

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成26年2月20日(2014.2.20)

【公開番号】特開2012-195492(P2012-195492A)

【公開日】平成24年10月11日(2012.10.11)

【年通号数】公開・登録公報2012-041

【出願番号】特願2011-59259(P2011-59259)

【国際特許分類】

H 01 L 23/34 (2006.01)

H 01 L 23/28 (2006.01)

【F I】

H 01 L 23/34 B

H 01 L 23/28 B

【手続補正書】

【提出日】平成25年12月25日(2013.12.25)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

パワー半導体素子が搭載された第1金属基板と、パワー半導体素子が搭載されていない第2金属基板とを封止した電気絶縁性樹脂パッケージで構成されたパワー半導体モジュールであって、上記第1金属基板のパワー半導体素子搭載面の反対側である裏面を、上記電気絶縁性樹脂パッケージ外に露出させ、放熱面を形成したことを特徴とするパワー半導体モジュール。

【請求項2】

上記第1、第2金属基板を上記電気絶縁性樹脂パッケージ内で同一平面状に横並びに配置すると共に、上記電気絶縁性樹脂パッケージの第1金属基板埋設箇所に凹部を設けることによって、上記第1金属基板の裏面を上記電気絶縁性樹脂パッケージ外に露出させ、放熱面を形成したことを特徴とする請求項1に記載のパワー半導体モジュール。

【請求項3】

上記電気絶縁性樹脂パッケージ内において、上記第1、第2金属基板をずらせて段違いに配置することによって、上記第1金属基板の裏面を上記電気絶縁性樹脂パッケージ外に露出させ、放熱面を形成したことを特徴とする請求項1に記載のパワー半導体モジュール。

【請求項4】

上記第1金属基板の露出面と、この露出面を除く上記電気絶縁性樹脂パッケージの外側面とを、同一平面にそろえると共に、この同一平面部をヒートシンクに接する放熱面としたことを特徴とする請求項3に記載のパワー半導体モジュール。

【請求項5】

複数個の上記第1金属基板を上記電気絶縁性樹脂パッケージ内に離間して配置し、この離間部に、上記第2金属基板を埋設状態で配置したことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のパワー半導体モジュール。

【請求項6】

請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のパワー半導体モジュールの放熱面を、ヒートシンクに形成した台座面に電気絶縁性接合部材を介して取り付けたことを特徴とする

パワー半導体モジュールの取り付け構造。

【請求項 7】

上記電気絶縁性接合部材に、この接合部材の厚みに相当する径の固体物からなる粒子を混合したことを特徴とする請求項 6 に記載のパワー半導体モジュールの取り付け構造。

【請求項 8】

上記パワー半導体モジュールの放熱面、又は上記パワー半導体モジュールが取り付けられる上記ヒートシンクの取り付け面に、上記電気絶縁性接合部材の厚さを規制する突起を設けたことを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載のパワー半導体モジュールの取り付け構造。

【請求項 9】

上記第 2 金属基板を覆うパワー半導体モジュールの放熱面に、上記第 2 金属基板に達する孔を設けたことを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載のパワー半導体モジュールの取り付け構造。

【請求項 10】

上記パワー半導体モジュールが取り付けられたヒートシンクの取付面に、電気絶縁性の板材、又はシート材を貼り付けることを特徴とする請求項 6 に記載のパワー半導体モジュールの取り付け構造。

【請求項 11】

上記パワー半導体モジュールの放熱面、又はパワー半導体モジュールが取り付けられたヒートシンクの取付面に、電気絶縁性被膜を設けたことを特徴とする請求項 6 に記載のパワー半導体モジュールの取り付け構造。

【請求項 12】

上記ヒートシンクは、アルミニウム又はアルミニウム合金で構成され、上記電気絶縁性被膜を酸化膜で形成したことを特徴とする請求項 11 に記載のパワー半導体モジュールの取り付け構造。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

この発明は、このような課題を解決するためになされたものであって、小型であっても放熱性が良好であって、なおかつ短絡故障が防止されたパワー半導体モジュール及びその取り付け構造を提供するものである。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

この発明に係わるパワー半導体モジュールは、パワー半導体素子が搭載された第 1 金属基板と、パワー半導体素子が搭載されていない第 2 金属基板とを封止した電気絶縁性樹脂パッケージで構成されたパワー半導体モジュールであって、上記第 1 金属基板のパワー半導体素子搭載面とは反対側である裏面を、上記電気絶縁性樹脂パッケージ外に露出させ放熱面を形成したものである。

また、パワー半導体モジュールの取り付け構造は、パワー半導体モジュールの放熱面を、ヒートシンクに形成した台座面に電気絶縁性接合部材を介して取り付けたものである。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

この発明のパワー半導体モジュールによれば、複数の金属基板の内で、少なくともパワー半導体素子の搭載された金属基板は、パワー半導体素子の搭載面とは反対側である裏面が樹脂パッケージの放熱面に露出しており、その他の金属基板は大部分が電気絶縁性樹脂パッケージ内に埋設されているので、高い放熱性を得ることができる。また、その結果として放熱性向上のための放熱面積増大が抑えられるためパワー半導体モジュールを小型化することができる。また、それ以外の金属基板は内部配線などの役割を担っており放熱の必要性が低いため絶縁性の樹脂パッケージ内に埋設されて保護されており、パワー半導体モジュールをヒートシンクに組み付けていく過程の中で金属基板の間をまたいで導電性異物が付着して、短絡故障が引き起こされるリスクを低減することができる。もしも全ての金属基板を放熱面に露出させると前述のリスクを低減するために金属基板同士の間隔を拡大する必要があるが、この発明によれば、その必要がないためパワー半導体モジュールを小型化することができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

そして、パワー半導体素子1が搭載された第1金属基板は、パワー半導体素子1の搭載面とは反対側である裏面が、樹脂パッケージの放熱面7に露出している（段落番号0019で詳述）。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

次に、第1金属基板2aのパワー半導体素子搭載面とは反対側である裏面を、樹脂パッケージ3外に露出させる構造について説明する。

同一平面状に横並びに配置された4枚の金属基板2（第1金属基板2a、第2金属基板2b）の内、表面にパワー半導体素子1が搭載された第1金属基板2aは、その裏面の一部が図2に示すように放熱面6を構成するため樹脂パッケージ3の放熱面7側に露出している。すなわち、第1金属基板2aは、裏面の一部6を露出させるため、樹脂パッケージ3の放熱面7から一段奥まった箇所（第1金属基板埋設箇所）の凹部3a内にそれぞれ配置されている。

一方、パワー半導体素子1が搭載されていない第2金属基板2bは、凹部3a間で放熱面の一部7aを形成する突出樹脂部3b内に位置し、樹脂パッケージ3内に完全に埋設された状態で外部に露出されていない。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

次に、パワー半導体モジュール100のヒートシンクHSへの取り付け構造を、図3に基づいて説明する。

図3において、パワー半導体モジュール100を組み付ける外部機器のヒートシンクH

S には、金属基板 2 a の放熱面 6 に対応した 2箇所の対向位置に、台座 8 がそれぞれ設けられており、これら台座 8 の上面と放熱面 6 とは電気絶縁性の接合部材 9 によって接合される。

接合部材 9 としては、特に指定するものではないが、例えばシリコーン接着剤やシリコーングリス、エポキシ接着剤であり、熱伝導性を高めるためにシリカや窒化ホウ素などのフィラーが混合されている。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

このパワー半導体モジュールの取り付け構造によれば、放熱が必要なパワー半導体素子 1 が搭載された第 1 金属基板 2 a の露出面が、接合部材 9 を介して直接ヒートシンク HS に取り付けられているため高い放熱性を得ることができる。また、その結果として放熱性向上のために放熱面積を拡大する必要がなく放熱面積の増大が抑えられるため、結果的にパワー半導体モジュール 100 を小型化することができる。

また、それ以外の金属基板 2 は、内部配線などの役割を担っており放熱の必要性が低いため電気絶縁性の樹脂パッケージ内に埋設されて保護されており、パワー半導体モジュール 100 をヒートシンク HS に組み付けていく過程の中で、万が一導電性異物を噛み込んでしまった場合、あるいは金属基板の間をまたいで導電性異物が付着した場合に、回路が短絡故障となるリスクを低減することができる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

ヒートシンク HS の材料は、特に指定するものではないが、例えばアルミニウム合金などの金属材料が挙げられる。なおパワー半導体モジュール 100 との絶縁性を確実にするために、ヒートシンク HS の台座 8 の上面や側面及び / 又はパワー半導体モジュール 100 に面する面などには電気絶縁性の表面被膜（図示せず）が形成されていることが望ましい。例えばアルミニウム合金の場合にはアルマイトなどの酸化膜が挙げられる。また、ポリイミドなどの高分子膜を形成しておいてもよい。

このような構造によれば、金属など導電性材料からなるヒートシンク HS を用いても、パワー半導体モジュール 100 を取り付ける面に電気絶縁性を持たせることができる。上記のように、ヒートシンク HS の少なくともパワー半導体モジュール 100 が取り付けられた面に電気絶縁性を持たせることにより、万が一パワー半導体モジュール 100 をヒートシンク HS に組み付ける際に導電性異物が挟まったとしても、パワー半導体モジュール 100 とヒートシンクの間の短絡を防止でき、パワー半導体モジュール 100 の短絡故障のリスクをさらに低減することができる。

なお、ヒートシンク HS が、アルミニウム又はアルミニウム合金で構成されている場合、パワー半導体モジュール側の放熱面に電気絶縁性を持たせても同様の効果が期待できる。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

次に、図 4 に導電性異物 10 が噛み込んだ状態の一例を示す。

導電性異物 10 としては、製造装置や金属基板 2、ハンダなどから発生する金属くずなどが懸念される。導電性異物 10 は、一端が金属基板 2a に接触し他端が金属基板 2b の真下の樹脂パッケージ下面の放熱面 7a にまで達している。もしも第 2 金属基板 2b が放熱面 7 に露出していれば、導電性異物 10 は金属基板 2a と 2b を短絡してしまうが、第 2 金属基板 2b が絶縁材である樹脂パッケージ 3 の樹脂に覆われているため短絡する事がない。また、樹脂パッケージ 3 に埋設されている第 2 金属基板 2b は、放熱面 6 が露出している第 1 金属基板 2a の間に挟まれるように配置されているため、放熱面 6 が露出した 2 個の第 1 金属基板 2a 同士の間隔が十分に確保されている。よって余程大きな導電性異物でない限り第 1 金属基板 2a 間を短絡するようなことはない。また、ヒートシンク HS のパワー半導体モジュール 100 の取り付け面には、絶縁被膜が形成されているため、導電性異物がパワー半導体モジュール 100 とヒートシンク HSとの間に噛み込んだとしても、回路短絡を防止することができる。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

実施の形態 2 のパワー半導体モジュール 200 は、実施の形態 1 のパワー半導体モジュール 100 に対して、樹脂パッケージ 3 の内部の構造は基本的には同様であるが、パワー半導体素子 1 の搭載されていない第 2 金属基板 2b が、パワー半導体素子 1 の搭載された第 1 金属基板 2a に対して一段下げるところに配置されている点が異なる。

すなわち、第 2 金属基板 2b を第 1 金属基板 2a から一段ずらせて段違いに配置することにより、第 2 金属基板 2b を覆う樹脂パッケージ 3 の放熱面 7a は、第 1 金属基板 2a の露出面（第 1 金属基板の裏面）と同一平面上の外面向しており、両者の各面を同一平面にそろえることにより放熱面 6 と一つのつながった領域を形成している。このため放熱面 6 に対応したヒートシンク HS の台座 8 も一つとなっている。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

図 7 は、実施の形態 2 の変形例であるパワー半導体モジュール 300 を示す斜視図である。

この変形例の放熱面 7a には、第 2 金属基板 2b に達するピン穴 11 が形成されている。

従って、第 2 金属基板 2b は、ピン穴 11 の箇所において一部が樹脂パッケージ 3 から露出している。ピン穴 11 を設けることで、パワー半導体モジュール 300 を製造する過程のトランスマーチャンダイジング工程において第 2 金属基板 2b を支持ピン（図示せず）で支えることができる（言い換えれば支持ピンの跡としてピン穴 11 を残すことができる）。

また、これによって樹脂パッケージ 3 の樹脂の注入圧力によって第 2 金属基板 2b が変形するのを防止することができる。

また、ピン穴 11 に対応した第 2 金属基板 2b の露出部をプローピング電極として利用することでパワー半導体モジュール 300 の電気特性検査を実施することも可能である。

このようにパワー半導体素子 1 の搭載されていない第 2 金属基板 2b は、必ずしも全てが樹脂パッケージ 3 の内部に埋設されている必要はない。一部が露出していても大部分が樹脂パッケージ 3 の内部に埋設されれば導電性異物の噛み込みに対する回路短絡の防止効果が期待できる。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0032】

図8は、実施の形態2のパワー半導体モジュール200をヒートシンクHSへ取り付けた状態の変形例を示す断面図である。

図8において、アルミニウム合金などの金属からなるヒートシンクHSの台座8の上面には、電気絶縁性を持たせるため、電気絶縁性の板材、又はシート材などの絶縁板13が接着剤やグリスなど(図示せず)を介して貼り付けられている。

絶縁板13の上には、接合部材9を介して半導体モジュール200が取り付けられている。絶縁板13の材料としては、特に指定するものではないが熱伝導性の良好な電気絶縁材料が好ましいことからセラミックが望ましい。その中でも、特に熱伝導率の高い窒化ケイ素や窒化アルミニウムが望ましい。あるいはプラスチックからなるものであってもよい。また、絶縁板13は硬直したものである必要はなく、フレキシブルなシート状やフィルム状であってもよい。

この取り付け構造では接合部材9の厚みが薄くなりすぎたとしても、モジュールがヒートシンクHSと短絡する懸念がないため、厚みを管理する突起12などは不要である。

このような構成によれば、ヒートシンクHSに絶縁被膜を形成しなくても、パワー半導体モジュール200とヒートシンクとの間の絶縁を確実にすることができる。また、絶縁被膜に対し比較的容易に厚みを持たせることができるために、絶縁性はより確実なものとなる。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

(その他の実施の形態)

以上に述べた各実施の形態は、この発明の実施の形態の一例に過ぎず、発明の趣旨を逸脱しない範囲において適宜変更が加えられたり、実施の形態1及び2が組み合わせられたりしたものであっても良い。

また、上述の各実施の形態は、パワー半導体素子としてMOSFET素子を用いたリレー回路であったが、別の回路機能を有するパワー半導体モジュールであってもよい。例えば、三相回転機のための三相ブリッジインバータ回路であってもよく、インバータ回路の一部を構成するパワー半導体モジュールであってもよい。

また、半導体素子としてはパワーMOSFET素子に限らず、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)素子などのパワー半導体素子であってもよい。

また、モジュールに配設される素子はパワー半導体素子のみに限らず、ロジック系の半導体素子やチップ型のコンデンサ素子、抵抗素子も同時に配設され樹脂パッケージに埋設されていてもよい。