

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6540587号
(P6540587)

(45) 発行日 令和1年7月10日 (2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日 (2019.6.21)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 25/07 (2006.01)	HO 1 L 25/04 C
HO 1 L 25/18 (2006.01)	HO 2 M 7/48 Z
HO 2 M 7/48 (2007.01)	

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2016-90263 (P2016-90263)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成28年4月28日 (2016.4.28)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2017-199830 (P2017-199830A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成29年11月2日 (2017.11.2)	(74) 代理人	100112210
審査請求日	平成30年5月15日 (2018.5.15)		弁理士 稲葉 忠彦
		(74) 代理人	100108431
			弁理士 村上 加奈子
		(74) 代理人	100153176
			弁理士 松井 重明
		(74) 代理人	100109612
			弁理士 倉谷 泰孝
		(72) 発明者	川畑 聡
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーモジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方主面に回路パターンが接合された絶縁基板と、

前記回路パターンと接合して前記絶縁基板に一列状に載置された少なくとも3つ以上の
パワー半導体素子を有するパワーモジュールであって、前記パワー半導体素子のうち、両端に位置する第1 パワー半導体素子と第2 パワー半導体素子とに挟まれて位置する第3 パワー半導体素子の直下の前記回路パターンの前記主面に対する垂直方向の厚みは、前記第1 パワー半導体素子又は前記第2 パワー半導体素子の直下の前記回路パターンの前記主面に対する垂直方向の厚みより大きいことを特徴とする
パワーモジュール。

【請求項 2】

前記第1 パワー半導体素子又は前記第2 パワー半導体素子の直下の前記回路パターンと前記主面との接合部から前記主面に対向する前記絶縁基板の他面までの前記主面に対する垂直方向の前記絶縁基板厚みは、前記第3 パワー半導体素子の直下の前記回路パターンと前記主面との接合部から前記他面までの前記主面に対する垂直方向の前記絶縁基板の厚みより大きいことを特徴とする請求項1に記載のパワーモジュール。

【請求項 3】

前記第3 パワー半導体素子の直下に位置する前記回路パターンは、銀で構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載のパワーモジュール。

【発明の詳細な説明】

10

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、パワーモジュールの構造に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、車両分野や産業機械分野または民生用機器分野において、高電圧、大電流動作が可能なパワーモジュールが用いられている。このようなパワーモジュールでは、搭載されている半導体素子が自己の発熱により高温になるため、高放熱性が要求される。そのため、熱伝導性に優れる銅を材料とした回路板及び放熱板を基板両面に接合するパワーモジュールが提案されている。例えば、特許文献1のパワーモジュールでは、回路板及び放熱板に異なる銅合金材料を使用して、異なる塑性変形能を与えて基板との密着性を良くし、放熱性を向上させている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-23403公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1のパワーモジュールでは、同一基板上において、複数の半導体素子を回路板表面に配置した場合、同じパワーを半導体素子に与えたとしても、同一基板上の中心部に熱が集中するため、素子間の発熱アンバランスを生み、放熱効率が悪化するという問題点があった。

20

【0005】

本発明は上記した問題点を解決するためになされたものであり、少なくとも3つ以上の半導体素子の発熱アンバランスを抑制するので、高温でも安定に動作させることができるパワーモジュールを得ることを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

一方主面に回路パターンが接合された絶縁基板に一列状に載置されたパワー半導体素子を有するパワーモジュールにおいて、パワー半導体素子は回路パターンと接合して絶縁基板に載置され、少なくとも3つ以上のパワー半導体素子のうち、両端に位置する第1パワー半導体素子と第2パワー半導体素子とに挟まれて位置する第3パワー半導体素子の直下の回路パターンの主面に対する垂直方向の厚みは、第1パワー半導体素子又は第2パワー半導体素子の直下の回路パターンの主面に対する垂直方向の厚みより大きいことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明に係るパワーモジュールによれば、パワーモジュール中で同一絶縁基板上に一列に載置された少なくとも3つ以上のパワー半導体素子のうち、両端に位置するパワー半導体素子に挟まれるパワー半導体素子の素子温度が高くなる傾向にあるため、両端に位置するパワー半導体素子に挟まれるパワー半導体素子の直下の回路パターンを厚くすることで、両端に位置するパワー半導体素子よりも両端に位置するパワー半導体素子に挟まれるパワー半導体素子の放熱効率を向上させて発熱アンバランスを抑制するので、パワーモジュールを高温でも安定に動作させることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施の形態1のパワーモジュールを示す平面図である。

【図2】実施の形態1のパワーモジュールにおいて図1のA-A'線における断面図である。

50

【図 3】実施の形態 1 のパワーモジュールにおいて図 2 の点線 10 で囲われた部分を示す拡大図である。

【図 4】実施の形態 2 のパワーモジュールを示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態 1

実施の形態 1 におけるパワーモジュールについて説明する。図 1 は、実施の形態 1 のパワーモジュールを示す平面図である。図 2 は、図 1 の A-A' 線における断面図である。なお、図 1、図 2 において、同一符号は同一又は相当部分を示し、以下も同様である。パワーモジュール 100 は、半導体素子 1a、1b、1c（以下、1 で代表する場合もある）がはんだを介して絶縁基板 3 の一方主面（上面）に接合されている回路パターン 2a、2b、2c（以下、2 で代表する場合もある）に接合し、絶縁基板 3 の主面に対向する絶縁基板 3 の他面（下面）に銅ベース 4 がはんだを介して接合される構成である。なお、銅ベース 4 はモジュール基板の一例である。

【0010】

図 1 に示すパワーモジュールでは、半導体素子 1a、1b、1c が並列回路を構成している。半導体素子 1 は、スイッチング素子である IGBT であり、はんだを介して回路パターン 2 の上面に一例に接合される。なお、半導体素子は、IGBT 以外の MOSFET あるいはダイオード等であってもよい。また、半導体素子の個数は 3 個に限定されるものではなく、例えば、6 個の半導体素子を組み合わせてインバータ回路を形成してもよい。回路パターン 2 は、銅または銅合金により回路パターンを構成しており絶縁基板 3 の上面にはんだあるいはろう材を介して接合される。回路パターン 2 は、半導体素子 1 の裏面電極、すなわち、IGBT の場合はコレクタ電極と接続しており、半導体素子 1 の動作時に発生した熱を広げた上で、絶縁基板 3 側に放熱する役割を果たす。さらに、回路パターン 2a、2b、2c は、各回路パターン間において、金属ワイヤー 6 により電氣的に接続されており、また、外部との電気信号を授受するための端子（図示せず）を有する。

【0011】

絶縁基板 3 は、セラミックス基板、窒化珪素基板、窒化アルミニウム基板、その他の窒化物、ホウ化物、酸化物、炭化物あるいはこれらの複合化合物の絶縁基板を用いることができる。絶縁基板 3 は銅ベース 4 の上面にはんだで接合されており、絶縁基板 3 の同一平面上に回路パターン 2 を介して半導体素子 1 が接続されて、銅ベース 4 と半導体素子 1 とが電氣的に絶縁される。

【0012】

出力パターン 5 は銅または銅合金で形成されており、絶縁基板 3 の上面にはんだを介して接合される。出力パターン 5 は、半導体素子 1 の表面電極、すなわち IGBT の場合はエミッタ電極と金属ワイヤー 6 を介して電氣的に接続され、電気信号を外部へ出力するための端子（図示せず）を有する。銅ベース 4 は銅または銅合金で形成されており、半導体素子 1 の動作時に発生した熱を放熱するヒートシンクとしての役割を果たす。半導体素子 1 の動作時に発生した熱は、半導体素子 1 から回路パターン 2 を介して、絶縁基板 3 に伝達し、さらに、銅ベース 4 を介して放熱する。

【0013】

図 3 は、図 2 の点線 10 で囲われた部分を示す拡大図である。ここで、半導体素子 1a、1b に同じパワーを印加した場合における半導体素子 1a、1b の各々で発生する熱の放熱経路を矢印 11a、11b で示している。半導体素子 1a で発生した熱は、回路パターン 2a が薄いため、回路パターンの端部 12a、12d まで熱が広がらず、熱の広がりが回路パターンのある位置 12b、12c に制限されている。一方、半導体素子 1b で発生した熱は、回路パターン 2b が厚く、回路パターンの端部 13a、13b まで熱が広がるため、回路パターンが薄い場合よりも放熱効率を向上させることができる。

【0014】

図 2 のようなパワーモジュールを想定した場合、半導体素子 1b は半導体素子 1a、1

10

20

30

40

50

cに挟まれて位置しており、半導体素子1bは、半導体素子1a、1cに対して素子温度が高くなる。かかる現象が生じるのは、半導体素子1a、1cから発生した熱が、半導体素子1a、1cに挟まれて位置する半導体素子1bの方向に熱伝導して、素子温度を相対的に上昇させるからである。

また、図2に示すような同一の絶縁基板上に回路パターンを介して一列に載置された半導体素子が3つの場合は、両端に位置する2つの半導体素子により1つの半導体素子が挟まれる。さらに、同一の絶縁基板上に回路パターンを介して載置された半導体素子が一列に並べられた5個である場合は、両端に位置する2つの半導体素子により3つの半導体素子が挟まれる。なお、実施例に限らず、半導体素子の個数は少なくとも3つ以上で一列に並んでいればよく、例えば、L字型に半導体素子を配置するパワーモジュールに対して、半導体素子を一列に配置することでパワーモジュールを小型化することができる。

10

【0015】

両端に位置する2つの半導体素子1a、1cに対して、半導体素子1a、1cに挟まれて位置し半導体素子1a、1cからの熱拡散の影響を受けて相対的に素子温度が高くなる半導体素子1bの直下にある回路パターン2bの絶縁基板3の上面に対して垂直方向の厚みを、半導体素子1a、1cの直下にある回路パターン2a、2bの絶縁基板の上面に対して垂直方向の厚みよりも大きくすることで、半導体素子1a、1cに対して半導体素子1bの放熱効率を高めることができる。なお、実施例に限らず回路パターン2は絶縁基板3の上面に一樣に広がるように形成され、部分的に回路パターン2を厚くしても半導体素子1a、1cに対して半導体素子1bの放熱効率を高めることができる。さらに、両端に位置する2つの半導体素子に挟まれる位置にある半導体素子の直下にある回路パターンの厚さは、両端に位置する半導体素子の直下にある回路パターンの厚みに対して例えば1.5倍程度大きくすることが好ましい。

20

【0016】

この実施の形態1のパワーモジュールによれば、一列に並ぶ少なくとも3つ以上の半導体素子のうち、両端に位置する半導体素子に挟まれる半導体素子の素子温度が相対的に高くなる傾向にあることから、両端に位置する半導体素子に挟まれる半導体素子の直下の回路パターンを厚くすることで、両端に位置する半導体素子よりも両端に位置する半導体素子に挟まれる半導体素子の放熱効率を向上させて、全体として発熱アンバランスを抑制できるという効果を奏する。

30

【0017】

実施の形態2

実施の形態2のパワーモジュールについて説明する。図4は、実施の形態2のパワーモジュールを示す断面図である。実施の形態2のパワーモジュールは、実施の形態1のパワーモジュールにおいて、半導体素子が搭載される絶縁基板の厚みが同一であるのに対して、絶縁基板の厚みが同一でない点が異なる。

【0018】

図4より、絶縁基板3は半導体素子1aと1b、および、1bと1cの各半導体素子間において段差を有し、半導体素子1bの下方に位置する絶縁基板3が凹部を有するように形成されている。絶縁基板3の凹部の底面は、回路パターン2bと絶縁基板3とが接合する接合部を有しており、絶縁基板3の凹部の底面から絶縁基板3の上面に対向する絶縁基板3の下面までの部位を絶縁基板部位3bとしている。両端に位置する半導体素子1a、1cの下方には回路パターン2a、2cと絶縁基板3とが接合する接合部を絶縁基板3が有しており、絶縁基板3の凹部底面より半導体素子側に高く位置する絶縁基板3の上面から絶縁基板3の下面までの部位を絶縁基板部位3a、3cとしている。半導体素子1bは半導体素子1a、1cに挟まれて位置しており、半導体素子1bは、両端に位置する半導体素子1a、1cに対して素子温度が高くなるため、絶縁基板部位3a、3cと回路パターン2a、2cとの接合部から絶縁基板3の下面までの絶縁基板の上面に対する垂直方向の厚みは、絶縁基板部位3bと回路パターン2bとの接合部から絶縁基板3の下面までの絶縁基板3の上面に対する垂直方向の厚みよりも大きく、さらに半導体素子1bの直下の

40

50

回路パターン 2 b を半導体素子 1 a、1 c の直下の回路パターン 2 a、2 c に対して相対的に厚くすることで、両端に位置する半導体素子 1 a、1 c よりも半導体素子 1 b の放熱効率をさらに高めることができる。なお、半導体素子 1 a、1 c に対して素子温度が高い半導体素子 1 b の直下に位置する回路パターン 2 b を、両端に位置する半導体素子 1 a、1 c の直下に位置する回路パターン 2 a、2 c よりも熱伝導率の良い材料である銀などに変更することで、半導体素子 1 a、1 c よりも半導体素子 1 b の放熱効率をさらに向上させることができる。

【0019】

この実施の形態 2 のパワーモジュールによれば、一列に並ぶ少なくとも 3 つ以上の半導体素子のうち、両端に位置する半導体素子に挟まれる半導体素子の素子温度が高くなる傾向にあることから、両端に位置する半導体素子に挟まれる半導体素子の直下の回路パターンと絶縁基板との接合部から絶縁基板の下面までの厚みを両端に位置する半導体素子の直下の回路パターンと絶縁基板との接合部から絶縁基板の下面までの厚みより相対的に薄く、かつ、回路パターンを厚くすることで両端に位置する半導体素子よりも両端に位置する半導体素子に挟まれる半導体素子の放熱効率を向上させて発熱アンバランスを抑制できるという効果を奏する。

10

【0020】

また、両端に位置する半導体素子に挟まれる半導体素子の直下の回路パターンの部位を、両端に位置する半導体素子の直下の回路パターンの部位よりも熱伝導率の良い材料である銀などに変更することで、両端に位置する半導体素子よりも両端に位置する半導体素子に挟まれる半導体素子の放熱効率をさらに向上させることができる。

20

【0021】

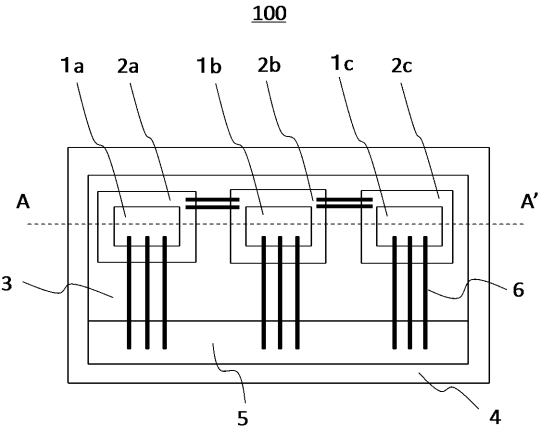
なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態及び変形例を自由に組み合わせ、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

【符号の説明】

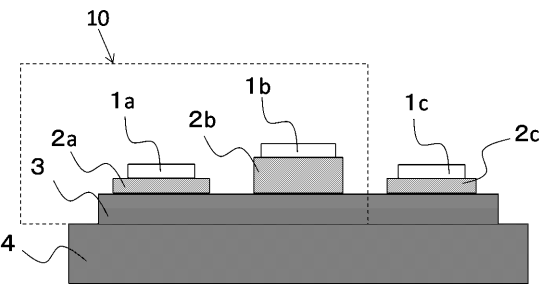
【0022】

1 a, 1 b, 1 c 半導体素子、2 a, 2 b, 2 c 回路パターン、3 絶縁基板、4 銅ベース、5 出力パターン、6 金属ワイヤー、11 a, 11 b 放熱経路、100 パワーモジュール。

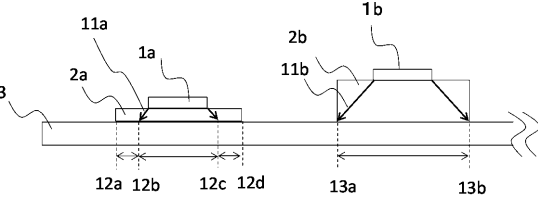
【図 1】



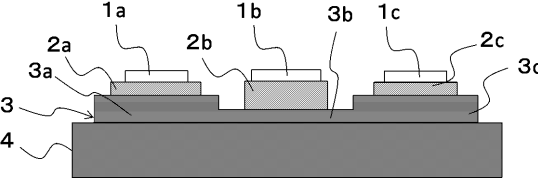
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

審査官 木下 直哉

(56)参考文献 特表2012-531728 (JP, A)
特開昭61-139047 (JP, A)
特開2010-219524 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 25/00-25/18
H02M 7/48