

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4524716号
(P4524716)

(45) 発行日 平成22年8月18日 (2010. 8. 18)

(24) 登録日 平成22年6月11日 (2010. 6. 11)

(51) Int. Cl.

H 0 1 L 23/36 (2006. 01)

F I

H 0 1 L 23/36

C

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2009-63210 (P2009-63210)
 (22) 出願日 平成21年3月16日 (2009. 3. 16)
 (65) 公開番号 特開2010-93225 (P2010-93225A)
 (43) 公開日 平成22年4月22日 (2010. 4. 22)
 審査請求日 平成21年8月27日 (2009. 8. 27)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-67344 (P2008-67344)
 (32) 優先日 平成20年3月17日 (2008. 3. 17)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-234997 (P2008-234997)
 (32) 優先日 平成20年9月12日 (2008. 9. 12)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000006264
 三菱マテリアル株式会社
 東京都千代田区大手町一丁目3番2号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100106057
 弁理士 柳井 則子
 (72) 発明者 林 浩正
 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】 ヒートシンク付パワーモジュール用基板及びその製造方法、並びに、ヒートシンク付パワーモジュール、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と、前記金属層側に接合されて前記パワーモジュール用基板を冷却するヒートシンクとを備えたヒートシンク付パワーモジュール用基板であって、

前記金属層と前記ヒートシンクとが直接接合されており、

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、 $1.5 \leq B/A \leq 2.0$ の範囲内に設定されており、

前記回路層が、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、前記金属層が、前記ヒートシンク及び前記絶縁基板に接合する前の状態において純度 99.9999% 以上のアルミニウムで構成されていることを特徴とするヒートシンク付パワーモジュール用基板。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のヒートシンク付パワーモジュール用基板の製造方法であって、

絶縁基板の一方の面に回路層を接合するとともに絶縁基板の他方の面に金属層を接合してパワーモジュール用基板を形成する 1 次接合工程と、

前記パワーモジュール用基板の金属層とヒートシンクとを接合する 2 次接合工程と、を有し、

前記 2 次接合工程においては、前記パワーモジュール用基板と前記ヒートシンクとを積層させ、積層方向に $0.15 \sim 3 \text{ MPa}$ で加圧することを特徴とするヒートシンク付パワ

ーモジュール用基板の製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のヒートシンク付パワーモジュール用基板と、該ヒートシンク付パワーモジュール用基板の前記回路層上に搭載された電子部品と、を備えることを特徴とするヒートシンク付パワーモジュール。

【請求項 4】

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、

前記回路層の厚さ A と前記金属層の厚さ B との比率 B / A が、 $1.5 \leq B / A \leq 20$ の範囲内に設定されており、

前記回路層が、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 99.9999% 以上のアルミニウムで構成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ヒートシンク付パワーモジュール用基板及びその製造方法、並びに、ヒートシンク付パワーモジュール、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】

この種のヒートシンク付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もの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

【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問題となっている。

【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、A1 - S

10

20

30

40

50

i 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變形せず、反りを抑制できないことがあった。

【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ヒートシンク付パワーモジュール用基板及びその製造方法、ヒートシンク付パワーモジュール、並びに、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、本発明のヒートシンク付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と、前記金属層側に接合されて前記パワーモジュール用基板を冷却するヒートシンクとを備えたヒートシンク付パワーモジュール用基板であって、前記金属層と前記ヒートシンクとが直接接合されており、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、 $1.5 \leq B/A \leq 20$ の範囲内に設定されており、前記回路層が、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、前記金属層が、前記ヒートシンク及び前記絶縁基板に接合する前の状態において純度 99.9999% 以上のアルミニウムで構成されていることを特徴としている。

【0009】

この構成のヒートシンク付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、 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 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、天板部の厚さが薄いヒートシンクを使用する場合で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。また、厚い金属層がヒートシンクに直接接合されているので、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パワーモジュール用基板とヒートシンクとをその積層方向に加圧することによって金属層を十分に變形させることが可能となり、反りを抑制することができる。

【0010】

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 1.5 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 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 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ことが好ましい。

この場合、金属層の變形抵抗が小さく、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變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。

【0012】

さらに、前記金属層が、前記回路層よりも變形抵抗の小さい材料で構成されていることが好ましい。

絶縁基板の一方の面に回路層を、絶縁基板の他方の面に金属層を接合する際に、

10

20

30

40

50

回路層の厚さと金属層の厚さとが異なっていると、反りが発生しやすくなる。ここで、厚く成形される金属層を、薄く成形される回路層よりも変形抵抗の小さい材料で構成することによって、接合時の反りの発生を抑制することが可能となる。

【0013】

そして、前記回路層が、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、前記金属層が、前記ヒートシンク及び前記絶縁基板に接合する前の状態において純度99.9999%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回路層の変形抵抗よりも小さくなり、絶縁基板に回路層及び金属層を接合する際の反りの発生を抑制することができる。

【0014】

本発明のヒートシンク付パワーモジュール用基板の製造方法は、前述のヒートシンク付パワーモジュール用基板の製造方法であって、絶縁基板の一方の面に回路層を接合するとともに絶縁基板の他方の面に金属層を接合してパワーモジュール用基板を形成する1次接合工程と、前記パワーモジュール用基板の金属層とヒートシンクとを接合する2次接合工程と、を有し、前記2次接合工程においては、前記パワーモジュール用基板と前記ヒートシンクとを積層させ、積層方向に0.15～3MPaで加圧することを特徴としている。

【0015】

この構成のヒートシンク付パワーモジュール用基板の製造方法では、前述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2次接合工程において、その積層方向に0.15～3MPaで加圧しているので、金属層を十分に変形させることによって反りの発生を抑制することができる。

【0016】

本発明のヒートシンク付パワーモジュールは、前述のヒートシンク付パワーモジュール用基板と、該ヒートシンク付パワーモジュール用基板の前記回路層上に搭載された電子部品と、を備えることを特徴としている。

【0017】

この構成のヒートシンク付パワーモジュールによれば、反り変形が抑制され、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。

【0018】

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、前記回路層の厚さAと前記金属層の厚さBとの比率 B/A が、 $1.5 \leq B/A \leq 20$ の範囲内に設定されており、前記回路層が、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99.9999%以上のアルミニウムで構成されていることを特徴とする。

この構成のパワーモジュール用基板においては、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。

【0019】

また、厚く形成される金属層が、薄く形成される回路層よりも変形抵抗の小さい材料で構成されているので、絶縁基板に金属層及び回路層を接合する際に生じる反りを抑制することが可能となる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、反りの発生を抑制することができるヒートシンク付パワーモジュール用基板及びその製造方法、並びに、ヒートシンク付パワーモジュール、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】

【0021】

【図 1】本発明の実施形態であるヒートシンク付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の概略説明図である。

【図 2】本発明の実施形態である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ヒートシンク付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の概略説明図である。

【図 5】本発明の他の実施形態であるヒートシンク付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の概略説明図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下に、本発明の参考例となる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 に本発明の参考例となる実施形態である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。

20

【0023】

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、0.2 mm < C < 1.5 mm の範囲内に設定されており、本実施形態では、C = 0.635 mm に設定されている。

【0024】

30

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 系のろう材 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。

【0025】

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 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。

40

【0026】

ここで、回路層 13 の厚さ A は、0.25 mm < A < 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 < B < 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、1.5 < B / A < 2.0 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

50

に設定されている。

【0027】

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、A6063で構成されている。また、天板部18の厚さDは、1mm≦D≦10mmの範囲内に設定されており、本実施形態では、D=1.7mmに設定されている。

【0028】

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。

【0029】

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0.02mm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0.02mm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、パワーモジュール用基板11を製出する（1次接合工程S1）。

【0030】

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0.05mm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、本実施形態である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0.15～3MPaで加圧するように構成されている。

【0031】

このような構成とされた本実施形態である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、ヒートシンク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。

【0032】

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を十分に変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。

【0033】

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、1.5≦B/A≦2.0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

10

20

30

40

50

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。

【0034】

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 の変形抵抗が小さく、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。

10

【0035】

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 を確実に変形させて、反りを抑制することができる。

【0036】

また、本実施形態である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。

20

【0037】

以上、本発明の参考例となる実施形態について説明したが、これに限定されることはなく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。

【0038】

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。

30

【0039】

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。

【0040】

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。

40

【0041】

また、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。本発明では、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 99.9999% 以上のアルミニウム (6N アルミニウム) で構成している。

【実施例 1】

【0042】

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。

50

比較例 1 - 3 及び参考例 1 - 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为天板部とがろう付けによって直接接合されている。

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、参考例 1 - 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。

【0043】

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。

【0044】

【表 1】

	比較例 1	比較例 2	参考例 1	参考例 2	参考例 3	参考例 4	参考例 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	○	○	○	○	○	○	○	×

【0045】

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、参考例 1 - 5においては、反り変形が抑制されるとともに、熱抵抗も小さく抑えられていることがわかる。

この比較実験の結果、参考例 1 - 5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】

【0046】

参考例 6 - 9、本実施例においては、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。

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。

【0047】

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。

【0048】

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 枚の試験片に割れが認められないものを、3 枚の試験片のうち 1 枚に割れが確認されたものをとした。

【0049】

10

20

30

【表 2】

	比較例5	参考例6	参考例7	参考例8	参考例9	実施例
回路層	4N	4N	2N	2N	4N	4N
金属層	4N	4N	4N	5N	5N	6N
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 製作時の反り量	◎	△	○	◎	○	◎
ヒートシンク接合時の 反り量	△	○	○	◎	◎	◎
熱サイクル負荷時の 絶縁基板の割れ	△	○	○	○	○	○

【0050】

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ることがあった。これに対して、参考例6 - 9、本実施例では、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参考例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。

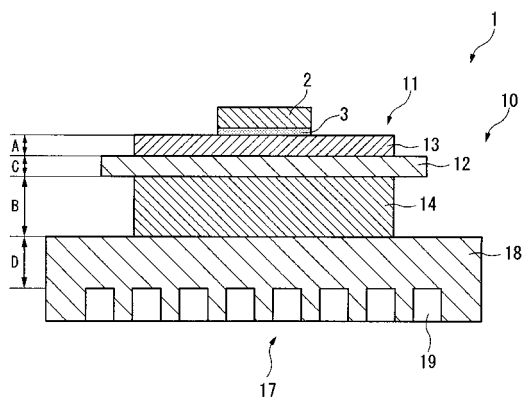
【符号の説明】

【0051】

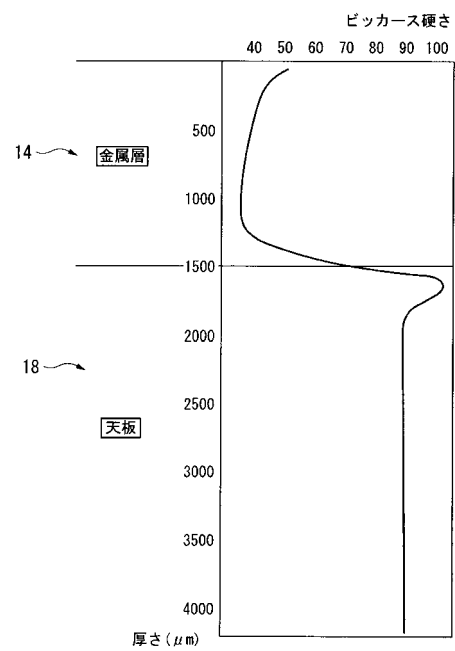
- 1、101、201 ヒートシンク付パワーモジュール
- 2、102、202 半導体チップ（電子部品）
- 10、110、210 ヒートシンク付パワーモジュール用基板
- 11、111、211 パワーモジュール用基板
- 12、112、212 絶縁基板
- 13、113、213 回路層
- 14、114、214 金属層

15、115、215 緩衝層
 17、117、217 ヒートシンク
 18、118、218 天板部

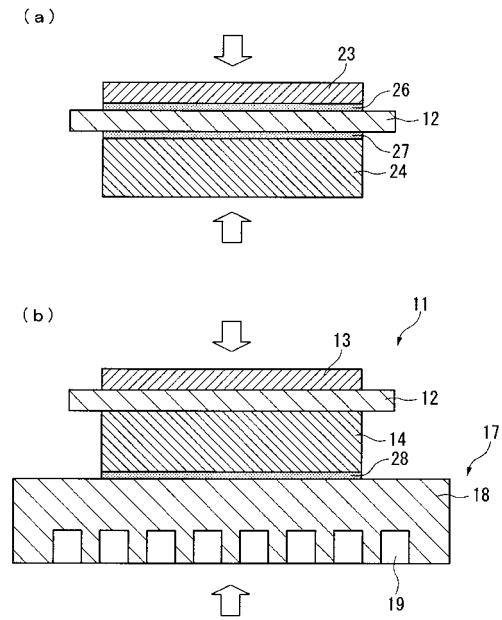
【図1】



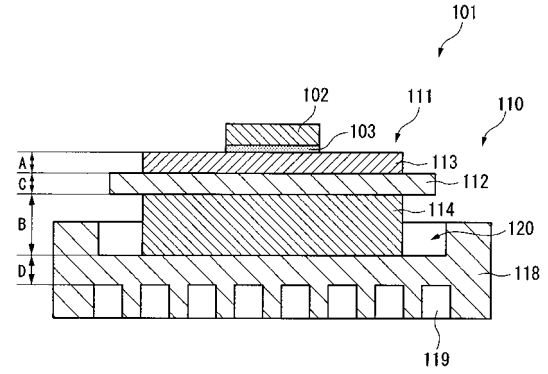
【図2】



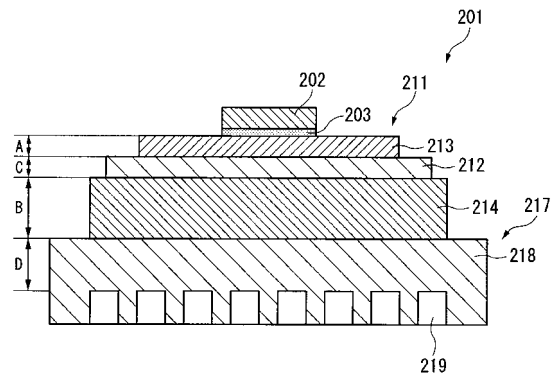
【図 3】



【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 1 0 0 2 - 1 4 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 1 0 0 2 - 1 4 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 1 0 0 2 - 1 4 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 1 0 0 2 - 1 4 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 2 0 0 7 - 0 1 3 0 2 8 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 7 / 1 0 5 3 6 1 (W O , A 1)
特開 2 0 0 4 - 1 5 2 9 7 1 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 3 / 3 6