

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5613914号
(P5613914)

(45) 発行日 平成26年10月29日 (2014. 10. 29)

(24) 登録日 平成26年9月19日 (2014. 9. 19)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 23/12 (2006. 01)	HO 1 L 23/12 J
HO 1 L 23/36 (2006. 01)	HO 1 L 23/36 C
HO 1 L 23/13 (2006. 01)	HO 1 L 23/12 C

請求項の数 1 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2013-129704 (P2013-129704)	(73) 特許権者	000006264
(22) 出願日	平成25年6月20日 (2013. 6. 20)		三菱マテリアル株式会社
(62) 分割の表示	特願2010-53620 (P2010-53620) の分割		東京都千代田区大手町一丁目3番2号
原出願日	平成21年3月16日 (2009. 3. 16)	(74) 代理人	100064908
(65) 公開番号	特開2013-179374 (P2013-179374A)		弁理士 志賀 正武
(43) 公開日	平成25年9月9日 (2013. 9. 9)	(74) 代理人	100108578
審査請求日	平成25年6月20日 (2013. 6. 20)		弁理士 高橋 詔男
(31) 優先権主張番号	特願2008-67344 (P2008-67344)	(74) 代理人	100129403
(32) 優先日	平成20年3月17日 (2008. 3. 17)		弁理士 増井 裕士
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100142424
(31) 優先権主張番号	特願2008-234997 (P2008-234997)		弁理士 細川 文広
(32) 優先日	平成20年9月12日 (2008. 9. 12)	(72) 発明者	林 浩正
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		茨城県那珂市向山1002-14 三菱マ テリアル株式会社 中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーモジュール用基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁基板の一方の面に回路層が形成されるとともに他方の面に金属層が形成されたパワーモジュール用基板であって、

前記金属層が、前記絶縁基板に接合する前の状態において、純度99.99%以上のアルミニウムで構成され、

前記回路層の厚さAと前記金属層の厚さBとの比率B/Aが、 $2.167 \leq B/A \leq 2.0$ の範囲内に設定されていることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、大電流、高電圧を制御する半導体装置に用いられるパワーモジュール用基板に関するものである。

【背景技術】

【0002】

この種のパワーモジュール用基板として、例えば特許文献1及び特許文献2に示されるように、絶縁基板の一方の面にアルミニウムからなる回路層が形成されるとともに絶縁基板の他方の面にアルミニウムからなる金属層が形成され、この金属層の表面にヒートシンクの天板部が接合されたヒートシンク付パワーモジュール用基板が広く提案されている。

このようなヒートシンク付パワーモジュール用基板は、絶縁基板と回路層、金属層をそ

れぞれ接合してパワーモジュール用基板を形成した後に、このパワーモジュール用基板とヒートシンクとを接合することで製造される。

【0003】

このヒートシンク付パワーモジュール用基板は、前記回路層に半導体チップ等の電子部品がはんだ接合されることでヒートシンク付パワーモジュールとして使用される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第3171234号公報

【特許文献2】特開平10-065075号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、前述のヒートシンク付パワーモジュール用基板においては、絶縁基板の他方の面側に位置する金属層及びヒートシンクの天板部の合計厚さが薄い場合、曲げ剛性が低くなって反りが生じることがあった。

最近では、ヒートシンク付パワーモジュールの小型化・薄肉化が進められるとともに、電子部品の発熱量も上昇する傾向にあり、ヒートシンクの冷却能向上のために、天板部の厚さが薄いヒートシンクも使用されている。このため、絶縁基板の他方の面側に位置する金属層及びヒートシンクの天板部の合計厚さが薄くなる傾向にあり、前述の反りの発生が

20

【0006】

また、特許文献1に記載されたヒートシンク付パワーモジュールにおいては、Al-Si系ろう材からなる融点降下層が両面に形成されたアルミニウム箔を介して、金属層とヒートシンクとが接合されている。このため、アルミニウム箔と金属層との接合界面及びアルミニウム箔とヒートシンクとの接合界面に、Siを多く含んだ硬度の高い部分が形成されることになる。このように絶縁基板の他方の面側に位置する金属層及びヒートシンクに硬度の高い部分が形成されていると、硬度の高い部分で金属層やヒートシンクの天板部が拘束されることになる。このため、例えばパワーモジュール用基板とヒートシンクとを接合する際に、これらの積層方向に加圧しても金属層が硬度の高い部分に拘束されて十分に

30

【0007】

この発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであって、反りの発生を抑制することができるパワーモジュール用基板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】

このような課題を解決して、前記目的を達成するために、本発明のパワーモジュール用基板は、絶縁基板の一方の面に回路層が形成されるとともに他方の面に金属層が形成されたパワーモジュール用基板であって、前記金属層が、前記絶縁基板に接合する前の状態において、純度99.99%以上のアルミニウムで構成され、前記回路層の厚さAと前記金属層の厚さBとの比率 B/A が、 $2.167 < B/A < 20$ の範囲内に設定されていることを特徴としている。

40

【0009】

この構成のパワーモジュール用基板においては、前記回路層の厚さAと前記金属層の厚さBとの比率 B/A が、 $2.167 < B/A < 20$ の範囲内に設定されており、ヒートシンクに接合される金属層の厚さが回路層の厚さよりも厚く設定されているので、金属層の表面にヒートシンクを接合した場合に、天板部の厚さが薄いヒートシンクを使用しても絶縁基板の他方の面側に位置する金属層及びヒートシンクの天板部の合計厚さを比較的厚くすることが可能となり、反りの発生を抑制することができる。

【0010】

50

ここで、回路層の厚さAと金属層の厚さBとの比率 B/A が2.167よりも小さいと前述の効果を十分に奏功せしめることができない。一方、回路層の厚さAと金属層の厚さBとの比率 B/A が20を超えると、金属層が熱抵抗となり、ヒートシンクによる冷却が不十分となる。このため、回路層の厚さAと金属層の厚さBとの比率 B/A は2.167 B/A 20の範囲内に設定することが好ましい。

【0011】

また、この金属層が、接合する前の状態において、純度99.99%以上のアルミニウムで構成されているので、金属層の変形抵抗が小さく、ヒートシンクとの接合時に加圧することによって金属層を十分に変形させることが可能となり、反りの発生を確実に抑制することができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、反りの発生を抑制することができるパワーモジュール用基板を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施形態であるパワーモジュール用基板を用いたヒートシンク付パワーモジュール用基板及びヒートシンク付パワーモジュールの概略説明図である。

【図2】本発明の実施形態であるパワーモジュール用基板およびヒートシンク付パワーモジュール用基板の金属層及び天板部のビッカース硬度の分布を示すグラフである。

【図3】本発明の実施形態であるパワーモジュール用基板およびヒートシンク付パワーモジュール用基板の製造方法を示す説明図である。

【図4】本発明の他の実施形態であるパワーモジュール用基板を用いたヒートシンク付パワーモジュール用基板及びヒートシンク付パワーモジュールの概略説明図である。

【図5】本発明の他の実施形態であるパワーモジュール用基板を用いたヒートシンク付パワーモジュール用基板及びヒートシンク付パワーモジュールの概略説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に、本発明の実施形態について添付した図面を参照して説明する。図1から図3に本発明の実施形態であるパワーモジュール用基板、ヒートシンク付パワーモジュール用基板及びヒートシンク付パワーモジュールを示す。

このヒートシンク付パワーモジュール1は、回路層13が配設されたパワーモジュール用基板11と、回路層13の表面にはんだ層3を介して接合された半導体チップ2と、ヒートシンク17とを備えている。ここで、はんだ層3は、例えばSn-Ag系、Sn-In系、若しくはSn-Ag-Cu系のはんだ材とされている。なお、本実施形態では、回路層13とはんだ層3との間にNiメッキ層(図示なし)が設けられている。

【0015】

パワーモジュール用基板11は、絶縁基板12と、この絶縁基板12の一方の面(図1において上面)に配設された回路層13と、絶縁基板12の他方の面(図1において下面)に配設された金属層14とを備えている。

絶縁基板12は、回路層13と金属層14との間の電氣的接続を防止するものであって、例えばAlN(窒化アルミ)、Si₃N₄(窒化珪素)、Al₂O₃(アルミナ)等の絶縁性の高いセラミックスで構成され、本実施形態では、AlN(窒化アルミ)で構成されている。また、絶縁基板12の厚さCは、0.2mm C 1.5mmの範囲内に設定されており、本実施形態では、C=0.635mmに設定されている。

【0016】

回路層13は、絶縁基板12の一方の面に導電性を有する金属板23がろう付けされることにより形成されている。本実施形態においては、回路層13は、純度が99.99%以上のアルミニウム(いわゆる4Nアルミニウム)からなる金属板23が絶縁基板12にろう付けされることにより形成されている。ここで、本実施形態においてはAl-Si系

10

20

30

40

50

のろう材箔 26 を用いてろう付けしており、ろう材の Si が金属板 23 に拡散することで回路層 13 には Si の濃度分布が生じている。

【0017】

金属層 14 は、絶縁基板 12 の他方の面に金属板 24 がろう付けされることにより形成されている。本実施形態においては、金属層 24 は、回路層 13 と同様に、純度が 99.99% 以上のアルミニウム（いわゆる 4N アルミニウム）からなる金属板 24 が絶縁基板 12 にろう付けされることで形成されている。本実施形態においては Al-Si 系のろう材箔 27 を用いてろう付けしており、ろう材の Si が金属板 24 に拡散することで金属層 14 には Si の濃度分布が生じている。

【0018】

ここで、回路層 13 の厚さ A は、0.25 mm \leq A \leq 0.9 mm の範囲内に設定されており、本実施形態では、A = 0.6 mm に設定されている。

また、金属層 14 の厚さ B は、0.4 mm \leq B \leq 5 mm の範囲内に設定されており、本実施形態では、B = 1.3 mm に設定されている。

そして、回路層 13 の厚さ A と金属層 14 の厚さ B との比 B/A は、2.167 \leq B/A \leq 20 の範囲内に設定されており、本実施形態では、B/A = 1.3 / 0.6 = 2.167 に設定されている。

【0019】

ヒートシンク 17 は、前述のパワーモジュール用基板 11 を冷却するためのものであり、パワーモジュール用基板 11 と接合される天板部 18 と、冷却媒体（例えば冷却水）を流通するための流路 19 とを備えている。ヒートシンク 17 のうち少なくとも天板部 18 は、熱伝導性が良好な材質で構成されることが望ましく、本実施形態においては、Al₆₀Si₃₆で構成されている。また、天板部 18 の厚さ D は、1 mm \leq D \leq 10 mm の範囲内に設定されており、本実施形態では、D = 1.7 mm に設定されている。

【0020】

そして、パワーモジュール用基板 11 の金属層 14 とヒートシンク 17 の天板部 18 とが、ろう付けによって直接接合されている。本実施形態においては Al-Si 系のろう材箔 28 を用いてろう付けしており、ろう材の Si が金属板 24 に拡散することで金属層 14 には Si の濃度分布が生じている。

前述のように、金属層 14 は、絶縁基板 12 とろう材箔 27 を用いてろう付けされ、ヒートシンク 17 の天板部 18 とろう材箔 28 を用いてろう付けされているので、金属層 14 においては、図 2 に示すように、Si の濃度分布によってビッカース硬度が厚さ方向で変化している。

【0021】

このようなヒートシンク付パワーモジュール用基板 10 は、以下のようにして製造される。図 3 に示すように、AlN からなる絶縁基板 12 の一方の面に回路層 13 となる金属板 23（4N アルミニウム）が厚さ 0.02 mm のろう材箔 26 を介して積層され、絶縁基板 12 の他方の面に金属層 14 となる金属板 24（4N アルミニウム）が厚さ 0.02 mm のろう材箔 27 を介して積層される。このようにして形成された積層体をその積層方向に加圧した状態で真空炉内に装入してろう付けを行い、本実施形態であるパワーモジュール用基板 11 を製出する（1次接合工程 S1）。

【0022】

次に、パワーモジュール用基板 11 の金属層 14 の表面に、厚さ 0.05 mm のろう材箔 28 を介してヒートシンク 17 の天板部 18 が積層される。このように積層した状態で積層方向に加圧するとともに真空炉内に装入してろう付けを行うことで、ヒートシンク付パワーモジュール用基板 10 が製造される（2次接合工程 S2）。ここで、2次接合工程 S2 においては、積層方向に 0.15 ~ 3 MPa で加圧するように構成されている。

【0023】

このような構成とされた本実施形態であるパワーモジュール用基板 11、ヒートシンク付パワーモジュール用基板 10 及びヒートシンク付パワーモジュール 1 においては、ヒ-

10

20

30

40

50

トシンク 17 の天板部 18 に接合される金属層 14 の厚さが回路層 13 の厚さよりも厚く設定されているので、天板部 18 の厚さが薄いヒートシンク 17 を使用しても、絶縁基板 12 の他方の面側に位置する金属層 14 及びヒートシンク 17 の天板部 18 の合計厚さを確保することが可能となり、反りの発生を抑制することができる。また、天板部 18 が薄いヒートシンク 17 を使用することで冷却効率を向上させることができ、発熱量の高い電子部品を実装したパワーモジュールに適用することが可能となる。

【0024】

また、比較的厚い金属層 14 がヒートシンク 17 の天板部 18 にろう材箔 28 を用いてろう付けにより直接接合されているので、パワーモジュール用基板 11 とヒートシンク 17 の天板部 18 とを接合する 2 次接合工程 S2 において、パワーモジュール用基板 11 とヒートシンク 17 とを積層方向に加圧した際に、金属層 14 を十分に变形させることが可能となり、反りを確実に抑制することができる。

10

【0025】

さらに、回路層 13 の厚さ A と金属層 14 の厚さ B との比率 B/A が、 $2.167 \leq B/A \leq 20$ の範囲内に設定され、本実施形態では、 $B/A = 1.3 / 0.6 = 2.167$ に設定されているので、金属層 14 の厚さを確保して前述の反りの抑制効果を確実に奏功せしめることができるとともに、金属層 14 が大きな熱抵抗とならず、ヒートシンク 17 によってパワーモジュールを十分に冷却することができる。なお、回路層 13 の厚さ A と金属層 14 の厚さ B との比率 B/A は、 $2.167 \leq B/A \leq 5.625$ の範囲内に設定することがより好ましい。

20

【0026】

また、金属層 14 が、接合する前の状態において純度 99.99% 以上のアルミニウム、いわゆる 4N アルミニウムで構成されているので、金属層 14 の变形抵抗が小さく、金属層 14 とヒートシンク 17 の天板部 18 とを接合する 2 次接合工程 S2 において、積層方向に加圧した際に金属層 14 を十分に变形させることが可能となり、反りの発生を確実に抑制することができる。

【0027】

さらに、金属層 14 とヒートシンク 17 の天板部 18 とを接合する 2 次接合工程 S2 においては、これらの積層方向に $0.15 \sim 3 \text{ MPa}$ で加圧するように構成されているので、金属層 14 を確実に变形させて、反りを抑制することができる。

30

【0028】

また、本実施形態であるパワーモジュール用基板 11 を用いたヒートシンク付パワーモジュール用基板 10 の回路層 13 に半導体チップ 2 がはんだ接合されたヒートシンク付パワーモジュール 1 においては、反り変形がないので、使用環境が厳しい場合であっても、その信頼性を飛躍的に向上させることができる。

【0029】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されることはなく、その発明の技術的思想を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

例えば、絶縁基板を AlN (窒化アルミニウム) で構成したものとして説明したが、絶縁性を有する材料であればよく、 Si_3N_4 、 Al_2O_3 等であってもよい。

40

【0030】

また、平板状に形成された天板部 18 にパワーモジュール用基板 11 が接合されたものとして説明したが、これに限定されることはなく、例えば図 4 に示すように、天板部 118 に凹部 120 が形成され、この凹部 120 内にパワーモジュール用基板 111 が収容されていてよい。この場合、天板部 118 の厚さ D は凹部 120 の底面の厚さとなる。

【0031】

さらに、金属層 14 を、回路層 13 と同一幅で絶縁基板 12 よりも幅狭のものとして説明したが、これに限定されることはなく、例えば図 5 に示すように金属層 214 を、回路層 213 や絶縁基板 212 よりも幅広に構成してもよい。この場合、金属層 214 と絶縁基板 212 とを接合する際の位置決めを高精度に行う必要がなく、比較的簡単に、ヒート

50

シンク付パワーモジュール用基板 210 を製造することができる。

【0032】

また、回路層及び金属層を、純度 99.99% 以上のアルミニウム (4N アルミニウム) で構成されたものとして説明したが、これに限定されることはなく、純度 99% 以上のアルミニウム (2N アルミニウム) やアルミニウム合金であってもよい。ただし、金属層の変形抵抗が小さくなって反りを抑制する効果を確実に奏功せしめることができるので、純度 99.99% 以上のアルミニウムを用いることが好ましい。

さらに、ヒートシンクを A6063 で構成したものとして説明したが、これに限定されることはなく、純アルミニウムで構成されていてもよい。さらに、ヒートシンクとして冷却媒体の流路を有するもので説明したが、ヒートシンクの構造に特に限定はなく、例えば空冷方式のヒートシンクであってもよい。

10

【0033】

さらに、金属層と回路層とを同一の材料 (4N アルミニウム) で構成したものとして説明したが、これに限定されることはなく、金属層と回路層とが異なった材料で構成されていてもよい。

特に、厚く形成される金属層を、薄く形成される回路層よりも変形抵抗の小さな材料で構成した場合には、絶縁基板に金属層及び回路層を接合する際の反りの発生を抑制することが可能となる。具体的には、回路層を純度 99.99% 以上のアルミニウム (4N アルミニウム) で構成し、金属層を純度 99.999% 以上のアルミニウム (5N アルミニウム) や純度 99.9999% 以上のアルミニウム (6N アルミニウム) で構成することが好ましい。さらに、回路層を純度 99% 以上のアルミニウム (2N アルミニウム) で構成し、金属層を純度 99.99% 以上のアルミニウム (4N アルミニウム) や純度 99.999% 以上のアルミニウム (5N アルミニウム) で構成してもよい。

20

【実施例 1】

【0034】

本発明の有効性を確認するために行った比較実験について説明する。

比較例 1 - 3、実施例 2 - 5 においては、厚さ 0.635 mm の A1N からなる絶縁基板と、4N アルミニウムからなる回路層及び金属層と、厚さ 1.7 mm の A6063 からなる天板部を備えたヒートシンクと、を共通に有しており、金属層とヒートシンクの天板部とがろう付けによって直接接合されている。

30

そして、回路層、金属層の厚さをそれぞれ変更し、比較例 1 - 3、実施例 2 - 5 のヒートシンク付パワーモジュール用基板を作製した。

【0035】

評価としては、製作されたヒートシンク付パワーモジュール用基板の反りの発生状況、ヒートシンクと絶縁基板との間の熱抵抗を比較した。評価結果を表 1 に示す。

【0036】

【表 1】

	比較例 1	比較例 2	参考例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	比較例 3
回路層厚さ A	0.6mm	0.6mm	0.6mm	0.6mm	0.4mm	0.4mm	0.25mm	0.4mm
金属層厚さ B	0.6mm	0.75mm	0.9mm	1.3mm	2.25mm	5mm	5mm	10mm
B/A	1	1.25	1.5	2.167	5.625	12.5	20	25
反り変形	×	△	○	○	○	○	○	○
熱抵抗	○	○	○	○	○	○	○	×

10

20

30

40

【0037】

比較例 1、2 では、金属層が比較的薄いため、熱抵抗は小さいものの反り変形が認められた。

一方、金属層が回路層に比べて著しく厚い場合には、熱抵抗が大きく、ヒートシンクによる冷却が不十分になることが確認された。

これに対して、実施例 2 - 5 においては、反り変形が抑制されるとともに、熱抵抗も小

50

さく抑えられていることがわかる。

この比較実験の結果、本発明によれば、反り変形がなく、かつ、ヒートシンクによって電子部品等を効率的に冷却可能なヒートシンク付パワーモジュール用基板を提供することができることが確認された。

【実施例 2】

【0038】

実施例 6 - 10 においては、厚さ 0.635 mm の AlN からなる絶縁基板に、厚さ 0.6 mm の回路層及び厚さ 2.3 mm の金属層を接合してパワーモジュール用基板を作製した。さらに、このパワーモジュール用基板の金属層側に厚さ 5 mm の A6063 からなる天板部を備えたヒートシンクをろう付けした。ここで、回路層及び金属層を構成する材料を変更した。

10

比較例 5 としては、厚さ 0.635 mm の AlN からなる絶縁基板に、4 N アルミニウムからなる厚さ 0.6 mm の回路層及び 4 N アルミニウムからなる厚さ 0.6 mm の金属層を接合してパワーモジュール用基板を作製した。さらに、このパワーモジュール用基板の金属層側に、4 N アルミニウムからなる厚さ 0.9 mm の緩衝材を介して、厚さ 5 mm の A6063 からなる天板部を備えたヒートシンクをろう付けした。

【0039】

そして、絶縁基板に回路層及び金属層を接合してパワーモジュール用基板を作製する際に発生する反り量を評価した。また、ヒートシンクをろう付けしたヒートシンク付パワーモジュール用基板の反りの発生状況を確認した。さらに、冷熱サイクル (-40 125) を 2000 回負荷した際の絶縁基板の割れの有無について評価した。評価結果を表 2 に示す。

20

【0040】

なお、表 2 において、パワーモジュール用基板製作時の反り量については、幅 30 mm 当りの反り量が 20 μ m 未満のものを、20 μ m 以上 40 μ m 未満のものを、40 μ m 以上のものをとした。

また、ヒートシンク接合時の反り量については、幅 30 mm 当りの反り量が 80 μ m 未満のものを、80 μ m 以上 100 μ m 未満のものを、100 μ m 以上のものをとした。

さらに、絶縁基板の割れについては、3 ヶの試験片に割れが認められないものを、3 ヶの試験片のうち 1 ヶに割れが確認されたものをとした。

30

【0041】

【表 2】

	比較例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 10
回路層	4 N	4 N	2 N	2 N	4 N	4 N
金属層	4 N	4 N	4 N	5 N	5 N	6 N
回路層厚さ A	0.6mm	0.6mm	0.6mm	0.6mm	0.6mm	0.6mm
金属層厚さ B	0.6mm	2.3mm	2.3mm	2.3mm	2.3mm	2.3mm
B/A	1	3.833	3.833	3.833	3.833	3.833
パワーモジュール用基板作製時の反り量※1	◎	△	○	◎	○	◎
ヒートシンク接合時の反り量※2	△	○	○	◎	◎	◎
熱サイクル負荷時の絶縁基板の割れ※3	△	○	○	○	○	○

【0042】

比較例 5 では、冷熱サイクルを 2000 回負荷した際に、絶縁基板に割れが生じたことがあった。これに対して、実施例 6 - 10 では、絶縁基板の割れは観察されなかった。

また、回路層と金属層とを同一の材料で構成した実施例 6 においては、絶縁基板に回路層及び金属層を接合してパワーモジュール用基板を作製する際に反りの発生が認められた。一方、金属層を、回路層よりも変形抵抗の小さな材料で構成した場合には、パワーモジュール用基板を作製する際に発生する反りが抑制されることが確認された。

【符号の説明】

【0043】

- 1、101、201 ヒートシンク付パワーモジュール
- 2、102、202 半導体チップ（電子部品）

10

20

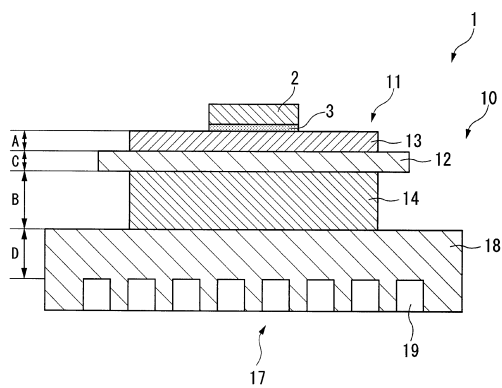
30

40

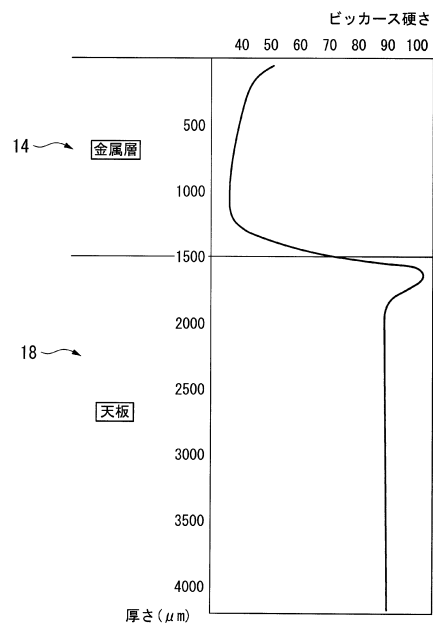
50

- 10、110、210 ヒートシンク付パワーモジュール用基板
- 11、111、211 パワーモジュール用基板
- 12、112、212 絶縁基板
- 13、113、213 回路層
- 14、114、214 金属層
- 15、115、215 緩衝層
- 17、117、217 ヒートシンク
- 18、118、218 天板部

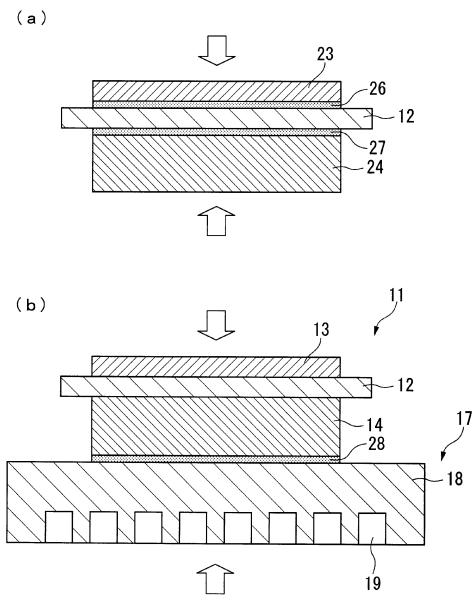
【図1】



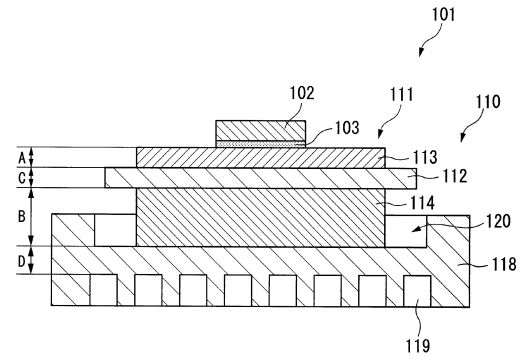
【図2】



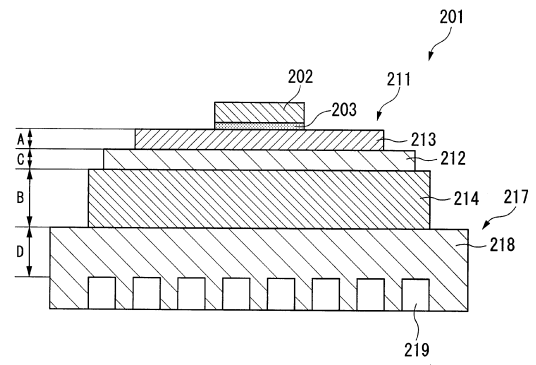
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 北原 丈嗣
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内
- (72)発明者 殿村 宏史
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内
- (72)発明者 石塚 博弥
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内
- (72)発明者 黒光 祥郎
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内

審査官 今井 淳一

- (56)参考文献 特開2007-081202(JP,A)
実開平02-068448(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H01L | 23/12 |
| H01L | 23/13 |
| H01L | 23/36 |