

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5955251号  
(P5955251)

(45) 発行日 平成28年7月20日(2016.7.20)

(24) 登録日 平成28年6月24日(2016.6.24)

(51) Int.Cl. F I  
 HO 1 L 23/29 (2006.01) HO 1 L 23/36 A  
 HO 1 L 23/31 (2006.01) HO 1 L 23/30 R

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-54541 (P2013-54541)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成25年3月18日 (2013.3.18)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2014-183058 (P2014-183058A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成26年9月29日 (2014.9.29)	(74) 代理人	100088672
審査請求日	平成27年5月8日 (2015.5.8)		弁理士 吉竹 英俊
		(74) 代理人	100088845
			弁理士 有田 貴弘
		(72) 発明者	碓井 修
			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
		(72) 発明者	吉松 直樹
			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】 パワー半導体モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ベース部と、当該ベース部に形成されたフィン部とを有する冷却フィンと、  
 前記冷却フィンの前記ベース部に接合された絶縁層と、  
 前記絶縁層において前記冷却フィンが接合された面の反対側の面に接合された導電体と  
 、  
 前記導電体において前記絶縁層が接合された面の反対側の面に接合された半導体チップ  
 と、  
 を備え、  
 前記ベース部は、それぞれ幅の異なる2つのベース部により構成され、  
 各前記ベース部は、前記絶縁層から離れるにつれて幅が小さくなるように形成され、  
 前記絶縁層が接合された側のベース部の側面は、前記絶縁層から離れるにつれて細くな  
 るテーパ状に形成された、パワー半導体モジュール。

【請求項2】

ベース部と、当該ベース部に形成されたフィン部とを有する冷却フィンと、  
 前記冷却フィンの前記ベース部に接合された絶縁層と、  
 前記絶縁層において前記冷却フィンが接合された面の反対側の面に接合された導電体と  
 、  
 前記導電体において前記絶縁層が接合された面の反対側の面に接合された半導体チップ  
 と、

を備え、

前記ベース部は、それぞれ幅の異なる3つのベース部により構成され、

各前記ベース部は、前記絶縁層から離れるにつれて幅が小さくなるように形成された、  
パワー半導体モジュール。

【請求項3】

前記2つまたは3つのベース部のうち、前記絶縁層から最も遠く離れた位置に形成されたベース部にフィン部が形成された、請求項1または請求項2記載のパワー半導体モジュール。

【請求項4】

前記冷却フィンのうち、前記フィン部と、前記絶縁層から最も遠く離れた位置に形成されたベース部と、前記絶縁層から2番目に遠く離れた位置に形成されたベース部における前記絶縁層から最も遠く離れた位置に形成された前記ベース部が形成された面とが露出するように、前記冷却フィンと、前記絶縁層と、前記導電体と、前記半導体チップとを封止するモールド樹脂をさらに備えた、請求項1～3のいずれか1つに記載のパワー半導体モジュール。

10

【請求項5】

前記絶縁層は、当該絶縁層が接合されるベース部の面の一部に接合され、

当該ベース部の面の残部にディンプルが形成された、請求項1～4のいずれか1つに記載のパワー半導体モジュール。

【請求項6】

前記2つまたは3つのベース部のうち、前記絶縁層から最も遠く離れた位置に形成されたベース部を除いたベース部に貫通穴が形成された、請求項1～5のいずれか1つに記載のパワー半導体モジュール。

20

【請求項7】

前記絶縁層から2番目に遠く離れた位置に形成されたベース部において、前記絶縁層から最も遠く離れた位置に形成されたベース部が形成された部分の外周部に溝が形成された、請求項1～6のいずれか1つに記載のパワー半導体モジュール。

【請求項8】

前記フィン部は、水冷ジャケットの開口部に差し込み可能に形成され、

前記フィン部が水冷ジャケットの開口部に差し込まれた状態で、前記絶縁層から2番目に遠く離れた位置に形成されたベース部において、前記絶縁層から最も遠く離れた位置に形成されたベース部が形成された部分の周縁部と、前記水冷ジャケットの前記開口部の周縁部とを当接させて、前記パワー半導体モジュールが前記水冷ジャケットに固定された、請求項1～7のいずれか1つに記載のパワー半導体モジュール。

30

【請求項9】

前記フィン部が前記水冷ジャケットの前記開口部に差し込まれた状態で、前記絶縁層から最も遠く離れた位置に形成されたベース部の外周面が、前記開口部の内周面に当接し、当該ベース部の厚さは、前記開口部の内周面の幅と略同じである、請求項8記載のパワー半導体モジュール。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等の電圧駆動型の半導体スイッチ素子が搭載されたパワー半導体モジュールに関するものであり、特にパワー半導体モジュールの冷却構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、パワー半導体モジュールの大容量化および小型化に伴い、半導体素子の発熱密度が非常に大きくなってきており、冷却性能の高いパワー半導体モジュールが必要になっている。従来のパワー半導体モジュールは、グリースなどを介して冷却器に搭載され、半導

50

体素子で発生した熱を冷却器に伝熱して冷却していた。このような従来のパワー半導体モジュールの冷却構造ではグリースの熱抵抗が大きいため、この熱抵抗を低減することについて限界があった。このため、パワー半導体モジュールの大容量化および小型化には限界があった。

【0003】

このような問題を解決するための技術として、例えば特許文献1には、チップを接着したセラミックス基板を冷却フィンにはんだで接着し、セラミックス基板の周辺領域に設けたフィンベース表面に2列以上の溝を形成し、かつ、封止樹脂により封止される領域全体に、厚さ10 $\mu$ m以下のポリアミド樹脂を均一に塗布し、エポキシ樹脂をトランスファーマールドして製造されたパワー半導体モジュールが開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4569473号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載のパワー半導体モジュールでは、線膨張係数が大きく異なるセラミックス基板と銅などからなる冷却フィンをはんだ付けしているため、パワー半導体モジュールの温度変化によってはんだに大きな繰返し熱応力が発生する。このため、はんだにクラックが発生し、冷却性能が低下するという問題があった。一方、セラミックス基板と線膨張係数の差が小さい例えばAlSiCまたはCu/Moなどからなる冷却フィンを使用した場合、冷却性能が低下するとともに製造コストが増加するという問題が生じる。

20

【0006】

また、セラミックス基板自体も熱応力によって割れるという問題があり、さらに、セラミックス基板とエポキシ樹脂などの封止樹脂は密着力が低いため、ポリアミド樹脂でコーティングする必要があるため、製造工程が増加するとともに製造コストが増加するという問題があった。

【0007】

そこで、本発明は、冷却性能を向上させるとともに、信頼性が高く、低コストのパワー半導体モジュールを提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係るパワー半導体モジュールは、ベース部と、当該ベース部に形成されたフィン部とを有する冷却フィンと、前記冷却フィンの前記ベース部に接合された絶縁層と、前記絶縁層において前記冷却フィンが接合された面の反対側の面に接合された導電体と、前記導電体において前記絶縁層が接合された面の反対側の面に接合された半導体チップとを備え、前記ベース部は、それぞれ幅の異なる2つのベース部により構成され、各前記ベース部は、前記絶縁層から離れるにつれて幅が小さくなるように形成され、前記絶縁層が接合された側のベース部の側面は、前記絶縁層から離れるにつれて細くなるテーパ状に形成されたものである。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、ベース部は、それぞれ幅の異なる2つのベース部により構成され、各ベース部は、絶縁層から離れるにつれて幅が小さくなるように形成された。したがって、ベース部、絶縁層、導電体および半導体チップをモールド樹脂で封止した場合、これらとモールド樹脂との密着性が向上し、ベース部とモールド樹脂との界面での剥離を防止できる。これにより、パワー半導体モジュールの品質が向上し信頼性も高くなる。さらに、絶縁層が接合された側のベース部の側面は、絶縁層から離れるにつれて細くなるテーパ状に形成されたため、ベース部にかしめ用溝または逆テーパ状の溝を追加加工することなく、

50

アンカー効果によりベース部とモールド樹脂との密着性が向上し、ベース部とモールド樹脂との界面での剥離を防止できる。

【 0 0 1 0 】

また、冷却フィンがパワー半導体モジュールに一体的に構成されたため、パワー半導体モジュールを別体の冷却器に熱抵抗が大きいグリースを介して接合する必要がなくなり、パワー半導体モジュールの熱抵抗を低減できる。このため、パワー半導体モジュールの冷却性能を格段に向上させることができる。

【 0 0 1 1 】

さらに、絶縁材料として絶縁層を設けたことにより、ポリアミド樹脂などでコーティングする必要がないため、製造工程の増加を抑制し、低コストのパワー半導体モジュールを実現できる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】実施の形態 1 に係るパワー半導体モジュールの断面図である。

【図 2】実施の形態 1 に係るパワー半導体モジュールの下面図である。

【図 3】実施の形態 1 の変形例に係るパワー半導体モジュールの断面図である。

【図 4】実施の形態 2 に係るパワー半導体モジュールの断面図である。

【図 5】実施の形態 2 に係るパワー半導体モジュールの下面図である。

【図 6】実施の形態 3 に係るパワー半導体モジュールの断面図である。

【図 7】実施の形態 3 に係るパワー半導体モジュールの冷却フィンの平面図である。

20

【図 8】図 7 のVIII-VIII線断面図である。

【図 9】実施の形態 4 に係るパワー半導体モジュールの断面図である。

【図 10】実施の形態 4 に係るパワー半導体モジュールの冷却フィンの平面図である。

【図 11】図 10 のXI-XI線断面図である。

【図 12】実施の形態 5 に係るパワー半導体モジュールの断面図である。

【図 13】実施の形態 5 に係るパワー半導体モジュールの平面図である。

【図 14】実施の形態 6 に係るパワー半導体モジュールの断面図である。

【図 15】実施の形態 6 に係るパワー半導体モジュールの下面図である。

【図 16】実施の形態 7 に係るパワー半導体モジュールを水冷ジャケットに搭載した状態を示す断面図である。

30

【図 17】水冷ジャケットの平面図である。

【図 18】図 17 のXVIII-XVIII線断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

< 実施の形態 1 >

本発明の実施の形態 1 について、図面を用いて以下に説明する。図 1 は、実施の形態 1 に係るパワー半導体モジュール 1 の断面図であり、図 2 は、パワー半導体モジュール 1 の下面図である。

【 0 0 1 4 】

パワー半導体モジュール 1 は、IGBTチップ 2（半導体チップ）と、ヒートスプレッド 4（導電体）と、絶縁シート 5（絶縁層）と、冷却フィン 6 とを備えている。冷却フィン 6 は、銅またはアルミニウムなどの金属により形成され、複数（例えば 2 つ）のベース部 6 a、6 b とフィン部 6 c とを有している。ベース部 6 a は、ベース部 6 b の下面に形成され、フィン部 6 c は、ベース部 6 a の下面から下方に突出するように形成されている。

40

【 0 0 1 5 】

絶縁シート 5 は、フィラーが充填されたエポキシ樹脂などにより形成され、冷却フィン 6 上（より具体的には、ベース部 6 b の上面）に固着（接合）されている。ヒートスプレッド 4 は、銅などの金属により形成され導電性を有している。ヒートスプレッド 4 は、絶縁シート 5 の上面、すなわち、絶縁シート 5 において冷却フィン 6 が固着された面の反対

50

側の面に固着（接合）されている。

【0016】

I G B Tチップ2のコレクタ電極面は、はんだなどの接合部材3によりヒートスプレッド4の上面、すなわち、ヒートスプレッド4において絶縁シート5が固着された面の反対側の面に接合されている。

【0017】

次に、冷却フィン6のベース部6a, 6bについて説明する。ベース部6a, 6bは、下面から視てそれぞれ矩形状に形成され、各ベース部6a, 6bは、絶縁シート5から離れるにつれて幅が小さくなるように形成されている。すなわち、絶縁シート5から最も遠く離れた位置に形成されたベース部6aは、絶縁シート5から2番目に遠く離れた位置に形成されたベース部6bよりも幅が小さくなるように形成されている。ベース部6bの側面は、絶縁シート5から離れるにつれて細くなるテーパ状、すなわち、ベース部6bの幅が小さくなるテーパ状に形成されている。

10

【0018】

上記のように構成された各部材のうち、I G B Tチップ2と接合部材3とヒートスプレッド4と絶縁シート5は、エポキシ樹脂などのモールド樹脂7により封止されている。冷却フィン6は、ベース部6aと、ベース部6bの下面（ベース部6bにおけるベース部6aが形成された面）のうちベース部6aが形成された領域を除く部分と、フィン部6cが外部に露出するようにモールド樹脂7により封止されている。

【0019】

20

このように構成されたパワー半導体モジュール1は、冷却水を流す水冷ジャケット（図示省略）に搭載され、水冷ジャケットからフィン部6cに冷却水が流される。パワー半導体モジュール1のI G B Tチップ2では、導通時およびオン/オフのスイッチ動作時に損失が生ずる。損失によって発生した熱は、接合部材3、ヒートスプレッド4、絶縁シート5、冷却フィン6のベース部6b、ベース部6a、フィン部6cの順に伝わり、フィン部6cが、水冷ジャケットから流された冷却水により冷却されることによって、I G B Tチップ2が冷却される。

【0020】

以上のように、実施の形態1に係るパワー半導体モジュール1では、ベース部は、それぞれ幅の異なる複数のベース部6a, 6bにより構成され、各ベース部6a, 6bは、絶縁シート5から離れるにつれて幅が小さくなるように形成された。例えば、ベース部6bの側面がテーパ状に形成されたりすることで、ベース部6b、絶縁シート5、ヒートスプレッド4およびI G B Tチップ2をモールド樹脂7で封止した場合、これらとモールド樹脂7との密着性が向上し、ベース部6bとモールド樹脂7との界面での剥離を防止できる。これにより、パワー半導体モジュール1の品質が向上し信頼性も高くなり、パワー半導体モジュール1が長期使用可能となる。

30

【0021】

また、冷却フィンはパワー半導体モジュール1に一体的に構成されたため、パワー半導体モジュール1を別体の冷却器に熱抵抗が大きいグリースを介して接合する必要がなくなり、パワー半導体モジュール1の熱抵抗を低減できる。このため、パワー半導体モジュールを別体の冷却器に熱抵抗が大きいグリースを介して接合する従来構造に比べて、パワー半導体モジュールの冷却性能を格段に向上させることができる。これにより、パワー半導体モジュール1の小型化を図ることも可能となる。

40

【0022】

さらに、絶縁材料としてフィラーが充填されたエポキシ樹脂などにより形成された柔軟性のある絶縁シート5を設けたことにより、セラミック基板に比べて割れる恐れが非常に小さく、また、同じエポキシ樹脂などにより形成されたモールド樹脂7との密着性も良好なため、ポリアミド樹脂などでコーティングする必要がない。これにより、製造工程の増加を抑制し、低コストのパワー半導体モジュール1を実現できる。

【0023】

50

ベース部は、それぞれ幅の異なる2つのベース部6a, 6bにより構成され、ベース部6bの側面は、絶縁シート5から離れるにつれて細くなるテーパ状に形成されたため、ベース部6bにかしめ用溝または逆テーパ状の溝を追加加工することなく、アンカー効果によりベース部6bとモールド樹脂7との密着性が向上し、ベース部6bとモールド樹脂7との界面での剥離を防止できる。

【0024】

複数のベース部6a, 6bのうち、絶縁シート5から最も遠く離れた位置に形成されたベース部6aにフィン部6cが形成されたため、ベース部6aを除くベース部6bとモールド樹脂7との密着性が向上するとともに、IGBTチップ2で発生した熱をベース部6aとフィン部6cによって外部に放熱できる。

10

【0025】

冷却フィン6のうち、フィン部6cと、絶縁シート5から最も遠く離れた位置に形成されたベース部6aと、絶縁シート5から2番目に遠く離れた位置に形成されたベース部6bにおけるベース部6aが形成された面とが露出するように、冷却フィン6cと、絶縁シート5と、ヒートスプレッタ4と、IGBTチップ2とを封止するモールド樹脂7をさらに備えたため、ベース部6aとフィン部6cとを露出させることで、IGBTチップ2で発生した熱を外部に放熱できる。

【0026】

絶縁シート5は冷却フィン6に直接固着されるので、セラミック基板を使用した場合に形成されるセラミック基板と冷却フィン間のはんだ接合部が存在しない。このため、はんだクラックによる冷却性能の低下が起こらない。

20

【0027】

モールド樹脂7は、ヒートスプレッタ4および冷却フィン6と線膨張係数が同程度のもの、例えばヒートスプレッタ4と冷却フィンが銅により形成されている場合は、線膨張係数が16ppm程度のものを使用するとよい。この場合、モールド樹脂7とヒートスプレッタ4と冷却フィン6の線膨張係数がほぼ同等なので、これら各部材で発生する熱応力を低減でき、これらの界面での剥離を防止できる。

【0028】

次に、実施の形態1の変形例に係るパワー半導体モジュール10について説明する。図3は、実施の形態1の変形例に係るパワー半導体モジュール10の断面図である。図3に示すように、パワー半導体モジュール10は、パワー半導体モジュール1に対して、冷却フィン11において絶縁シート5から2番目に遠く離れた位置に形成されたベース部11bの構造が異なっている。

30

【0029】

冷却フィン11は、複数(例えば2つ)のベース部11a, 11bと、フィン部11cとを備えている。ここで、ベース部11aとフィン部11cは、実施の形態1におけるベース部6aとフィン部6cと同じ構造である。ベース部11bは断面視にて凹型に形成され、その側面は下方へ行く程内方へ傾斜するテーパ状に形成されている。これにより、ベース部11bとモールド樹脂7との剥離を防止するとともに、ベース部11bの機械的強度も向上させることができる。このように、アンカー効果による冷却フィン11とモールド樹脂7との密着性が向上するため、この構造を、例えばSiCなどの高温でも動作可能なワイドギャップ半導体を使用したパワー半導体モジュールに採用することも可能である。

40

【0030】

<実施の形態2>

次に、実施の形態2に係るパワー半導体モジュール20について説明する。図4は、実施の形態2に係るパワー半導体モジュール20の断面図であり、図5は、パワー半導体モジュール20の下面図である。なお、実施の形態2において、実施の形態1で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

【0031】

50

実施の形態 2 に係るパワー半導体モジュール 20 では、冷却フィン 21 のベース部の構造が実施の形態 1 の場合と異なっており、冷却フィン 21 のベース部は、それぞれ幅の異なる 3 つのベース部 21 a , 21 b , 21 c により構成されている。

【0032】

冷却フィン 21 は、3 つのベース部 21 a , 21 b , 21 c と、フィン部 21 d とを有し、絶縁シート 5 は、ベース部 21 c の上面に固着されている。各ベース部 21 a , 21 b , 21 c は、絶縁シート 5 から離れるにつれて幅が小さくなるように形成されている。すなわち、絶縁シート 5 から最も遠く離れた位置に形成されたベース部 21 a は、絶縁シート 5 から 2 番目に遠く離れた位置に形成されたベース部 21 b よりも幅が小さくなるように形成され、ベース部 21 b は、絶縁シート 5 から 3 番目に遠く離れた位置に形成されたベース部 21 c よりも幅が小さくなるように形成されている。また、ベース部 21 a の下面に下方に突出するフィン部 21 d が形成されている。ここで、ベース部 21 a とフィン部 21 d は、実施の形態 1 におけるベース部 6 a とフィン部 6 c と同じ構造である。

10

【0033】

IGBT チップ 2 と接合部材 3 とヒートスプレッド 4 と絶縁シート 5 は、エポキシ樹脂などのモールド樹脂 7 により封止されている。冷却フィン 21 は、ベース部 21 a と、ベース部 21 b の下面（ベース部 21 b におけるベース部 21 a が形成された面）のうちベース部 21 a が形成された領域を除く部分と、フィン部 21 d が外部に露出するように、モールド樹脂 7 により封止されている。このように構成されたパワー半導体モジュール 20 は、冷却水を流す水冷ジャケットに搭載され、水冷ジャケットからフィン部 21 d に冷却水が流される。

20

【0034】

以上のように、実施の形態 2 に係るパワー半導体モジュール 20 では、ベース部は、それぞれ幅の異なる 3 つのベース部 21 a , 21 b , 21 c により構成された。すなわち、ベース部 21 b の幅をベース部 21 c の幅よりも小さくなるように形成させて、ベース部の側面に段差を設けてモールド樹脂 7 によりトランスファーモールドされているため、ベース部 21 b 、ベース部 21 c およびモールド樹脂 7 の密着性が向上し、これらの界面での剥離を防止できる。

【0035】

< 実施の形態 3 >

30

次に、実施の形態 3 に係るパワー半導体モジュール 30 について説明する。図 6 は、実施の形態 3 に係るパワー半導体モジュール 30 の断面図であり、図 7 は、パワー半導体モジュール 30 の冷却フィン 31 の平面図であり、図 8 は、図 7 のVIII-VIII線断面図である。なお、実施の形態 3 において、実施の形態 1 , 2 で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

【0036】

実施の形態 3 に係るパワー半導体モジュール 30 では、冷却フィン 31 のベース部 31 b の構造が実施の形態 1 の場合と異なっている。冷却フィン 31 は、実施の形態 1 の場合と同様、2 つのベース部 31 a , 31 b とフィン部 31 c とを備えている。ここで、ベース部 31 a とフィン部 31 c は、実施の形態 1 におけるベース部 6 a とフィン部 6 c と同じ構造である。

40

【0037】

絶縁シート 5 は、ベース部 31 b の上面の一部（例えば中央部分）に固着されている。ベース部 31 b の上面の残部（例えば中央部分を除く部分）、すなわち、ベース部 31 b における絶縁シート 5 の外周側には、例えば複数のディンプル（凹み）32 が形成されている。図 8 に示すように、ディンプル 32 の断面形状は、開口側が矩形状に形成されるとともに、矩形状の下側が逆テーパ状（下方へ行く程外方に傾斜）に形成されている。

【0038】

以上のように、実施の形態 3 に係るパワー半導体モジュール 30 では、絶縁シート 5 は、絶縁シート 5 が接合されるベース部 31 b の上面の一部に固着され、ベース部 31 b の

50

上面の残部にディンプル 3 2 が形成されたため、モールド樹脂 7 がディンプル 3 2 内に入り込むことによるアンカー効果によって、ベース部 3 1 b とモールド樹脂 7 との密着性がさらに向上し、界面での剥離を防止できる。

【 0 0 3 9 】

なお、実施の形態 3 では、冷却フィン 3 1 が 2 つのベース部 3 1 a , 3 1 b を備えた場合について説明したが、3 つのベース部を備えた場合にもディンプルを形成可能である。この場合、絶縁シート 5 は、絶縁シート 5 が接合されるベース部の上面の一部に固着され、当該ベース部の上面の残部にディンプルが形成される。これにより、モールド樹脂 7 がディンプル内に入り込むことによるアンカー効果によって、ディンプルが形成されたベース部とモールド樹脂 7 との密着性がさらに向上し、これらの界面での剥離を防止できる。

10

【 0 0 4 0 】

< 実施の形態 4 >

次に、実施の形態 4 に係るパワー半導体モジュール 4 0 について説明する。図 9 は、実施の形態 4 に係るパワー半導体モジュール 4 0 の断面図であり、図 1 0 は、パワー半導体モジュール 4 0 の冷却フィン 4 1 の平面図であり、図 1 1 は、図 1 0 の XI-XI 線断面図である。なお、実施の形態 4 において、実施の形態 1 ~ 3 で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

【 0 0 4 1 】

実施の形態 4 に係るパワー半導体モジュール 4 0 では、冷却フィン 4 1 のベース部 4 1 b の構造が実施の形態 1 の場合と異なっている。冷却フィン 4 1 は、実施の形態 1 の場合と同様、2 つのベース部 4 1 a , 4 1 b とフィン部 4 1 c とを備えている。ここで、ベース部 4 1 a とフィン部 4 1 c は、実施の形態 1 におけるベース部 6 a とフィン部 6 c と同じ構造である。

20

【 0 0 4 2 】

絶縁シート 5 は、ベース部 4 1 b の上面の中央部分に固着されている。ベース部 4 1 b の絶縁シート 5 が固着された上面の中央部分を除く部分、すなわち、ベース部 4 1 b における絶縁シート 5 の外周側には、例えば複数の棒状の貫通穴 4 2 が形成されている。図 1 1 に示すように、貫通穴 4 2 の断面形状はテーパ状（下方へ行く程内方に傾斜）に形成されている。

【 0 0 4 3 】

以上のように、実施の形態 4 に係るパワー半導体モジュール 4 0 では、複数のベース部 4 1 a , 4 1 b のうち、絶縁シート 5 から最も遠く離れた位置に形成されたベース部 4 1 a を除いたベース部 4 1 b に貫通穴 4 2 が形成されたため、モールド樹脂 7 が貫通穴 4 2 に入り込むことによるアンカー効果によって、ベース部 4 1 b とモールド樹脂 7 との密着性が向上し、これらの界面での剥離を防止できる。

30

【 0 0 4 4 】

なお、実施の形態 4 では、冷却フィン 4 1 が 2 つのベース部 4 1 a , 4 1 b を備えた場合について説明したが、3 つのベース部を備えた場合にも貫通穴を形成可能である。この場合、絶縁シート 5 は、絶縁シート 5 が接合されるベース部に貫通穴が形成されるとともに、当該ベース部の下面に形成されたベース部における中央部分を除く部分に前記貫通穴と連通する貫通穴が形成される。これにより、モールド樹脂 7 が貫通穴内に入り込むことによるアンカー効果によって、貫通穴が形成されたベース部とモールド樹脂 7 との密着性がさらに向上し、これらの界面での剥離を防止できる。

40

【 0 0 4 5 】

< 実施の形態 5 >

次に、実施の形態 5 に係るパワー半導体モジュール 5 0 について説明する。図 1 2 は、実施の形態 5 に係るパワー半導体モジュール 5 0 の断面図であり、図 1 3 は、パワー半導体モジュール 5 0 の平面図である。なお、実施の形態 5 において、実施の形態 1 ~ 4 で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

【 0 0 4 6 】

50

実施の形態 5 に係るパワー半導体モジュール 5 0 では、冷却フィン 5 1 のベース部 5 1 b の構造が実施の形態 1 の場合と異なっている。冷却フィン 5 1 は、実施の形態 1 の場合と同様、2つのベース部 5 1 a , 5 1 b とフィン部 5 1 c とを備えている。ここで、ベース部 5 1 a とフィン部 5 1 c は、実施の形態 1 におけるベース部 6 a とフィン部 6 c と同じ構造である。

【 0 0 4 7 】

絶縁シート 5 は、ベース部 5 1 b の上面の中央部分に固着されている。ベース部 5 1 b の角部には円筒状の貫通穴 5 2 が形成されている。モールド樹脂 7 におけるベース部 5 1 b の角部に対応する位置には、貫通穴 5 2 と連通する貫通穴 5 3 が形成されており、貫通穴 5 3 および貫通穴 5 2 は、ボルト（図示省略）が挿入可能に形成されている。

10

【 0 0 4 8 】

以上のように、実施の形態 5 に係るパワー半導体モジュール 5 0 では、貫通穴 5 3 および貫通穴 5 2 にボルトを挿入して、パワー半導体モジュール 5 0 を水冷ジャケットに締結することが可能となる。

【 0 0 4 9 】

なお、実施の形態 5 では、冷却フィン 5 1 が 2 つのベース部 5 1 a , 5 1 b を備えた場合について説明したが、3つのベース部を備えた場合にも貫通穴を形成可能である。この場合、絶縁シート 5 が接合されるベース部と、当該ベース部の下面に形成されたベース部の角部に貫通穴が形成される。これにより、モールド樹脂 7 の貫通穴 5 3 とベース部の貫通穴にボルトを挿入して、パワー半導体モジュール 5 0 を水冷ジャケットに締結することが可能となる。

20

【 0 0 5 0 】

< 実施の形態 6 >

次に、実施の形態 6 に係るパワー半導体モジュール 6 0 について説明する。図 1 4 は、実施の形態 6 に係るパワー半導体モジュール 6 0 の断面図であり、図 1 5 は、パワー半導体モジュール 6 0 の下面図である。なお、実施の形態 6 において、実施の形態 1 ~ 5 で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

【 0 0 5 1 】

実施の形態 6 に係るパワー半導体モジュール 6 0 は、実施の形態 5 に係るパワー半導体モジュール 5 0 に対して、冷却フィン 6 1 のベース部 6 1 b に溝 6 3 を設けたものである。冷却フィン 6 1 は、実施の形態 5 の場合と同様、2つのベース部 6 1 a , 6 1 b とフィン部 6 1 c とを備え、ベース部 6 1 b には貫通穴 6 2 が形成されている。ここで、ベース部 6 1 a とフィン部 6 1 c と貫通穴 6 2 は、実施の形態 5 におけるベース部 5 1 a とフィン部 5 1 c と貫通穴 5 2 と同じ構造である。

30

【 0 0 5 2 】

絶縁シート 5 は、ベース部 6 1 b の上面の中央部分に固着されている。ベース部 6 1 b の下面の中央部分にはベース部 6 1 a が形成され、ベース部 6 1 b の下面においてベース部 6 1 a が形成された部分の外周部に、リングなどのシール部材（図示省略）を挿入可能な溝 6 3 が形成されている。

【 0 0 5 3 】

以上のように、実施の形態 6 に係るパワー半導体モジュール 6 0 では、絶縁シート 5 から 2 番目に遠く離れた位置に形成されたベース部 6 1 b において、絶縁シート 5 から最も遠く離れた位置に形成されたベース部 6 1 a が形成された部分の外周部に溝 6 3 が形成されたため、溝 6 3 にリングなどのシール部材を挿入することが可能になり、パワー半導体モジュール 6 0 を水冷ジャケットにボルトで締結することによって、冷却水の漏洩を防止できる。

40

【 0 0 5 4 】

なお、実施の形態 6 では、冷却フィン 6 1 が 2 つのベース部 6 1 a , 6 1 b を備えた場合について説明したが、3つのベース部を備えた場合にも溝を形成可能である。この場合、絶縁シート 5 と接するベース部の上面の中央部分に絶縁シート 5 が固着され、絶縁シ

50

ト5から2番目に遠く離れた位置に形成されたベース部において、絶縁シート5から最も遠く離れた位置に形成されたベース部が形成された部分の外周部に溝が形成される。これにより、溝にOリングなどのシール部材を挿入することが可能になり、パワー半導体モジュール60を水冷ジャケットにボルトで締結することによって、冷却水の漏洩を防止できる。

**【0055】****<実施の形態7>**

次に、実施の形態7について説明する。図16は、実施の形態7に係るパワー半導体モジュール50を水冷ジャケット70に搭載した状態を示す断面図であり、図17は、水冷ジャケット70の平面図であり、図18は、図17のXVIII-XVIII線断面図である。なお、実施の形態7において、実施の形態1～6で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

10

**【0056】**

実施の形態7は、実施の形態5に係るパワー半導体モジュール50を水冷ジャケット70に搭載する場合の実施の形態である。パワー半導体モジュール50は、実施の形態5の場合と同様であるため、ここでは水冷ジャケット70について説明する。

**【0057】**

水冷ジャケット70は箱状に形成され、水冷ジャケット70の上面には、冷却フィン51のフィン部51cを差し込み可能な、例えば矩形状の開口部71が形成され、開口部71の周縁部には、Oリングなどのシール部材が挿入可能な溝72が形成されている。開口部71は、水冷ジャケット70の内部空間と連通し、水冷ジャケット70の内部空間は、フィン部51cを収容可能であり、かつ、フィン部51cが差し込まれた状態で、冷却水が流れるようにフィン部51cの外形よりも大きな寸法に形成されている。

20

**【0058】**

フィン部51cが水冷ジャケット70の開口部71に差し込まれた状態で、ベース部51aの外周面が、開口部71の内周面に当接するように形成されている。また、ベース部51aの厚さは、開口部71の内周面の幅と略同じとなるように形成されている。水冷ジャケット70の角部にネジ穴部73が形成され、フィン部51cが水冷ジャケット70の開口部71に差し込まれた状態で、貫通穴53、貫通穴52およびネジ穴部73は連通している。

30

**【0059】**

溝72にOリングなどのシール部材を挿入し、ベース部51bにおいてベース部51aが形成された部分の周縁部と、水冷ジャケット70の開口部71の周縁部とを当接させた状態で、貫通穴53および貫通穴52を介してボルト(図示省略)をネジ穴部73に挿入し締結することで、パワー半導体モジュール50が水冷ジャケット70に搭載(固定)される。

**【0060】**

以上のように、実施の形態7では、フィン部51cは、水冷ジャケット70の開口部71に差し込み可能に形成され、フィン部51cが水冷ジャケット70の開口部71に差し込まれた状態で、絶縁シート5から2番目に遠く離れた位置に形成されたベース部51bにおいて、絶縁シート5から最も遠く離れた位置に形成されたベース部51aが形成された部分の周縁部と、水冷ジャケット70の開口部71の周縁部とを当接させて、パワー半導体モジュール50が水冷ジャケット70に搭載(固定)された。これにより、パワー半導体モジュール50を水冷ジャケット70に容易に搭載することができ、水冷ジャケット70に冷却水を流すことによって、パワー半導体モジュール50を冷却することができる。

40

**【0061】**

フィン部51cが水冷ジャケット70の開口部71に差し込まれた状態で、絶縁シート5から最も遠く離れた位置に形成されたベース部51aの外周面が、開口部71の内周面に当接し、ベース部51aの厚さは、開口部71の内周面の幅と略同じであるため、水冷

50

ジャケット70の内部空間を形成する内壁部の上面と、フィン部51cの基端とが略同じ高さ位置になる。このため、冷却水をフィン部51cの基端部まで効率的に流すことができ、冷却フィン51の冷却性能が向上させることができる。

【0062】

また、実施の形態7では、冷却フィン51が2つのベース部51a, 51bを備えた場合について説明したが、3つのベース部を備えた冷却フィン51を有するパワー半導体モジュールに対しても水冷ジャケット70を搭載可能である。

【0063】

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

10

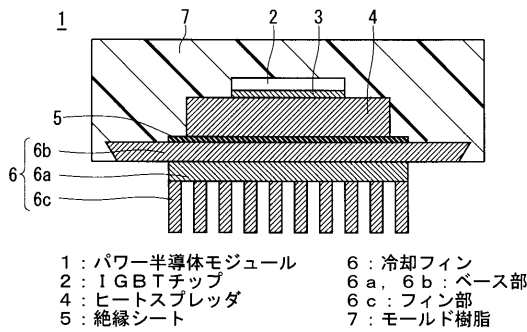
【符号の説明】

【0064】

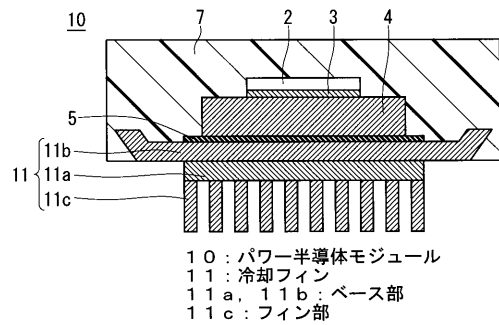
1 パワー半導体モジュール、2 IGBTチップ、4 ヒートスプレッタ、5 絶縁シート、6 冷却フィン、6a, 6b ベース部、6c フィン部、7 モールド樹脂、10 パワー半導体モジュール、11 冷却フィン、11a, 11b ベース部、11c フィン部、20 パワー半導体モジュール、21 冷却フィン、21a, 21b, 21c ベース部、21d フィン部、30 パワー半導体モジュール、31 冷却フィン、31a, 31b ベース部、31c フィン部、32 デンプル、40 パワー半導体モジュール、41 冷却フィン、41a, 41b ベース部、41c フィン部、42 貫通穴、50 パワー半導体モジュール、51 冷却フィン、51a, 51b ベース部、51c フィン部、52 貫通穴、60 パワー半導体モジュール、61 冷却フィン、61a, 61b ベース部、61c フィン部、62 貫通穴、63 溝、70 水冷ジャケット、71 開口部。

20

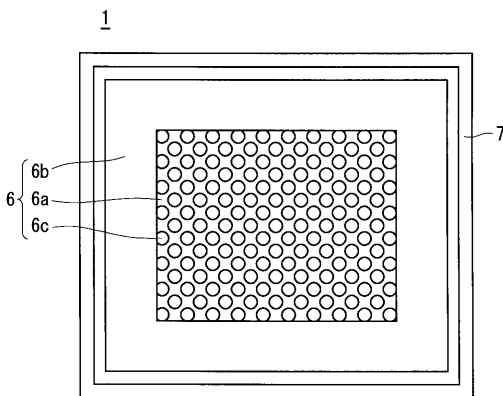
【図1】



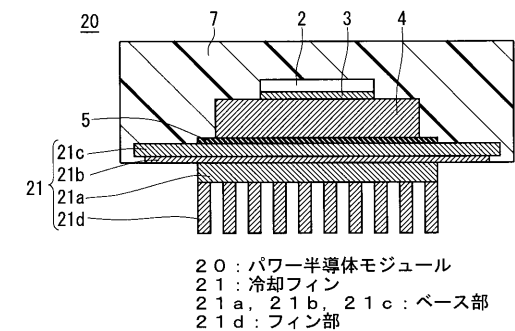
【図3】



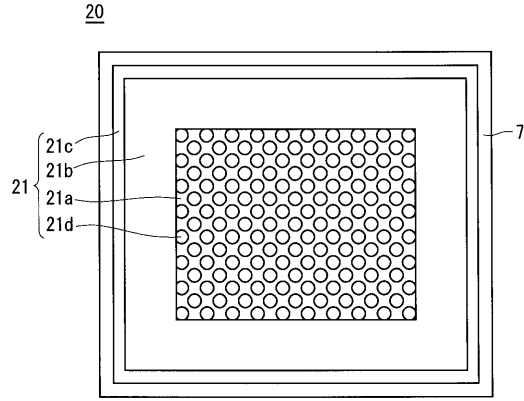
【図2】



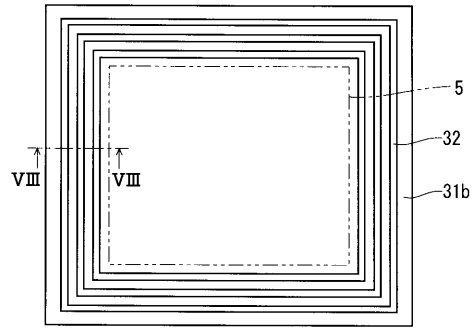
【図4】



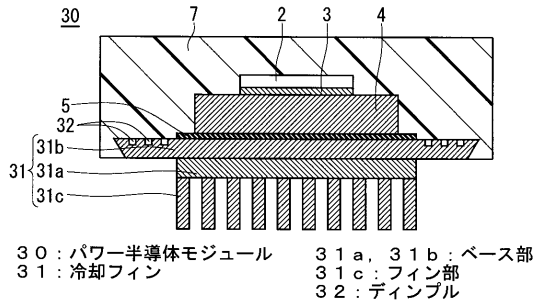
【図5】



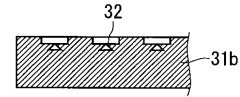
【図7】



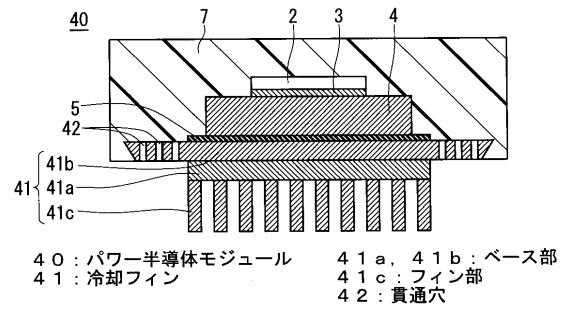
【図6】



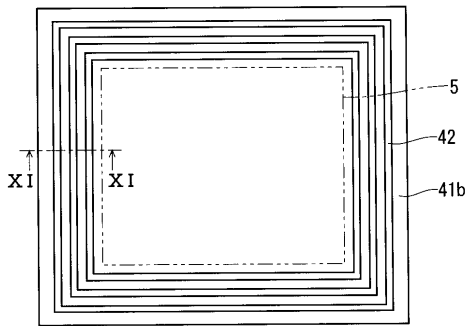
【図8】



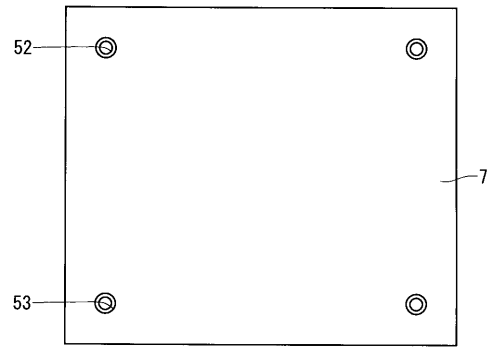
【図9】



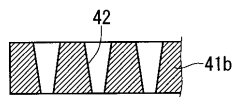
【図10】



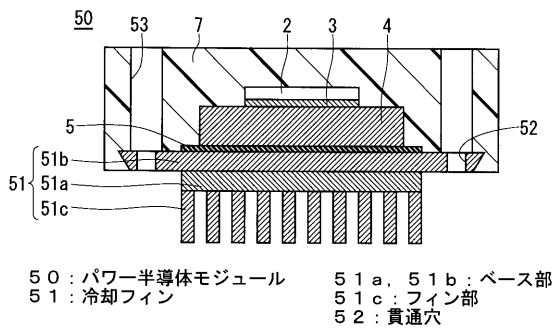
【図13】



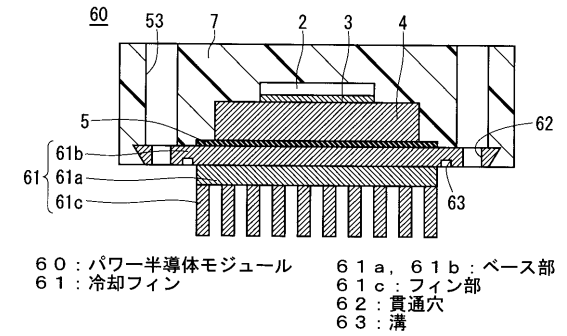
【図11】



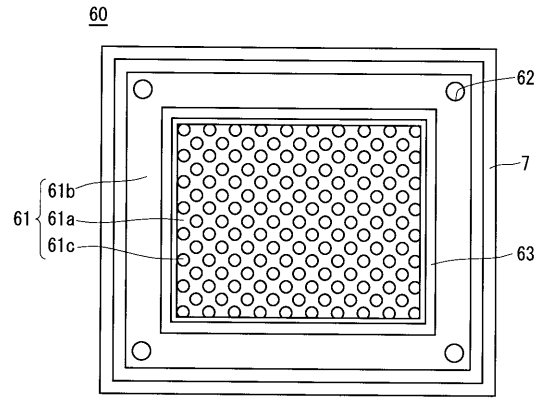
【図12】



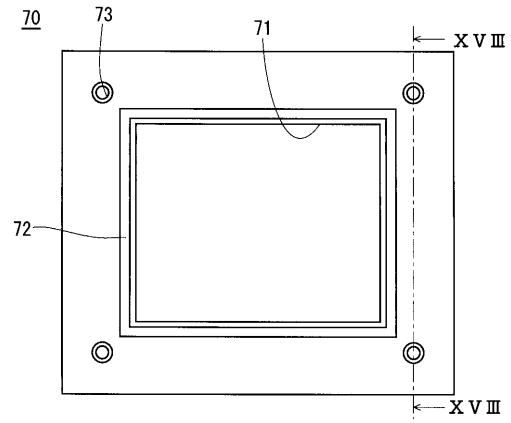
【図14】



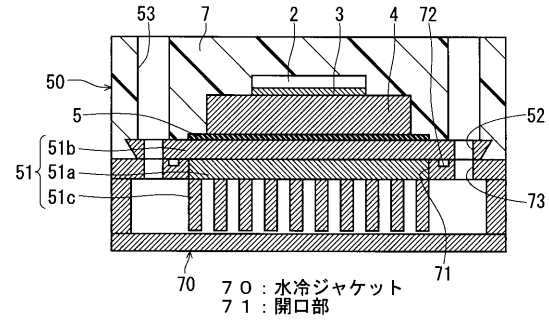
【図15】



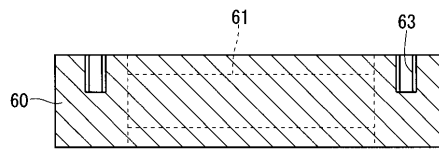
【図17】



【図16】



【図18】



---

フロントページの続き

(72)発明者 古賀 英浩  
東京都港区六本木6 - 10 - 1 株式会社シーテック内

審査官 下林 義明

(56)参考文献 国際公開第2012/029164(WO, A1)  
特開2006-222347(JP, A)  
特開平10-178151(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/56  
H01L 23/28 - 23/30  
H01L 23/34 - 23/46  
H01L 25/00 - 25/16