

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5843756号
(P5843756)

(45) 発行日 平成28年1月13日 (2016. 1. 13)

(24) 登録日 平成27年11月27日 (2015. 11. 27)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 S 5/024 (2006. 01) HO 1 S 5/024
 HO 1 S 5/022 (2006. 01) HO 1 S 5/022

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-511254 (P2012-511254)	(73) 特許権者	390023711
(86) (22) 出願日	平成22年5月18日 (2010. 5. 18)		ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2012-527754 (P2012-527754A)		ミット ベシユレンクテル ハフツング
(43) 公表日	平成24年11月8日 (2012. 11. 8)		ROBERT BOSCH GMBH
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/056779		ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト (
(87) 国際公開番号	W02010/133572		番地なし)
(87) 国際公開日	平成22年11月25日 (2010. 11. 25)		Stuttgart, Germany
審査請求日	平成23年11月18日 (2011. 11. 18)	(74) 代理人	100114890
(31) 優先権主張番号	102009026413. 2		弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
(32) 優先日	平成21年5月22日 (2009. 5. 22)		ンハルト
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(74) 代理人	100099483
前置審査			弁理士 久野 琢也
		(74) 代理人	100112793
			弁理士 高橋 佳大

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パルス制御される高出力レーザダイオード用のヒートシンク

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板(110)と、該基板(110)上に配置されている少なくとも一つの半導体レーザ(120)とを備えている半導体レーザモジュール(100)であって、

前記基板(110)は層構造を有しており、該層構造は、前記半導体レーザ(120)との熱的な接触を実現する少なくとも一つの第1の一次層(111)と、前記第1の一次層(111)の前記半導体レーザ(120)側とは反対側の表面上に配置されており、且つ、前記第1の一次層(111)と熱的に結合されている第1の二次層(112)とから形成されている、半導体レーザモジュール(100)において、

前記半導体レーザ(120)の前記第1の一次層(111)側とは反対側の表面と熱的に接触している第2の一次層(111')と、

前記第2の一次層(111')の前記半導体レーザ(120)側とは反対側の表面上に配置されており、且つ、前記第2の一次層(111')と熱的に結合されている第2の二次層(112')と、

をさらに備えており、

前記半導体レーザ(120)が、少なくとも3mJ/mm²又は5mJ/mm²の熱量を有し、且つ、100μsから2000μsまでのパルス持続時間を有する熱パルスを放出するよう構成されており、

前記一次層(111, 111')が200μmから2000μmの間の層厚(d1)を有しており、

10

20

前記二次層(112, 112')は、セラミック材料から形成されていることを特徴とする、半導体レーザーモジュール(100)。

【請求項2】

前記熱パルスのパルス周波数は400Hzよりも低い、請求項1に記載の半導体レーザーモジュール(100)。

【請求項3】

前記一次層(111, 111')は銅及び/又は金及び/又は銀を含有している、請求項1又は2に記載の半導体レーザーモジュール(100)。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれか1項に記載の半導体レーザーモジュール(100)の製造方法において、

200μmから2000μmの層厚(d1)を有している一次層を製造するステップ(300)と、

前記半導体レーザー(120)を前記一次層(111, 111')に結合させるステップ(310)と、

を有することを特徴とする、半導体レーザーモジュール(100)の製造方法。

【請求項5】

前記半導体レーザー(120)を前記一次層(111, 111')に結合させる前記ステップ(310)を、

40μmよりも薄いはんだ層厚での硬質はんだ付け又は軟質はんだ付け、

液体金属層を使用する構成要素(111, 111', 120)の合金化、

摩擦圧接、

超音波を用いるボンディング、

熱ボンディング、

構成要素(111, 111', 120)の間への液体金属層の挿入による挟み付け、
によって実施する、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記液体金属層はガリウムインジウム錫の共融混合物の液体金属層である、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記結合のステップ(310)を実施する前に、二つの構成要素(111, 111', 120)の少なくとも一つの表面(111a)においてマイクロ構造化(305)を実施し、

規則的及び/又は統計的に分布している、可塑的に変形可能なマイクロ構造化部(111b)を前記表面(111a)上に形成する、請求項4乃至6のいずれか1項に記載の方法。

【請求項8】

前記マイクロ構造化部(111b)は、前記表面(111a)に垂直な方向において5μmから100μmの範囲にある最大寸法を有している、溝および/または小突起部および/または海綿状構造を有している、請求項7に記載の方法。

【請求項9】

前記結合のステップ(310)において、前記マイクロ構造化部(111b)が可塑的に変形されるように、結合すべき前記構成要素(111, 111', 120)を相互に押し付ける、請求項7又は8に記載の方法。

【請求項10】

相互に結合すべき前記表面(111a)を金属又は金ニッケル層によってコーティングする、請求項7乃至9のいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本願発明は、基板と、この基板上に配置されている少なくとも一つの半導体レーザとを備えている半導体レーザモジュールに関する。基板は層構造を有しており、この層構造は、半導体レーザとの熱的な接触を実現する少なくとも一つの第1の一次層から形成されている。

【0002】

本願発明は、さらにこの種の半導体レーザモジュールの製造方法に関する。

【0003】

発明の概要

本願発明の課題は、廉価な構造であってもパルス動作時の半導体レーザの効率的な冷却が実現されるように、冒頭で述べたような半導体レーザ及び半導体レーザの製造方法を改善することである。

10

【0004】

本願発明によればこの課題は、冒頭で述べたような半導体レーザモジュールにおいて、以下のようにして解決される。即ち、半導体レーザが、少なくとも、1平方ミリメートル(mm^2)当り約3ミリジュール(mJ)の熱量、有利には約 $5 \text{ mJ} / \text{mm}^2$ の熱量を有し、且つ、約100マイクロ秒(μs)から約2000 μs までのパルス持続時間を有する熱パルスを放出するよう構成されており、且つ、一次層が約200マイクロメートル(μm)から約2000 μm の間の層厚、有利には約400 μm から約2000 μm の間の層厚を有していることによって解決される。

【0005】

20

本出願人による研究の結果、半導体レーザと、半導体レーザの冷却のために設けられている一次層とを上記のように調整した場合、半導体レーザをパルス動作させている間に自由になる熱エネルギーを最適に排出できることが分かった。特に、本願発明に従い選択された一次層の層厚に基づき、半導体レーザから放出される熱パルスの少なくとも大部分を一次層によって収容することができるので、パルス動作時の半導体レーザの効率的で、それと同時に廉価な冷却を実現できることが保証されている。特に、本願発明による原理は従来のシステムとは異なり、一次層に対して実質的に2mmを上回る層厚は必要とされないため、本願発明に係る半導体レーザを廉価に製造することができる。

【0006】

本願発明に係る半導体レーザモジュールの有利な実施の形態においては、熱パルスのパルス周波数が約400ヘルツ(Hz)、有利には約100Hzよりも低いので、パルス休止期間中に、一次層内に「一時的に蓄積された」熱を冷却体に排出することができる。従って一次層が有利に冷却されるので、その後一次層は、半導体レーザによって形成された熱パルスを迅速に蓄積する準備ができている。

30

【0007】

前述の大きさのパルス持続時間及びパルス休止期間は、特に、別のレーザシステム、例えばレーザ点火パルスを形成するために内燃機関のレーザ点火プラグにおいて使用される受動Qスイッチ型のレーザシステムを光学的にポンピングするための半導体レーザを使用する場合に生じる。従って本願発明に係る半導体レーザモジュールは、特に有利には、内燃機関のレーザベースの点火システム用のポンプ光源、とりわけ自動車、さらには据置き型の大型ガスエンジンのレーザベースの点火システム用のポンプ光源として適している。

40

【0008】

本願発明に係る有利な実施の形態によれば、半導体レーザと熱的に接触している、特に、半導体レーザの第1の一次層側とは反対側にある表面と接触している第2の一次層が設けられている場合、半導体レーザによって形成される熱パルスの排出がさらに改善されている。

【0009】

別の有利な実施の形態によれば、半導体レーザの動作中の熱化学的な応力を低減するために、基板の一次層及びこの一次層と結合されている二次層は、半導体レーザと対向している表面の領域におけるそれら二つの層の、結果として生じる熱膨張係数が、半導体レー

50

ザの熱膨張係数とほぼ一致するように構成されており、特に、相互に調整されている。特に有利には、該当する熱膨張係数の相互の偏差は最大で約20パーセント、有利には約10パーセントである。

【0010】

特に有利には、一次層が銅及び/又は金及び/又は銀及び/又は同等の熱容量及び同等の熱伝率を有する別の材料を含有している。有利には、半導体レーザと対向している表面における効果的なマイクロ構造化を実現するために、一次層の形成には延性の材料が使用される。これは、複数の構成要素を接合する際に改善された形状結合部を実現し、従って僅かな熱抵抗も実現する可塑的に変形可能なマイクロ構造化部を表面上に形成することを目的としている。

10

【0011】

本願発明の課題の別の解決手段として、特許請求の範囲における請求項7に係る方法が挙げられる。半導体レーザとの熱的な接触を実現する少なくとも一つの第1の一次層から形成されている層構造を有する基板と、この基板上に配置されている少なくとも一つの半導体レーザとを備えている半導体レーザモジュールの本願発明に係る製造方法は、以下のステップを有することを特徴としている。即ち、

約200 μm から約2000 μm 、有利には約400 μm から約2000 μm の層厚を有している一次層を製造するステップと、

半導体レーザを一次層に結合させるステップと、
を有することを特徴としている。

20

【0012】

半導体レーザのエピタキシ側の一次層との可能な限り熱抵抗の少ない形状結合的な移行部を保証するために、本願発明に係る方法の別の変形の形態では、半導体レーザを一次層に結合させるステップを、

約40 μm 、有利には約10 μm よりも薄いはんだ層厚での硬質はんだ付け又は軟質はんだ付け、

液体金属層、特にガリウムインジウム錫の共融混合物を使用する構成要素111, 111', 120の合金化、

摩擦圧接、

超音波を用いるボンディング、

熱ボンディング、

挟み付け、とりわけ、構成要素間への液体金属層、特にガリウムインジウム錫の共融混合物の挿入による挟み付け、

によって実施することが提案されている。

30

【0013】

本願発明に係る方法の別の有利な実施の形態においては、結合のステップを実施する前に、結合すべき二つの構成要素の少なくとも一つの表面においてマイクロ構造化が実施され、これにより、規則的及び/又は統計的に分布している、有利には可塑的に変形可能なマイクロ構造化部が表面上に形成される。これによって有利には、半導体レーザを一次層に結合する際に、可塑的に変形可能なマイクロ構造化部が可塑的に変形され、それによって関連する表面の不均一性を補償できるので、接合すべき表面の形状結合に関する公差も補償することができる。したがって、半導体レーザと一次層との間の最適な形状結合部、したがって結合部のより低い熱抵抗が得られる。

40

【0014】

半導体レーザと一次層との間のさらに改善された結合部は、本願発明によれば、相互に結合すべき表面が金属又は金ニッケル層によってコーティングされることによって得られる。一次層若しくは半導体レーザ自体のマイクロ構造化の代わりに、それらの表面をマイクロ構造化可能な適切な材料、例えば金属で覆うこともでき、また本願発明に係るマイクロ構造化部は、例えばパルス制御された電流を用いた電子的な除去によって、金属に形成される。

50

【 0 0 1 5 】

本願発明の更なる特徴、実施の形態及び利点は、図面に示されている、本願発明の実施例の以下の説明から明らかになる。ここで説明する全ての特徴は、それらが特許請求の範囲、実施例の説明及び図面のいずれに記載されているかに関わらず、単独でも又は任意に組み合わせても、本発明の対象となりうる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 A 】 半導体レーザのパルス動作のアクティブフェーズにおける、本願発明に係る半導体レーザモジュールの第 1 の実施の形態を示す。

【 図 1 B 】 半導体レーザが不活性である状態における、図 1 A による半導体レーザモジュールを示す。

【 図 2 A 】 第 1 の動作状態における、本願発明に係る半導体レーザモジュールの別の実施の形態を示す。

【 図 2 B 】 第 2 の動作状態における、本願発明に係る半導体レーザモジュールの別の実施の形態を示す。

【 図 3 A 】 第 1 の動作状態における、本願発明に係る半導体レーザモジュールの別の実施の形態を示す。

【 図 3 B 】 第 2 の動作状態における、本願発明に係る半導体レーザモジュールの別の実施の形態を示す。

【 図 4 】 本願発明に係る半導体レーザモジュールの更に別の実施の形態を示す。

【 図 5 】 半導体レーザをこの半導体レーザを支持する一次層に結合する前の、本願発明に係る半導体レーザモジュールの実施の形態の概略的な側面図を示す。

【 図 6 】 本願発明に係る方法の実施の形態の簡略化されたフローチャートを示す。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 7 】

図 1 A は、第 1 の動作状態における、本願発明に係る半導体レーザモジュール 1 0 0 の第 1 の実施の形態の概略的な側面図を示す。半導体レーザモジュール 1 0 0 は半導体レーザ 1 2 0 を有し、この半導体レーザ 1 2 0 は基板 1 1 0 と結合されている。半導体レーザ 1 2 0 は、第 1 の動作状態において、有利にはパルス動作モードにおいてレーザビーム 2 0 0 を生成する。このレーザビーム 2 0 0 を、特に別のレーザシステム（図示せず）を光学的にポンピングするために使用することができる。

【 0 0 1 8 】

基板 1 1 0 は、半導体レーザ 1 2 0 を機械的に保持する他にも、主として半導体レーザ 1 2 0 の温度調整、特に半導体レーザの冷却に使用される。

【 0 0 1 9 】

このために基板 1 1 0 は、半導体レーザ 1 2 0 を支持する一次層 1 1 1 を有しており、この一次層 1 1 1 は半導体レーザと良好に熱的に接触している。一次層 1 1 1 の半導体レーザ 1 2 0 側とは反対側の表面は二次層 1 2 0 と結合されている。二次層 1 1 2 自体はヒートシンク 1 1 3 の上に配置されている。ヒートシンク 1 1 3 は例えば冷却体及び/又はペルティエ素子及び/又は熱パイプとして構成されている。

【 0 0 2 0 】

一次層 1 1 1 は有利には銀及び/又は金及び/又は銅から形成されており、他方、二次層 1 1 2 は有利にはセラミック材料、例えば窒化アルミニウム A l N から形成されているか、又は、銅とダイヤモンドから成る材料系も包含する。

【 0 0 2 1 】

半導体レーザ 1 2 0 はパルス動作における用途について最適化されており、特に、別のレーザ装置（図示せず）を光学的にポンピングするために必要とされるようなパルス動作について最適化されている。例えば、半導体レーザ 1 2 0 はポンピング光パルス 2 0 0 を放出することができ、それらのポンピング光パルス 2 0 0 によって、受動 Q スイッチ型を備えたレーザ装置が光学的にポンピングされる。有利には、その種のシステムは、内燃機

10

20

30

40

50

関、例えば自動車の内燃機関のレーザベースの点火システムにおける使用に適している。

【0022】

本願発明によれば、半導体レーザ120が、少なくとも約 3 mJ/mm^2 、有利には約 5 mJ/mm^2 の熱量を有し、且つ、約 $100\text{ }\mu\text{s}$ から約 $2000\text{ }\mu\text{s}$ のパルス持続時間を有する熱パルスを放出するように半導体レーザ120は構成されている。

【0023】

本願発明によれば、一次層111の厚さd1は約 $200\text{ }\mu\text{m}$ から約 $2000\text{ }\mu\text{m}$ までの厚さ、有利には約 $400\text{ }\mu\text{m}$ と約 $2000\text{ }\mu\text{m}$ との間の厚さに選定されている。

【0024】

本出願人による研究の結果、上記の本願発明による構成においては、半導体レーザ120のパルス動作中にこの半導体レーザ120によって形成された熱パルスの熱エネルギーが一次層111に最適に排出されることが分かった(図1aにおいて詳細には示していない矢印を参照されたい)。特に、層厚d1を本願発明に従い選定した場合には、有利には、一次層111が半導体レーザ120から放出された全ての熱パルスの熱エネルギーを、この熱エネルギーが図1aにおいては下方に配置されている二次層112に到達する前に吸収できることが保証されている。即ち、本願発明による一次層111はいわば、半導体レーザ120から排出すべき熱パルスの熱エネルギーのための局所的な一時蓄積部として機能する。

10

【0025】

約 400 Hz 、有利には約 100 Hz よりも熱パルスの好適なパルス周波数から生じる比較的長いパルス休止期間では、熱を一次層111から二次層112を介してヒートシンク113に排出できることが保証されている。この動作状態は図1bに示されている(パルス休止期間中の一次層111から冷却体113への熱搬送を示唆している、詳細には示していない矢印を参照されたい)。

20

【0026】

本願発明による原理は、半導体レーザ120によって形成された熱パルスを一次層111に一時的に蓄積し、それに伴い、パルス休止期間中には二次層112を介するヒートシンク113への熱排出111も続けて行なうものである。通常は連続波(CW)の用途のために設計されている従来の半導体レーザモジュールと比較すると、本願発明に係る半導体レーザモジュール100は非常に廉価な構成を有するものである。

30

【0027】

このことは、本願発明に係る半導体レーザモジュール100を比較的高いパルス出力でもって動作させることができ、それと同時に、従来のシステムから既知であるような基板110の相応の構成を用いた非常に複雑な冷却を必要としないことを意味している。

【0028】

これによって、本願発明に係る半導体レーザモジュール100を経済的に製造することができる。特に、二次層112を介する熱伝導のために比較的長いパルス休止期間が使用されるので、二次層112の材料には一次層111の材料よりも低い熱伝導率を有するものを選択することができる。

【0029】

図2A及び図2Bには、本願発明に係る半導体レーザモジュールの別の実施の形態100aが示されている。半導体レーザモジュール100aは二つの一次層111, 111'を有しており、これによって、図1A及び図1Bに係る実施の形態に比べて高まった、一次層111, 111'の蓄熱能力が実現されている。本願発明に係るこの実施の変形の形態は、より大きいパルス出力での半導体レーザ120の動作を実現する。

40

【0030】

図2Aは、レーザパルス200を放射する活性半導体レーザ120を備えた半導体レーザモジュール100aの第1の動作状態を示している。この第1の動作状態において生じる熱パルスは、半導体レーザ120から一次層111, 111'へと延びている矢印によって示唆されている。

50

【 0 0 3 1 】

図 2 B は、パルス休止期間に相当する、本願発明に係る半導体レーザモジュール 1 0 0 a の別の動作状態を示しており、この別の動作状態では半導体レーザ 1 2 0 が不活性であり、事前に（図 2 A を参照されたい）一次層 1 1 1 , 1 1 1 ' に蓄積された熱は半導体レーザ 1 2 0 、二次層 1 1 2 及びヒートシンク 1 1 3 を介して排出される。

【 0 0 3 2 】

図 3 A 及び図 3 B は、本願発明に係る半導体レーザモジュールの別の実施の形態を示しており、この実施の形態においては、半導体レーザ 1 2 0 の両側に、一次層 1 1 1 , 1 1 1 ' と、それに対応付けられた二次層 1 1 2 , 1 1 2 ' とが組み合わされた基板層が設けられている。

10

【 0 0 3 3 】

この実施の形態では、ヒートシンク 1 1 3 が、図 3 A においては左側に位置する、基板層 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 1 ' , 1 1 2 ' の端面に配置されている。

【 0 0 3 4 】

ここでもまた図 3 A は、半導体レーザ 1 2 0 によって形成された熱パルスが一次層 1 1 1 , 1 1 1 ' に蓄積される動作状態を示しており、他方、図 3 B は、事前に蓄積された熱パルスが一次層 1 1 1 , 1 1 1 ' から二次層 1 1 2 , 1 1 2 ' を介してヒートシンク 1 1 3 へと排出される動作状態を示している。

【 0 0 3 5 】

図 4 は、本願発明に係る半導体レーザモジュール 1 0 0 の特に有利な実施の形態を示しており、この実施の形態では、一次層 1 1 1 及び二次層 1 1 2 が D B C (ダイレクトボンディング銅 : direct bonded copper) の構成要素であり、一次層 1 1 1 は銅から形成されており、且つ、約 4 0 0 μ m の層厚を有しており、二次層 1 1 2 は窒化アルミニウム (A l N) から形成されており、且つ、約 6 3 0 μ m の層厚を有している。

20

【 0 0 3 6 】

半導体レーザ 1 2 0 を支持する基板の最適な適合を達成するために、層構造 1 1 1 , 1 1 2 には別の層 1 1 4 が対応付けられているので、二次層 1 1 2 について、層の材料の熱膨張係数に関して材料の対称的な構成 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 4 が生じている。半導体レーザ 1 2 0 との接触面の領域における、層構造 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 4 から生じる熱膨張係数は、有利には、半導体レーザ 1 2 0 の熱膨張係数に適合されており、加熱時に生じる熱化学的な応力に起因する半導体レーザ 1 2 0 の損傷が回避される。

30

【 0 0 3 7 】

図 4 に示されている、 D B C 基板を備えた基板の変形の形態の代わりに D C 4 0 基板も使用することができる。この D C 4 0 基板は、銅層 1 1 1 と D C 4 0 (銅ダイヤモンド) 層 1 1 2 と銅層 1 1 4 とから形成されている層構造 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 4 を有している。

【 0 0 3 8 】

D C 4 0 基板は、 D B C 基板の変形の形態とは異なり、 D C 4 0 材料を含有している二次層 1 1 2 がその比較的高い熱伝導率に基づき、窒化アルミニウムを含有している層よりも良好な熱拡散を実現するという利点を有している。銅層 1 1 1 , 1 1 4 を有利には D C 4 0 材料 1 1 2 上に、例えば熱圧縮ボンディングによってボンディングすることができるか、銅層 1 1 1 , 1 1 4 を D C 4 0 材料 1 1 2 上にはんだ付けすることができる。 D C 4 0 層 1 1 2 は例えば約 4 0 0 μ m の層厚を有することができる。

40

【 0 0 3 9 】

図 5 は、半導体レーザ 1 2 0 をこの半導体レーザ 1 2 0 を支持する一次層 1 1 1 に結合する前の、本願発明に係る半導体レーザモジュールの概略的な側面を示している。

【 0 0 4 0 】

図 5 から見て取れるように、一次層 1 1 1 の半導体レーザ 1 2 0 に対向する表面 1 1 1 a はマイクロ構造化部 1 1 1 b を有している。マイクロ構造化部 1 1 1 b は、溝及び / 又は小突起部及び / 又は海綿状構造の形態である、規則的又は統計的に分布しているマイク

50

口構造化部から形成されている。マイクロ構造化部 1 1 1 b は有利には可塑的に変形可能なマイクロ構造化部を含んでおり、そのような変形可能なマイクロ構造化部は半導体レーザー 1 2 0 を一次層 1 1 1 に結合する際に可塑的に変形され、またこの変形は一次層 1 1 1 の接触表面と半導体レーザー 1 2 0 の接触表面との間の最適化された形状結合部を保證するので、これによって有利には、その結合部の熱抵抗も低減されている。

【 0 0 4 1 】

本願発明に係る有利な変形の形態では、マイクロ構造化部 1 1 1 b が、表面 1 1 1 a に垂直な方向において約 5 μm から約 1 0 0 μm の範囲の最大寸法を有している小突起部のような構成要素を有している。小突起部の直径は有利には 1 0 μm よりも小さく、特に約 2 μm よりも小さく、また、隣接する小突起部との平均距離 d は約 4 μm よりも小さく、有利には約 0 . 5 μm よりも小さくあることが望ましい。

10

【 0 0 4 2 】

図 6 は、本願発明に係る方法の実施の形態の簡略化されたフローチャートを示している。第 1 のステップ 3 0 0 においては、約 2 0 0 μm から約 2 0 0 0 μm までの層厚 d_1 、有利には約 4 0 0 μm から約 2 0 0 0 μm までの層厚 d_1 (図 1 A を参照されたい) を有している、本願発明に係る一次層 1 1 1 が製造される。

【 0 0 4 3 】

後続のステップ 3 0 5 においては、上記において図 5 を参照しながら既に説明したマイクロ構造化部 1 1 1 b が、結合対 1 1 1 , 1 2 0 の表面 1 1 1 a の内の少なくとも一つの表面に形成される。

20

【 0 0 4 4 】

続いて、半導体レーザー 1 2 0 と一次層 1 1 1 とが相互に結合される。この結合はステップ 3 1 0 において行われ、例えば構成要素 1 1 1 , 1 2 0 のクランプによって実現することができる。この際に、可塑的に変形可能なマイクロ構造化部 1 1 1 b を変形させるために十分に高い圧力が加えられるので、結合対 1 1 1 , 1 2 0 の表面に場合によっては存在している欠陥が補償される。

【 0 0 4 5 】

殊に有利には、ステップ 3 1 0 における半導体レーザー 1 2 0 と一次層 1 1 1 , 1 1 1 ' の結合を以下の方式によっても実施することもできる：

約 4 0 μm 、有利には約 1 0 μm よりも薄いはんだ層厚での硬質はんだ付け又は軟質はんだ付け、

30

液体金属層、特にガリウムインジウム錫の共融混合物を使用する構成要素 1 1 1 , 1 1 1 ' , 1 2 0 の合金化、

摩擦圧接、

超音波を用いるボンディング、

熱ボンディング、

挟み付け、とりわけ、構成要素 1 1 1 , 1 1 1 ' , 1 2 0 間への液体金属層、特にガリウムインジウム錫の共融混合物の挿入による挟み付け。

【 0 0 4 6 】

構成要素 1 1 1 , 1 1 1 ' , 1 2 0 の合金化は、有利には約 1 5 0 以下の温度で行われる。

40

【 0 0 4 7 】

一次層 1 1 1 の表面 1 1 1 a (図 5 を参照されたい) が金属又は金ニッケル層などによってコーティングされる場合には、半導体レーザー 1 2 0 と一次層 1 1 1 との間の結合が更に改善される。

【 0 0 4 8 】

一次層 1 1 1 の表面 1 1 1 a (図 5 を参照されたい) の上述のマイクロ構造化部 3 0 5 の他に、可能な限り僅かな表面粗さを目的とした、例えばダイヤモンドフライス加工などによる従来の表面処理も行うことができる。表面を結合するため、また、それぞれの熱抵抗を低減するための上述の本願発明による措置は、相互に重なる層 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1

50

3にも適用することができ、また、相互に組み合わせることもできる。

【図1A】

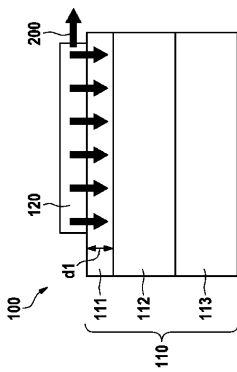


FIG. 1A

【図1B】

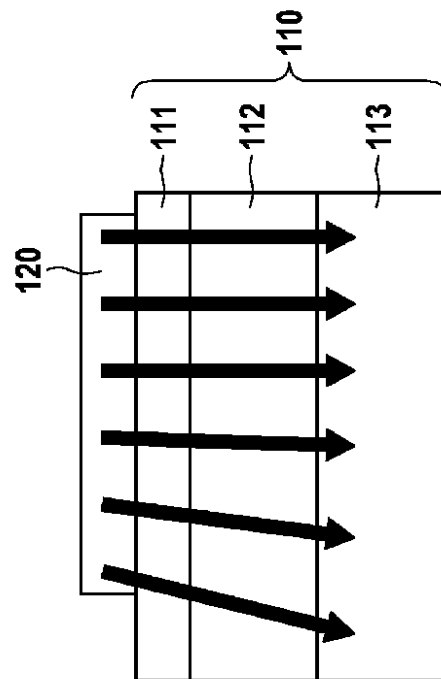


FIG. 1B

【 図 2 A 】

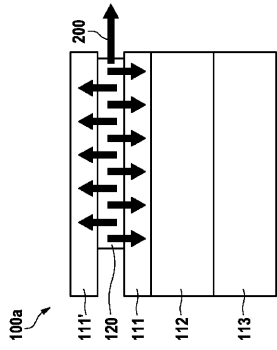


FIG. 2A

【 図 2 B 】

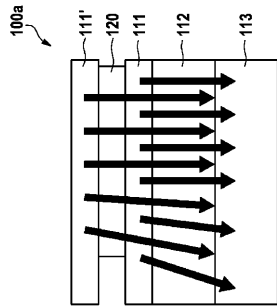


FIG. 2B

【 図 3 A 】

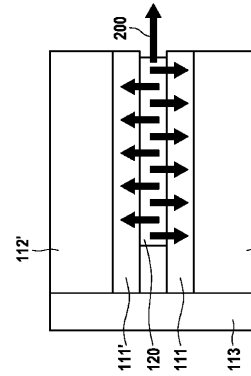


FIG. 3A

【 図 3 B 】

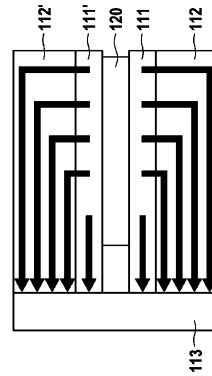


FIG. 3B

【 図 4 】

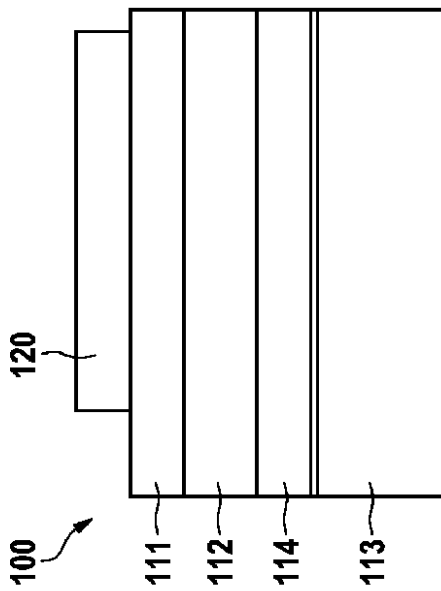


FIG. 4

【 図 5 】

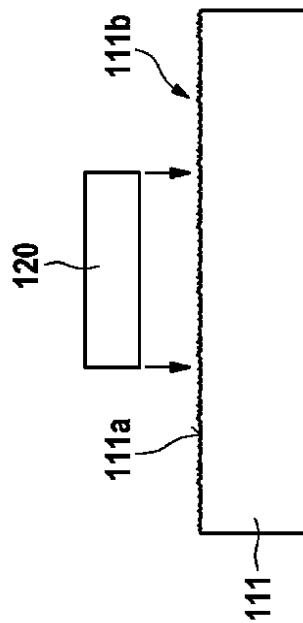
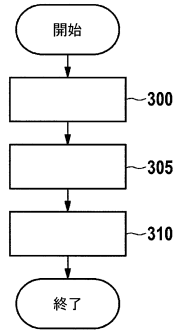


FIG. 5

【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ヴェアナー ヘアデン
ドイツ連邦共和国 ゲアリンゲン カッペルヴェーク 7
- (72)発明者 ハンス - ヨヘン シュヴァーツ
ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト ピルゼナー シュトラーセ 10
- (72)発明者 ヴォルフガング ピトロフ
ドイツ連邦共和国 ヴォルターズドルフ フォーゲルスドルファー シュトラーセ 121

審査官 百瀬 正之

- (56)参考文献 米国特許第05978396(US, A)
米国特許出願公開第2009/0104727(US, A1)
米国特許出願公開第2007/0238219(US, A1)
特開2001-156384(JP, A)
特開2005-108907(JP, A)
特開平05-037089(JP, A)
実開平02-102756(JP, U)
特開平06-326411(JP, A)
実開平04-048656(JP, U)
特開平8-195528(JP, A)
特開2001-330789(JP, A)
Weiss S et al., Design, Simulation and Technological Realization of Reliable Packaging Concept for High Power Laser Bar, 1998 IEEE Electronic Components and Technology Conference, IEEE, 1998年, pp.1395-1401

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01S 5/00 - 5/50