

(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2006-310363

(P2006-310363A)

(43) 公開日 平成18年11月9日(2006.11.9)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
 H O 1 L 23/473 (2006.01) H O 1 L 23/46 Z 5 F 1 3 6

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2005-127786 (P2005-127786)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝
(22) 出願日	平成17年4月26日 (2005. 4. 26)	(74) 代理人	100078019 弁理士 山下 一
		(72) 発明者	小谷 和也 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内
		(72) 発明者	中濱 敬文 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内
		Fターム(参考)	5F136 BA04 BB04 BC03 CB07 DA13 EA13 FA01 FA02 FA03 FA04

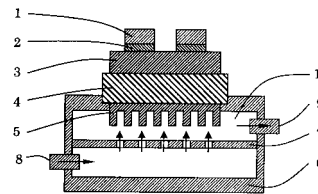
(54) 【発明の名称】 パワー半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 比較的簡単な構成でパワー半導体素子の温度を低く保つことが可能なパワー半導体装置を提供する。

【解決手段】 一方の面に良電気伝導体から成る導体層3の一方の面が接合された絶縁基板4、及び導体層3の他方の面に接合材2を介して置載されたパワー半導体素子1を備えたモジュールと、絶縁基板4の他方の面に第1の表面が接合する良熱伝導体から成る熱拡散層5と、この熱拡散層5の第2の表面に冷媒を衝突させて前記モジュールを冷却するヒートシンクとを具備し、前記熱拡散層5の第2の表面にフィンまたは凹凸を設ける。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方の面に良電気伝導体から成る導体層の一方の面が接合された絶縁基板及び前記導体層の他方の面に接合材を介して置載されたパワー半導体素子を備えたモジュールと、
前記絶縁基板の他方の面に第 1 の表面が接合する良熱伝導体から成る熱拡散層と、
前記熱拡散層の第 2 の表面に冷媒を衝突させて前記モジュールを冷却するヒートシンクとを具備し、
前記熱拡散層の第 2 の表面にフィンまたは凹凸を設けたことを特徴とするパワー半導体装置。

10

【請求項 2】

前記熱拡散層の第 2 の表面のフィンまたは凹凸は、前記熱拡散層にエッチングを行って形成することを特徴とする請求項 1 に記載のパワー半導体装置。

【請求項 3】

前記熱拡散層の第 2 の表面のフィンまたは凹凸は、前記熱拡散層にフィンまたは凹凸を有する熱拡散層拡大層を接合して形成することを特徴とする請求項 1 に記載のパワー半導体装置。

【請求項 4】

前記ヒートシンクは、前記パワー半導体素子の数より多い数の小孔を有する多孔基板または多孔管を介して前記熱拡散層の第 2 の表面に冷媒を衝突させるようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載のパワー半導体装置。

20

【請求項 5】

前記ヒートシンクは、前記熱拡散層の第 2 の表面に相対して設けられた前記冷媒流れの排水のための空間を有することを特徴とする請求項 1 に記載のパワー半導体装置。

【請求項 6】

前記ヒートシンクの冷却水路を構成する材料にダイカストアルミまたはエンジニアリングプラスチックを用いたことを特徴とする請求項 1 に記載のパワー半導体装置。

【請求項 7】

前記絶縁基板はセラミクスから成り、
この絶縁基板の両面に銅板またはアルミ板を直接接合または活性金属接合で接合して前記導体層及び前記熱拡散層を夫々形成し、
前記導体層に電気回路を構成するための導体パターンを設けたことを特徴とする請求項 1 に記載のパワー半導体装置。

30

【請求項 8】

前記絶縁基板はセラミクスから成り、
この絶縁基板の両面に耐水腐食性金属板を直接接合または活性金属接合で接合して前記導体層及び前記熱拡散層を夫々形成し、
前記導体層に電気回路を構成するための導体パターンを設けたことを特徴とする請求項 1 に記載のパワー半導体装置。

【請求項 9】

前記耐水腐食性金属は、チタン、ステンレスまたはモリブデンであることを特徴とする請求項 8 に記載のパワー半導体装置。

40

【請求項 10】

前記絶縁基板は有機系絶縁物から成り、
この絶縁基板の両面に金属板を接合して前記導体層及び熱拡散層を夫々形成し、
前記導体層に電気回路を構成するための導体パターンを設けたことを特徴とする請求項 1 に記載のパワー半導体装置。

【請求項 11】

前記フィンまたは凹凸の表面に耐腐食膜を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載のパワー半導体装置。

50

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

電力変換装置に用いられるパワー半導体素子の冷却方法として、モジュール型に構成されたパワー半導体素子の発熱を冷媒を介して放熱することにより冷却することが一般に行われている。冷媒の循環にはポンプによる他励のものや、ヒートパイプのような自励のものがある。電力変換装置の運転時に、パワー半導体素子で発生する熱量は、パワー半導体素子から、絶縁基板、接触境界（冷却部熱伝達面）、ヒートシンク、循環する冷媒、放熱器を経由して、周囲環境へ放熱される。この場合、パワー半導体素子の許容上限温度と周囲環境温度が規定された条件における冷却を実現する必要があるため、パワー半導体素子から周囲環境までの総熱抵抗をできるだけ低減することが課題であった。

10

【0002】

上記総熱抵抗のうち、パワー半導体素子の接触境界から循環する冷媒への熱抵抗は大きい比率を占めるが、この熱抵抗を低減する方法として、パワー半導体素子を冷媒に浸して直接噴流冷却する技術が提案されている（例えば特許文献1参照。）。また、絶縁基板の一方の面に金属膜（回路パターン）を介してパワー半導体素子を接合し、他方の面を噴流冷却する技術が提案されている（例えば特許文献2参照。）。

【特許文献1】特開平5-3274号公報（第5頁、図1）

【特許文献2】特開平10-22428号公報（第2-4頁、図1）

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

特許文献1に示されている直接冷却方法は、パワー半導体素子を冷媒に浸すため、パワー半導体素子自身に上記接触境界があり、冷媒への熱抵抗が大幅に低減する。しかしこの方法では、純水のような絶縁冷媒が必要となるため経済性の問題があり、大規模システム以外では利用し難い。また、パワー半導体素子に直接噴流が衝突するために、流体によるわずかな浸食で機能不全に陥るといった問題があった。

【0004】

一方、特許文献2に示されている方法は、熱抵抗の低減という意味では前記の直接冷却方法より若干劣るが、パワー半導体素子が絶縁基板により絶縁されているために絶縁冷媒を用いる必要はなく、噴流が衝突するのが絶縁基板であるため、流体によるわずかな浸食では機能不全に陥ることはない。しかしながらこの方法では、パワー半導体素子の接合位置に噴流の衝突位置を対応させる必要があるため、その位置を保持するためのノズルが必要となり、ヒートシンクが複雑で大型となるという問題があった。またさらなる冷却面熱伝達熱抵抗の改善のため、絶縁基板に冷却フィンを設ける例が開示されているが、絶縁基板が複雑な形状となってしまう、実際に適用することは困難であった。

30

【0005】

本発明は、上述した課題を解決するために為されたものであり、比較的簡単な構成でパワー半導体素子の温度を低く保つことが可能なパワー半導体装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明のパワー半導体装置は、一方の面に良電気伝導体から成る導体層の一方の面が接合された絶縁基板及び前記導体層の他方の面に接合材を介して置かれたパワー半導体素子を備えたモジュールと、前記絶縁基板の他方の面に第1の表面が接合する良熱伝導体から成る熱拡散層と、前記熱拡散層の第2の表面に冷媒を衝突させて前記モジュールを冷却するヒートシンクとを具備し、前記熱拡散層の第2の表面にフィンまたは凹凸を設けたことを特徴としている。

【発明の効果】

【0007】

50

本発明によれば、比較的簡単な構成でパワー半導体素子の温度を低く保つことが可能なパワー半導体装置を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、本発明に係るパワー半導体装置の実施例について、図面を参照して説明する。

【実施例1】

【0009】

図1は本発明の実施例1に係るパワー半導体装置の断面図である。

【0010】

図1において、パワー半導体素子1は、ハンダなどの接合材2を用いて、その一方の面（裏面）が絶縁基板4の一方の面に接合された良電気伝導体3の他方の面（表面）に接合されている。この良電気伝導体3には、エッチングなどにより配線パターンが形成され、電気回路が構成されている。これらのパワー半導体素子1、接合材2、良電気伝導体3及び絶縁基板4は、図示されないケース、電極等と合わせてモジュールを構成している。

10

【0011】

絶縁基板4の他方の面には良熱伝導体5の裏面（第1の表面）が活性金属接合などにより接合されている。この良熱伝導体5の表面（第2の表面）には、エッチングなどによって凹凸を形成して冷却フィンが構成されている。

【0012】

冷却部ケース6は、絶縁基板4乃至良熱伝導体5へハンダや接着剤などで接合されてシールされており、流入口8から冷却部ケース6内に流れ込んだ冷媒10は良熱伝導体5の表面で熱交換し、流出口9に流れ出す構造となっている。冷却部ケース6と絶縁基板4乃至良熱伝導体5のシリングは加圧接触が可能であればOリングなどによって行う。

20

【0013】

冷却部ケース6の内部には、冷媒10の流速と方向の制御のための多数の小孔が開いた多孔基板7が設けられている。冷却部ケース6と多孔基板7の関係は、図示したように冷却部ケース6を上下に分けて多孔基板7を挟む構成としても良いし、冷却部ケース6と多孔基板7を一体型に構成しても良い。この多孔基板7の配置により冷媒10が流れる冷却水路が構成される。以上のように図1に示した半導体装置の冷却部（ヒートシンク）は、冷却部ケース6、多孔基板7、流入口8及び流出口9から構成されている。

30

【0014】

尚、冷却部ケース6、多孔基板7、流入口8及び流出口9の材料は、電気伝導性や熱伝導性が求められないため、比較的経済性の良いダイカストアルミやエンジニアリングプラスチックなどを用いても良い。

【0015】

以下にこの実施例1の作用効果について説明する。

【0016】

電力変換装置の運転時に、パワー半導体素子1で発生する熱量は、パワー半導体素子1から、接合材2、良電気伝導体3、絶縁基板4、良熱伝導体5を経由し、良熱伝導体5の表面である冷却部熱伝達面を介して、冷媒10へと流れる。図1に矢印で示したように冷媒10は、流入口から流入部の冷媒溜まりを経て多孔基板7の小孔から、良熱伝導体5の表面に垂直な流れ成分を多く含む冷媒流れを衝突させるように流れる。このように被冷却部に垂直に冷媒流れを衝突させることにより冷却部熱伝達面の熱抵抗を低減することができる。尚、冷媒10は循環しており、流出部の冷媒溜まりを経て流出口9から図示しない放熱器へ流れ、放熱部熱伝達面を介して周囲環境と熱交換したあと再び流入口8から流れ込む。

40

【0017】

熱拡散層としての良熱伝導体5を設け、この表面（第2の表面）に凹凸を形成して冷却フィンを設けることにより、均一な冷却を効率良く行うことが可能となるので、特許文献2に示されているように冷媒10の垂直流れの衝突位置をパワー半導体素子1の直下部に

50

限定する必要がなくなる。このように熱拡散層を設けた構造にすると、総熱抵抗は若干増加するが、流量の変化などで冷媒流れの衝突位置が変化しても冷却効果は殆ど変わらないため、特許文献2に示されているようなノズルを用いる必要はなく、小孔で代用が可能となる。多数の小孔の開いた多孔基板7を用いれば、冷却部の小型化、コスト低減に有利である。ここで、熱拡散層の冷却の均一化を図るためには、少なくともパワー半導体素子1の数以上の小孔の数を有する多孔基板7を用いることが好ましい。

【0018】

また、冷媒10の衝突後の排水路を確保するため、良熱伝導体5の表面と多孔基板7との間に空間を設けて流出部の冷媒溜まりとすれば、冷媒の圧力損失の増大を回避できる。

【0019】

良熱伝導体5は、良好な熱伝導率が必要なため金属で形成するが、エッチングなどにより凹凸を形成して冷却フィンを構成することにより、冷却部熱伝達面を大幅に増大して、冷却部熱伝達面の熱抵抗を低減することができる。

【0020】

以上説明したように、良熱伝導体5を用いれば、絶縁基板4に直接冷却フィンを構成するのに比べ簡単に製造することができ、経済性も良い。また絶縁基板4に比べ良熱伝導体5の熱伝導率が高いためフィン効率が良く、熱抵抗低減に有利である。良熱伝導体5へは垂直な流れ成分が衝突するため、冷却フィンの高さは微小であってもその効果は大きい。またエッチングにより凹凸を形成すれば、微小なフィンピッチを製作可能となるため更にその効果は大きい。

【0021】

良熱伝導体5を銅で形成すれば、熱伝導率が高いため、フィン効率が良く、一般には冷却部熱伝達面の熱抵抗低減に有利となる。ただしエロージョン・コロージョン作用により腐蝕されやすく、高い衝突流速で使用することができないため、この点は熱抵抗低減に不利である。従ってフィンの表面に耐食メッキ等により耐腐蝕膜を設けることにより、高い衝突流速で使用することが可能になる。また、市販されている銅貼り絶縁基板を加工するようにすれば、良電気伝導体3、絶縁基板4及び良熱伝導体5を一体で製造できるので経済性が極めて良い。

【0022】

良熱伝導体5をアルミで形成すれば、熱伝導率が高いため、フィン効率が良く、冷却部熱伝達面の熱抵抗低減に有利である。冷媒が中性であれば腐蝕されにくく、高い衝突流速で使用することができるため、さらに熱抵抗低減に有利である。ただし、冷媒が酸性またはアルカリ性になると腐蝕されやすくなるため、銅の場合と同様にそうならないような処置が必要である。また市販されているアルミ貼り絶縁基板を加工するようにすれば、銅の場合と同様に安価に製造することが可能となる。

【0023】

良熱伝導体5を腐蝕されにくい銅やアルミ以外の金属、例えば、チタン、ステンレス或いはモリブデンで形成すれば、熱伝導率はそれほど高くなるが、高い衝突流速で使用することができるため、冷却部熱伝達面の熱抵抗低減に有利である。

【0024】

前述したように、冷却部ケース6、多孔基板7、流入口8及び流出口9は、冷却水路を形成するだけで、放熱経路には含まれないため、電気伝導性や熱伝導性は必ずしも良好でなくても良い。このためダイカストアルミやエンジニアリングプラスチックを用いても良く、ヒートシンクのコスト低減、重量低減に有利である。

【0025】

更に、絶縁基板4をセラミクス製とすれば、厚い材料の適用が可能となり、高耐圧で使用できるパワー半導体装置に適している。また、絶縁基板4をエポキシ等の有機系絶縁物製とすれば、比較的安価に絶縁基板4を構成することが可能となる。尚、絶縁基板4に有機系絶縁物を採用した場合は、良熱伝導体5との接合に直接接合あるいは活性金属接合を採用することが困難であるので、通常は接着剤等によって接合する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

以上の結果より明らかなように、本発明の実施例 1 においては、絶縁基板 4 に良熱伝導体 5 からなる熱拡散層を設けることにより、冷媒 10 の垂直な流れ成分を特定位置に制御する必要がなくなり、ヒートシンクの小型化、コスト低減が可能となる。また良熱伝導体 5 の表面に凹凸を形成して冷却フィンを構成することにより、簡単に且つ安価に冷却部熱伝達面の熱抵抗を低減することが可能である。さらにヒートシンクは電気伝導性や熱伝導性を考慮する必要がないため、ヒートシンクの重量低減が可能になる。

【 実施例 2 】

【 0 0 2 7 】

図 2 は本発明の実施例 2 に係るパワー半導体装置の断面図である。この実施例 2 の各部について、図 1 の実施例 1 に係るパワー半導体装置の断面図の各部と同一部分は同一符号で示し、その説明は省略する。この実施例 2 が実施例 1 と異なる点は、良熱伝導体 5 に、冷却フィンを備えた別の良熱伝導体 5 A を接合するようにした点である。

10

【 0 0 2 8 】

例えば、絶縁基板 4 及び良熱伝導体 5 として一般に市販されている銅貼り絶縁基板を適用する場合、良熱伝導体 5 としての銅部分の厚さに限りがあり、表面に凹凸を形成して冷却フィンを構成する加工を施しても冷却部熱伝達面積の増大には限界がある。これに対して、本実施例のように厚さを自由に選定できる良熱伝導体 5 A を良熱伝導体 5 に接合して、良熱伝導体 5 A の表面に凹凸を形成して冷却フィンを構成するようにすれば、冷却部熱伝達面積を大幅に増大して、冷却部熱伝達面の熱抵抗を低減することが可能となる。

20

【 実施例 3 】

【 0 0 2 9 】

図 3 は本発明の実施例 3 に係る半導体装置の断面図である。この実施例 3 の各部について、図 1 の実施例 1 に係る半導体装置の断面図の各部と同一部分は同一符号で示し、その説明は省略する。この実施例 3 が実施例 1 と異なる点は、流入口 8 の位置から見て、多孔基板 7 と対向する位置に多孔基板 7 A を設け、冷媒 10 が多孔基板 7 A 経由流出口 9 A に流れるルートにヒートシンクに設けた点、また、この多孔基板 7 A からの冷媒流れによって良熱伝導体 5 B を介して冷却されるモジュールを実施例 1 のモジュールに対向する位置に設けた点である。

【 0 0 3 0 】

このようにヒートシンクの両面でパワー半導体モジュールを冷却するようにすれば、ヒートシンクを小型化することが可能となる。尚、本実施例に限らず、流入口 8 及び流出口 9 は 1 個であっても良く、また複数個であっても良い。

30

【 実施例 4 】

【 0 0 3 1 】

図 4 (a) は本発明の実施例 4 に係るパワー半導体装置の断面図である。この実施例 4 の各部について、図 3 の実施例 3 に係るパワー半導体装置の断面図の各部と同一部分は同一符号で示し、その説明は省略する。この実施例 4 が実施例 3 と異なる点は、多孔基板 7 に代えて多孔管 7 C を設け、流入口 8 から流れ込む冷媒 10 は、多孔管 7 C 内から小孔を経由して良熱伝導体 5 及び 5 B と熱交換し、流出口 9 から流れ出すようにヒートシンクを構成した点である。図 4 (b) に示すのは図 4 (a) の A - A ' 断面図である。図 4 (b) に示したように多孔管 7 C は、通常複数個設けて使用する。

40

【 0 0 3 2 】

この実施例で示したように、多孔基板に代えて多孔管を使用すると、3次元のモジュールの配置に対してフレキシブルなヒートシンクの設計が可能となるため、ヒートシンクを更に小型化することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 3 】

【 図 1 】 本発明の実施例 1 に係るパワー半導体装置の断面図。

【 図 2 】 本発明の実施例 2 に係るパワー半導体装置の断面図。

50

【図3】本発明の実施例3に係るパワー半導体装置の断面図。

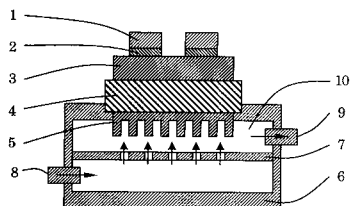
【図4】本発明の実施例4に係るパワー半導体装置の断面図。

【符号の説明】

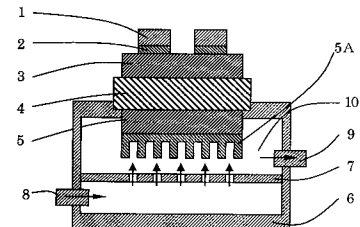
【0034】

- 1 パワー半導体素子
- 2 接合材
- 3 良電気伝導体
- 4 絶縁基板
- 5、5A、5B 良熱伝導体
- 6 冷却部ケース
- 7、7A 多孔基板
- 7C 多孔管
- 8 流入口
- 9、9A 流出口
- 10 冷媒

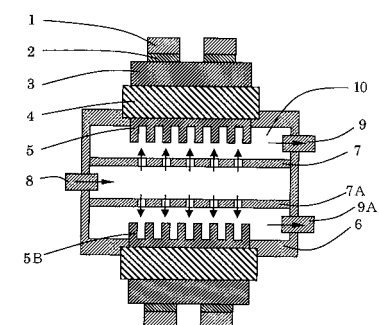
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

