

(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2012-138475

(P2012-138475A)

(43) 公開日 平成24年7月19日(2012.7.19)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
 H O 1 L 23/36 (2006.01) H O 1 L 23/36 Z 5 F 1 3 6

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2010-290032 (P2010-290032)
 (22) 出願日 平成22年12月27日 (2010.12.27)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
 (72) 発明者 渥美 貴司
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 5F136 BC05 CA11 CB07 CB08 DA27
 EA13 EA26 FA02 FA03 GA12

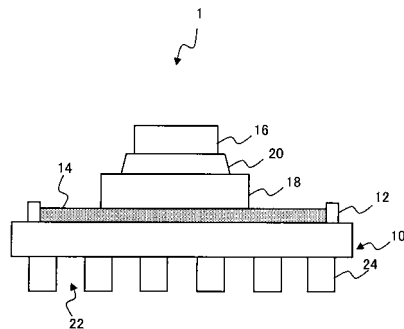
(54) 【発明の名称】 半導体モジュールおよび半導体モジュールの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 冷却部材と絶縁樹脂層との接合が強固で、冷却部材と絶縁樹脂層との間の熱抵抗が小さく、絶縁樹脂層の面内の膜厚分布が小さい半導体モジュールおよび製造方法を提供する。

【解決手段】 表面に突起部 1 2 が設けられた冷却部材 1 0 と、突起部に囲まれた領域に形成された絶縁樹脂層 1 4 と、絶縁樹脂層の表面に形成され、半導体素子 1 6 を備える金属放熱板 1 8 と、を有する半導体モジュールである。また、金属放熱板を前記絶縁樹脂層の表面に加圧加熱プレスする加圧加熱プレス工程と、を含む半導体モジュールの製造方法である

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

表面に突起部が設けられた冷却部材と、
前記突起部に囲まれた領域に形成された絶縁樹脂層と、
前記絶縁樹脂層の表面に形成され、半導体素子を備える金属放熱板と、
を有することを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 2】

冷却部材の表面に設けられた突起部に囲まれた領域に絶縁樹脂層を形成する絶縁樹脂層形成工程と、

半導体素子を備える金属放熱板を前記絶縁樹脂層の表面に加圧加熱プレスする加圧加熱

10

プレス工程と、

を含むことを特徴とする半導体モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体モジュールおよび半導体モジュールの製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

ハイブリッド自動車や電気自動車等の車両に搭載される高耐圧、大電流用の半導体モジュールは、半導体素子の動作時の自己発熱量が大きい。そのため、車載用の半導体モジュールは、高放熱性を有する冷却構造を具備することが望ましい。

20

【0003】

図3は、従来の半導体モジュールの製造方法の一例を示す概略図である。まず、図3(a)に示すように、金属箔52等の支持板の一方の面に絶縁樹脂原料を塗布し、加熱により硬化(半硬化)させ、所定の形状に裁断して、金属箔52の一方の面に半硬化の絶縁樹脂層54が形成された絶縁基板56を形成する(絶縁基板形成工程)。一方、図3(b)に示すような半導体素子58を接合材等により形成した接合層60を介して金属放熱板62の一方の面に接合して、半導体素子58を備える金属放熱板62を形成する(放熱板接合工程)。次に、図3(a)の絶縁基板56の半硬化の絶縁樹脂層54の表面に、図3(c)に示すように、図3(b)の半導体素子58を備える金属放熱板62を高加圧条件で

30

【0004】

図3に示す従来の方法では、図3(a)に示すように、絶縁樹脂層の形成用の絶縁樹脂原料を塗布するための金属箔52等の支持板が必要となる。また、取り扱い性を高めるために、絶縁樹脂原料を半硬化状態にするための加熱処理が必要となる。さらに、半硬化の絶縁樹脂層54の端部において膜厚のばらつきが大きいため、切断除去が必要となる。また、図3(a)で絶縁樹脂原料を半硬化状態にするため、図3(c)に示すように、高加圧条件でプレスしないと、金属放熱板62と絶縁樹脂層64との密着性が悪くなる場合があり、高加圧条件でプレスするために絶縁樹脂層64の面内の膜厚分布が大きくなる場合がある。さらに、図3(d)に示すように、絶縁基板56と冷却部材68との接合のためにグリース等の接着剤層70を用いるために熱抵抗が大きくなる。

40

【0005】

一方、半導体モジュールの構造として、例えば、特許文献1~3のような構造が提案されている。

【0006】

例えば、特許文献1には、放熱基板なしに配線部材とヒートシンクとを絶縁樹脂層によ

50

り固着し、ヒートシンクおよび配線部材における絶縁樹脂層との接触領域の端部には、それぞれ凹部が形成され、ヒートシンクの上面上に、樹脂絶縁層の一端部を覆う壁部およびひさし部を形成して、ひさし部の下面にも凹部を設けることにより、絶縁樹脂層とヒートシンクおよび絶縁樹脂層と配線部材との接着面の剥離の発生や進行を抑制するパワーモジュール（半導体モジュール）が記載されている。

【0007】

特許文献2には、冷却器上の金属ブロック上面に凹部を設け、その凹部内に半導体素子を実装する基板を備え、基板の下側金属配線層の端部と凹部の側壁との間の領域に上部からモールド樹脂を塗布して充填することにより、金属配線層のクラックを抑制し、高放熱性を確保する半導体モジュールが記載されている。

10

【0008】

特許文献3には、金属製の熱伝導板と、フィンと熱伝導板の金属と異なる金属の基部とで構成される基部付フィンとを備え、熱伝導板と基部とを接合し、熱伝導板および基部の接合側の面の少なくとも一方に、相手方の位置を規制する位置規制機構を設けることにより、異種金属を高い信頼性で接合する放熱部品が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2008-300379号公報

【特許文献2】特開2009-200258号公報

【特許文献3】特開2008-226908号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の目的は、冷却部材と絶縁樹脂層との接合が強固で、冷却部材と絶縁樹脂層との間の熱抵抗が小さい半導体モジュールを提供することにある。

【0011】

また、本発明の目的は、冷却部材と絶縁樹脂層との接合が強固で、冷却部材と絶縁樹脂層との間の熱抵抗が小さく、絶縁樹脂層の面内の膜厚分布が小さい半導体モジュールの製造方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、表面に突起部が設けられた冷却部材と、前記突起部に囲まれた領域に形成された絶縁樹脂層と、前記絶縁樹脂層の表面に形成され、半導体素子を備える金属放熱板と、を有する半導体モジュールである。

【0013】

また、本発明は、冷却部材の表面に設けられた突起部に囲まれた領域に絶縁樹脂層を形成する絶縁樹脂層形成工程と、半導体素子を備える金属放熱板を前記絶縁樹脂層の表面に加圧加熱プレスする加圧加熱プレス工程と、を含む半導体モジュールの製造方法である。

【発明の効果】

40

【0014】

本発明では、冷却部材の表面に設けられた突起部に囲まれた領域に絶縁樹脂層が形成され、その絶縁樹脂層の表面に、半導体素子を備える金属放熱板が形成されることにより、冷却部材と絶縁樹脂層との接合が強固で、冷却部材と絶縁樹脂層との間の熱抵抗が小さい半導体モジュールを提供することができる。

【0015】

本発明では、冷却部材の表面に設けられた突起部に囲まれた領域に絶縁樹脂層を形成し、その絶縁樹脂層の表面に、半導体素子を備える金属放熱板を形成することにより、冷却部材と絶縁樹脂層との接合が強固で、冷却部材と絶縁樹脂層との間の熱抵抗が小さく、絶縁樹脂層の面内の膜厚分布が小さい半導体モジュールの製造方法を提供することができる

50

。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施形態に係る半導体モジュールの一例を示す概略構成図である。

【図2】本発明の実施形態に係る半導体モジュールの製造方法の一例を示す概略図である

。

【図3】従来の半導体モジュールの製造方法の一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明の実施の形態について以下説明する。本実施形態は本発明を実施する一例であって、本発明は本実施形態に限定されるものではない。

10

【0018】

本発明の実施形態に係る半導体モジュールの一例の概略を図1に示し、その構成について説明する。半導体モジュール1は、表面に突起部12が設けられた冷却部材10と、突起部12に囲まれた領域に形成された絶縁樹脂層14と、絶縁樹脂層14の表面に形成された、半導体素子16を備える金属放熱板18と、を有する。半導体素子16と金属放熱板18との間に接合層20を有していてもよい。

【0019】

図1の半導体モジュール1において、動作時に半導体素子16から発生する熱が金属放熱板18および絶縁樹脂層14を介して冷却部材10に放熱される。冷却部材10は、その内部に列状に略等間隔に配置された冷却フィン24を有し、隣り合う冷却フィン24の間に冷媒流路22が形成される。冷媒流路22には冷媒が流通されて冷却部材10が冷却される。

20

【0020】

図1の半導体モジュール1において、冷却部材10と絶縁樹脂層14との間に金属箔等の支持板を有さないため、金属箔等の支持板を有する場合に比較して、冷却部材10と絶縁樹脂層14との接合が強固である。また、冷却部材10と絶縁樹脂層14とが直接接合されているため、冷却部材10と絶縁樹脂層14との間にグリース等の接着剤層を有さず、グリース等の接着剤層を有する場合に比較して冷却部材10と絶縁樹脂層14との間の熱抵抗が小さい。さらに、冷却部材10の突起部12に囲まれた領域に形成された絶縁樹脂層14の面内の膜厚分布が小さく、その結果、絶縁性能が向上する。

30

【0021】

冷却部材10は、半導体素子16の動作時の発熱等を冷却するために放熱性を有するものであればよく、構成、形状等に特に制限はない。冷却部材10は、例えば、図1に示すように内部に冷媒流路22を備えるものである。冷却部材10を構成する材料としては、特に制限はないが、例えば、アルミニウム、銅等の金属、あるいは合金である。高熱伝導性を有し、軽量である等の点からアルミニウムが好ましい。

【0022】

冷却部材10の冷媒流路22に流通される冷媒としては、水等の液体および空気等の気体のいずれを用いてもよい。

40

【0023】

突起部12は、絶縁樹脂層14を形成する領域を画定するためのものであり、冷却部材10の絶縁樹脂層14を形成する面から上方に伸びる壁状のものである。突起部12を構成する材料は、冷却部材10と同じ材料でもよいし、PPS（ポリフェニレンスルフィド）、PBT（ポリブチレンテレフタレート）等の耐熱性を有する樹脂材料等であってもよい。

【0024】

突起部12の高さは、形成する絶縁樹脂層14の膜厚以上であればよく、特に制限はないが、例えば、0.01mm～0.5mm程度とすればよい。

【0025】

50

絶縁樹脂層 14 は、絶縁性を有する樹脂の層であればよく、特に制限はない。絶縁性の樹脂としては、例えば、エポキシ、ポリイミド、PET（ポリエチレンテレフタレート）等が挙げられる。これらのうち、絶縁性に優れ、セラミックフィラー等の添加によって熱伝導性を改善しうるエポキシ、ポリイミドが好ましい。これらの絶縁性樹脂のうち、1種を用いてもよいし、2種以上を混合して用いてもよい。

【0026】

絶縁樹脂層 14 の膜厚は、特に制限はないが、例えば、 $10\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$ の範囲である。絶縁樹脂層 14 の膜厚が $10\ \mu\text{m}$ 未満であると、浮遊容量によりノイズ源となる場合があり、 $500\ \mu\text{m}$ を超えると、熱伝導性が低下する場合がある。

【0027】

金属放熱板 18 を構成する材料としては、特に制限はないが、例えば、アルミニウム、銅等の金属、あるいは合金である。

【0028】

半導体素子 16 は、例えば、インバータ回路等を構成する電子部品（IGBT やダイオード等）である。半導体素子 16 は、例えば、基板上に1つまたは複数の半導体素子が実装され、はんだ付け等によって固定されているものである。

【0029】

接合層 20 を構成する材料としては、特に制限はないが、例えば、はんだ材、Ag ペースト等の合金、導電性接着剤等の樹脂である。

【0030】

次に、本実施形態に係る半導体モジュールの製造方法について説明する。

【0031】

図 2 は、本発明の実施形態に係る半導体モジュールの製造方法の一例を示す概略図である。

【0032】

まず、図 2 (a) に示すように、冷却部材 10 の表面に絶縁樹脂層を形成する領域を画定するための突起部 12 を形成する（突起部形成工程）。突起部 12 は、例えば、アルミニウム、銅等の金属の場合はプレス法、PPS 等の樹脂の場合は射出成形法等の方法により形成すればよい。図 2 (b) に示すように、冷却部材 10 の表面に設けられた突起部 12 に囲まれた領域に所定の量の絶縁樹脂原料 26 を塗布する（絶縁樹脂原料塗布工程）。図 2 (c) に示すように、低温加熱により硬化（半硬化）させ、冷却部材 10 の表面に半硬化の絶縁樹脂層 28 を形成する（低温加熱工程）。一方、図 2 (d) に示すような半導体素子 16 を接合材により金属放熱板 18 の一方の面に接合して、接合層 20 を介して半導体素子 16 を備える金属放熱板 18 を形成する（放熱板接合工程）。次に、図 2 (e) に示すように、図 2 (c) の冷却部材 10 上の半硬化の絶縁樹脂層 28 の表面に、図 2 (d) の半導体素子 16 を備える金属放熱板 18 を低加圧条件でプレスしながら、ホットプレート等の加熱装置 30 による加熱により半硬化の絶縁樹脂層 28 を硬化して、絶縁樹脂層 14 の表面に金属放熱板 18 を接合する（加圧加熱プレス工程）。

【0033】

絶縁樹脂原料塗布工程における絶縁樹脂原料 26 の塗布において、冷却部材 10 の表面に設けられた突起部 12 によって絶縁樹脂層 14 を形成する領域が囲まれているため、絶縁樹脂原料 26 の流れ出しが防止され、また、硬化後の絶縁樹脂層 14 の膜厚が制御される。冷却部材 10 と絶縁樹脂層 14 とを直接接合するため、冷却部材 10 と絶縁樹脂層 14 との間に金属箔等の支持板を有さなくてもよく、金属箔等の支持板を有する場合に比較して、冷却部材 10 と絶縁樹脂層 14 との接合が強固となり、加熱硬化条件および加熱硬化度が大幅に緩和される。その結果、加圧加熱プレス工程において、より低圧条件でプレスが可能となるため、絶縁樹脂層 14 の面内の膜厚分布の制御が容易となって、絶縁樹脂層 14 の面内の膜厚分布が小さくなり、絶縁性能が向上する。また、冷却部材 10 と絶縁樹脂層 14 とを直接接合するため、冷却部材 10 と絶縁樹脂層 14 との間のグリース等の接着剤層がなくてもよく、グリース等の接着剤層を有する場合に比較して冷却部材 10 と

10

20

30

40

50

絶縁樹脂層 14 との間の熱抵抗が小さくなる。

【0034】

低温加熱工程における加熱温度は、例えば、図3に示す従来の半導体モジュールの製造方法における加熱温度に比べて、50 ~ 200 低い温度である。また、加圧加熱プレス工程における加圧条件は、例えば、図3に示す従来の半導体モジュールの製造方法における加圧条件に比べて、20%以上低い圧力である。

【0035】

このように、本実施形態に係る半導体モジュールの製造方法によれば、冷却部材 10 の表面に設けられた突起部 12 に囲まれた領域に絶縁樹脂層 14 を形成し、その絶縁樹脂層 14 の表面に、半導体素子 16 を備える金属放熱板 18 を形成することにより、冷却部材 10 と絶縁樹脂層 14 との接合が強固で、冷却部材 10 と絶縁樹脂層 14 との間の熱抵抗が小さく、絶縁樹脂層 14 の面内の膜厚分布が小さくなる。

10

【0036】

本実施形態に係る半導体モジュールは、例えば、内燃機関とモータとを動力源とするハイブリッド車、電気自動車、燃料電池車等の車両等に搭載される。本実施形態に係る半導体モジュールの車両等における配置位置には特に制限はない。

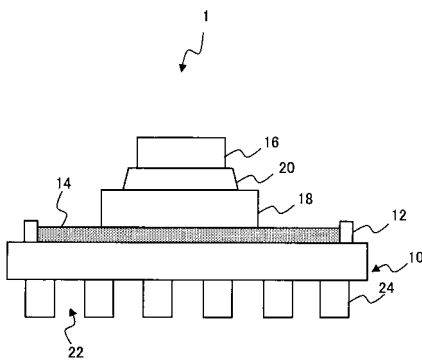
【符号の説明】

【0037】

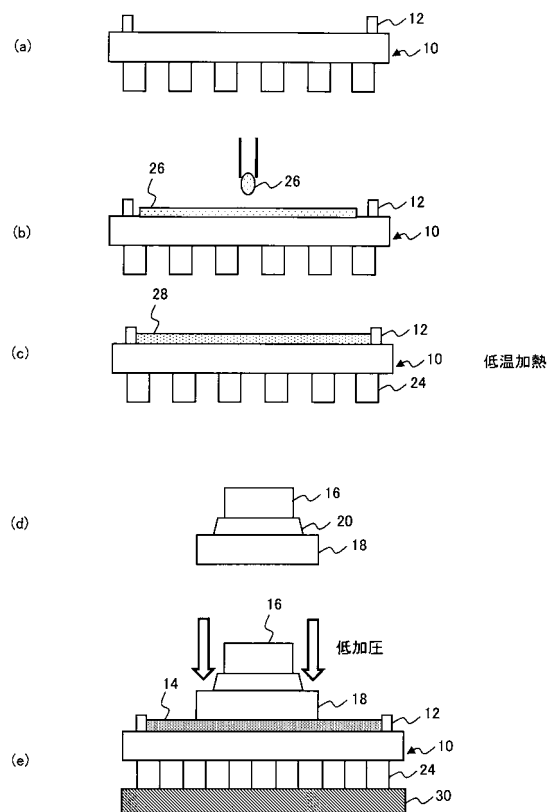
1 半導体モジュール、10、68 冷却部材、12 突起部、14、64 絶縁樹脂層、16、58 半導体素子、18、62 金属放熱板、20、60 接合層、22、66 冷媒流路、24 冷却フィン、26 絶縁樹脂原料、28 半硬化の絶縁樹脂層、30、72 加熱装置、52 金属箔、54 半硬化の絶縁樹脂層、56 基板、70 接着剤層。

20

【図1】



【図2】



低温加熱

【 図 3 】

