

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4929612号
(P4929612)

(45) 発行日 平成24年5月9日(2012.5.9)

(24) 登録日 平成24年2月24日(2012.2.24)

(51) Int.Cl.
H01S 5/024 (2006.01)

F I
H01S 5/024

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2005-115118 (P2005-115118)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成17年4月12日 (2005. 4. 12)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2006-294943 (P2006-294943A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成18年10月26日 (2006. 10. 26)	(74) 代理人	110000925
審査請求日	平成20年3月12日 (2008. 3. 12)		特許業務法人信友国際特許事務所
		(72) 発明者	川西 秀和
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内
		(72) 発明者	佐々木 堅志
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内
		(72) 発明者	浜口 雄一
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ装置及びヒートシンク

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体レーザ素子と、
上面に前記半導体レーザ素子を備えるヒートシンクと、
を有し、
前記ヒートシンクは、
前記半導体レーザ素子と近い熱膨張係数を有し絶縁材料であるセラミックにより形成され、上面に前記半導体レーザ素子を搭載するレーザチップ搭載板と、
積層する方向に貫通し前記半導体レーザ素子に対応する位置に放熱フィンを備える第1の流路を有し、前記レーザチップ搭載板より高熱伝導率を有する金属により形成され、前記レーザチップ搭載板を搭載する第1の放熱フィン形成板と、
積層する方向に貫通する第1の供給流路形成穴部、第1の排出給流路形成穴部、及び前記半導体レーザ素子に対応する位置に設けられる循環流路を有し、前記セラミックにより形成され、前記第1の放熱フィン形成板を搭載する第1の流路形成板と、
積層する方向に貫通する第2の供給流路形成穴部、第2の排出給流路形成穴部、及び前記半導体レーザ素子に対応する位置に放熱フィンを備える第2の流路を有し、高熱伝導率を有する前記金属により形成され、前記第1の流路形成板を搭載する第2の放熱フィン形成板と、
前記セラミックにより形成され、積層する方向に貫通する第3の供給流路形成穴部と第3の排出流路形成穴部とを有し、前記セラミックにより形成され、前記第2の放熱フィン

10

20

形成板を搭載する第 2 の流路形成板と、
を備える
半導体レーザ装置。

【請求項 2】

冷却液が、前記第 3 の供給流路形成穴部から前記ヒートシンクの内部に入り、前記第 2 の流路、前記循環流路、及び前記第 1 の流路を経て、前記第 3 の排出流路形成穴部から前記ヒートシンクの外部に流れることにより、前記半導体レーザ素子を冷却する

請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】

前記ヒートシンクは、前記レーザチップ搭載板、前記第 1 の流路形成板及び前記第 2 の流路形成板を絶縁材料で構成し、前記第 1 の放熱フィン形成板及び前記第 2 の放熱フィン形成板の電位を前記半導体レーザ素子の電位と独立させた

請求項 1 又は 2 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】

前記第 1 の放熱フィン形成板と前記第 2 の放熱フィン形成板は、セラミックと拡散接合される銅で構成される

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】

前記半導体レーザ素子と前記レーザチップ搭載板が、金スズ合金を含む硬いハンダ材により接合される

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】

前記第 1 の放熱フィン形成板に対して非導通である前記レーザチップ搭載板の表面に金属層を形成して、前記半導体レーザ素子との電気的な接続を行う

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 7】

前記ヒートシンクを複数組積層すると共に、各ヒートシンクの前記レーザチップ搭載板に前記半導体レーザ素子を実装した

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 8】

上面に半導体レーザ素子を搭載するヒートシンクであって、

前記半導体レーザ素子と近い熱膨張係数を有し絶縁材料であるセラミックにより形成され、上面に前記半導体レーザ素子を搭載するレーザチップ搭載板と、

積層する方向に貫通し前記半導体レーザ素子と対応する位置に放熱フィンを備える第 1 の流路を有し、前記レーザチップ搭載板より高熱伝導率を有する金属により形成され、前記レーザチップ搭載板を搭載する第 1 の放熱フィン形成板と、

積層する方向に貫通する第 1 の供給流路形成穴部、第 1 の排出給流路形成穴部、及び前記半導体レーザ素子と対応する位置に設けられる循環流路を有し、前記セラミックにより形成され、前記第 1 の放熱フィン形成板を搭載する第 1 の流路形成板と、

積層する方向に貫通する第 2 の供給流路形成穴部、第 2 の排出給流路形成穴部、及び前記半導体レーザ素子と対応する位置に放熱フィンを備える第 2 の流路を有し、高熱伝導率を有する前記金属により形成され、前記第 1 の流路形成板を搭載する第 2 の放熱フィン形成板と、

前記セラミックにより形成され、積層する方向に貫通する第 3 の供給流路形成穴部と第 3 の排出流路形成穴部とを有し、前記セラミックにより形成され、前記第 2 の放熱フィン形成板を搭載する第 2 の流路形成板と、

を備える

ヒートシンク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

本発明は、複数枚の板材を積層して、冷却液が通る流路が形成されたヒートシンク及びこのヒートシンクに半導体レーザ素子を実装した半導体レーザ装置に関する。詳しくは、ヒートシンクの上面全体を、半導体レーザ素子の熱膨張係数に近い材質で構成することで、排熱効率を低下させることなく、応力の発生を防ぐことができるようにしたものである。

【背景技術】

【0002】

数～数十Wクラスの半導体レーザ装置では、高出力化、高信頼性化を実現するため水冷による冷却方式が多用されている。高い排熱効率を実現するためのヒートシンク構造として、マイクロチャネル型のヒートシンクがよく知られている。

10

【0003】

マイクロチャネル型のような微細な流路構造を水路内部に形成する方法としては、エッチング等によりパターンを形成した金属薄板を積層し、拡散接合やろう付け等により接合する方法が一般的である。このとき用いられる金属薄板としては、熱伝導率がよく加工が容易な銅が用いられる。

【0004】

しかし、銅の熱膨張係数は $17 \times 10^{-6} [1/k]$ 程度であるのに対し、高出力半導体レーザで一般的なガリウム砒素基板の熱膨張係数は $5.9 \times 10^{-6} [1/k]$ と大きな差があるので、半導体レーザチップをヒートシンクにハンダ付けした後、常温に冷却した際に応力を生じる。

20

【0005】

半導体レーザチップに応力が生じた状態で通電すると、結晶欠陥の増殖を促進しレーザの信頼性に悪影響を与えることが知られている。

【0006】

従来、この問題を解決するため、インジウムはんだ等の軟らかいハンダ材を用いたり、半導体レーザチップに熱膨張係数の近い銅タングステン等のサブマウントをヒートシンクとレーザチップの間に挿入する技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0007】

【特許文献1】特開2004-186527号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、半導体レーザチップの接合にインジウムはんだを用いると、長期通電時にインジウムはんだの合金化によってハンダ材が脆くなり、信頼性が低下するという問題がある。また、サブマウントをヒートシンクと半導体レーザチップの間に挿入すると、サブマウントの熱抵抗により排熱効率が低下するという問題がある。

【0009】

また、マイクロチャネル型のヒートシンクはチップ直下の水流速度を高めることにより、高い排熱効率を実現する構造であるため、その部分では金属材料の腐食（浸食）が生じ、漏水が発生しやすいという問題がある。

40

【0010】

更に、水冷型の素子を複数組み積層したスタック型の半導体レーザ装置の場合、隣接する2つのヒートシンク間の電位差によって電氣的な腐食が生じ、水路の近接する部位の減肉が生じ漏水に至るという問題がある。

【0011】

本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、排熱効率を低下させることなく、応力の発生を防ぐことができるようにした半導体レーザ装置及びヒートシンク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】

50

【 0 0 1 2 】

上述した課題を解決するため、本発明に係る半導体レーザ装置は、半導体レーザ素子と、上面に前記半導体レーザ素子を備えるヒートシンクと、を有し、前記ヒートシンクは、前記半導体レーザ素子と近い熱膨張係数を有し絶縁材料であるセラミックにより形成され、上面に前記半導体レーザ素子を搭載するレーザチップ搭載板と、積層する方向に貫通し前記半導体レーザ素子と対応する位置に放熱フィンを備える第1の流路を有し、前記レーザチップ搭載板より高熱伝導率を有する金属により形成され、前記レーザチップ搭載板を搭載する第1の放熱フィン形成板と、積層する方向に貫通する第1の供給流路形成穴部、第1の排出給流路形成穴部、及び前記半導体レーザ素子と対応する位置に設けられる循環流路を有し、前記セラミックにより形成され、前記第1の放熱フィン形成板を搭載する第1の流路形成板と、積層する方向に貫通する第2の供給流路形成穴部、第2の排出給流路形成穴部、及び前記半導体レーザ素子と対応する位置に放熱フィンを備える第2の流路を有し、高熱伝導率を有する前記金属により形成され、前記第1の流路形成板を搭載する第2の放熱フィン形成板と、前記セラミックにより形成され、積層する方向に貫通する第3の供給流路形成穴部と第3の排出流路形成穴部とを有し、前記セラミックにより形成され、前記第2の放熱フィン形成板を搭載する第2の流路形成板と、を備える。

10

【 0 0 1 3 】

本発明に係るヒートシンクは、上面に半導体レーザ素子を搭載するヒートシンクであって、前記半導体レーザ素子と近い熱膨張係数を有し絶縁材料であるセラミックにより形成され、上面に前記半導体レーザ素子を搭載するレーザチップ搭載板と、積層する方向に貫通し前記半導体レーザ素子と対応する位置に放熱フィンを備える第1の流路を有し、前記レーザチップ搭載板より高熱伝導率を有する金属により形成され、前記レーザチップ搭載板を搭載する第1の放熱フィン形成板と、積層する方向に貫通する第1の供給流路形成穴部、第1の排出給流路形成穴部、及び前記半導体レーザ素子と対応する位置に設けられる循環流路を有し、前記セラミックにより形成され、前記第1の放熱フィン形成板を搭載する第1の流路形成板と、積層する方向に貫通する第2の供給流路形成穴部、第2の排出給流路形成穴部、及び前記半導体レーザ素子と対応する位置に放熱フィンを備える第2の流路を有し、高熱伝導率を有する前記金属により形成され、前記第1の流路形成板を搭載する第2の放熱フィン形成板と、前記セラミックにより形成され、積層する方向に貫通する第3の供給流路形成穴部と第3の排出流路形成穴部とを有し、前記セラミックにより形成され、前記第2の放熱フィン形成板を搭載する第2の流路形成板と、を備える。

20

30

【 0 0 1 4 】

本発明に係る半導体レーザ装置では、半導体レーザ素子が駆動されることで発生する熱は、ヒートシンクに伝達される。ヒートシンクは流路を冷却液が流れることで、半導体レーザ素子から受けた熱を冷却する。これにより、半導体レーザ素子が冷却される。

【 0 0 1 5 】

ヒートシンクは、半導体レーザ素子が実装される搭載板部が、半導体レーザ素子の熱膨張係数に近い材質で構成される。これにより、半導体レーザ素子が駆動されることで発生する熱により半導体レーザ素子及び搭載板部が伸縮する際に、半導体レーザ素子に発生する応力が低減される。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、半導体レーザ素子に発生する熱応力が低減するので、半導体レーザ素子の信頼性を向上させることができる。また、ヒートシンクの上面全体が単一の材質で構成されるので、熱抵抗による排熱効率の低下を抑えることができる。

【 0 0 1 7 】

更に、ヒートシンクにおいて半導体レーザ素子が実装される搭載板部が、半導体レーザ素子と熱膨張係数が近い例えば絶縁材料で構成されることで、流路と接する部位での腐食を抑え、漏水を防ぐことができる。

50

【発明を実施するための最良の形態】**【0018】**

以下、図面を参照して本発明の半導体レーザ装置及びヒートシンクの実施の形態について説明する。

【0019】

<第1の実施の形態の半導体レーザ装置の構成例>

図1は第1の実施の形態の半導体レーザ装置及びこの半導体レーザ装置を構成する本実施の形態のヒートシンクの構成の一例を示す分解斜視図、図2は第1の実施の形態の半導体レーザ装置の構成の一例を示す側断面図である。

【0020】

10

第1の実施の形態の半導体レーザ装置1Aは、マイクロチャンネル型の微細流路構造を有するヒートシンク2に、半導体レーザチップ3を搭載して構成される。本実施の形態のヒートシンク2は、薄板材を積層して構成され、本例では、第1層を構成するレーザチップ搭載板4と、第2層及び第4層を構成する放熱フィン形成板5、6と、第3層及び第5層を構成する水路形成板7、8を備えた5層構造である。ヒートシンク2は、各板材が拡散接合等の方法で接合されて一体に構成される。

【0021】

レーザチップ搭載板4は搭載板部の一例で、半導体レーザチップ3が搭載される薄板材であり、半導体レーザチップ3を構成する材質の熱膨張係数に近い熱膨張係数を持つ材質により形成される。半導体レーザチップ3が例えば一般的なガリウム砒素基板で構成されている場合、レーザチップ搭載板4は、コパールや銅-タングステン合金等の金属、または、窒化アルミニウム、シリコンカーバイド等のセラミックで構成される。

20

【0022】

ここで、レーザチップ搭載板4を絶縁材料であるセラミックで構成する場合は、表面に金メッキ等でメタル層4mを形成し、半導体レーザチップ3の下面の電極と電気的なコンタクトを取れるような構成とする。

【0023】

放熱フィン形成板5は流路形成板部の一例で、例えば高熱伝導率の金属で構成され、放熱フィン形成水路9を備える。放熱フィン形成板6は流路形成板部の一例で、放熱フィン形成板5と同様に、高熱伝導率の金属で構成され、放熱フィン形成水路10と供給水路形成穴部11と排水路形成穴部12を備える。ここで、放熱フィン形成板5、6は、レーザチップ搭載板4がセラミックで構成される場合、熱伝導率が良く、かつ、セラミックに対して拡散接合できるような銅等で構成される。

30

【0024】

放熱フィン形成板5の放熱フィン形成水路9は、放熱フィン形成板5を上下に貫通して形成され、半導体レーザチップ3の搭載位置の下部に複数枚の放熱フィン9fが並べて配置されて、各放熱フィン9fの間を冷却水が通る構成である。

【0025】

放熱フィン形成板6の放熱フィン形成水路10は、放熱フィン形成板6を上下に貫通して形成され、放熱フィン形成水路9と同様に、半導体レーザチップ3の搭載位置の下部に複数枚の放熱フィン10fが並べて配置されて、各放熱フィン10fの間を冷却水が通る構成である。また、放熱フィン形成水路10は、放熱フィン10fに冷却水を供給する導入水路10iが一体に形成される。

40

【0026】

放熱フィン形成板6の供給水路形成穴部11と排水路形成穴部12は、放熱フィン形成板6を上下に貫通し、それぞれ放熱フィン形成水路10と独立して形成される。

【0027】

水路形成板7は流路形成板部の一例で、レーザチップ搭載板4と同じ材質で構成され、循環水路13と、供給水路形成穴部14と、排水路形成穴部15を備える。水路形成板8は流路形成板部の一例で、水路形成板7と同様に、レーザチップ搭載板4と同じ材質で

50

構成され、供給水路形成穴部 1 6 と、排出水路形成穴部 1 7 を備える。例えば、レーザチップ搭載板 4 がセラミックで構成される場合、水路形成板 7 , 8 はセラミックで構成される。

【 0 0 2 8 】

水路形成板 7 の循環水路 1 3 は、水路形成板 7 を上下に貫通し、上層側の放熱フィン形成板 5 の放熱フィン形成水路 9 及び下層側の放熱フィン形成板 6 の放熱フィン形成水路 1 0 と繋がる位置に形成される。

【 0 0 2 9 】

水路形成板 7 の供給水路形成穴部 1 4 は、水路形成板 7 を上下に貫通し、下層側の放熱フィン形成板 6 の供給水路形成穴部 1 1 及び導入水路 1 0 i と繋がる位置及び形状で形成される。

【 0 0 3 0 】

水路形成板 7 の排出水路形成穴部 1 5 は、水路形成板 7 を上下に貫通し、上層側の放熱フィン形成板 5 の放熱フィン形成水路 9 及び下層側の放熱フィン形成板 6 の排出水路形成穴部 1 2 と繋がる位置に形成される。

【 0 0 3 1 】

水路形成板 8 の供給水路形成穴部 1 6 は、水路形成板 8 を上下に貫通し、上層側の放熱フィン形成板 6 の供給水路形成穴部 1 1 と繋がる位置に形成される。水路形成板 8 の排出水路形成穴部 1 7 は、水路形成板 8 を上下に貫通し、上層側の放熱フィン形成板 6 の排出水路形成穴部 1 2 と繋がる位置に形成される。

【 0 0 3 2 】

ヒートシンク 2 は、レーザチップ搭載板 4 と、放熱フィン形成板 5 と、水路形成板 7 と、放熱フィン形成板 6 と、水路形成板 8 が順に積層され、拡散接合等の方法により各板材が一体に接合される。

【 0 0 3 3 】

これにより、放熱フィン形成板 5 の放熱フィン形成水路 9 と、放熱フィン形成板 6 の放熱フィン形成水路 1 0 は、水路形成板 7 の循環水路 1 3 を介して繋がる。また、水路形成板 7 の排出水路形成穴部 1 5 と、放熱フィン形成板 6 の排出水路形成穴部 1 2 と、水路形成板 8 の排出水路形成穴部 1 7 が繋がって、排出水路 1 8 が形成される。排出水路 1 8 は、放熱フィン形成板 5 の放熱フィン形成水路 9 と繋がる。

【 0 0 3 4 】

更に、水路形成板 7 の供給水路形成穴部 1 4 と、放熱フィン形成板 6 の供給水路形成穴部 1 1 と、水路形成板 8 の供給水路形成穴部 1 6 が繋がって、供給水路 1 9 が形成される。供給水路 1 9 は、放熱フィン形成板 6 の放熱フィン形成水路 1 0 の導入水路 1 0 i と繋がる。

【 0 0 3 5 】

これにより、ヒートシンク 2 は、供給水路 1 9 から放熱フィン形成板 6 の放熱フィン形成水路 1 0、水路形成板 7 の循環水路 1 3 及び放熱フィン形成板 5 の放熱フィン形成水路 9 を通り、排出水路 1 8 へと繋がる冷却水の流路 2 0 が形成される。

【 0 0 3 6 】

上述したように、ヒートシンク 2 は 5 層構造であるので、最上層となる第 1 層を構成するレーザチップ搭載板 4 と、中間層となる第 3 層を構成する水路形成板 7 及び最下層となる第 5 層を構成する水路形成板 8 を同じ材質とし、第 2 層を構成する放熱フィン形成板 5 と、第 4 層を構成する放熱フィン形成板 6 を同じ材質とすることで、ヒートシンク 2 は積層方向に対称な構成となっている。

【 0 0 3 7 】

これにより、高温で拡散接合した後、常温に戻した際にも、第 1 層を構成するレーザチップ搭載板 4、第 3 層及び第 5 層を構成する水路形成板 7 , 8 と、第 2 層及び第 4 層を構成する放熱フィン形成板 5 , 6 の熱膨張係数の差による反りが生じにくい構成となっている。

。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

半導体レーザチップ 3 は半導体レーザ素子の一例で、複数の発光部が並べて配置されるアレイ構造を有する。半導体レーザチップ 3 は、ヒートシンク 2 のレーザチップ搭載板 4 に、ハンダ付け等の方法で実装される。

【 0 0 3 9 】

上述したように、レーザチップ搭載板 4 をセラミックで構成した場合は、レーザチップ搭載板 4 の表面にメタル層 4 m が形成され、メタル層 4 m と半導体レーザチップ 3 の下面の電極が電氣的に接続される。そして、半導体レーザチップ 3 の上面の図示しない電極と、メタル層 4 m は、それぞれボンディングワイヤ等で図示しないドライバ素子と電氣的に接続される。

10

【 0 0 4 0 】

ここで、レーザチップ搭載板 4 上における半導体レーザチップ 3 の実装位置は、放熱フィン形成板 5 の放熱フィン形成水路 9 に形成された放熱フィン 9 f 及び放熱フィン形成板 6 の放熱フィン形成水路 10 に形成された放熱フィン 10 f の上側である。

【 0 0 4 1 】

上述したように、ヒートシンク 2 のレーザチップ搭載板 4 は、半導体レーザチップ 3 に近い熱膨張係数を持つ材質で構成されることで、レーザチップ搭載板 4 と半導体レーザチップ 3 は、熱による伸縮の割合が、略同等となる。これにより、ヒートシンク 2 と半導体レーザチップ 3 の接合を、金スズ合金等の硬いハンダ材を用いても、半導体レーザチップ 3 に応力が生じにくい構成となっている。

20

【 0 0 4 2 】

半導体レーザチップ 3 に生じる応力を、インジウムハンダ等の軟らかいハンダ材を用いて緩和する構成とした場合、半導体レーザチップ 3 に対する長期通電時にインジウムハンダの合金化によってハンダが脆くなるという問題が生じる。これに対して、本実施の形態では、半導体レーザチップ 3 とヒートシンク 2 を金スズ合金等の硬いハンダ材を用いて接合できるので、長期通電時でもハンダ材が劣化することは無く、長期間にわたって信頼性を確保することが可能となる。

【 0 0 4 3 】

< 第 1 の実施の形態の半導体レーザ装置の動作例 >

次に、第 1 の実施の形態の半導体レーザ装置 1 A の動作例について説明する。半導体レーザ装置 1 A は、ヒートシンク 2 の供給水路 19 及び排出水路 18 が、冷却水の給排水を行うチラーと称される図示しない循環装置に接続される。

30

【 0 0 4 4 】

ヒートシンク 2 は、供給水路 19 に冷却水が供給されると、供給水路 19 から放熱フィン形成板 6 の放熱フィン形成水路 10、水路形成板 7 の循環水路 13 及び放熱フィン形成板 5 の放熱フィン形成水路 9 を通り、排出水路 18 へと繋がる流路 20 を冷却水が流れる。

【 0 0 4 5 】

すなわち、供給水路 19 に供給された冷却水は、放熱フィン形成板 6 の導入水路 10 i から放熱フィン形成水路 10 に流れる。放熱フィン形成水路 10 を流れる冷却水は、放熱フィン 10 f の間を通り、水路形成板 7 の循環水路 13 から放熱フィン形成板 5 の放熱フィン形成水路 9 に流れる。放熱フィン形成水路 9 を流れる冷却水は、放熱フィン 9 f の間を通り、排出水路 18 から排出される。

40

【 0 0 4 6 】

半導体レーザチップ 3 は、図示しないドライバ素子から受けた電気信号を、光信号に変換して出力する。半導体レーザチップ 3 が駆動されることで発生した熱は、レーザチップ搭載板 4 からヒートシンク 2 に伝達される。ヒートシンク 2 は、上述したように、流路 20 を冷却水が流れることで、半導体レーザチップ 3 から受けた熱を冷却する。これにより、半導体レーザチップ 3 が冷却される。

【 0 0 4 7 】

50

本例のヒートシンク 2 では、半導体レーザチップ 3 の搭載位置の下部に、放熱フィン 9 f 及び放熱フィン 10 f が配置され、冷却水と接する面積を拡大してあり、また、放熱フィン形成水路 9 等において乱流を生じさせることで、半導体レーザチップ 3 から受けた熱を、効率良く放熱することができる。

【0048】

また、マイクロチャネル型であるヒートシンク 2 では、半導体レーザチップ 3 の直下の水流速度を高めることにより、高い排熱効率を実現している。このため、半導体レーザチップ 3 が搭載されるレーザチップ搭載板 4 の下面には、水流速度の速い冷却水が当たる。

【0049】

本例のヒートシンク 2 では、上面に半導体レーザチップ 3 が実装され、下面が冷却水と接するレーザチップ搭載板 4 をセラミックで構成すると共に、水路形成板 7 及び水路形成板 8 をセラミックで構成することで、水流速度の速い部分での金属腐食による減肉及び漏水は発生しない。

【0050】

これにより、放熱フィン形成板 5 及び放熱フィン形成板 6 を熱伝導率の良い銅等の金属で構成することで、排熱効果を高めると共に、放熱フィン形成板 5 及び放熱フィン形成板 6 には適切な腐食しろを設定することにより、ヒートシンク 2 全体で漏水を防止することができる。

【0051】

また、半導体レーザチップ 3 が実装されるレーザチップ搭載板 4 を絶縁材料であるセラミックで構成すると共に、放熱フィン形成板 5 と放熱フィン形成板 6 の間の水路形成板 7 と、放熱フィン形成板 6 の下の水路形成板 8 を、絶縁材料であるセラミックで構成することで、金属で構成される放熱フィン形成板 5 及び放熱フィン形成板 6 には、半導体レーザチップ 3 を駆動する電流は流れない。これにより、内部抵抗による電位差による迷走電流腐食も防止することができる。

【0052】

更に、本例のヒートシンク 2 では、ヒートシンク 2 の上面に直接半導体レーザチップ 3 を硬いハンダ材で接続できるようになるため、半導体レーザチップ 3 の搭載位置に他の材質で構成されるサブマウントを挿入する構成に比べると、熱抵抗及び電氣的抵抗を小さくできる。

【0053】

この際、ヒートシンク 2 の上面を構成するレーザチップ搭載板 4 の熱伝導率は、放熱フィン形成板 5 , 6 を構成する銅等に比べると相対的に低いものを使用することになるが、サブマウント使用時と同じ材質、厚みのものを使用すれば、少なくともサブマウント挿入時よりはトータルの熱抵抗を小さくすることができる。

【0054】

< 第 2 の実施の形態の半導体レーザ装置の構成例 >

図 3 は第 2 の実施の形態の半導体レーザ装置の構成の一例を示す側断面図である。第 2 の実施の形態の半導体レーザ装置 1 B は、第 1 の実施の形態の半導体レーザ装置 1 A を縦方向に例えば 2 組積層したスタック型と呼ばれる半導体レーザ装置である。

【0055】

なお、本例では半導体レーザ装置を 2 組積層した例を示しているが、積層段数は 2 組に限るものではなく、例えば 20 段程度積層する構成とすることで、高出力の半導体レーザ装置を実現することも可能である。

【0056】

第 2 の実施の形態の半導体レーザ装置 1 B は、マイクロチャネル型の微細流路構造を有する上部ヒートシンク 2 A と下部ヒートシンク 2 B を備え、それぞれのヒートシンク 2 に、半導体レーザチップ 3 を搭載して構成される。

【0057】

図 4 は第 2 の実施の形態の半導体レーザ装置の要部構成を示す上部ヒートシンク 2 A の

10

20

30

40

50

分解斜視図である。上部ヒートシンク 2 A は、図 1 に示す第 1 の実施の形態のヒートシンク 2 と同様の構成を有し、薄板材を積層して構成され、本例では、第 1 層を構成するレーザーチップ搭載板 4 A と、第 2 層及び第 4 層を構成する放熱フィン形成板 5 A , 6 A と、第 3 層及び第 5 層を構成する水路形成板 7 A , 8 A を備えた 5 層構造である。上部ヒートシンク 2 A は、各板材が拡散接合等の方法で接合されて一体に構成される。

【 0 0 5 8 】

レーザーチップ搭載板 4 A は、半導体レーザーチップ 3 A を構成する材質の熱膨張係数に近い熱膨張係数を持つ材質により形成され、例えばセラミックで構成される。ここで、レーザーチップ搭載板 4 A を絶縁材料であるセラミックで構成する場合は、表面に金メッキ等でメタル層 4 m を形成し、半導体レーザーチップ 3 A の下面の電極と電気的なコンタクトを取

10

【 0 0 5 9 】

放熱フィン形成板 5 A 及び放熱フィン形成板 6 A は、高熱伝導率材料である例えば銅で構成され、放熱フィン形成板 5 A は放熱フィン形成水路 9 A を備え、放熱フィン形成板 6 A は放熱フィン形成水路 1 0 A と供給水路形成穴部 1 1 A と排水水路形成穴部 1 2 A を備える。ここで、放熱フィン形成水路 9 A 、放熱フィン形成水路 1 0 A 、供給水路形成穴部 1 1 A 及び排水水路形成穴部 1 2 A の構成は、図 1 で説明したヒートシンク 2 の各部の構成と同じである。

【 0 0 6 0 】

水路形成板 7 A および水路形成板部 8 A は、レーザーチップ搭載板 4 A と同じ材質で構成され、水路形成板 7 A は循環水路 1 3 A と、供給水路形成穴部 1 4 A と、排水水路形成穴部 1 5 A を備える。また、水路形成板 8 A は、供給水路形成穴部 1 6 A と、排水水路形成穴部 1 7 A を備える。ここで、循環水路 1 3 A 、供給水路形成穴部 1 4 A 及び排水水路形成穴部 1 5 A と、供給水路形成穴部 1 6 A 及び排水水路形成穴部 1 7 A は、図 1 で説明したヒートシンク 2 の各部の構成と同じである。

20

【 0 0 6 1 】

上部ヒートシンク 2 A は、レーザーチップ搭載板 4 A に半導体レーザーチップ 3 A がハンダ付け等の方法で実装される。また、レーザーチップ搭載板 4 A は、半導体レーザーチップ 3 A が搭載されていない位置に、スペーサ板 2 1 が接合される。スペーサ板 2 1 は、レーザーチップ搭載板 4 A と同じ材質、例えばセラミックで構成され、表面に金メッキ等でメタル層 2 1 m が形成される。

30

【 0 0 6 2 】

上述したように、レーザーチップ搭載板 4 A をセラミックで構成した場合は、レーザーチップ搭載板 4 A の表面にメタル層 4 m が形成され、メタル層 4 m と半導体レーザーチップ 3 A の下面の電極が電気的に接続される。また、半導体レーザーチップ 3 A の上面の図示しない電極と、スペーサ板 2 1 のメタル層 2 1 m は、ボンディングワイヤ 2 2 で接続される。

【 0 0 6 3 】

図 5 は第 2 の実施の形態の半導体レーザー装置の要部構成を示す下部ヒートシンク 2 B の分解斜視図である。下部ヒートシンク 2 B は、上部ヒートシンク 2 A との接続部分の構成以外は、第 1 の実施の形態のヒートシンク 2 と同様の構成を有し、薄板材を積層して構成

40

【 0 0 6 4 】

下部ヒートシンク 2 B は、第 1 層を構成するレーザーチップ搭載板 4 B と、第 2 層及び第 4 層を構成する放熱フィン形成板 5 B , 6 B と、第 3 層及び第 5 層を構成する水路形成板 7 B , 8 B を備えた 5 層構造である。下部ヒートシンク 2 B は、各板材が拡散接合等の方法で接合されて一体に構成される。

【 0 0 6 5 】

レーザーチップ搭載板 4 B は、半導体レーザーチップ 3 B を構成する材質の熱膨張係数に近い熱膨張係数を持つ材質、例えばセラミックで構成され、供給水路形成穴部 2 3 と排水水路形成穴部 2 4 を備える。

50

【 0 0 6 6 】

レーザチップ搭載板 4 B の供給水路形成穴部 2 3 と排出水路形成穴部 2 4 は、それぞれレーザチップ搭載板 4 B を上下に貫通して形成され、供給水路形成穴部 2 3 は、上部ヒートシンク 2 A の供給水路形成穴部 1 6 A と繋がる位置に形成される。また、排出水路形成穴部 2 4 は、上部ヒートシンク 2 A の排出水路形成穴部 1 7 A と繋がる位置に形成される。

【 0 0 6 7 】

ここで、レーザチップ搭載板 4 B を絶縁材料であるセラミックで構成する場合は、表面に金メッキ等で金属層 4 m を形成し、半導体レーザチップ 3 B の下面の電極と電気的なコンタクトを取れるような構成とする。なお、供給水路形成穴部 2 3 と排出水路形成穴部 2 4 は、金属層 4 m を貫通して形成される。

10

【 0 0 6 8 】

放熱フィン形成板 5 B 及び放熱フィン形成板 6 B は、高熱伝導率材料である例えば銅で構成される。放熱フィン形成板 5 B は、放熱フィン形成水路 9 B と、供給水路形成穴部 2 5 を備える。また、放熱フィン形成板 6 B は放熱フィン形成水路 1 0 B と供給水路形成穴部 1 1 B と排出水路形成穴部 1 2 B を備える。

【 0 0 6 9 】

放熱フィン形成板 5 B の放熱フィン形成水路 9 B は、放熱フィン形成板 5 B を上下に貫通して形成され、半導体レーザチップ 3 B の搭載位置の下部に複数枚の放熱フィン 9 f が並べて配置されて、各放熱フィン 9 f の間を冷却水が通る構成である。また、放熱フィン形成水路 9 B は、上層側のレーザチップ搭載板 4 B の排出水路形成穴部 2 4 と繋がる位置に形成される。

20

【 0 0 7 0 】

放熱フィン形成板 5 B の供給水路形成穴部 2 5 は、放熱フィン形成板 5 B を上下に貫通し、上層側のレーザチップ搭載板 4 B の供給水路形成穴部 2 3 と繋がる位置に形成される。

【 0 0 7 1 】

放熱フィン形成板 6 B の放熱フィン形成水路 1 0 B は、放熱フィン形成板 6 B を上下に貫通して形成され、放熱フィン形成水路 9 B と同様に、半導体レーザチップ 3 B の搭載位置の下部に複数枚の放熱フィン 1 0 f が並べて配置されて、各放熱フィン 1 0 f の間を冷却水が通る構成である。また、放熱フィン形成水路 1 0 B は、放熱フィン 1 0 f に冷却水を供給する導入水路 1 0 i が一体に形成される。

30

【 0 0 7 2 】

放熱フィン形成板 6 B の供給水路形成穴部 1 1 B と排出水路形成穴部 1 2 B は、放熱フィン形成板 6 B を上下に貫通し、それぞれ放熱フィン形成水路 1 0 B と独立して形成される。

【 0 0 7 3 】

水路形成板 7 B と水路形成板 8 B は、レーザチップ搭載板 4 B と同じ材質である例えばセラミックで構成される。水路形成板 7 B は、循環水路 1 3 B と、供給水路形成穴部 1 4 B と、排出水路形成穴部 1 5 B を備える。また、水路形成板 8 B は供給水路形成穴部 1 6 B と、排出水路形成穴部 1 7 B を備える。

40

【 0 0 7 4 】

水路形成板 7 B の循環水路 1 3 B は、水路形成板 7 B を上下に貫通し、上層側の放熱フィン形成板 5 B の放熱フィン形成水路 9 B 及び下層側の放熱フィン形成板 6 B の放熱フィン形成水路 1 0 B と繋がる位置に形成される。

【 0 0 7 5 】

水路形成板 7 B の供給水路形成穴部 1 4 B は、水路形成板 7 B を上下に貫通し、上層側の放熱フィン形成板 5 B の循環水路形成穴部 2 5 と、下層側の放熱フィン形成板 6 B の供給水路形成穴部 1 1 B 及び導入水路 1 0 i と繋がる位置及び形状で形成される。

【 0 0 7 6 】

50

水路形成板 7 B の排水路形成穴部 1 5 B は、水路形成板 7 B を上下に貫通し、上層側の放熱フィン形成板 5 B の放熱フィン形成水路 9 B 及び下層側の放熱フィン形成板 6 B の排水路形成穴部 1 2 B と繋がる位置に形成される。

【 0 0 7 7 】

水路形成板 8 B の供給水路形成穴部 1 6 B は、水路形成板 8 B を上下に貫通し、上層側の放熱フィン形成板 6 B の供給水路形成穴部 1 1 B と繋がる位置に形成される。水路形成板 8 B の排水路形成穴部 1 7 B は、水路形成板 8 B を上下に貫通し、上層側の放熱フィン形成板 6 B の排水路形成穴部 1 2 B と繋がる位置に形成される。

【 0 0 7 8 】

ここで、下部ヒートシンク 2 B においても、半導体レーザーチップ 3 B が実装されるレーザーチップ搭載板 4 B をセラミックで構成すると共に、積層方向に対称な構成とするために、水路形成板 7 B と水路形成板 8 B をセラミックで構成した場合、放熱フィン形成板 5 B と放熱フィン形成板 6 B は、セラミックに対して拡散接合できる高熱伝導率材料である例えば銅で構成される。

【 0 0 7 9 】

下部ヒートシンク 2 B は、レーザーチップ搭載板 4 B に半導体レーザーチップ 3 B がハンダ付け等の方法で実装される。また、レーザーチップ搭載板 4 B は、半導体レーザーチップ 3 B が搭載されていない位置に、スペーサ板 2 6 が接合される。スペーサ板 2 6 は、レーザーチップ搭載板 4 B と同じ材質、例えばセラミックで構成され、表面に金メッキ等でメタル層 2 6 m が形成される。

【 0 0 8 0 】

また、スペーサ板 2 6 は、供給水路形成穴部 2 7 と排水路形成穴部 2 8 を備える。供給水路形成穴部 2 7 は、レーザーチップ搭載板 4 B の供給水路形成穴部 2 3 と繋がる位置に形成される。また、排水路形成穴部 2 8 は、レーザーチップ搭載板 4 B の排水路形成穴部 2 4 と繋がる位置に形成される。

【 0 0 8 1 】

上述したように、レーザーチップ搭載板 4 B をセラミックで構成した場合は、レーザーチップ搭載板 4 B の表面にメタル層 4 m が形成され、メタル層 4 m と半導体レーザーチップ 3 B の下面の電極が電氣的に接続される。また、半導体レーザーチップ 3 B の上面の図示しない電極と、スペーサ板 2 6 のメタル層 2 6 m は、ボンディングワイヤ 2 9 で接続される。

【 0 0 8 2 】

上部ヒートシンク 2 A は、レーザーチップ搭載板 4 A と、放熱フィン形成板 5 A と、水路形成板 7 A と、放熱フィン形成板 6 A と、水路形成板 8 A が順に積層され、拡散接合等の方法により各板材が一体に接合される。上部ヒートシンク 2 A は、レーザーチップ搭載板 4 A にスペーサ板 2 1 が接合される。

【 0 0 8 3 】

また、下部ヒートシンク 2 B は、レーザーチップ搭載板 4 B と、放熱フィン形成板 5 B と、水路形成板 7 B と、放熱フィン形成板 6 B と、水路形成板 8 B が順に積層され、拡散接合等の方法により各板材が一体に接合される。下部ヒートシンク 2 B は、レーザーチップ搭載板 4 B にスペーサ板 2 6 が接合される。

【 0 0 8 4 】

これにより、上部ヒートシンク 2 A においては、放熱フィン形成板 5 A の放熱フィン形成水路 9 A と、放熱フィン形成板 6 A の放熱フィン形成水路 1 0 A は、水路形成板 7 A の循環水路 1 3 A を介して繋がる。

【 0 0 8 5 】

また、水路形成板 7 A の排水路形成穴部 1 5 A と、放熱フィン形成板 6 A の排水路形成穴部 1 2 A と、水路形成板 8 A の排水路形成穴部 1 7 A が繋がって、排水路 1 8 A が形成される。排水路 1 8 A は、放熱フィン形成板 5 A の放熱フィン形成水路 9 A と繋がる。

【 0 0 8 6 】

10

20

30

40

50

更に、水路形成板 7 A の供給水路形成穴部 1 4 A と、放熱フィン形成板 6 A の供給水路形成穴部 1 1 A と、水路形成板 8 A の供給水路形成穴部 1 6 A が繋がって、供給水路 1 9 A が形成される。供給水路 1 9 A は、放熱フィン形成板 6 A の放熱フィン形成水路 1 0 A の導入水路 1 0 i と繋がる。

【 0 0 8 7 】

下部ヒートシンク 2 B においては、放熱フィン形成板 5 B の放熱フィン形成水路 9 B と、放熱フィン形成板 6 B の放熱フィン形成水路 1 0 B は、水路形成板 7 B の循環水路 1 3 B を介して繋がる。

【 0 0 8 8 】

また、スペーサ板 2 6 の排出水路形成穴部 2 8 と、レーザチップ搭載板 4 B の排出水路形成穴部 2 4 と、放熱フィン形成板 5 B の放熱フィン形成水路 9 B と、水路形成板 7 B の排出水路形成穴部 1 5 B と、放熱フィン形成板 6 B の排出水路形成穴部 1 2 B と、水路形成板 8 B の排出水路形成穴部 1 7 B が繋がって、排出水路 1 8 B が形成される。

【 0 0 8 9 】

更に、スペーサ板 2 6 の供給水路形成穴部 2 7 と、レーザチップ搭載板 4 B の供給水路形成穴部 2 3 と、放熱フィン形成板 5 B の供給水路形成穴部 2 5 と、水路形成板 7 B の供給水路形成穴部 1 4 B と、放熱フィン形成板 6 B の供給水路形成穴部 1 1 B と、水路形成板 8 B の供給水路形成穴部 1 6 B が繋がって、供給水路 1 9 B が形成される。供給水路 1 9 B は、供給水路形成穴部 1 4 B 及び導入水路 1 0 i を介して放熱フィン形成板 6 B の放熱フィン形成水路 1 0 B と繋がる。

【 0 0 9 0 】

そして、上部ヒートシンク 2 A と下部ヒートシンク 2 B は、排出水路 1 8 A と排出水路 1 8 B の間、及び供給水路 1 9 A と供給水路 1 9 B の間を O リング 3 0 でシールして接合され、上部ヒートシンク 2 A と下部ヒートシンク 2 B の間で繋がった流路 3 1 が形成される。

【 0 0 9 1 】

上述したように、上部ヒートシンク 2 A は 5 層構造であるので、上部ヒートシンク 2 A において最上層となる第 1 層を構成するレーザチップ搭載板 4 A と、中間層となる第 3 層を構成する水路形成板 7 A 及び最下層となる第 5 層を構成する水路形成板 8 A を同じ材質とし、第 2 層を構成する放熱フィン形成板 5 A と、第 4 層を構成する放熱フィン形成板 6 A を同じ材質とすることで、上部ヒートシンク 2 A は積層方向に対称な構成となっている。

【 0 0 9 2 】

また、下部ヒートシンク 2 B も同様に 5 層構造であるので、下部ヒートシンク 2 B において最上層となる第 1 層を構成するレーザチップ搭載板 4 B と、中間層となる第 3 層を構成する水路形成板 7 B 及び最下層となる第 5 層を構成する水路形成板 8 B を同じ材質とし、第 2 層を構成する放熱フィン形成板 5 B と、第 4 層を構成する放熱フィン形成板 6 B を同じ材質とすることで、下部ヒートシンク 2 B は積層方向に対称な構成となっている。

【 0 0 9 3 】

これにより、上部ヒートシンク 2 A と下部ヒートシンク 2 B は、高温で拡散接合した後、常温に戻した際にも、各層を構成する板材の熱膨張係数の差による反りが生じにくい構成となっている。

【 0 0 9 4 】

半導体レーザ装置 1 B における半導体レーザチップ 3 の電氣的な接続は、上部ヒートシンク 2 A において半導体レーザチップ 3 A の図示しない上部電極と接続されるスペーサ板 2 1 のメタル層 2 1 m が、ドライバ素子 3 2 等の電源に接続される。また、下部ヒートシンク 2 B において半導体レーザチップ 3 B の図示しない下部電極と接続されるレーザチップ搭載板 4 B のメタル層 4 m が、ドライバ素子 3 2 等の電源に接続される。

【 0 0 9 5 】

更に、上部ヒートシンク 2 A において半導体レーザチップ 3 A の図示しない下部電極と

10

20

30

40

50

接続されるレーザチップ搭載板 4 A のメタル層 4 m と、下部ヒートシンク 2 B において半導体レーザチップ 3 B の図示しない上部電極と接続されるスペーサ板 2 6 のメタル層 2 6 m の間が、ボンディングワイヤ 3 3 で接続される。

【 0 0 9 6 】

これにより、上下の半導体レーザチップ 3 に、ドライバ素子 3 2 から直列に電流が供給される構成である。

【 0 0 9 7 】

ここで、上部ヒートシンク 2 A のレーザチップ搭載板 4 A は、半導体レーザチップ 3 A に近い熱膨張係数を持つ材質で構成されることで、半導体レーザチップ 3 A の接合に金スズ合金等の硬いハンダ材を用いても、半導体レーザチップ 3 A に応力が生じにくい構成とな

10

っている。これにより、長期通電時でもハンダ材が劣化することは無く、長期間にわたって信頼性を確保することが可能となる。

【 0 0 9 8 】

同様に、下部ヒートシンク 2 B のレーザチップ搭載板 4 B は、半導体レーザチップ 3 B に近い熱膨張係数を持つ材質で構成されることで、半導体レーザチップ 3 B の接合に金スズ合金等の硬いハンダ材を用いても、半導体レーザチップ 3 B に応力が生じにくい構成とな

っている。これにより、長期通電時でもハンダ材が劣化することは無く、長期間にわたって信頼性を確保することが可能となる。

【 0 0 9 9 】

< 第 2 の実施の形態の半導体レーザ装置の動作例 >

20

次に、第 2 の実施の形態の半導体レーザ装置 1 B の動作例について説明する。半導体レーザ装置 1 B は、下部ヒートシンク 2 B の供給水路 1 9 B 及び排水水路 1 8 B が、冷却水の給排水を行う図示しない循環装置に接続される。

【 0 1 0 0 】

下部ヒートシンク 2 B の供給水路 1 9 B に冷却水が供給されると、一部の冷却水は、放熱フィン形成板 6 B の導入水路 1 0 i から放熱フィン形成水路 1 0 B へ流れる。放熱フィン形成水路 1 0 B を流れる冷却水は、放熱フィン 1 0 f の間を通り、水路形成板 7 B の循環水路 1 3 B から放熱フィン形成板 5 B の放熱フィン形成水路 9 B に流れる。放熱フィン形成水路 9 B を流れる冷却水は、放熱フィン 9 f の間を通り、排水水路 1 8 B から排出される。

30

【 0 1 0 1 】

下部ヒートシンク 2 B の供給水路 1 9 B に冷却水が供給されると、一部の冷却水は、供給水路 1 9 B を通過して、上部ヒートシンク 2 A の供給水路 1 9 A に供給される。上部ヒートシンク 2 A の供給水路 1 9 A に冷却水が供給されると、放熱フィン形成板 6 A の導入水路 1 0 i から放熱フィン形成水路 1 0 A へ流れる。放熱フィン形成水路 1 0 A を流れる冷却水は、放熱フィン 1 0 f の間を通り、水路形成板 7 A の循環水路 1 3 A から放熱フィン形成板 5 A の放熱フィン形成水路 9 A に流れる。放熱フィン形成水路 9 A を流れる冷却水は、放熱フィン 9 f の間を通り、排水水路 1 8 A から下部ヒートシンク 2 B の排水水路 1 8 B へと排出され、排水水路 1 8 B から排出される。

【 0 1 0 2 】

40

半導体レーザチップ 3 A 及び半導体レーザチップ 3 B は、ドライバ素子 3 2 から受けた電気信号を、光信号に変換して出力する。なお、上下の半導体レーザチップ 3 A , 3 B から出力された光信号は、図示しないレンズで集光されて、例えば光ファイバに入射させることで、高出力の光信号を得ることができる。

【 0 1 0 3 】

半導体レーザチップ 3 A が駆動されることで発生した熱は、レーザチップ搭載板 4 A から上部ヒートシンク 2 A に伝達される。上部ヒートシンク 2 A では、上述したように、流路 3 1 を冷却水が流れることで、半導体レーザチップ 3 A から受けた熱を冷却する。これにより、半導体レーザチップ 3 A が冷却される。

【 0 1 0 4 】

50

同様に、半導体レーザチップ 3 B が駆動されることで発生した熱は、主にレーザチップ搭載板 4 B から下部ヒートシンク 2 B に伝達される。下部ヒートシンク 2 B では、上述したように、流路 3 1 を冷却水が流れることで、半導体レーザチップ 3 B から受けた熱を冷却する。これにより、半導体レーザチップ 3 B が冷却される。

【 0 1 0 5 】

マイクロチャネル型である上部ヒートシンク 2 A 及び下部ヒートシンク 2 B では、それぞれ、半導体レーザチップ 3 の直下の水流速度を高めることにより、高い排熱効率を実現している。

【 0 1 0 6 】

上部ヒートシンク 2 A では、上面に半導体レーザチップ 3 A が実装され、下面が冷却水と接するレーザチップ搭載板 4 A をセラミックで構成すると共に、水路形成板 7 A 及び水路形成板 8 A をセラミックで構成することで、水流速度の速い部分での金属腐食による減肉及び漏水は発生しない。

【 0 1 0 7 】

これにより、放熱フィン形成板 5 A 及び放熱フィン形成板 6 A を熱伝導率の良い銅等の金属で構成することで、排熱効果を高めると共に、放熱フィン形成板 5 A 及び放熱フィン形成板 6 A には適切な腐食しをを設定することにより、上部ヒートシンク 2 A での漏水を防止することができる。

【 0 1 0 8 】

また、下部ヒートシンク 2 B では、上部ヒートシンク 2 A と同様に、上面に半導体レーザチップ 3 B が実装され、下面が冷却水と接するレーザチップ搭載板 4 B をセラミックで構成すると共に、水路形成板 7 B 及び水路形成板 8 B をセラミックで構成することで、水流速度の速い部分での金属腐食による減肉及び漏水は発生しない。

【 0 1 0 9 】

これにより、放熱フィン形成板 5 B 及び放熱フィン形成板 6 B を熱伝導率の良い銅等の金属で構成することで、排熱効果を高めると共に、放熱フィン形成板 5 B 及び放熱フィン形成板 6 B には適切な腐食しをを設定することにより、下部ヒートシンク 2 B での漏水を防止することができる。

【 0 1 1 0 】

そして、上部ヒートシンク 2 A と下部ヒートシンク 2 B の間の供給水路及び排出水路の連結を、リング 3 0 を介して行うことで、ヒートシンク全体での漏水を防止することができる。

【 0 1 1 1 】

また、上部ヒートシンク 2 A において、半導体レーザチップ 3 A が実装されるレーザチップ搭載板 4 A は絶縁材料であるセラミックで構成され、半導体レーザチップ 3 A との電気的コンタクトがレーザチップ搭載板 4 A 表面のメタル層 4 m で行われる構成となっている。更に、放熱フィン形成板 5 A と放熱フィン形成板 6 A の間の水路形成板 7 A と、放熱フィン形成板 6 A の下の水路形成板 8 A が、絶縁材料であるセラミックで構成される。これにより、金属で構成される放熱フィン形成板 5 A 及び放熱フィン形成板 6 A には半導体レーザチップ 3 A を駆動する電流は流れない。

【 0 1 1 2 】

同様に、下部ヒートシンク 2 B において、半導体レーザチップ 3 B が実装されるレーザチップ搭載板 4 B が絶縁材料であるセラミックで構成され、半導体レーザチップ 3 B との電気的コンタクトがレーザチップ搭載板 4 B 表面のメタル層 4 m で行われる構成となっている。また、水路形成板 7 B と水路形成板 8 B が、絶縁材料であるセラミックで構成される。これにより、金属で構成される放熱フィン形成板 5 B 及び放熱フィン形成板 6 B には半導体レーザチップ 3 B を駆動する電流は流れない。

【 0 1 1 3 】

従って、上部ヒートシンク 2 A の放熱フィン形成板 5 A 及び放熱フィン形成板 6 A と、下部ヒートシンク 2 B の放熱フィン形成板 5 B 及び放熱フィン形成板 6 B は、半導体レー

10

20

30

40

50

ザチップ 3 の電位と独立し、供給される冷却水によって決まる電位となる。これにより、上部ヒートシンク 2 A と下部ヒートシンク 2 B において、金属で構成され、冷却水と接する各放熱フィン形成板は同電位となり、上下のヒートシンク間の電位差による電氣的腐食が発生しない。

【 0 1 1 4 】

従来、冷却水の純度を高め、導電率を下げる方法によって、上下のヒートシンク間の電位差による電氣的腐食を防止する方法が取られているが、管理が煩雑になる等の問題があった。これに対して、本実施の形態では、冷却水の純度を高めることなく、金属板材の電氣的腐食を防止できるので、冷却水の管理が容易になる。

【 0 1 1 5 】

ここで、レーザチップ搭載板 4 をセラミックで構成し、レーザチップ搭載板 4 表面に形成したメタル層 4 m で半導体レーザチップ 3 に電力を供給する場合、薄いメタル層 4 m に大電流が流れることで、電圧降下することによる動作電圧の上昇が問題になる場合が考えられる。

【 0 1 1 6 】

メタル層 4 m は例えば金メッキで構成されるので、メッキ厚を増加させることで、電圧降下を解消する方法が考えられる。また、レーザチップ搭載板 4 と、水路形成板 7 及び水路形成板 8 はセラミックで構成し、ヒートシンク 2 の側面にメタル層を形成して上下のヒートシンク 2 間で導通加工をする方法、あるいは、パイアホールを開けて上下のヒートシンク 2 間で導通加工をする方法等が考えられる。

【 0 1 1 7 】

この場合、冷却水と接する放熱フィン形成板 5 及び放熱フィン形成板 6 は半導体レーザチップ 3 と同電位となり、上下のヒートシンク 2 間では電位差を生じる。但し、レーザチップ搭載板 4 をセラミックで構成した場合は、水流速度の速い部分での金属腐食による減肉及び漏水は発生しない。

【 0 1 1 8 】

また、レーザチップ搭載板 4 を金属材料で構成して、導電性を持たせる方法が考えられる。この場合、レーザチップ搭載板 4 と、水路形成板 7 及び水路形成板 8 は、放熱フィン形成板 5 及び放熱フィン形成板 6 より電氣的に貴な金属で構成する。

【 0 1 1 9 】

レーザチップ搭載板 4 等を金属材料で構成することで、冷却水と接する放熱フィン形成板 5 及び放熱フィン形成板 6 は半導体レーザチップ 3 と同電位となり、上下のヒートシンク 2 間では電位差を生じる。但し、レーザチップ搭載板 4 を放熱フィン形成板 5 , 6 より電氣的に貴な金属で構成することで、放熱フィン形成板 5 , 6 が犠牲電極となり、水流速度の速いレーザチップ搭載板 4 の下部での腐食は生じにくくなる。

【 0 1 2 0 】

この場合、放熱フィン形成板 5 , 6 は、ヒートシンク 2 側面部等で腐食が生じることになるが、流路の距離が金属単体でヒートシンクを作製した場合よりも大きくなるため、抵抗値が大きくなって電流値が下がり、腐食の程度を小さくすることができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 2 1 】

本発明は、溶接や切断等の加工用に用いられる高出力の半導体レーザ装置に適用される。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 2 2 】

【図 1】第 1 の実施の形態の半導体レーザ装置の構成の一例を示す分解斜視図である。

【図 2】第 1 の実施の形態の半導体レーザ装置の構成の一例を示す側断面図である。

【図 3】第 2 の実施の形態の半導体レーザ装置の構成の一例を示す側断面図である。

【図 4】第 2 の実施の形態の半導体レーザ装置の要部構成を示す上部ヒートシンクの分解斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 5】第 2 の実施の形態の半導体レーザ装置の要部構成を示す下部ヒートシンクの分解斜視図である。

【符号の説明】

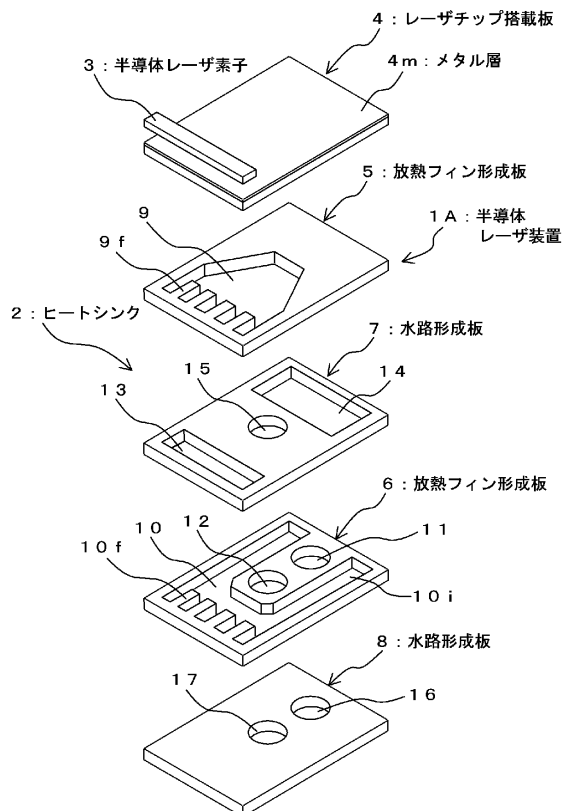
【 0 1 2 3 】

1・・・半導体レーザ装置、2・・・ヒートシンク、3・・・半導体レーザチップ、4・・・レーザチップ搭載板、4a・・・メタル層、5・・・放熱フィン形成板、6・・・放熱フィン形成板、7・・・水路形成板、8・・・水路形成板、9・・・放熱フィン形成水路、9a・・・放熱フィン、10・・・放熱フィン形成水路、10a・・・放熱フィン、10b・・・導入水路、11・・・供給水路形成穴部、12・・・排出水路形成穴部、13・・・循環水路、14・・・供給水路形成穴部、15・・・排出水路形成穴部、16・・・供給水路形成穴部、17・・・排出水路形成穴部、18・・・排出水路、19・・・供給水路、20・・・流路

10

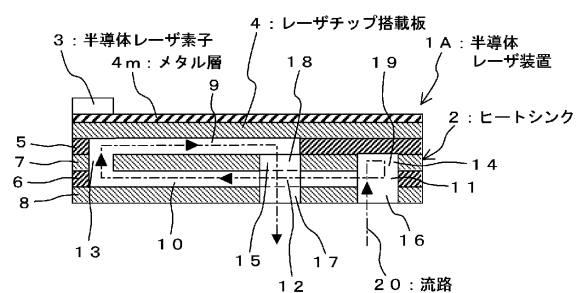
【図 1】

第 1 の実施の形態の半導体レーザ装置の構成例



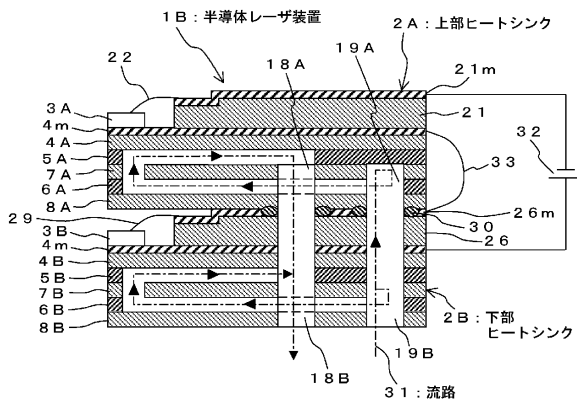
【図 2】

第 1 の実施の形態の半導体レーザ装置の構成例



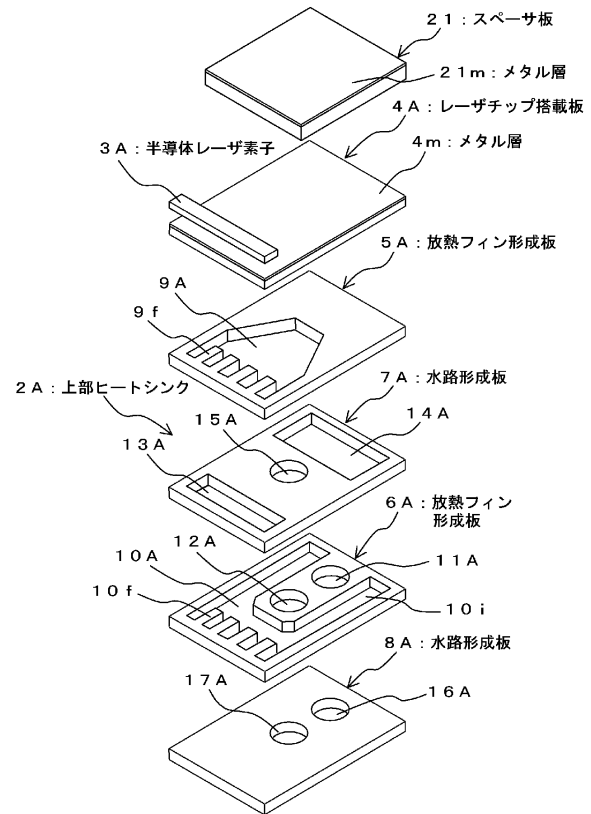
【図 3】

第2の実施の形態の半導体レーザ装置の構成例



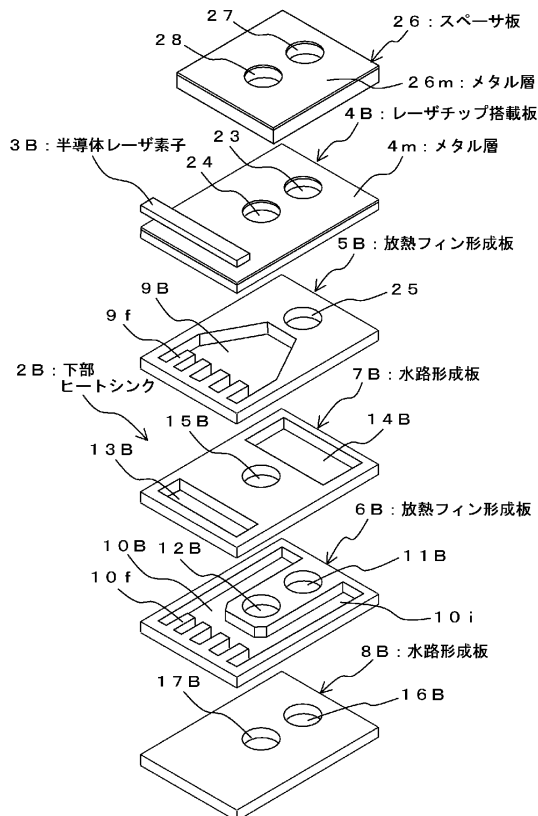
【図 4】

第2の実施の形態の半導体レーザ装置の要部構成例



【図 5】

第2の実施の形態の半導体レーザ装置の要部構成例



フロントページの続き

審査官 杉山 輝和

- (56)参考文献 特開平10-209531(JP,A)
特開2001-291925(JP,A)
国際公開第02/035666(WO,A1)
特開2001-160649(JP,A)
特開2003-273441(JP,A)
特開2004-186527(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01S5/00-5/50