

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4569473号
(P4569473)

(45) 発行日 平成22年10月27日(2010.10.27)

(24) 登録日 平成22年8月20日(2010.8.20)

(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 1 L 23/36		A
HO 1 L 23/29	(2006.01)	HO 1 L 23/30		B
HO 1 L 23/31	(2006.01)			

請求項の数 1 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2006-18 (P2006-18)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成18年1月4日(2006.1.4)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2007-184315 (P2007-184315A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成19年7月19日(2007.7.19)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成20年6月2日(2008.6.2)		弁理士 井上 学
		(72) 発明者	丹波 昭浩
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社 日立製作所
			日立研究所内
		(72) 発明者	鈴木 和弘
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社 日立製作所
			日立研究所内
		審査官	酒井 英夫
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 樹脂封止型パワー半導体モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも電流をスイッチングするパワー半導体素子と、該パワー半導体素子が接着され、電気的に接続される回路パタン付絶縁基板と、該回路パタン付絶縁基板を接着する金属ベースとを備え、前記パワー半導体素子は、金属ワイヤ或いはリードフレームにより、前記回路パタン付絶縁基板の回路パタン或いは前記回路パタン付絶縁基板外に配置された端子に電気的に接続されるパワー半導体モジュールにおいて、

前記回路パタン付絶縁基板周囲近傍の前記金属ベース表面に、2列以上の溝或いは1本以上の突起が形成され、前記回路パタン付絶縁基板は、前記溝或いは突起とともに硬質樹脂で封止され、該封止領域は、前記金属ベースの最外周を直線的に結んだ領域の内側であり、かつ、前記封止領域外側の露出した金属ベースには、該金属ベースの取り付け穴が存在すると共に、前記硬質封止樹脂及び前記絶縁基板、パワー半導体素子、金属ベース等の被封止物の界面には、全領域に渡って前記封止樹脂よりも硬度が低いコーティング樹脂が介在され、該コーティング樹脂はポリアミド樹脂であり、線膨張係数、弾性係数は各々封止樹脂の2倍以上、1/5以下であり、厚さは10µm以下であるを特徴とするパワー半導体モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パワー半導体モジュール、特に、車載用途等の信頼性が高く、寿命が長いI

G B Tモジュールの構造に関する。

【背景技術】

【0002】

定格電流が百アンペア程度以上の大容量I G B Tモジュール等、大容量パワー半導体モジュールの封止形態は、パワー半導体チップ、絶縁基板、金属ベース他が接着され内蔵されている樹脂ケース中を、シリコンゲル等のソフトレジンで封止する構造が一般的である。これは、各種異種部材が接合されているため、歪や、応力が内在した構造体を、剛性の高い樹脂で封止すると、封止時に新たに大きな応力を発生させ、内蔵部材を破壊させる懸念があり、構造的に成立しにくいためである。

【0003】

一方、定格電流数十アンペア以下の低容量パワー半導体モジュールでは、非絶縁性ディスプレイパッケージに代表されるように、構造が比較的単純で、かつ小型であるため、ハードレジンであるエポキシ樹脂で封止しても、上述の大容量パワー半導体モジュールで生じた応力による問題が、発生しづらい。そのために、これらの低容量パワー半導体モジュールでは、エポキシ樹脂でトランスファモールドする構造が、採用されている。このようにトランスファモールドされたパッケージでは、内蔵された部材間の接合応力が分散・低減されることが知られている。

【0004】

特許文献1には、図12に断面模式図を示すような、トランスファモールドを大容量パワー半導体モジュールに適用したものが開示されている。特許文献1では、パッケージ1200の絶縁を、大容量品では一般的なセラミックス基板ではなく、応力発生が少ない柔らかい絶縁樹脂シート1204で実現し、熱伝導率が低い絶縁樹脂シート1204の欠点を解消するために、厚く、大きな銅製のヒートスプレッド1206を採用し、この上にパワー半導体チップ1202をはんだ1203で接着し、熱を大きく拡散させて伝熱面積を大きくして熱抵抗の低下を図っている。線膨張係数が大きく異なるSiと銅を接着する場合、接着はんだ層の応力が大きくなり、亀裂が発生がするが、特許文献1では全体をエポキシ樹脂1201で封止して、はんだ1203の応力・歪を分散、低減し、温度サイクルによるクラック防止を図っている。

【0005】

特許文献2には、パワー半導体モジュールの一箇所でも良好な熱的接触を実現するために、封止樹脂にボルト用貫通孔を備え、特別な取り付け治具を用いるものが開示されている。

【0006】

エポキシ樹脂で封止するパッケージは、上述したように、内蔵物の応力が分散・低減することが特徴である。しかしながら、この効果は、内蔵物と封止エポキシ樹脂の接着性が良好であって初めて達成される。しかしながら、エポキシ樹脂の接着性は十分ではないのが現状である。そこで、特許文献3では、エポキシ樹脂と内蔵物の界面にポリアミド樹脂をコーティングして接着性を確保している。

【0007】

【特許文献1】特開2004-165281号公報(図2と、(0056)段落から(0060)段落の記載。)

【特許文献2】特開2004-87552号公報(図1、図2と、(0008)段落から(0010)段落の記載。)

【特許文献3】特開2003-124406号公報(図1と、(0024)段落から(0025)段落の記載。)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

前記特許文献1に開示のパワーモジュールでは、パッケージの放熱器への取り付けが困難である。また、特許文献2に開示のパワーモジュールでは取り付けに特別な治具が必要

10

20

30

40

50

になるので、工数を含め実装コストが増大する。また、特許文献2の構造では、中央の取り付けボルト用貫通穴はパッケージに穴を穿って作られており、ボルトが封止樹脂を締結するので、樹脂のクリープによる締結力の経年劣化の懸念がある。

【0009】

また、特許文献3に開示のパワーモジュールでは、コーティング樹脂がエポキシ樹脂に比べて柔らかいため、接着性が改善される一方、エポキシ樹脂の応力分散・低減効果が減少する可能性がある。

【0010】

本発明の目的は、パワー半導体素子をトランスファモールド等によりエポキシ封止するモジュールで、モジュールのサイズを大型にすることなく、放熱ベースへの固定や配線部材の取り付けが容易で、内蔵部材とエポキシ樹脂の接着性を、エポキシ封止による部材の応力分散・低減を損なうことなく実現したパワー半導体モジュールを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明のパワー半導体モジュールは、上記目的を達成するために、少なくとも電流をスイッチングするパワー半導体素子と、該パワー半導体素子が接着され、電氣的に接続される回路パターン付絶縁基板と、該回路パターン付絶縁基板を接着する金属ベースとを備え、前記パワー半導体素子は、金属ワイヤ或いはリードフレームにより、前記回路パターン付絶縁基板の回路パターン或いは前記回路パターン付絶縁基板外に配置された端子に電氣的に接続されるパワー半導体モジュールにおいて、前記回路パターン付絶縁基板周囲近傍の前記金属ベース表面に、2列以上の溝或いは1本以上の突起が形成され、前記回路パターン付絶縁基板は、前記溝或いは突起とともに硬質樹脂で封止され、該封止領域は、前記金属ベースの最外周を直線的に結んだ領域の内側であり、かつ、前記封止領域外側の露出した金属ベースには、該金属ベースの取り付け穴が存在すると共に、前記硬質封止樹脂及び前記絶縁基板、パワー半導体素子、金属ベース等の被封止物の界面には、全領域に渡って前記封止樹脂よりも硬度が低いコーティング樹脂が介在され、該コーティング樹脂はポリアミド樹脂であり、線膨張係数、弾性係数は各々封止樹脂の2倍以上、1/5以下であり、厚さは10μm以下であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明のパワー半導体モジュールは放熱器との良好な熱的接触を実現した。さらに、本発明のパワー半導体モジュールは、エポキシ樹脂の内蔵物歪分散・低減効果を損なうことなく、モジュールの信頼性・寿命を大幅に向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明のIGBTモジュールは、従来技術のシリコングル封止に代えて、エポキシ樹脂でトランスファモールド封止し、長寿命と、高い信頼性とを実現できる構造とした。本発明のエポキシ樹脂でトランスファモールド封止したIGBTモジュールは、封止樹脂と部材の接着性改善を、部材の応力分散・低減効果を損なわないように実現し、かつ、モジュールサイズを大型化させずに、信頼性が高いモジュール取り付け手段である金属ベースをボルト締結する取り付けとした。以下、本発明の詳細を図面を用いながら説明する。

【実施例1】

【0014】

図1は、本実施例IGBTモジュールの断面模式図であり、図7は本実施例に使用される放熱ベースである銅ベースの平面模式図、図8は、図7中のモールド樹脂かしめ領域の断面模式図である。本実施例では、銅ベース109が、放熱フィン110を裏面に有するフィン付き銅ベースである。すなわち、本実施例のIGBTモジュールでは、放熱フィン110が付いた銅ベース109に直接冷却水が当てられることによりモジュールが冷却さ

れる。図11は、本実施例のモジュール長手方向の断面構造模式図である。

【0015】

本実施例のIGBTモジュール100の定格電圧/電流は、各々600V/400Aである。IGBTチップ104とこのIGBTチップ104の主電極に逆並列に接続したFree Wheeling Diodeチップ(FWDチップ105と以下略す。)は、シリコンの各2チップが並列で一枚の銅貼りの回路パターンが付いたAlN基板107に、はんだ106で接着されている。図1ではIGBT、FWD各々1チップの断面が示されている。銅貼りの回路パターンが付いたAlN基板107の部材厚さは、以下の通りである。表面回路パターン厚さ0.3mm、裏面銅板厚さ0.2mm、AlN厚さ0.635mmである。IGBTチップ104、FWDチップ105の厚さは0.35mmであり、はんだ106の厚さは0.1mmである。このはんだ106は、融点300程度の高融点はんだである。

10

【0016】

パワー半導体チップが搭載されたAlN基板107は、融点180程度の低融点のはんだ108で、銅ベース109にはんだ接着されている。このはんだ108の厚さは0.2mmである。銅ベース109の材質は無酸素銅であり、平板部厚さが3mmである。放熱フィン110の高さ、幅、間隔は各々8mm、1mm、1.5mmである。これらの寸法は、冷却水を通流した際の圧力損失を可能な限り低減し、かつ、冷却能力向上に配慮した構造となっている。銅貼りのAlN基板107の銅板、及び銅ベース109の表面は、いずれもニッケルメッキ処理されている。このニッケルメッキ層の厚さは、6μm程度であり、はんだ106、108による接着の信頼性を考慮してニッケルメッキ処理を実施している。銅ベース109には貫通穴112が設けられ、この貫通穴112にボルトなどを通して、IGBTモジュール100を図示していないヒートシンクへ取り付けられる。

20

【0017】

本実施例では、M6ボルトでの締結を想定しており、貫通穴112は6.6mmとしている。Siパワー半導体チップであるIGBTチップ104と、FWDチップ105とから主端子101への電氣的接続は、線径400μmのAlワイヤ103で実施され、本Alワイヤ103での接続、及び、銅ベース109へのAlN基板107へのはんだ接着が完了した構造で、トランスファモールドされる。

【0018】

図1の符号111が封止樹脂を示し、この領域がトランスファモールドされたエポキシ樹脂の領域である。封止樹脂111の高さである封止領域厚さ113は、7mmである。この高さは、Alワイヤ103が封止樹脂から露出せず、かつ十分な絶縁が確保できるような余裕がある高さにしてある。本実施例に用いたエポキシ樹脂の線膨張係数は16ppm程度で、弾性係数Eは、16GPa程度である。本実施例のパワーモジュールでは、このような物性にしたので、モジュール底面の反りを0.1mm程度以下にできた。この理由は、封止樹脂111であるエポキシ樹脂の線膨張係数が銅ベースの線膨張係数とほぼ一致しているためである。

30

【0019】

本実施例の特徴は、トランスファモールドした封止樹脂111と銅ベース109のかしめ用溝102、及び、外部接続用の主端子101である。まず、かしめ用溝102を配置したかしめ領域について、図7と図8を使用して説明する。トランスファモールドは、高圧力下でエポキシ樹脂を注入硬化させるため、大気圧下で樹脂を滴下させた後に硬化させる、いわゆるポッティング法と比べ、接着性が向上すると考えている。しかしながら、ニッケルメッキとエポキシ樹脂の接着性が悪いことが知られている。そこで、本実施例では、ニッケルメッキされた部材である、銅貼りのAlN基板107と銅ベース109とエポキシ樹脂との接着性を確保することは極めて重要である。また、AlN基板107を接着するはんだ108は、本実施例のIGBTモジュール100の熱疲労耐量を決定する部材であり、はんだ108と周囲の樹脂との接着性に対してもっとも配慮しなければならない。そこで、本実施例のIGBTモジュールでは、封止樹脂111であるエポキシ樹脂と銅ベース109のかしめ領域のかしめ用溝102をAlN基板107の極近傍に配置してい

40

50

る。

【0020】

図7に示すように、2列のかしめ用溝701間の突起702を、封止樹脂111のエポキシ樹脂は成形硬化過程で、自身の収縮により強く圧縮し、かしめる。また、図7中、20箇所設けられたかしめ用逆テーパ領域703は、このかしめ力をより強固にするための領域である。断面を図8に示す。かしめ用逆テーパ領域703は、2本の溝を製造した後に、プレスにより、溝の一部をつぶして、図8示したように逆テーパ構造を形成して、封止樹脂の剥離を防止できる構造になっている。本実施例ではこのような構造になっているので、封止領域が銅ベース109の内側上面のみにもかかわらず、良好な接着性を確保できる。このため、モジュール取り付けボルト用の貫通穴112を封止領域の外側に、モジュールサイズを大きくする事なく配置することが可能となった。

10

【0021】

次に、本実施例の端子構造を説明する。従来技術のトランスファモールドによるモジュール構造は、図12に示すように、エポキシ樹脂1201の側面から主端子1207、制御端子1208を取り出す形状である。この形状をそのまま本実施例のモジュールに採用すると、銅ベース109の外側に主端子や、制御端子が横に張り出し、大型化は避けられない。そこで本実施例では、図1に示すように主端子101を銅ブロックとし、AlN基板107上にはんだ等で接着する構造とした。主端子101の銅ブロックの材質は無酸素銅であり、表面は厚さ6 μ m程度のニッケルメッキが形成されている。このような構造とすることで、図示していないが、トランスファモールド成型時に上型で主端子101上面を固定する事ができ、封止領域上面に主端子101表面を露出させる事ができる。本実施例のような構造では、成型時の金型プレス圧力は、主端子101である銅ブロックを介してAlN基板107等の部材に印加されるため、主端子101の銅ブロックを予め高温で焼きなまして、降伏応力を50MPa程度以下にしておき、金型で押さえた時の部材破損の懸念をなくしている。本実施例の構造で、封止領域上面に露出した主端子101と外部配線との接続は、はんだ接着、あるいは、専用の固定治具等を使用する。

20

【0022】

本実施例では、モジュール中の絶縁基板はAlN基板107であったがこれだけには限らず、セラミックスの材質は、アルミナ、SiN等であってもよい。特に、高い熱伝導率と高い強度を兼ね備えた銅貼りSiN基板は、本実施例のパワー半導体モジュールに適したセラミックス基板である。また、本実施例ではIGBTモジュールの金属ベースとして、一般的な銅ベースを用いたが、軽量化を考慮して、アルミをベース材として使用してもよい。アルミをベース材として使用する場合は、セラミックス基板の材質はアルミナが好ましい。この理由は、アルミとAlNあるいはSiNとでは線膨張係数の差が大きすぎ、パワーモジュールの製造過程での反りが許容量(例えば0.2mm)を超えたり、あるいは、セラミックス基板に割れを生じる可能性があるためである。そこで、AlN、SiNとくらべて線膨張係数の大きなアルミナ基板とを用いることで、この不具合を回避できる。この場合、封止エポキシ樹脂の線膨張係数をアルミと合わせる事が望まれ、封止エポキシ樹脂の線膨張係数を23ppm程度とすることが望ましい。

30

【0023】

本実施例のIGBTモジュールのフィン長手方向構造を図11に示す。図11のIGBTモジュール1100は、三相モジュールであって、図11では、IGBTチップ、Alワイヤ、はんだ層等を省略し、銅貼りのAlN基板1103、フィン付きの銅ベース1101、封止樹脂1102を示した。図11に示すIGBTモジュールは、1アームを1基板に搭載した構成であり、計6枚のAlN基板1103から構成されている。1相分、即ち2枚のAlN基板1103を1つの封止樹脂1102で封止しており、各封止樹脂1102毎に、銅ベース1101上に樹脂かしめ領域1105を設けている。

40

【0024】

1枚のAlN基板1103毎に樹脂封止すると、この樹脂かしめ領域1105を含め、モジュール全体が大型化してしまう。逆に、例えば全体を一つの封止領域とすると、封止

50

領域が大きすぎて、モールド時の樹脂ボイド、未封止領域発生の懸念がある。また、例えばモールドが問題なくできたとしても、封止樹脂と部材界面の熱応力が大きくなり、界面剥離、他の問題が顕在化する恐れがある。放熱フィン1104は、1相分ごとに区切られており、銅ベース1101の剛性増大を低減し、同時に製造時に、金型で銅ベース1101を固定可能とし、封止領域を分割可能としている。

【実施例2】

【0025】

本実施例のパワー半導体モジュールを図2に示す。本実施例は、図2に示すように、実施例1の封止樹脂のかしめ用溝102に加えて、封止樹脂の接着手段を追加した。本実施例のIGBTモジュール200の定格電圧/電流、内蔵基板構成、銅ベース109等は実施例1と同一であり、トランスファモールドに使用したエポキシ樹脂も実施例1と同一である。

10

【0026】

本実施例では、封止エポキシ樹脂と部材の接着向上を実現するコーティング層201を設けたことが実施例1とは異なる。コーティング層201の材質は、ポリアミド樹脂であって、このポリアミド樹脂は、エポキシ樹脂、及び、シリコンチップやアルミボンディングワイヤや銅貼りAlN基板などの内蔵各部材と良く接着することを確認している。コーティング層201の代表物性である線膨張係数は50ppm、弾性係数Eは2.6GPa程度である。即ち、実施例1に示した封止樹脂111の物性と、比べるとコーティング層201が大幅に柔らかい事が分かる。エポキシ樹脂封止のメリットは前述したように、硬いエポキシ樹脂で封止して、内蔵物の応力・歪を分散・低減し、長寿命にできることである。従って、本実施例において、接着性を改善するために導入したコーティング層201は、単に柔らかいだけではエポキシ樹脂封止応力・歪を分散・低減する効果を損なう懸念がある。

20

【0027】

そこで、本実施例では、コーティング層201の厚さを可能な限り薄くした。コーティング層201は接着性も確保するため、できるだけ均一に塗布する必要があるので、その厚さを概略10 μ mとしている。このような厚さに塗布することで、例えば、AlN基板107に接着するはんだ108の層を常温(20)から125まで昇温した場合に生じる歪は、コーティング層201がない場合と同等であることを、応力解析で確認した。即ち、シリコングル封止を、エポキシ樹脂封止に変えることにより、はんだ歪は半減し、この効果は、厚さ10 μ mのコーティング層201が存在しても変わらなかった。

30

【0028】

一方、コーティング層201の厚さが0.1mm(100 μ m)程度になると、はんだ歪を低減する効果が1/2程度から、3/4程度になった。従って、単にコーティング層201を設けただけでは、エポキシ樹脂で封止する歪の低減が、必ずしも十分ではないので、コーティング層201の厚さを10 μ m程度にして塗布することが重要である。本実施例IGBTモジュールはコーティング層201を備えているので、-40~室温(20)~125~室温(20)、2時間/サイクルの条件で3000サイクルの試験を実施しても、界面には剥離が見られなかった。

40

【実施例3】

【0029】

本実施例のIGBTモジュールの断面構造の模式図を図3に、外部主配線を接続した断面模式図を図5に示す。本実施例のIGBTモジュール300では、ネジ穴が付いた円筒形の主端子301に特徴がある。その他の部材構成、寸法、材質は図1に示した実施例1と同じである。主端子301は、材質が無酸素銅であり、その表面がニッケルメッキ処理されている。本実施例では主端子301に、M5ボルト用のネジ穴を内部に設けてあり、このネジ穴が封止樹脂302の上面に露出している。図5に示すように、PNバスバー500がM5ボルトの取り付けボルト501で、出力配線502が同じくM5ボルトの取り付けボルト501で主端子301に接続されている。

50

【 0 0 3 0 】

また、外部配線との接触抵抗をできるだけ低減させるために、主端子 3 0 1 の外部配線との接触部は、外径 1 5 mm と、それ以外の接続端子の外径 9 mm に比べて大きくなっている。また、部材の破損を防止するために、実施例 1、実施例 2 と同様に主端子 3 0 1 を焼鈍してある。さらに、主端子 3 0 1 の封止樹脂 3 0 2 との接触面は、樹脂との密着を強固にするため、網目型の凹凸（ローレット処理）が設けてある。このようにローレット処理を施したので、この種のボルト締め標準的な締め付けトルクである、2.45 N・m のトルクを印加しても、封止樹脂 3 0 2 から主端子 3 0 1 が剥離する等の問題は全く発生しなかった。このように、本実施例の I G B T モジュールは実装性が優れている。

【 実施例 4 】

10

【 0 0 3 1 】

本実施例のパワー半導体モジュールの断面構造の模式図を図 4 に、制御基板を接続した断面模式図を図 6 に示す。本実施例は、制御端子の接続に特徴がある。図 4 に示す I G B T モジュール 4 0 0 は、I G B T チップ 4 0 4 のゲートワイヤ 4 0 2 が、ボンディングされて回路パタンに接続し、制御端子 4 0 1 が回路パタンにはんだ等で接着されている。図 4 に示す制御端子 4 0 1 は、電気的な接触を高い信頼性で実現するメスコネクタになっている。制御端子 4 0 1 の上面が封止樹脂 4 0 5 に露出されている点は実施例 3 と同様である。図 6 は、I G B T モジュール 4 0 0 を制御する制御基板 6 0 1 に設けたピンタイプの信号端子 6 0 0 を I G B T モジュール 4 0 0 のメスコネクタになっている制御端子 4 0 1 に実装した断面模式図である。図 6 の信号端子 6 0 0 のピンは 1 mm 角である。制御基板 6 0 1 の固定手段は特に図示していないが、I G B T モジュール 4 0 0 と一体で固定されているので、振動等による接続信頼性の劣化は問題にならない。

20

【 実施例 5 】

【 0 0 3 2 】

本実施例は、放熱板 / セラミックス一体構造を実現した実施例である。本実施例の I G B T モジュール 9 0 0 の断面構造の模式図を図 9 に示す。図 9 で、符号 9 0 1 は回路パタン、9 0 2 はセラミックス層、9 0 3 は銅ベース、9 0 4 は基板、9 0 5 は放熱フィンである。

【 0 0 3 3 】

封止樹脂を従来技術の柔らかいシリコーンゲルから硬いエポキシ樹脂へと替えることは、実施例 1 や実施例 2 で説明したように、内蔵部品の歪分散、低減を実現し、長寿命化できる。本実施例では、エポキシ樹脂が硬質樹脂であるという特性そのものを活かした。従来技術で、銅ベースとセラミックス基板との一体構造が実現できなかったのは、銅ベースが通常 3 mm 以上と厚く、ロー付け等の手段で銅ベースにセラミックス基板を接着すると、反りが激しく、最悪の場合、セラミックス基板の破壊をもたらす可能性があるためであった。一方、セラミックス基板を、例えば 1 mm 程度以下と薄くすると、反りは低減し、セラミックス基板の破壊の懸念は低減するが、従来技術の柔らかいシリコーンゲル封止ではモジュールの強度に問題が残るので、モジュールを放熱フィンなどに取り付けることが困難であった。

30

【 0 0 3 4 】

40

しかし、本実施例では、硬いエポキシ樹脂で封止して、この問題を解決した。本実施例では銅ベース 9 0 3 の厚さは 1 mm、回路パタン 9 0 1 厚さは 1.2 mm である。セラミックス層 9 0 2 の材質は S i N であり、その厚さは 0.6 mm である。表裏面の銅板厚さは、基板 9 0 4 が反らないように配慮して決めた。セラミックスとして S i N を選択した理由は、S i N が A l N に比べて、高強度であり、銅ベースとセラミックスを一体にした基板 9 0 4 を、ロー付けで製造する際の応力に耐えることができるためである。本実施例の放熱フィン 9 0 5 の形状は、実施例 1 から実施例 4 で説明したものと同一である。

【 0 0 3 5 】

本実施例のモジュールの場合、I G B T チップ 1 0 4、F W D チップ 1 0 5 からの発熱が、グリースを介して放熱器に銅ベースを固着したモジュールの場合のように、銅ベース

50

中で横方向への熱が広がるのではなく、銅ベースの厚さ方向に熱が流れる。従って、本実施例のパワーモジュールのような薄い銅ベース 903 では、熱が多く流れて来る放熱フィン 905 側を、直接水冷する直接水冷型モジュール構造が適している。本実施例の IGBT モジュール 900 の寿命を支配する部分は、Al ワイヤ 103 の接合部、及びはんだ 106 の接合部のみである。本実施例の IGBT モジュールでは、エポキシ樹脂によって歪を分散しているので、飛躍的に長い寿命を実現できる。

【実施例 6】

【0036】

本実施例の IGBT モジュール 1000 の断面構造を図 10 に模式図で示す。本実施例では、端子を樹脂でモールドした主端子ブロック 1001 と、制御端子ブロック 1004 とを備えている。これらの端子ブロックは、銅ベース 1005 上に固着され、封止部材と一緒にトランスファモールドされる。封止される際、封止樹脂 1010 上面に露出され、外部配線と接続される点は、実施例 1 から実施例 5 と同様である。また、封止樹脂と銅ベースとのかしめ領域 1009 は、図 10 に示すように、端子ブロック近傍の外側に配置される。端子をモールドする樹脂は、PPS 樹脂（ポリフェニレンスルフェート樹脂）である。主端子ブロック 1001 と、制御端子ブロック 1004 とには、Al ワイヤ 1002、1003 の接続用パッドが露出しており、Al ワイヤ 1002、1003 によって内部回路と接続される。主端子ブロック 1001 は配線をボルト接続するためのナット 1007 と、ボルト逃げ用空隙 1008 を有しており、制御端子ブロック 1004 の制御ピン接続部の形状は、実施例 4 で説明した制御端子 401 と同一である。本実施例の IGBT モジュールでは、以上説明した構造で、AlN 基板 1006 の大きさを小さくでき、はんだ 1011 の寿命を長くできるとともに、モジュールのコストも低くできる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図 1】実施例 1 のパワー半導体モジュールの断面模式図である。

【図 2】実施例 2 のパワー半導体モジュールの断面模式図である。

【図 3】実施例 3 のパワー半導体モジュールの断面模式図である。

【図 4】実施例 4 のパワー半導体モジュールの一部断面の模式図である。

【図 5】実施例 3 のパワー半導体モジュールに外部配線を実装した説明図である。

【図 6】実施例 4 のパワー半導体モジュールに制御基板を接続した説明図である。

【図 7】実施例 1 のパワー半導体モジュールの金属ベースの平面模式図である。

【図 8】図 7 のかしめ領域の部分拡大図である。

【図 9】実施例 5 のパワー半導体モジュールの断面模式図である。

【図 10】実施例 6 のパワー半導体モジュールの断面模式図である。

【図 11】実施例 1 のパワー半導体モジュールのフィン長手方向の断面模式図である。

【図 12】従来技術のエポキシ樹脂封止型 IGBT モジュールの断面構造模式図である。

【符号の説明】

【0038】

100、200、300、400、900、1000、1100... IGBT モジュール、101、301、1207... 主端子、102、701... かしめ用溝、103、1002、1003、1209... Al ワイヤ、104、404... IGBT チップ、105... FWD チップ、106、108、1011、1203... はんだ、107、1006、1103... AlN 基板、109、903、1005、1101... 銅ベース、110、905、1104... 放熱フィン、111、302、405、1010、1102... 封止樹脂、112... 貫通穴、113... 封止領域厚さ、201... コーティング層、401、1208... 制御端子、402... ゲートワイヤ、403... エミッタワイヤ、500... PN バスバー、501... 取り付けボルト、502... 出力配線、600... 信号端子、601... 制御基板、702... 突起、703... かしめ用逆テーパ領域、901... 回路パタン、902... セラミック層、904... 基板、1001... 主端子ブロック、1004... 制御端子ブロック、1007... ナット、1008... ボルト逃げ用空隙、1009... かしめ領域、1105... 樹脂かしめ領域、12

10

20

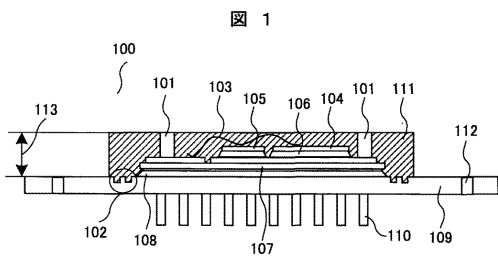
30

40

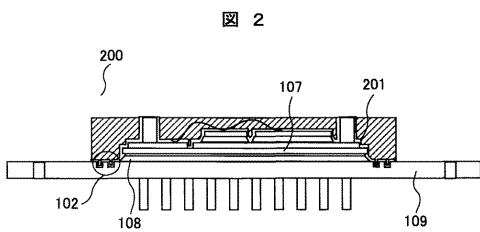
50

00...パッケージ、1201...エポキシ樹脂、1202...パワー半導体チップ、1204...絶縁樹脂シート、1205...絶縁樹脂シート保護用銅箔、1206...ヒートスプレッド

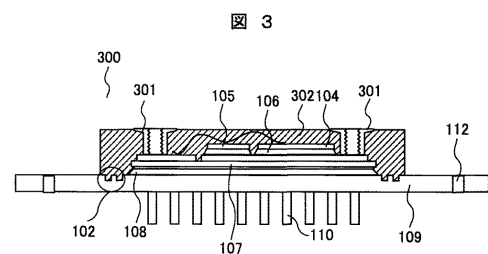
【図1】



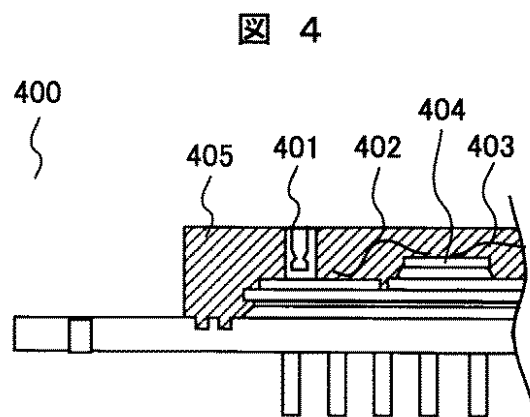
【図2】



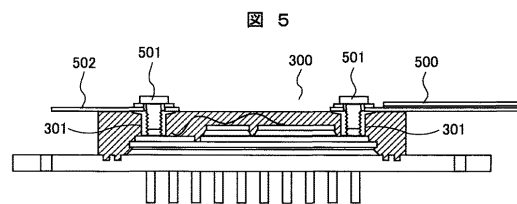
【図3】



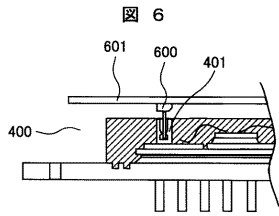
【図4】



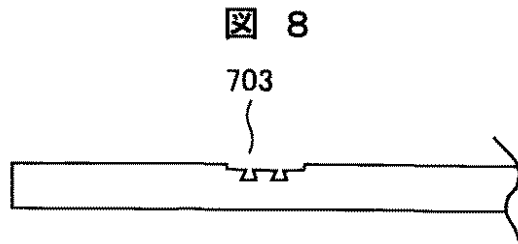
【図5】



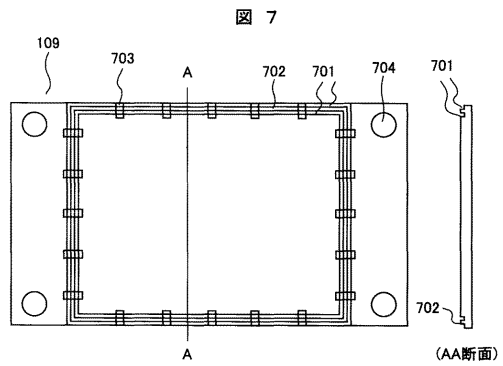
【 図 6 】



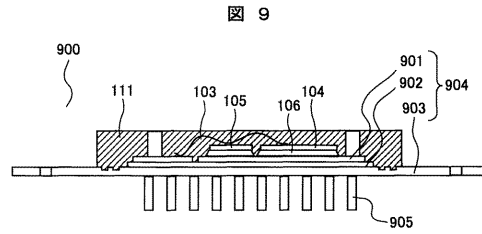
【 図 8 】



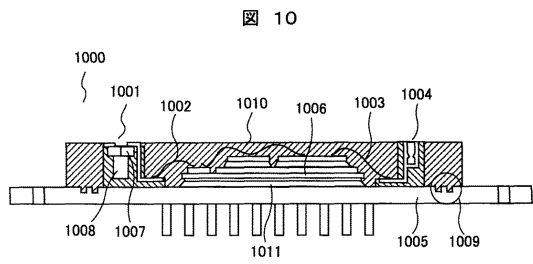
【 図 7 】



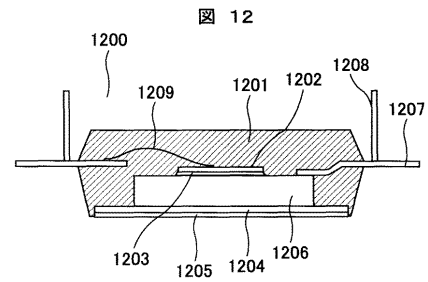
【 図 9 】



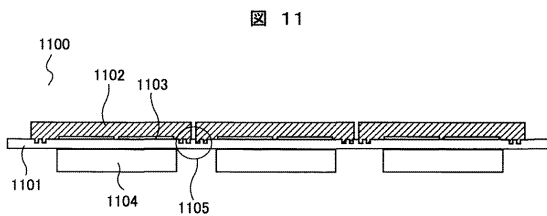
【 図 10 】



【 図 12 】



【 図 11 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09 - 283681 (JP, A)
特開2003 - 124406 (JP, A)
特開2005 - 191178 (JP, A)
特開2004 - 349324 (JP, A)
特開2004 - 228286 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 25/00 - 25/18, 23/31, 23/36 - 23/473