゲルマニウム、金スズ系の半田材などの融着剤を利用して、両者を接合してもよい。この場合、例えば、サブマウント部 1 4 には、予め、スパッタリングやメッキ手法などにより、材料表面にメタライジング処理を行っておくようにしてもよい。

【0058】

次に、サブマウント部 1 4 とベース部 1 6 との接合態様について、3 つの具体例を挙げて、より詳細に説明する。

【0059】

まず、図 4 (a) に示す接合態様では、サブマウント部 1 4 と接合するベース部 1 6 の接合部 1 6 0 が、例えば、水平断面での形状が略直線となるような形状を有している。即ち、ベース部 1 6 の接合部 1 6 0 が略平面形状を有しており、サブマウント部 1 4 とベース部 1 6 とが例えば単一面で面接合されている。かかる接合態様を採用することにより、ベース部 1 6 の形状を、比較的単純な例えば板形状とすることができるので、ベース部 1 6 の成形加工が容易となる。

【0060】

また、図 4 (b) に示す接合態様では、サブマウント部 1 4 と接合するベース部 1 6 の接合部には、例えば、水平断面での形状が略コの字形となるように成形された略コの字形の嵌合部 1 6 2 が設けられている。この略コの字形の嵌合部 1 6 2 は、例えば、ベース部 1 6 の接合部の両端部分から突出した一对の突出部と、中央部分の陥没部とからなるともいえる。この略コの字形の嵌合部 1 6 2 は、例えば、ベース部 1 6 の接合部の中央部分を切り欠くことによって形成される。かかる嵌合部 1 6 2 の略コの字形形状は、例えば、サブマウント部 1 4 の外形に対応するように形成されているので、サブマウント部 1 4 はこの

10

20

30

40

50

嵌合部 162 に嵌合することができる。

【0061】

このような嵌合部 162 を利用して、サブマウント部 14 とベース部 16 を嵌合させた状態で相互に接合することにより、サブマウント部 14 がベース部 16 に対して例えば略水平方向（プレート 10 の幅方向）にずれることを制限できる。このため、プレート 10 の水平方向の強度を高めることができる。さらに、当該嵌合部 162 に嵌合するようにサブマウント部 14 の体積をより小さくできるので、1枚のプレート 10 を製造するために必要な上記好適材料の使用量を、より低減することもできる。

【0062】

また、図 4 (c) に示す接合態様では、サブマウント部 14 と接合するベース部 16 の接合部には、例えば、プレート 10 の厚み方向の段差形状を有する略段差型の嵌合部 164 が設けられている。この略段差型の嵌合部 164 は、例えば、ベース部 16 の接合部の例えば上部を切削除去することによって、形成される。かかる嵌合部 164 の段差は、例えば、サブマウント部 14 の外形に対応するように形成されているので、サブマウント部 14 はこの嵌合部 164 に嵌合することができる。

【0063】

このような嵌合部 164 を利用して、サブマウント部 14 とベース部 16 を嵌合させた状態で相互に接合することにより、サブマウント部 14 がベース部 16 に対して例えば略垂直方向（プレート 10 の厚み方向）にずれることを制限できる。このため、プレート 10 の垂直方向の強度を高めることができる。さらに、当該嵌合部 164 に嵌合するようにサブマウント部 14 の体積をより小さくできるので、1枚のプレート 10 を製造するために必要な上記好適材料の使用量を、より低減することもできる。

【0064】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0065】

例えば、上記実施形態では、ヒートシンク 1 は、例えば 3 枚のプレート 10、20、30 を積層した 3 層構造を有していたが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、ヒートシンク 1 は、任意の複数のプレート（板状部材）を積層して構成されてもよく、例えば、2 層構造、4 層構造、5 層構造、...などを有してもよい。

【0066】

また、上記実施形態では、サブマウント部 14 の材質は、例えば、ダイヤモンド、ダイヤモンド-銅の複合材料、モリブデン、銅-タングステンの複合材料、炭化珪素、または窒化アルミニウムなどであったが、本発明はかかる例に限定されない。サブマウント部 14 の材質は、例えば、シリコン、上記材料同士の複合材料、或いは、ガリウム・ヒ素、インジウム・リン等の化合物半導体材料などであってもよい。

【0067】

上記実施形態では、ヒートシンク 1 の本体部（即ち、ベース部 16、プレート 20 およびプレート 30）の材質は、例えば、銅、金メッキされた銅、またはタングステン焼結合金などであったが、本発明はかかる例に限定されない。ヒートシンク 1 の本体部の材質は、例えば、アルミニウム、酸化アルミニウム、アルミニウム合金、モリブデン、モリブデン合金等の各種金属材料、またはこれらの複合材料などであってもよい。

【0068】

また、上記実施形態では、冷却液として冷却水を用いたが、本発明はかかる例に限定されず、例えば、冷却油など各種の冷却用の液体を用いてもよい。

【0069】

また、上記実施形態では、ヒートシンク 1 には給水用貫通孔 40 および排水用貫通孔 50 がヒートシンク 1 全体を貫通して設けられていたが、本発明はかかる例に限定されない。

ヒートシンク 1 は、外部から供給された冷却液を、内部の水路に循環させて、排出できるように構成されればよく、例えば、給水用貫通孔 40 および給排水用貫通孔 50 の有無、位置、形状などは多様に変更可能である。例えば、給水用貫通孔 40 は、水冷治具 7 から冷却液が供給されるプレート 30 などにのみ設けられてもよい。また、排水用貫通孔 50 は、例えば、冷却液を排出するプレート 10 などにのみ設けられてもよい。さらに、このような、ヒートシンク 1 における冷却液の供給・排出の態様に合わせて、例えば、水冷治具 7 の形状、構成等は多様に変更可能である。また、冷却液の流れる方向も、上記実施形態の例に限定されず、例えば逆方向に流してもよい。

【0070】

また、ヒートシンク 1 内に設けられる水路は、上記の水路 12, 22, 32 の例に限定されず、例えば、水路の形状、大きさ、位置などは多様に変更可能である。 10

【0071】

また、上記実施形態では、図 4 に基づいて、サブマウント部 14 とベース部 16 の接合態様について 3 つの例を挙げて説明したが、サブマウント部 14 とベース部 16 の接合態様は、かかる例に限定されない。例えば、ベース部 16 の接合部に、平面形状が略 U の字形、略 V の字形、略 W の字形、任意の凸形または凹形等の各種形状の切り欠きを形成して、サブマウント部 14 との嵌合部を構成してもよい。また、ベース部 16 の接合部上面に、例えばプレート幅方向の溝を形成し、かかる溝にサブマウント部 16 を嵌合可能にしてもよい。また、図 4 (b) に示した略コの字形の嵌合部 162 と、図 4 (c) で示した略段差型の嵌合部 164 とを組み合わせたような嵌合部を形成してもよい。この場合には、例えば、プレート 10 の上記水平方向および垂直方向の双方の強度を高めることができるとともに、上記好適材料の使用量をより一層低減できる。 20

【0072】

また、上記実施形態では、プレート 10 のベース部 16 のみに上記嵌合部 162, 164 などを形成する例について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、ヒートシンク 1 の本体部全体を利用して、上記各種の嵌合部などを形成してもよい。つまり、上記各種の嵌合部は、例えば、本体部を構成する複数のプレート 10, 20 ... などにまたがって、形成されてもよい。より具体的には、例えば、上記略コの字形嵌合部 162 を、プレート 10 およびプレート 20 の双方に一体形成することによって、プレート 10 及びプレート 20 にまたがって形成された略コの字形スペースに、サブマウント部 14 を嵌合 30 するようにしてもよい。また、例えば、プレート 10 の接合部を上記図 4 (a) に示したような略直線的な接合部 160 とし、かつ、プレート 20 に上記略段差型の嵌合部 162 を形成することによって、プレート 10 及びプレート 20 にまたがって形成された段差スペースに、サブマウント部 14 を嵌合するようにしてもよい。

【0073】

また、上記実施形態では、サブマウント部 14 は、例えば、単層構造であり、プレート 10 にのみ含まれていたが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、ヒートシンク 1 の本体部だけでなく、サブマウント部 14 もが積層構造を有してもよい。即ち、サブマウント部 14 は、例えば、上記好適材料からなる複数のサブプレートを積層することによって構成されもよい。換言すると、サブマウント部 14 の一部が、例えば、プレート 10 のみ 40 ならず、上記プレート 20 及び/又はプレート 30 などにも、含まれるようにしてもよい。この場合には、例えば、まず、プレート 10, 20, 30 などの各サブプレート(上記ベース部 16 に相当)と、サブマウント部 14 の一部をなす各サブプレートとをそれぞれ接合して、複数のプレートを形成し、次いで、このように形成された複数のプレートと、サブマウント部 14 を含まないプレートなどとを積層して、相互に接合することによって、ヒートシンク 1 を構成してもよい。

【0074】

また、上記実施形態では、ヒートシンク 1 は、複数のプレートが積層された積層構造を有していたが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、ヒートシンク 1 は、一体形成された本体部と、この本体部に接合されたサブマウント部 14 とから構成され、積層構造を 50

有さないようにしてもよい。

【0075】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ダイヤモンド、ダイヤモンド - 銅の複合材料、モリブデン、銅 - タングステンの複合材料、炭化珪素、または窒化アルミニウム等の高価な素材をサブマウント部にのみ適用することにより、レーザーダイオード冷却装置の製造コストを大幅に低減することができる。さらに、このようにして製造されたレーザーダイオード冷却装置は、レーザーダイオードを効果的に冷却できるとともに、熱膨張率の差に起因するレーザーダイオード特性の劣化をも防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、第1の実施形態にかかるレーザーダイオード冷却装置の構成を概略的に示す斜視図である。

【図2】図2(a)~(c)は、第1の実施形態にかかるヒートシンクを構成する3つのプレートをそれぞれ示す底面図である。

【図3】図3は、第1の実施形態にかかるヒートシンクを示す分解斜視図である。

【図4】図4(a)は、第1の実施形態にかかるサブマウント部とベース部の接合態様を示す斜視図である。図4(b)および図4(c)は、第1の実施形態にかかるサブマウント部とベース部の接合態様の別態様を示す斜視図である。

【符号の説明】

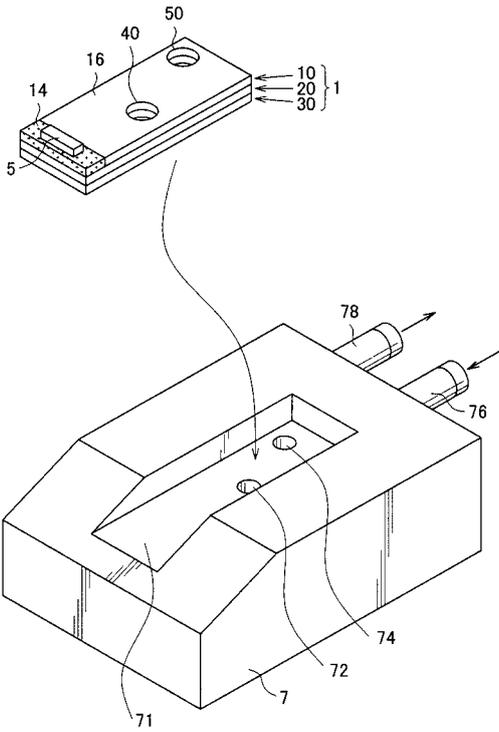
- 1 : ヒートシンク
- 5 : レーザーダイオード
- 10, 20, 30 : プレート
- 12, 32 : 水路
- 14 : サブマウント部
- 16 : ベース部
- 22 : スリット
- 40 : 給水用貫通孔
- 50 : 排水用貫通孔
- 160 : 接合部
- 162 : 略コの字形の嵌合部
- 164 : 略段差型の嵌合部

10

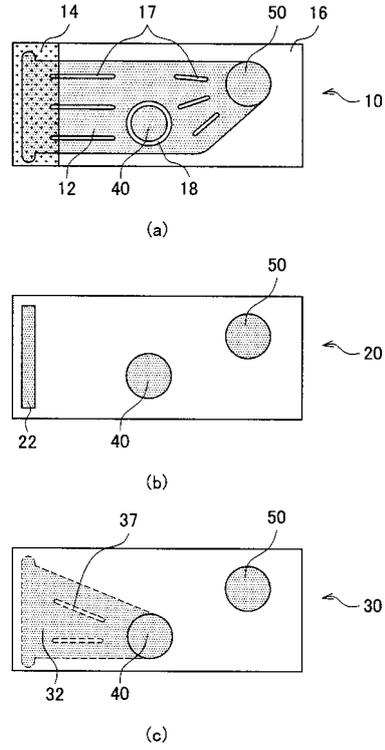
20

30

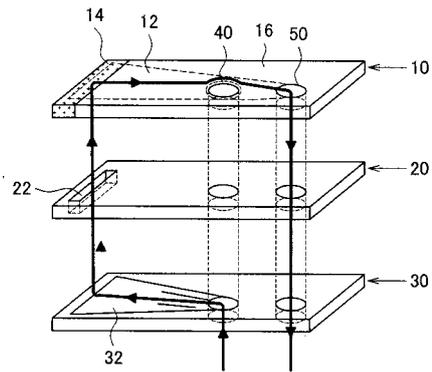
【 図 1 】



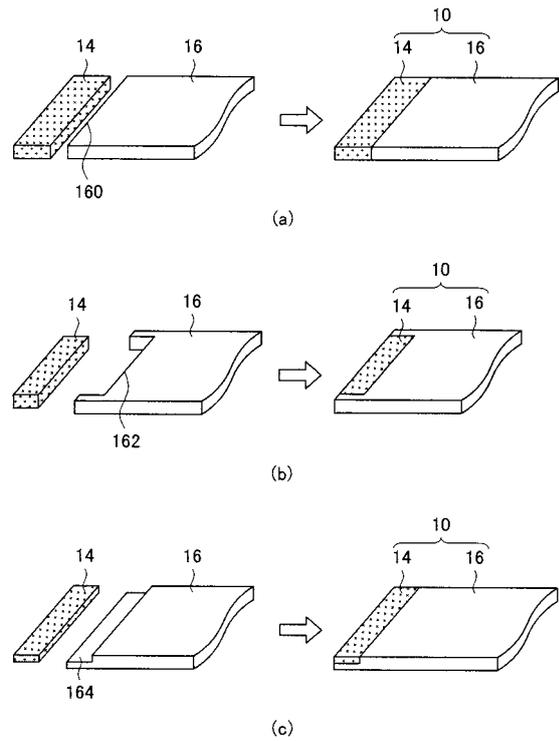
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F036 AA01 BA10 BB08 BB41 BD01 BD11
5F073 EA28 EA29 FA15 FA26 FA30