

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3971296号
(P3971296)

(45) 発行日 平成19年9月5日(2007.9.5)

(24) 登録日 平成19年6月15日(2007.6.15)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 L 23/12 (2006.01)	HO 1 L 23/12	J
CO 4 B 37/00 (2006.01)	CO 4 B 37/00	Z
HO 1 L 23/13 (2006.01)	HO 1 L 23/12	C
HO 5 K 1/02 (2006.01)	HO 5 K 1/02	F
HO 5 K 3/20 (2006.01)	HO 5 K 3/20	Z

請求項の数 9 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2002-379665 (P2002-379665)	(73) 特許権者	000224798
(22) 出願日	平成14年12月27日(2002.12.27)		DOWAホールディングス株式会社
(65) 公開番号	特開2004-214284 (P2004-214284A)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(43) 公開日	平成16年7月29日(2004.7.29)	(74) 代理人	100107548
審査請求日	平成17年9月22日(2005.9.22)		弁理士 大川 浩一
		(72) 発明者	小山内 英世
			東京都千代田区丸の内一丁目8番2号
			同和鋳業株式会社内
		(72) 発明者	茨木 進
			東京都千代田区丸の内一丁目8番2号
			同和鋳業株式会社内
		(72) 発明者	伊與田 憲
			東京都千代田区丸の内一丁目8番2号
			同和鋳業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属-セラミックス接合基板およびその製造方法

(57) 【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金属回路板が接合されるとともに他方の面に放熱板の一方の面が接合された金属-セラミックス接合基板において、放熱板の他方の面に加工硬化層を有することを特徴とする、金属-セラミックス接合基板。

【請求項2】

前記加工硬化層が、ショットピーニングによって前記放熱板の表面を加工硬化させることにより形成された層であることを特徴とする、請求項1に記載の金属-セラミックス接合基板。

【請求項3】

前記放熱板の他方の面の反り量が $-200 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする、請求項1または2に記載の金属-セラミックス接合基板。

【請求項4】

前記放熱板の他方の面の反り量が $-100 \sim +500 \mu\text{m}$ であることを特徴とする、請求項1または2に記載の金属-セラミックス接合基板。

【請求項5】

前記放熱板の他方の面の反り量が $0 \sim +200 \mu\text{m}$ であることを特徴とする、請求項1または2に記載の金属-セラミックス接合基板。

【請求項6】

前記金属回路板と前記放熱板が前記セラミックス基板に直接接合されていることを特徴と

する、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の金属 - セラミックス接合基板。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の金属 - セラミックス接合基板の前記金属回路板上に半導体チップが半田付けされていることを特徴とする、パワーモジュール。

【請求項 8】

セラミックス基板の一方の面に金属回路板を接合するとともに他方の面に放熱板の一方の面を接合した後、この放熱板の他方の面に加工硬化層を形成することを特徴とする、金属 - セラミックス接合基板の製造方法。

【請求項 9】

前記加工硬化層をショットピーニングによって形成することを特徴とする、請求項 8 に記載の金属 - セラミックス接合基板の製造方法。 10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、金属 - セラミックス接合基板およびその製造方法に関し、特に、パワーモジュールなどの大電力電子部品に使用する金属 - セラミックス接合基板およびその製造方法に関し、さらにその金属 - セラミックス接合基板を用いたパワーモジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、電気自動車、電車、工作機械などの大電流を制御するために、パワーモジュールが使用されている。従来のパワーモジュールでは、ベース板と呼ばれている金属板または複合材の一方の面の上にセラミックス絶縁基板が半田付けにより固定され、このセラミックス絶縁基板上にパワー IC が半田付けにより固定されている。また、ベース板の他方の面（以下「裏面」という）には、ねじ止めなどにより熱伝導グリースを介して金属製の放熱フィンや冷却ジャケットが取り付けられている。 20

【0003】

セラミックス絶縁基板へのベース板やパワー IC の半田付けは加熱により行われるため、半田付けの際に接合部材間の熱膨張係数差によりベース板の反りが生じ易い。また、パワー IC により発生した熱は、セラミックス絶縁基板と半田とベース板を介して放熱フィンや冷却ジャケットにより空気や冷却水に逃がされる。そのため、半田付けの際にベース板の反りが生じると、放熱フィンや冷却ジャケットをベース板に取り付けたときのクリアランスが大きくなり、放熱性が極端に低下するという問題がある。 30

【0004】

その大きな理由は以下の通りである。ベース板、放熱フィンおよび冷却ジャケットは、それぞれ金属などからなり、ある程度の反りがあるので、これらを単に接触させても非接触部分が生じるため、効率的な熱伝導を得ることができない。これを補うために、熱伝導グリースを塗布して放熱フィンや冷却ジャケットをベース板に密着させている。しかし、熱伝導グリースの熱伝導率は数 W/m であり、ベース板などの他の部材と比べて非常に小さく、熱伝導グリースによる放熱性の低下を避けるために、通常、ベース板などの微小な反りを補う程度に数十 μm から数百 μm の必要最低限の厚さの熱伝導グリースがベース板と放熱フィンや冷却ジャケットの間に塗布されている。しかし、ベース板が百 μm 反るだけで、その部分の熱伝導グリースの厚さが百 μm 厚くなり、放熱性が劣化する。 40

【0005】

特に、ベース板の裏面が凹状に大きく反っていると致命的であり、ベース板の中央部分の熱伝導グリースが厚くなってしまふ。そこで、これを避けるために、通常、予めベース板に機械的に反りをつけて、半田付け加熱後にベース板の放熱フィンや冷却ジャケットの取り付け側を平坦または凸状に反らせるなどの工夫をしている。

【0006】

また、近年、ベース板とセラミックス絶縁基板との間を半田付けすることなく、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなるベース板をセラミックス基板に直接接合した金属セ 50

ラミックス回路基板も提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0007】

【特許文献1】

特開2002-76551号公報（段落番号0015）

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特開2002-76551号公報に開示された金属セラミックス回路基板の場合でも、ベース板とセラミックス絶縁基板の半田付けが不要になり、これらの間の熱伝導性は改善されたものの、パワーICを回路上に半田付けする必要があるために、この加熱後にベース板の裏面をできるだけ平坦または凸状に反らせる必要がある。

10

【0009】

また、特開2002-76551号公報に開示された金属セラミックス回路基板は、セラミックス基板に対してベース板の形状にアルミニウム溶湯を流し込んで凝固させることによりセラミックス基板にアルミニウム板を接合させたものであり、この金属セラミックス回路基板をパワーICの半田付けのために通炉すると、ベース板や接合しているセラミックス基板が大きい場合には、ベース板の裏面が大きく凹状に反り易い傾向が認められる。このようなベース板の裏面の大きな凹状の反りがあると、放熱板と放熱フィンまたは冷却ジャケットとの密着性の悪さによって放熱性が低下するという問題がある。

【0010】

したがって、本発明は、このような従来の問題点に鑑み、半田付けのために加熱しても裏面が大きく凹状に反るのを防止することができる、金属-セラミックス接合基板、その製造方法およびその金属-セラミックス接合基板を用いたパワーモジュールを提供することを目的とする。

20

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究した結果、ベース板の裏面に加工硬化層を形成することにより、金属-セラミックス接合基板の裏面が大きく凹状に反るのを防止することができることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0012】

すなわち、本発明による金属-セラミックス接合基板は、セラミックス基板の一方の面に金属回路板が接合されるとともに他方の面に放熱板の一方の面が接合された金属-セラミックス接合基板において、放熱板の他方の面に加工硬化層を有することを特徴とする。この金属-セラミックス接合基板において、加工硬化層が、ショットピーニングによって放熱板の表面を加工硬化させることにより形成された層であるのが好ましい。放熱板の他方の面の反り量は、好ましくは-200 μ m以上、さらに好ましくは-100~+500 μ m、最も好ましくは0~+200 μ mである。また、金属回路板と放熱板がセラミックス基板に直接接合されてもよい。

30

【0013】

また、本発明によるパワーモジュールは、上記の金属-セラミックス接合基板の金属回路板上に半導体チップが半田付けされていることを特徴とする。

40

【0014】

さらに、本発明による金属-セラミックス接合基板の製造方法は、セラミックス基板の一方の面に金属回路板を接合するとともに他方の面に放熱板の一方の面を接合した後、この放熱板の他方の面に加工硬化層を形成することを特徴とする。この金属-セラミックス接合基板の製造方法において、加工硬化層をショットピーニングによって形成するのが好ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明による金属-セラミックス接合基板およびその製造方法の実施の一形態を説明する。

50

【 0 0 1 6 】

図 1 および図 2 は、本発明による金属 - セラミックス接合基板を使用したパワーモジュールの製造工程を説明する概略図である。これらの図に示すように、本発明による金属 - セラミックス接合基板の実施の形態では、セラミックス基板 1 0 の一方の面に金属回路板 1 2 が接合され、他方の面に放熱板（金属ベース板） 1 4 が接合され、さらに放熱板 1 4 上にショットピーニングによる加工硬化層 1 6 が形成されている。この金属 - セラミックス接合基板の金属回路板 1 2 上には、半導体チップ（Si チップ） 1 8 が半田付けされる（図中 2 0 は半田層を示す）。また、図示しないが、半導体チップ 1 8 と金属回路板 1 2 の配線のための A 1 線のワイヤボンディングや、プラスチックパッケージを放熱板 1 4 に接着して、セラミックス基板 1 0、金属回路板 1 2、半導体チップ 1 8 などをカバーして、その中に絶縁性のゲルを充填するなどの工程を経て、パワーモジュールが作製される。さらに、このパワーモジュールの裏面側（加工硬化層 1 6 側）に、ねじ 2 2 などによりサーマルグリース 2 4 を介して放熱フィン 2 6 が取り付けられる。

10

【 0 0 1 7 】

本発明による金属 - セラミックス接合基板の実施の形態では、加工の簡便性から、ショットピーニングによって加工硬化層 1 6 が形成されている。一般に、アルミニウムや銅などの金属からなる放熱板にセラミックスまたは金属のボールを高圧で衝突させると、ピーニング効果により、数 μm から数百 μm 程度の厚さの表層部が硬化して、加工硬化した金属層が形成される。このピーニング効果により硬化した層が放熱板の裏面側にあると、理由は明確ではないが、半田付け加熱の際に熱膨張により裏面側が伸びる量が冷却の際に熱収縮により裏面側が縮む量により大きくなると考えられ、加熱後に放熱板の裏面を凸状に反らせることができる。さらに試験を重ねた結果、この反り量は、ピーニング層の厚さや加工硬化度により任意に制御することができることがわかった。したがって、加工硬化層が、放熱板の裏面の反り、特に半田付けなどの熱処理後の放熱板の裏面の反りに影響することが明らかになった。また、ピーニング層の厚さは、衝突させるボールの材質、比重、衝突させる速度（ブラストする圧力）によって制御することができ、ピーニング層の加工硬化度は、ボールを衝突させる時間によって制御することができる。

20

【 0 0 1 8 】

なお、放熱板に衝突させるボールの材料としては、金属、セラミックス、ガラスなどがあるが、ピーニング効果を得るためには比較的高い圧力が必要となるため、高い圧力でも繰り返し使用できる材料として、形状が球形で変形し難いセラミックスやガラスが好ましい。また、放熱板がアルミニウム板や銅板などの柔らかい板の場合には、衝突させるボールが突き刺さるという問題もあり、球形を維持し且つ強度が高いセラミックスのボールを使用するのが好ましい。このセラミックスとしては、アルミナを使用することもできるが、磨耗し難く且つ強度も高いジルコニアを使用するのが好ましい。

30

【 0 0 1 9 】

また、ショットピーニングの方法としては、乾式で空気圧によりノズルから放熱板にボールを噴霧し、ノズルが放熱板に対して並行に移動するとともに、放熱板がノズルの移動方向に垂直な方向に移動して、連続的且つ均一に処理できる方法を使用することができる。

【 0 0 2 0 】

従来では、金属 - セラミックス絶縁基板に Si チップなどの半導体チップなどを半田付けた後に、放熱板の裏面が大きく凹状に反る場合が多かった。本発明による金属 - セラミックス接合基板の実施の形態では、放熱板の裏面にショットピーニングによる加工硬化層を形成することにより、放熱板の裏面が略平坦または凸状に反り、放熱板をサーマルグリースを介して放熱フィンや冷却ジャケットにより密着させることができる。

40

【 0 0 2 1 】

なお、本明細書中において、反り量とは、図 3 (a) および図 3 (b) に示すように、放熱板 1 4 の放熱フィン側の中心部と縁部の高さの差 D をいい、放熱板 1 4 が放熱フィン側に凸状に反っているときの反り量を正 (+) とし (図 3 (a) の場合)、放熱フィン側に凹状に反っているときの反り量を負 (-) とする (図 3 (b) の場合)。

50

【0022】

本発明による金属 - セラミックス接合基板およびその製造方法の実施の形態では、本来半導体チップなどの半田付け後に金属 - セラミックス接合基板の裏面が大きく凹状に反る、すなわち金属 - セラミックス接合基板の反り量が大きな負の値になるのを防止して、正の値に近づけ、あるいは完全に正の値にすることができる。半田付け前の金属 - セラミックス接合基板の反り量は、半導体チップを載せることができる程度の反り量、例えば、 ± 1 mm程度の反り量であれば問題はない。サーマルグリースを介して放熱板に放熱フィンや冷却ジャケットを取り付ける際には、放熱板の四隅や端部に形成された穴および放熱フィンなどに形成された穴にねじを通して締め付けることによって、放熱板に放熱フィンなどを取り付けている。したがって、放熱板の裏面が正の反り量を有する、すなわち放熱板の裏面が凸状に反っていれば、ねじ止めによって放熱板が平坦になるように変形し、サーマルグリースが馴染んで、サーマルグリースの厚さをほぼ所望の厚さ（例えば、 $50 \sim 200 \mu\text{m}$ ）にすることができ、良好な放熱性を得ることができる。しかし、放熱板の裏面が大きな負の反り量を有する、すなわち放熱板の裏面が大きく凹状に反っていると、半導体チップが主に載置されている金属 - セラミックス接合基板の中央部付近のサーマルグリースの厚さが厚くなり、放熱性が大きく劣化する。但し、放熱板の裏面が大きな正の反り量を有する、すなわち放熱板の裏面が必要以上に大きく凸状に反っていると、ねじ止めの際の放熱板の変形が大きくなり、セラミックス基板にクラックが生じるなどの問題が生じる可能性がある。

10

【0023】

したがって、半田付け後の放熱板の裏面の反り量は、好ましくは $-200 \mu\text{m}$ 以上、さらに好ましくは $-100 \sim +500 \mu\text{m}$ 、最も好ましくは $0 \sim +200 \mu\text{m}$ である。すなわち、反り量が $-200 \mu\text{m}$ より小さくなると、放熱フィンや冷却ジャケットが放熱板に取り付けられたときに、熱伝導グリースが厚くなり過ぎて、電子回路部品としてチップなどの放熱を確保することが難しいため、放熱板の裏面の反り量は $-200 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。また、反り量が $-100 \mu\text{m} \sim +500 \mu\text{m}$ であれば、放熱フィンや冷却ジャケットのアセンブリ時における放熱板の変形が比較的小さく、その放熱板に接合されているセラミックス基板にクラックが発生するおそれなくなるので好ましい。さらに、反り量が $0 \sim +200 \mu\text{m}$ であれば、放熱板に放熱フィンや冷却ジャケットを取り付ける際の熱伝導グリースの厚さをほぼ均一にすることができ、その熱伝導グリースの量も減らすことができるため、高い放熱性を得ることができる。例えば、パワーモジュールに使用されるIGBT素子などの放熱にも余裕を持って対応することができる。また、アセンブリ時における放熱板の変形も小さいため、セラミックス基板におけるクラックの発生が抑えられ、さらに、パワーモジュールに組み込まれて使用する際に様々な熱衝撃が加わった場合でも、高い信頼性を得ることができるので好ましい。したがって、本発明による金属 - セラミックス接合基板の実施の形態は、特に高信頼性が要求される自動車用や列車用のパワーモジュールにも適用することができる。

20

30

【0024】

また、金属回路板と放熱板がセラミックス基板に直接接合される場合には、予め放熱板に反りをつけて直接接合することが困難であるため、本発明による金属 - セラミックス接合基板の実施の形態は、金属回路板と放熱板を直接接合した金属 - セラミックス接合基板に適用する場合に特に有効である。さらには、本発明による金属 - セラミックス接合基板の実施の形態の金属回路板上に半導体チップが半田付けされたパワーモジュールは、放熱性および信頼性のいずれも優れている。

40

【0025】

【実施例】

以下、本発明による金属 - セラミックス接合基板およびその製造方法の実施例について詳細に説明する。

【0026】

[実施例1]

50

90 × 80 × 0.635 mmの大きさの窒化アルミニウム基板2枚を10 mmの間隔でカーボン製鋳型に設置し、窒素雰囲気中の730 °Cの炉内において99.9% (3N)の純アルミニウムの溶湯を被膜をとって鋳型に流し込んだ。この鋳型として、それぞれの窒化アルミニウム基板の一方の面に220 × 90 × 5 mmの大きさの金属ベース板が形成されるとともに他方の面に89 × 79 × 0.4 mmの大きさの金属回路板が形成されるように溝が形成されている鋳型を使用した。アルミニウム溶湯を鋳型に流し込んだ後、この鋳型を室温まで冷却してアルミニウムを凝固させ、アルミニウム板とセラミックス基板の接合体を作製した。

【0027】

次に、このアルミニウム - セラミックス接合体の金属回路板上に、所定形状のレジストマスクを印刷して乾燥させ、塩化鉄溶液でエッチングし、回路パターンを形成した。さらに、このアルミニウム - セラミックス接合体の裏面の金属ベース板に、ショットブラスト装置によって、60メッシュ以下のZrO₂球状ボールを圧力4 kg/cm²で3分間一様に吹き付けて、ピーニング処理を行った。

【0028】

その後、回路パターン側のみ約4 μmの厚さのNi - Pメッキを施し、その上に10 × 10 × 0.1 mmの大きさの板状の共晶半田を介して同じ大きさのパワーICを8組載せ、N : H = 4 : 1の体積比の雰囲気中においてピーク温度380 °C × 10分で合計1時間加熱することにより、半田付けを行った。

【0029】

この半田付けの後、常温における金属ベース板の裏面の反り量を接触式三次元測定機によって測定したところ、約100 μmの反り量で凸状に反っていた。

【0030】

さらに、パワーICと金属回路板と端子の間のAl線のワイヤボンディングによる接続、プラスチックケースの放熱板への接着、絶縁ゲルによる封止などの工程を経て、パワーモジュールを作製した。このパワーモジュールに放熱フィンをねじ止めにより取り付けたところ、半導体チップの放熱性の問題はなく、良好であった。

【0031】

[比較例]

90 × 80 × 0.635 mmの大きさの窒化アルミニウム基板2枚を10 mmの間隔でカーボン製鋳型に設置し、窒素雰囲気中の730 °Cの炉内において99.9% (3N)の純アルミニウムの溶湯の被膜をとって鋳型に流し込んだ。この鋳型として、それぞれの窒化アルミニウム基板の一方の面に220 × 90 × 5 mmの大きさの金属ベース板が形成されるとともに他方の面に89 × 79 × 0.4 mmの大きさの金属回路板が形成されるように溝が形成されている鋳型を使用した。アルミニウム溶湯を鋳型に流し込んだ後、この鋳型を室温まで冷却してアルミニウムを凝固させ、アルミニウム板とセラミックス基板の接合体を作製した。

【0032】

次に、このアルミニウム - セラミックス接合体の金属回路板上に、所定形状のレジストマスクを印刷して乾燥させ、塩化鉄溶液でエッチングし、回路パターンを形成した。

【0033】

その後、回路パターン側のみ約4 μmの厚さのNi - Pメッキを施し、その上に10 × 10 × 0.1 mmの大きさの板状の共晶半田を介して同じ大きさのパワーICを8組載せ、N : H = 4 : 1の体積比の雰囲気中においてピーク温度380 °C × 10分で合計1時間加熱することにより、半田付けを行った。

【0034】

この半田付けの後、常温における金属ベース板の裏面の反り量を接触式三次元測定機によって測定したところ、約500 μmの反り量で凹状に反っていた。

【0035】

さらに、実施例と同様にパワーモジュールを作製し、このパワーモジュールに放熱フィン

10

20

30

40

50

をねじ止めにより取り付けしたところ、半導体チップの放熱性が悪く、動作不良が起こった。

【0036】

[実施例2～8]

60メッシュ以下の ZrO_2 球状ボールをそれぞれ圧力4kg/cm²で5分間(実施例2)、圧力4kg/cm²で1分間(実施例3)、圧力5kg/cm²で1分間(実施例4)、圧力5kg/cm²で3分間(実施例5)、圧力5kg/cm²で5分間(実施例6)、圧力3kg/cm²で1分間(実施例7)、圧力3kg/cm²で3分間(実施例8)一様に吹き付けてピーニング処理を行ったこと以外は、実施例1と同様の方法によりアルミニウム-セラミックス接合基板を作製し、実施例1と同様の方法により常温における金属ベース板の裏面の反り量を測定したところ、それぞれ+200μm(実施例2)、-50μm(実施例3)、+1000μm(実施例4)、+1500μm(実施例5)、+3000μm(実施例6)、-100μm(実施例7)、-100μm(実施例8)であった。

10

【0037】

なお、実施例1および2では、放熱フィンをねじ止めした際に、熱伝導グリースの厚さは均一で50μm程度であり、放熱性が非常に良く、パワー素子の放熱にも余裕をもって対応することができることがわかった。また、実施例3、7および8では、放熱フィンをねじ止めした際に、熱伝導グリースの厚さは不均一であったが、厚い部分でも100～150μm程度であり、パワーモジュール用として放熱性に問題はなく、十分な特性であった。さらに、実施例4、5および6では、放熱フィンをねじ止めした際に、熱伝導グリースの厚さは150μm程度であり、パワーモジュール用として放熱性に問題はなく、十分な特性であった。但し、実施例4～6では、ねじ止めの際に、比較的反りが大きいため、セラミックス基板にクラックが生じないようにゆっくり締め付ける必要があった。一方、比較例では、放熱フィンをねじ止めした際に、熱伝導グリースの厚さは不均一であり、厚い部分では約550μmであり、前述したように、パワーモジュール用としての必要な放熱性を得ることができなかった。

20

【0038】

【発明の効果】

上述したように、本発明によれば、金属-セラミックス接合基板を半田付けのために加熱しても裏面が凹状に大きく反るのを防止することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による金属-セラミックス接合基板の実施の形態を使用したパワーモジュールの製造工程を説明する概略図。

【図2】本発明による金属-セラミックス接合基板の実施の形態を使用したパワーモジュールの製造工程を説明する概略図。

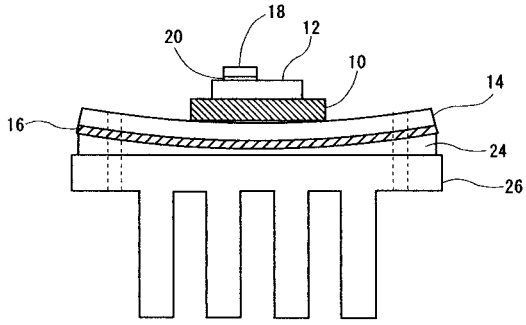
【図3】本発明による金属-セラミックス接合基板の実施の形態における放熱板の反り量を説明する概略図。

【符号の説明】

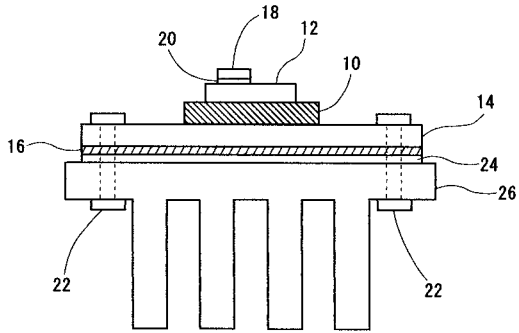
- 10 セラミックス基板
- 12 金属回路板
- 14 放熱板
- 16 加工硬化層
- 18 半導体チップ
- 20 半田層
- 22 ねじ
- 24 サーマルグリース
- 26 放熱フィン

40

【 図 1 】

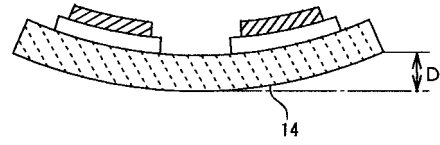


【 図 2 】

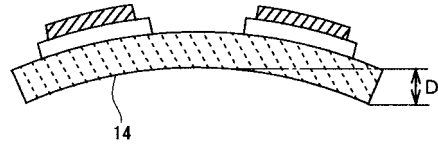


【 図 3 】

(a)



(b)



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
H 0 5 K 3/22 (2006.01) H 0 5 K 3/22 Z
H 0 5 K 7/20 (2006.01) H 0 5 K 7/20 C

(72) 発明者 浪岡 睦
東京都千代田区丸の内一丁目 8 番 2 号 同和鉱業株式会社内

審査官 菅野 智子

(56) 参考文献 特開平 0 8 - 3 3 5 6 5 2 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 7 1 3 4 8 (J P , A)
特開平 0 2 - 0 2 5 0 6 0 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 5 6 4 4 2 (J P , A)
特開平 0 9 - 0 3 6 5 4 0 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 8 2 7 7 0 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 23/12
C04B 37/00
H01L 23/13
H05K 1/02
H05K 3/20
H05K 3/22
H05K 7/20