

(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2010-238932

(P2010-238932A)

(43) 公開日 平成22年10月21日(2010.10.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 23/36 (2006.01)	HO 1 L 23/36 C	5 F 1 3 6
HO 1 L 23/12 (2006.01)	HO 1 L 23/12 J	
HO 1 L 23/13 (2006.01)	HO 1 L 23/12 C	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2009-85645 (P2009-85645)
 (22) 出願日 平成21年3月31日 (2009.3.31)

(71) 出願人 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 大井 宗太郎
 埼玉県北本市下石戸上1975-2 三菱
 マテリアル株式会社中央研究所内
 Fターム(参考) 5F136 BB04 BB18 FA02 FA16 GA02
 GA21

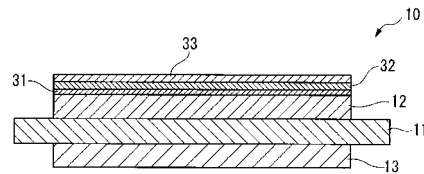
(54) 【発明の名称】 パワーモジュール用基板、ヒートシンク付パワーモジュール用基板及びパワーモジュールの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 回路層上に半導体素子を容易に、かつ、確実に接合することが可能な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用基板と、このパワーモジュール用基板を用いたパワーモジュールの製造方法を提供する。

【解決手段】 セラミックス基板11の一方の面に、アルミニウム又はアルミニウム合金からなる回路層12が配設され、この回路層12上にはんだ材を介して半導体素子が配設されるパワーモジュール用基板10であって、回路層12の一方の面には、前記はんだ材との接合性が良好な金属からなる金属膜32と、この金属膜32を被覆して保護する保護膜33と、が形成されていることを特徴とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

セラミックス基板の一方の面に、アルミニウム又はアルミニウム合金からなる回路層が配設され、この回路層上にはんだ材を介して半導体素子が配設されるパワーモジュール用基板であって、

前記回路層の一方の面には、前記はんだ材との接合性が良好な金属からなる金属膜と、この金属膜を被覆して保護する保護膜と、が形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。

【請求項 2】

前記金属膜が、Niめっき皮膜であることを特徴とする請求項 1 に記載のパワーモジュール用基板。 10

【請求項 3】

前記金属膜が、Cuめっき皮膜であることを特徴とする請求項 1 に記載のパワーモジュール用基板。

【請求項 4】

前記保護膜が、SiO₂皮膜であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のパワーモジュール用基板。

【請求項 5】

前記保護膜が、DLC皮膜であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のパワーモジュール用基板。 20

【請求項 6】

前記保護膜が、Crめっき膜であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のパワーモジュール用基板。

【請求項 7】

前記回路層表面と前記金属膜との間に、導電性を有するとともに、アルミニウムと前記金属膜を構成する金属との拡散を防止する拡散防止膜が形成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載のパワーモジュール用基板。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載のパワーモジュール用基板と、このパワーモジュール用基板の前記セラミックス基板の他方の面側に配設されたヒートシンクと、を備えた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。 30

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載のパワーモジュール用基板を用いたパワーモジュールの製造方法であって、

前記保護膜を除去して前記金属膜を露出させる保護膜除去工程と、

露出された前記金属膜の表面に、はんだ材を介して半導体素子を接合するはんだ接合工程と、

を備えていることを特徴とするパワーモジュールの製造方法。

【請求項 10】

前記保護膜除去工程の前段に、前記パワーモジュール用基板の前記セラミックス基板の他方の面側にヒートシンクを接合するヒートシンク接合工程を、備えていることを特徴とする請求項 9 に記載のパワーモジュールの製造方法。 40

【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、このパワーモジュール基板を備えたヒートシンク付パワーモジュール用基板及びこのパワーモジュール基板を用いたパワーモジュールの製造方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

10

20

30

40

50

半導体素子の中でも電力供給のためのパワーモジュールは発熱量が比較的高いため、これを搭載する基板としては、例えば、AlN（窒化アルミ）からなるセラミックス基板上にAl（アルミニウム）の金属板がAl-Si系のろう材を介して接合されたパワーモジュール用基板が用いられる。

この金属板は回路層とされ、回路層の上には、はんだ材を介してパワー素子としての半導体素子が搭載される。なお、セラミックス基板の下面にも放熱のためにAl等の金属板が接合されて金属層とされ、この金属層を介してヒートシンクが接合されたものが提案されている。

【0003】

ここで、アルミニウムからなる回路層においては、表面にアルミニウムの酸化膜（不動態膜）が形成されるため、はんだ材との接合を良好に行うことができないことがあった。

そこで、従来は、例えば特許文献1に開示されているように、回路層の表面に無電解めっき等によってNiめっき膜を形成し、このNiめっき膜上にはんだ材を配設して半導体素子を接合していた。

また、特許文献2には、はんだ材を用いずにAgナノペーストを用いて半導体素子を接合する技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-216659号公報

【特許文献2】特開2006-202938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、特許文献1に記載されたように、回路層表面にNiめっき膜を形成する場合には、Niめっき膜を形成した後、ろう付け等を行うとNiめっき膜が劣化してしまうため、パワーモジュール用基板とヒートシンクとをろう付けしてヒートシンク付パワーモジュール用基板を形成した後に、めっき浴内にヒートシンク付パワーモジュール用基板全体を浸漬させていた。このため、回路層以外の部分にもNiめっき膜が形成されることになる。ここで、ヒートシンクがアルミニウム及びアルミニウム合金で構成されていた場合には、アルミニウムからなる熱交換器とNiめっき膜との間で電食が進行するおそれがあるため、ヒートシンク部分にNiめっき膜が形成されないようにマスキング処理を行う必要があった。このように、マスキング処理をした上でめっき処理をすることになるため、回路層部分にNiめっき膜を形成するには多大な労力が必要であった。

【0006】

一方、特許文献2に開示されたように、はんだ材を使用せずにAgナノペーストを用いて半導体素子を接合する場合には、Niめっき膜を形成する必要がなくなる。しかしながら、Agナノペーストを用いた場合には、Agナノペースト中に含有される有機溶剤等が残存してしまい、接合後において気泡欠陥となり、回路層と半導体素子との接合部の強度低下、電氣的及び熱的な特性の劣化等が発生するおそれがあった。また、Agナノペーストの場合、はんだ材に比べて厚みが薄く形成されるため、熱サイクル負荷時の応力が半導体素子に作用しやすくなり、半導体素子自体が破損してしまうおそれがあった。

【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、回路層上に半導体素子を容易に、かつ、確実に接合することが可能な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用基板と、このパワーモジュール用基板を用いたパワーモジュールの製造方法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

10

20

30

40

50

基板は、セラミックス基板の一方の面に、アルミニウム又はアルミニウム合金からなる回路層が配設され、この回路層上にはんだ材を介して半導体素子が配設されるパワーモジュール用基板であって、前記回路層の一方の面には、前記はんだ材との接合性が良好な金属からなる金属膜と、この金属膜を被覆して保護する保護膜と、が形成されていることを特徴としている。

【0009】

この構成のパワーモジュール用基板によれば、回路層の一方の面に、前記はんだ材との接合性が良好な金属からなる金属膜と、この金属膜を被覆して保護する保護膜と、が形成されているので、パワーモジュール用基板をヒートシンクにろう付けする際に、保護膜によって金属膜の劣化が防止されることになる。また、保護膜を除去することによってはんだ材との接合性が良好な金属膜が露出されるので、この金属膜上にはんだ材を配設することによって半導体素子を確実に接合することができる。さらに、はんだ材を用いていることから、はんだ材の厚みを厚く形成することが可能となり、熱サイクル負荷時の応力が半導体素子に作用することを抑制でき、半導体素子自体の破損を防止することができる。

10

【0010】

ここで、前記金属膜が、Niめっき皮膜又はCuめっき皮膜であることが好ましい。

この場合、回路層に予めNiめっき処理又はCuめっき処理を施しているため、ヒートシンクにろう付けした後にNiめっき処理又はCuめっき処理を行う必要がない。また、Ni又はCuは、例えばSn-Ag系、Sn-In系、若しくはSn-Ag-Cu系のはんだ材との接合性が良好であり、これらのはんだ材を用いて半導体素子を確実に接合することができる。

20

【0011】

また、前記保護膜が、SiO₂皮膜であることが好ましい。

SiO₂皮膜は、耐熱性に優れていることから、ろう付け等の加熱処理を伴う工程を実施しても金属膜の劣化を確実に防止することができる。また、SiO₂皮膜は、例えば半導体レーザの照射やブラスト加工によって容易に除去することができ、金属膜を露出させてはんだ材により半導体素子を確実に接合することができる。

【0012】

また、前記保護膜が、DLC皮膜であることが好ましい。

DLC皮膜は、比較的耐熱性に優れていることから、ろう付け等の加熱処理を伴う工程を実施しても金属膜の劣化を確実に防止することができる。また、このDLC皮膜は、比較的容易に形成することができるとともに、例えば半導体レーザの照射やブラスト加工によって容易に除去することができる。

30

【0013】

さらに、前記保護膜が、Crめっき膜であることが好ましい。

Crめっき膜は、表面に不動態膜を形成することから化学的に安定である。また、耐熱性にも優れており、ろう付け等の加熱処理を伴う工程を実施しても金属膜の劣化を確実に防止することができる。さらに、Crめっき膜は、例えば弱塩酸を噴霧することによって容易に除去することができ、金属膜を露出させてはんだ材により半導体素子を確実に接合することができる。

40

【0014】

また、前記回路層表面と前記金属膜との間に、導電性を有するとともに、アルミニウムと前記金属膜を構成する金属との拡散を防止する拡散防止膜が形成されていることが好ましい。

回路層を構成するアルミニウムと金属膜を構成する金属元素とが拡散し易い場合には、ろう付け等の加熱処理によって、これらの金属元素が相互拡散して合金化してしまうおそれがある。このため、回路層表面と前記金属膜との間に拡散防止層を設けて、合金化を防止することが好ましい。なお、金属膜がNiで構成されている場合には、拡散防止層として、Ti膜またはPt膜等を形成することが好ましい。

【0015】

50

本発明に係るヒートシンク付パワーモジュール用基板は、前述のパワーモジュール用基板と、このパワーモジュール用基板の前記セラミックス基板の他方の面側に配設されたヒートシンクと、を備えたことを特徴としている。

この構成のヒートシンク付パワーモジュール用基板によれば、予め回路層上に、はんだ材と接合性の良い金属膜と、この金属膜を保護する保護膜とが形成されているので、保護膜を除去するのみで、はんだ材を介して半導体素子を接合することができる。

なお、ヒートシンクは、セラミックス基板の他方の面に直接接合する必要はなく、アルミニウム又はアルミニウム合金からなる金属層やアルミニウム又はアルミニウム合金若しくはアルミニウムを含む複合材（例えばA1SiC等）からなる緩衝層を介して、セラミックス基板の他方の面側に接合されていてもよい。

10

【0016】

本発明に係るパワーモジュールの製造方法は、前述のパワーモジュール用基板を用いたパワーモジュールの製造方法であって、前記保護膜を除去して前記金属膜を露出させる保護膜除去工程と、露出された前記金属膜の表面に、はんだ材を介して半導体素子を接合するはんだ接合工程と、を備えていることを特徴としている。

この構成のパワーモジュールの製造方法によれば、回路層上に予め形成された金属膜を露出させ、金属膜上にはんだ材を介して半導体素子を接合しているため、半導体素子を確実に接合することができ、高品質なパワーモジュールを簡単に製造することができる。また、はんだ材を用いて半導体素子を接合していることから、はんだ材の厚みを厚く形成することが可能となり、熱サイクル負荷時の応力が半導体素子に作用することを抑制でき、半導体素子自体の破損を防止することができる。

20

【0017】

ここで、前記保護膜除去工程の前段に、前記パワーモジュール用基板の前記セラミックス基板の他方の面側にヒートシンクを接合するヒートシンク接合工程を、備えていることが好ましい。

この場合、ヒートシンクを接合するヒートシンク接合工程において、保護膜によって回路層上に形成された金属膜の劣化が防止され、その後の保護膜除去工程及びはんだ接合工程によって、半導体素子を回路層上に確実に接合することができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、回路層上に半導体素子を容易に、かつ、確実に接合することが可能な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用基板と、このパワーモジュール用基板を用いたパワーモジュールの製造方法を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0019】

【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を示す説明図である。

【図3】図2のパワーモジュール用基板における回路層表面の拡大説明図である。

【図4】図2のパワーモジュール用基板の製造方法を示すフロー図である。

40

【図5】本発明の実施形態であるパワーモジュールの製造方法を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

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に本発明の実施形態であるパワーモジュールを示す。

このパワーモジュール1は、回路層12が配設されたパワーモジュール用基板10と、回路層12の表面にはんだ材2を介して接合された半導体チップ3と、ヒートシンク4とを備えている。

【0021】

パワーモジュール用基板10は、セラミックス基板11と、このセラミックス基板11

50

の一方の面（図 1 において上面）に配設された回路層 1 2 と、セラミックス基板 1 1 の他方の面（図 1 において下面）に配設された金属層 1 3 とを備えている。

セラミックス基板 1 1 は、回路層 1 2 と金属層 1 3 との間の電氣的接続を防止するものであって、絶縁性の高い A l N（窒化アルミ）で構成されている。また、セラミックス基板 1 1 の厚さは、0 . 2 ~ 1 . 5 mm の範囲内に設定されており、本実施形態では、0 . 6 3 5 mm に設定されている。なお、本実施形態では、図 1 に示すように、セラミックス基板 1 1 の幅は、回路層 1 2 及び金属層 1 3 の幅より広く設定されている。

【 0 0 2 2 】

回路層 1 2 は、セラミックス基板 1 1 の一方の面に導電性を有する金属板 2 2 が接合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 1 2 は、純度が 9 9 . 9 9 % 以上のアルミニウム（いわゆる 4 N アルミニウム）の圧延板からなる金属板 2 2 がセラミックス基板 1 1 に接合されることにより形成されている。

10

【 0 0 2 3 】

金属層 1 3 は、セラミックス基板 1 1 の他方の面に金属板 2 3 が接合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 1 3 は、回路層 1 2 と同様に、純度が 9 9 . 9 9 % 以上のアルミニウム（いわゆる 4 N アルミニウム）の圧延板からなる金属板 2 3 がセラミックス基板 1 1 に接合されることで形成されている。

【 0 0 2 4 】

ヒートシンク 4 は、前述のパワーモジュール用基板 1 0 を冷却するためのものであり、パワーモジュール用基板 1 0 と接合される天板部 5 と、この天板部 5 から下方に向けて垂設された放熱フィン 6 と、冷却媒体（例えば冷却水）を流通するための流路 7 とを備えている。ヒートシンク 4（天板部 5）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、A 6 0 6 3（アルミニウム合金）で構成されている。

20

また、本実施形態においては、ヒートシンク 4 の天板部 5 と金属層 1 3 との間には、アルミニウム又はアルミニウム合金若しくはアルミニウムを含む複合材（例えば A l S i C 等）からなる緩衝層 1 5 が設けられている。

【 0 0 2 5 】

そして、図 1 に示すパワーモジュール 1 においては、回路層 1 2 の表面（図 1 において上面）に、N i めっき膜 3 2 が形成されている。そして、この N i めっき膜 3 2 の表面には、はんだ材 2 が配設され、半導体チップ 3 が接合されている。ここで、はんだ材としては、N i との接合性が良好なものであって、例えば S n - A g 系、S n - I n 系、若しくは S n - A g - C u 系が挙げられる。

30

なお、本実施形態においては、図 1 に示すように、回路層 1 2 の表面にのみ N i めっき膜 3 2 が形成されており、パワーモジュール用基板 1 0 及びヒートシンク 4 の他の部分には、N i めっき膜が形成されていない。

【 0 0 2 6 】

図 2 及び図 3 に、はんだ材 2 によって半導体チップ 3 を接合する前のパワーモジュール用基板 1 0 を示す。

このパワーモジュール用基板 1 0 においては、回路層 1 2 の表面（図 2 及び図 3 において上面）に、拡散防止膜 3 1 が形成され、この拡散防止膜 3 1 の上に N i めっき膜 3 2 が形成され、さらに、この N i めっき膜 3 2 の上に保護膜として S i O ₂ 皮膜 3 3 が形成されている。

40

【 0 0 2 7 】

拡散防止膜 3 2 は、回路層 1 2 を構成する A l と、N i めっき膜 3 2 の N i とが、相互に拡散することを防止するために設けられたものであって、本実施形態では、T i 膜とされている。また、本実施形態では、この拡散防止膜 3 1 の厚さ t d は、0 . 5 μ m t d 5 μ m に設定されている。

【 0 0 2 8 】

N i めっき膜 3 2 は、電解めっき法又は無電解めっき法によって形成されており、その厚さ t m は、3 μ m t m 1 0 μ m に設定されている。

50

SiO_2 皮膜33は、Niめっき膜32を被覆して保護するために形成されたものであり、そのの厚さ t_p は、 $10\text{nm} < t_p < 300\text{nm}$ に設定されている。

【0029】

次に、このパワーモジュール用基板の製造方法について、図4に示すフロー図を参照して説明する。

まず、回路層12となるアルミニウム板を準備し、このアルミニウム板の表面に、Tiからなる拡散防止膜31を形成する(拡散防止層形成工程S1)。この拡散防止膜31は、例えば蒸着法、スパッタ法等によって形成することが可能である。

【0030】

次に、拡散防止膜31の上に、電解めっき法又は無電解めっき法によって、Niめっき膜32を形成する(Niめっき膜形成工程S2)。

さらに、Niめっき膜32の上に、保護膜として SiO_2 皮膜33を形成する(SiO_2 皮膜形成工程S3)。ここで、 SiO_2 皮膜33は、低温スパッタにより加工温度450以下で形成することが可能である。

【0031】

そして、拡散防止層31、Niめっき膜32及び SiO_2 皮膜33が形成されたアルミニウム板を、セラミックス基板11にろう材を介して積層し、加圧・加熱後冷却することによって、前記アルミニウム板とセラミックス基板11とを接合する(接合工程S4)。これにより、図2に示すように、回路層12を備えたパワーモジュール用基板10が製出されることになる。

【0032】

以下に、図2に示すパワーモジュール用基板10を用いたパワーモジュール1の製造方法について、図5に示すフロー図を参照して説明する。

回路層12の表面に、拡散防止膜31、Niめっき膜32及び SiO_2 皮膜33が形成されたパワーモジュール用基板10を、ヒートシンク4の天板部5に接合し、ヒートシンク付パワーモジュール用基板を形成する(ヒートシンク接合工程S11)。このとき、接合温度は、580以上650以下とされている。

【0033】

次に、回路層12の最外層に形成されている SiO_2 皮膜33を除去する(SiO_2 皮膜除去工程S12)。 SiO_2 皮膜33を除去する方法としては、例えば半導体レーザーの照射、フッ素を含む溶液又はガスによるエッチング等が挙げられる。なお、本実施形態では、ウォータージェットを衝突されるとともに、このウォータージェットの水柱内においてレーザー光を進行させるウォータージェット・ガイドレーザー加工法によって、 SiO_2 皮膜33を除去している。

【0034】

次いで、 SiO_2 皮膜33が除去されて外部に露出されたNiめっき膜32の表面を洗浄する(洗浄工程S13)。なお、本実施形態においては、前述のように、 SiO_2 皮膜33をウォータージェット・ガイドレーザー加工法によって除去していることから、このウォータージェットによってNiめっき膜32の表面が洗浄されることになる。すなわち、本実施形態では、 SiO_2 皮膜除去工程S12と洗浄工程S13とが、同一工程で実施されることになる。

【0035】

そして、外部に露出されたNiめっき膜32の表面に、はんだ材2を介して半導体チップ3を載置し、還元炉内においてはんだ接合する(はんだ接合工程S14)。

これにより、図1に示すように、半導体チップ3が回路層12上に接合されたパワーモジュール1が製出されることになる。

【0036】

以上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10及びパワーモジュール1においては、回路層12の表面に、はんだ材2との接合性が良好なNiめっき膜32が形成され、このNiめっき膜32の上に、Niめっき膜32を被覆して保護する

10

20

30

40

50

保護膜として SiO_2 皮膜33が形成されているので、このパワーモジュール用基板10をヒートシンク4の天板部5に、580以上650以下の温度条件でろう付けした場合でも、耐熱性の高い SiO_2 皮膜33によって、Niめっき膜32の劣化を防止することができる。

【0037】

よって、ヒートシンク4をろう付け後に、 SiO_2 皮膜33を除去することによって、はんだ材2との接合性が良好なNiめっき膜32が劣化することなく露出されることになり、はんだ材2によって半導体チップ3を確実に接合することができる。

特に、本実施形態においては、Sn-Ag系、Sn-In系、若しくはSn-Ag-Cu系のNiめっき膜32との接合性がよいはんだ材2を用いているため、半導体チップ3を強固に接合することができる。

さらに、はんだ材2を用いて半導体チップ3を接合しているので、はんだ材2の厚みを厚く形成することが可能となり、熱サイクル負荷時の応力が半導体チップ3に作用することを抑制でき、半導体チップ3の破損を防止することができる。

【0038】

また、本実施形態では、回路層12とNiめっき膜32との間に、拡散防止膜31が形成されているので、このパワーモジュール用基板10がろう付け等によって加熱されたとしても、回路層12を構成するAlとNiめっき膜32のNiとの拡散が防止され、Niめっき膜32の劣化を防止することができる。

【0039】

また、本実施形態であるパワーモジュールの製造方法においては、回路層12上に拡散防止膜31、Niめっき膜32及び SiO_2 皮膜33が形成された状態で、パワーモジュール用基板10とヒートシンク4とがろう付けされるので、耐熱性の高い SiO_2 皮膜33によってNiめっき膜32の劣化が防止される。

そして、半導体チップ3を接合する際には、 SiO_2 皮膜33をウォータージェット・ガイドレーザ加工法によって除去してNiめっき膜32を露出されるとともに、Niめっき膜32の表面を洗浄するので、はんだ材2をNiめっき膜32に配置して半導体チップ3を接合することによって、半導体チップ3強固に接合することが可能となる。よって、高品質なパワーモジュール1を容易に製造することができる。

【0040】

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、回路層及び金属層を構成する金属板を純度99.99%の純アルミニウムの圧延板と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、純度99%のアルミニウム(2Nアルミニウム)であってもよい。

【0041】

保護膜として、 SiO_2 皮膜を形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、DLC皮膜やCr膜を形成してもよい。

DLC皮膜の場合には、例えばCVD法等によって形成することができる。また、半導体レーザー等によって除去することが可能である。

Cr膜の場合には、例えばめっき法によって形成することができる。また、弱塩酸を噴霧することによって除去することが可能である。

【0042】

また、 SiO_2 皮膜をウォータージェット・ガイドレーザ加工法によって除去するものとして説明したが、これに限定されることはなく、ブラスト法等の他の手段を用いてもよい。

さらに、回路層となるアルミニウム板の表面に、拡散防止膜、Niめっき膜及び SiO_2 皮膜を形成した後に、このアルミニウム板とセラミック基板とを接合してパワーモジュール用基板を製出するものとして説明したが、これに限定されることはなく、パワーモジュール用基板を製出した後に、回路層表面に、拡散防止膜、Niめっき膜及び SiO_2

10

20

30

40

50

皮膜を形成してもよい。

【 0 0 4 3 】

また、はんだ材との接合性が良好な金属からなる金属膜として、Niめっき膜を形成したもので説明したが、これに限定されることはなく、使用されるはんだ材との接合性の良い金属からなる金属膜を形成すればよい。

さらに、拡散防止膜としてTi膜を形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い。なお、回路層上にNiめっき膜を形成する場合には、Pt膜を拡散防止膜として形成することが可能である。

【 0 0 4 4 】

また、ヒートシンクの天板部と金属層との間に、アルミニウム又はアルミニウム合金若しくはアルミニウムを含む複合材（例えばAlSiC等）からなる緩衝層を設けたものとして説明したが、この緩衝層がなくてもよい。

さらに、ヒートシンクをアルミニウムで構成したものとして説明したが、アルミニウム合金、又はアルミニウムを含む複合材等で構成されていてもよい。さらに、ヒートシンクとして、放熱フィン及び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い。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 5 】

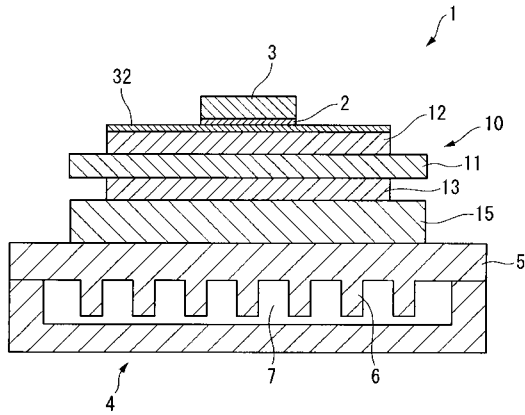
- 1 パワーモジュール
- 2 はんだ材
- 3 半導体チップ（半導体素子）
- 4 ヒートシンク
- 5 天板部
- 10 パワーモジュール用基板
- 11 セラミックス基板
- 12 回路層
- 13 金属層
- 31 拡散防止膜
- 32 Niめっき膜（金属膜）
- 33 SiO₂皮膜（保護膜）

10

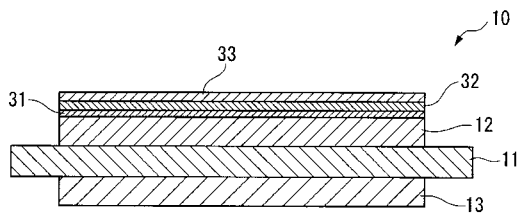
20

30

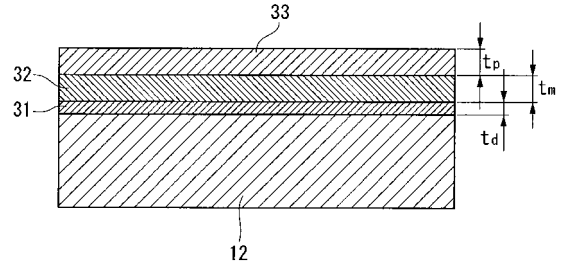
【図1】



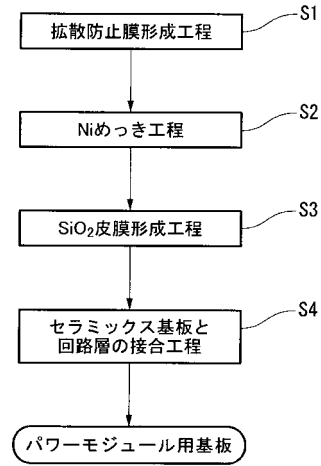
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

