

(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2014-99547

(P2014-99547A)

(43) 公開日 平成26年5月29日(2014.5.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 25/07 (2006.01)	H O 1 L 25/04 C	5 F O 4 4
H O 1 L 25/18 (2006.01)	H O 1 L 21/60 3 O 1 A	
H O 1 L 21/60 (2006.01)	H O 1 L 23/48 G	
H O 1 L 23/48 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-251225 (P2012-251225)	(71) 出願人	000006013
(22) 出願日	平成24年11月15日 (2012.11.15)		三菱電機株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
		(74) 代理人	110001195
			特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	白水 政孝
			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	商 明
			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
		Fターム(参考)	5F044 AA01 AA12 FF04 FF05

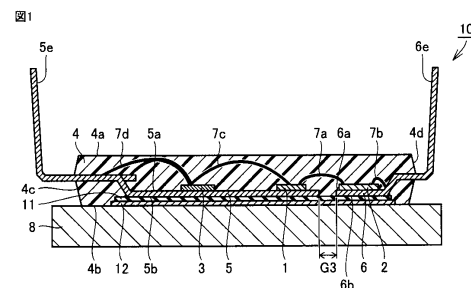
(54) 【発明の名称】 電力半導体モジュールおよびその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】ワイヤのループ安定化を図ることによりワイヤの断線や短絡を抑制可能な電力半導体装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】電力半導体モジュール10は、第1のフレーム部5と、電力半導体素子1と、第2のフレーム部6と、制御用集積回路2と、ワイヤ7aと、絶縁体部4とを有している。電力半導体素子1は、第1のフレーム部5の第1の表面5aに搭載されている。制御用集積回路2は、第2のフレーム部6の第3の表面6aに搭載され、かつ電力半導体素子1を制御するためのものである。ワイヤ7aは、一端が電力半導体素子1に接続され、かつ他端が制御用集積回路2に接続されている。第1のフレーム部5の第1の表面5aに垂直な方向において、第1のフレーム部5の第1の表面5aと第2のフレーム部6の第3の表面6aとが同じ高さに位置している。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

互いに対向する第 1 の表面および第 2 の表面を有する第 1 のフレーム部と、  
前記第 1 のフレーム部の前記第 1 の表面に搭載された電力半導体素子と、  
互いに対向する第 3 の表面および第 4 の表面を有する第 2 のフレーム部と、  
前記第 2 のフレーム部の前記第 3 の表面に搭載され、かつ前記電力半導体素子を制御するための制御用集積回路と、

一端および他端を有し、前記一端が前記電力半導体素子に接続され、かつ前記他端が前記制御用集積回路に接続されたワイヤと、

前記電力半導体素子、前記第 1 のフレーム部、前記制御用集積回路、前記第 2 のフレーム部および前記ワイヤを封止する絶縁体部とを備え、

前記第 1 のフレーム部の前記第 1 の表面に垂直な方向において、前記第 1 のフレーム部の前記第 1 の表面と前記第 2 のフレーム部の前記第 3 の表面とが同じ高さに位置している、電力半導体モジュール。

10

## 【請求項 2】

前記第 1 のフレーム部の前記第 2 の表面および前記第 2 のフレーム部の前記第 4 の表面に接する絶縁シートをさらに備えた、請求項 1 に記載の電力半導体モジュール。

## 【請求項 3】

前記第 1 のフレーム部の前記第 2 の表面と接するブロック部をさらに備えた、請求項 1 に記載の電力半導体モジュール。

20

## 【請求項 4】

前記ブロック部の材料は銅を含む、請求項 3 に記載の電力半導体モジュール。

## 【請求項 5】

前記ブロック部の材料はセラミックを含む、請求項 3 に記載の電力半導体モジュール。

## 【請求項 6】

前記第 1 のフレーム部および前記第 2 のフレーム部の少なくとも一方は、前記第 1 の表面と対面する側に位置する前記絶縁体部の面から前記絶縁体部の外部に出る、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電力半導体モジュール。

## 【請求項 7】

前記第 1 のフレーム部および前記第 2 のフレーム部の少なくとも一方は、前記絶縁体部から前記外部に露出した位置にコネクタピンを有している、請求項 6 に記載の電力半導体モジュール。

30

## 【請求項 8】

前記ワイヤの材質はアルミニウムを含む、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の電力半導体モジュール。

## 【請求項 9】

互いに対向する第 1 の表面および第 2 の表面を有する第 1 のフレーム部と、  
前記第 1 のフレーム部の前記第 1 の表面に搭載された電力半導体素子と、  
互いに対向する第 3 の表面および第 4 の表面を有する第 2 のフレーム部と、  
前記第 2 のフレーム部の前記第 3 の表面に搭載され、かつ前記電力半導体素子を制御するための制御用集積回路と、

40

一端および他端を有し、前記一端が前記電力半導体素子に接続され、かつ前記他端が前記制御用集積回路に接続されたワイヤと、

前記電力半導体素子、前記第 1 のフレーム部、前記制御用集積回路、前記第 2 のフレーム部および前記ワイヤを封止する絶縁体部とを備え、

前記第 2 のフレーム部は、前記絶縁体部の内部において前記第 1 の表面に対して交差する方向に折れ曲がっている、電力半導体モジュール。

## 【請求項 10】

第 1 の端面を有する第 1 のフレーム部と、前記第 1 の端面と隙間をあけて向かい合う第 2 の端面を有する第 2 のフレーム部と、前記第 1 のフレーム部および前記第 2 のフレーム

50

部の双方の側部に間隔をあけて配置され、かつ前記第 1 のフレーム部と前記第 2 のフレーム部とをつなぐ第 3 のフレーム部とを有するフレームを準備する工程と、

前記第 3 のフレーム部に対して前記第 1 のフレーム部および前記第 2 のフレーム部を前記第 3 のフレーム部の表面に交差する方向に折り曲げるとともに、前記第 1 の端面および前記第 2 の端面が向かい合う方向に前記第 3 のフレーム部を縮ませる工程と、

前記第 1 のフレーム部に電力半導体素子を搭載する工程と、

前記第 2 のフレーム部に前記電力半導体素子を制御するための制御用集積回路を搭載する工程と、

一端および他端を有するワイヤによって、前記一端を前記電力半導体素子に接続し、かつ前記他端を前記制御用集積回路に接続する工程とを備えた、電力半導体モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力半導体モジュールおよびその製造方法に関し、特に、電力半導体素子と制御用集積回路とを接続するワイヤを有する電力半導体モジュールおよびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、たとえば I G B T ( I n s u l a t e d G a t e B i p o l a r T r a n s i s i t o r ) などの電力半導体素子と、当該電力半導体素子を制御する制御用集積回路とがワイヤにより接続された電力半導体モジュールが知られている。たとえば、特開 2005-150595 号公報 ( 特許文献 1 ) によれば、パワーチップと制御チップとが金を主成分とするワイヤで接続された電力半導体装置が開示されている。当該電力半導体装置によれば、パワーチップの放熱性と端子の絶縁性能とを両立するため、パワーチップが搭載されているフレームをパッケージの外周部に位置している絶縁シートに接触させ、かつ制御チップが搭載されているフレームはパッケージの中央部に位置している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005-150595 号公報

【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、上記の構成の電力半導体装置によれば、電力半導体素子と制御用集積回路との間に高い段差があるので、電力半導体素子と制御用集積回路とを接続するワイヤの端部に強い応力がかかるためワイヤの断線や短絡が発生することがあった。

【0005】

本発明は、上記のような課題に鑑みてなされたものであり、ワイヤの端部にかかる応力を緩和してワイヤのループ安定化を図ることによりワイヤの断線や短絡を抑制可能な電力半導体装置およびその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る電力半導体モジュールは、第 1 のフレーム部と、電力半導体素子と、第 2 のフレーム部と、制御用集積回路と、ワイヤと、絶縁体部とを有している。第 1 のフレーム部は、互いに対向する第 1 の表面および第 2 の表面を有する。電力半導体素子は、第 1 のフレーム部の第 1 の表面に搭載されている。第 2 のフレーム部は、互いに対向する第 3 の表面および第 4 の表面を有する。制御用集積回路は、第 2 のフレーム部の第 3 の表面に搭載され、かつ電力半導体素子を制御するためのものである。ワイヤは、一端および他端を有し、一端が電力半導体素子に接続され、かつ他端が制御用集積回路に接続されている

10

20

30

40

50

。絶縁体部は、電力半導体素子、第１のフレーム部、制御用集積回路、第２のフレーム部およびワイヤを封止する。第１のフレーム部の第１の表面に垂直な方向において、第１のフレーム部の第１の表面と第２のフレーム部の第３の表面とが同じ高さに位置している。ここで、同じ高さとは、第１の表面に垂直な方向において、第１の表面と第２の表面との距離が０．１mm以下であることを意味する。

【発明の効果】

【０００７】

本発明によれば、ワイヤの端部にかかる応力を緩和してワイヤのループ安定化を図ることによりワイヤの断線や短絡を抑制可能な電力半導体装置およびその製造方法を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】本発明の実施の形態１に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための断面模式図である。

【図２】本発明の実施の形態１に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための平面模式図である。

【図３】本発明の実施の形態２に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための断面模式図である。

【図４】本発明の実施の形態３に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための断面模式図である。

20

【図５】本発明の実施の形態２および実施の形態３に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための平面模式図である。

【図６】本発明の実施の形態４に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための断面模式図である。

【図７】本発明の実施の形態４に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための平面模式図である。

【図８】本発明の実施の形態５に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための断面模式図である。

【図９】本発明の実施の形態５に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための平面模式図である。

30

【図１０】本発明の実施の形態６に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための平面模式図である。

【図１１】本発明の実施の形態７に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための断面模式図である。

【図１２】本発明の実施の形態７に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための断面模式図である。

【図１３】本発明の実施の形態７に係る電力用半導体装置の構成を概略的に説明するための平面模式図である。

【図１４】本発明の実施の形態１に係る電力用半導体装置の製造方法の第１の工程を概略的に説明するための平面模式図である。

40

【図１５】本発明の実施の形態１に係る電力用半導体装置の製造方法の第２の工程を概略的に説明するための平面模式図である。

【図１６】本発明の実施の形態１に係る電力用半導体装置の製造方法の第２の工程を概略的に説明するための断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付しその説明は繰返さない。

【００１０】

（実施の形態１）

50

図 1 および図 2 を参照して、実施の形態 1 に係る電力半導体モジュールの構成について説明する。実施の形態 1 に係る電力半導体モジュール 10 は、I G B T 1 と、I C ( I n t e g r a t e d C i r c u i t ) 2 と、F W D i ( F r e e W h e e l i n g D i o d e ) 3 と、第 1 のフレーム部 5 と、第 2 のフレーム部 6 と、ワイヤ 7 a と、絶縁体部 4 とを主に有している。

【 0 0 1 1 】

第 1 のフレーム部 5 は、互いに対向する第 1 の表面 5 a および第 2 の表面 5 b を有しており、第 1 のフレーム部 5 の第 1 の表面 5 a 上に I G B T 1 や F W D i 3 などの電力半導体素子が搭載されている。I G B T 1 および F W D i 3 は、たとえばはんだなどの接合部材で第 1 の表面 5 a に接合されている。

【 0 0 1 2 】

第 2 のフレーム部 6 は、互いに対向する第 3 の表面 6 a および第 4 の表面 6 b を有しており、第 2 のフレーム部 6 の第 3 の表面 6 a に電力半導体素子を制御するための制御用集積回路である I C 2 が搭載されている。I C 2 の裏面は、たとえばはんだなどの接合部材で第 3 の表面 6 a に接合されている。第 2 のフレーム部 6 はグラウンド電位であってもよい。図 2 に示すように、1 つの第 2 のフレーム部 6 に 2 つの I C 2 が搭載されていてもよい。I C 2 には、温度センサが内蔵されていてもよい。

【 0 0 1 3 】

I G B T 1 と I C 2 とはワイヤ 7 a により直接電氣的に接続されている。ワイヤ 7 a は一端および他端を有し、一端が I G B T 1 に接続され、かつ他端が I C 2 に接続されている。ワイヤ 7 a は、第 1 のフレーム部 5 と第 2 のフレーム部 6 とを跨ぐように配置されている。図 2 に示すように、3 つの I G B T 1 が 1 つの I C にワイヤ 7 a により接続されていてもよい。またワイヤ 7 a は単数でも複数でもよい。また I G B T 1 と F W D i 3 とはワイヤ 7 c により電氣的に接続されている。F W D i 3 は第 1 のフレーム部 5 とワイヤ 7 d により電氣的に接続されていてもよいし、第 1 のフレーム部 5 とは異なるフレームに電氣的に接続されていてもよい。さらに I C 2 は第 2 のフレーム部 6 とワイヤ 7 b により電氣的に接続されていてもよいし、第 2 のフレーム部 6 とは異なる他のフレームに電氣的に接続されていてもよい。ワイヤ 7 a ~ 7 d はたとえば金を含む材料からなるが、たとえばアルミニウムなどであってもよい。金よりも低コストなアルミニウムを用いることで、電力半導体モジュール 10 の製造コストを低減することができる。

【 0 0 1 4 】

絶縁体部 4 は、I G B T 1、F W D i 3、I C 2、第 1 のフレーム部 5、第 2 のフレーム部 6 およびワイヤ 7 a ~ 7 d を封止している。絶縁体部 4 はたとえば樹脂から成るが、セラミックなどであってもよい。

【 0 0 1 5 】

図 1 に示すように、第 1 のフレーム部 5 の第 1 の表面 5 a に垂直な方向（つまり図 1 における上下方向）において、第 1 のフレーム部 5 の第 1 の表面 5 a と第 2 のフレーム部 6 の第 3 の表面 6 a とが同じ高さに位置している。本発明において同じ高さとは、第 1 の表面 5 a に垂直な方向における第 1 の表面 5 a と第 3 の表面 6 a との距離が 0 . 1 m m 以下であることを意味する。つまり、第 1 の表面 5 a が第 3 の表面 6 a よりも 0 . 1 m m 以下だけ絶縁シート 11 に近くに位置してもよく、0 . 1 m m 以下だけ絶縁シート 11 より遠くに位置してもよい。

【 0 0 1 6 】

第 1 のフレーム部 5 および第 2 のフレーム部 6 の各々は、絶縁体部 4 の内部において第 1 のフレーム部 5 の第 1 の表面 5 a に対して垂直な方向に折れ曲がっている。第 1 のフレーム部 5 は絶縁体部 4 の左側面部 4 c から絶縁体部 4 の外部に出ており、端子部 5 e と繋がっている。同様に、第 2 のフレーム部 6 は絶縁体部 4 の右側面部 4 d から絶縁体部 4 の外部に出ており、端子部 6 e と繋がっている。第 1 のフレーム部 5 と端子部 5 e とは一体として形成されていてもよいし、別体であってもよい。同様に、第 2 のフレーム部 6 と端子部 6 e とは一体として形成されていてもよいし、別体であってもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

本実施の形態に係る電力半導体モジュール 1 0 は、第 1 のフレーム部 5 の第 2 の表面 5 b および第 2 のフレーム部 6 の第 4 の表面 6 b に接する絶縁シート 1 1 を有している。絶縁シート 1 1 は、第 2 の表面 5 b および第 4 の表面 6 b の全てをカバーしていることが好ましい。絶縁シート 1 1 の第 1 のフレーム部 5 が接している面と反対側の面に接して金属板 1 2 が配置されており、金属板 1 2 は絶縁体部 4 から露出している。放熱フィン 8 は、絶縁体部 4 の下面 4 b および金属板 1 2 と接して設けられている。

## 【 0 0 1 8 】

次に、本実施の形態に係る電力半導体モジュールの製造方法について図 1、図 2 および図 1 4 ~ 図 1 6 を参照して説明する。

10

## 【 0 0 1 9 】

まず図 1 4 を参照して、フレーム準備工程が実施される。具体的には、中央に H 形状の切欠き部が形成され、かつ金属からなるフレーム 2 0 が準備される。当該フレーム 2 0 は、第 1 の端面 5 f を有する第 1 のフレーム部 5 と、当該第 1 の端面 5 f と隙間 G 1 をあけて向かい合う第 2 の端面 6 f を有する第 2 のフレーム部 6 とを有する。当該フレーム 2 0 は、第 1 のフレーム部 5 および第 2 のフレーム部 6 の各々の側部に隙間 G 2 をあけて配置され、かつ第 1 のフレーム部 5 と第 2 のフレーム部 6 とを繋ぐ第 3 のフレーム部 9 を有する。

## 【 0 0 2 0 】

次に、第 1 のフレーム部 5 に電力半導体素子が搭載される工程と、第 2 のフレーム部 6 に電力半導体素子を制御するための制御用集積回路が搭載される工程とが実施される。具体的には、I G B T 1 および F W D i が第 1 のフレーム部 5 の第 1 の表面 5 a に搭載され、I C 2 が第 2 のフレーム部 6 の第 3 の表面 6 a に搭載される。

20

## 【 0 0 2 1 】

図 1 5 および図 1 6 を参照して、フレーム折り曲げ工程が実施される。具体的には、第 3 のフレーム部 9 に対して第 1 のフレーム部 5 および第 2 のフレーム部 6 を第 3 のフレーム部 9 と交差する方向に折り曲げるとともに、第 1 の端面 5 f および第 2 の端面 6 f が向かい合う方向に第 3 のフレーム部 9 を縮ませる。第 3 のフレーム部 9 を縮ませるとは、フレーム 2 0 の幅が幅 d 1 から幅 d 2 に小さくなることである。図 1 6 に示すように、第 3 のフレーム部 9 を縮ませることにより、第 3 のフレーム部 9 の中央付近に湾曲部 9 a が形成されてもよい。

30

## 【 0 0 2 2 】

第 1 のフレーム部 5 は、第 1 の折り曲げ部 5 c で絶縁シート 1 1 側に折り曲げられ、第 2 の折り曲げ部 5 d において絶縁シート 1 1 とは反対側に折り曲げられる。同様に、第 2 のフレーム部 6 は、第 1 の折り曲げ部 6 c で絶縁シート 1 1 側に折り曲げられ、第 2 の折り曲げ部 6 d において絶縁シート 1 1 とは反対側に折り曲げられる。折り曲げ後の第 1 のフレーム部 5 と第 2 のフレーム部 6 とは、第 1 の表面 5 a の法線方向（つまり図 1 6 における上下方向）において同じ高さ位置している。その後、第 1 のフレーム部 5 と第 2 のフレーム部 6 とを接続する第 3 のフレーム部 9 が除去され、第 1 のフレーム部と第 2 のフレーム部とは電氣的に絶縁される。

40

## 【 0 0 2 3 】

図 1 を参照して、ワイヤボンディング工程が実施される。具体的には、一端および他端を有するワイヤ 7 a により、ワイヤ 7 a の一端が I G B T 1 に接続され、かつワイヤ 7 a の他端が I C 2 に接続されている。これにより、I G B T 1 と I C 2 とがワイヤ 7 a により直接電氣的に接続される。また I G B T 1 と F W D i 3 とがワイヤ 7 c により電氣的に接続される。F W D i 3 と第 1 のフレーム部 5 とはワイヤ 7 d により電氣的に接続されてもよい。さらに I C 2 と第 2 のフレーム部 6 とはワイヤ 7 b により電氣的に接続されてもよい。

## 【 0 0 2 4 】

次に、モールド工程が実施される。具体的には、I G B T 1、F W D i 3、I C 2、第

50

１のフレーム部５、第２のフレーム部６およびワイヤ７a～７dが樹脂からなる絶縁体部４によって封止される。

【００２５】

なお、上記では、電力半導体素子が搭載される工程および制御用集積回路が搭載される工程の後に、フレーム折り曲げ工程を実施する場合について説明したが、フレーム折り曲げ工程の後に、電力半導体素子が搭載される工程および制御用集積回路が搭載される工程が実施されても構わない。

【００２６】

次に、本発明の実施の形態１の作用効果について説明する。

実施の形態１に係る電力半導体モジュール１０によれば、電力半導体素子と制御用集積回路とを繋ぐワイヤ７aを有し、かつ電力半導体素子が搭載された第１のフレーム部５の第１の表面５aと、制御用集積回路が搭載された第２のフレーム部６の第３の表面６aとが同じ高さに位置している。これにより、ワイヤ７aの端部にかかる応力を緩和してワイヤ７aのループ安定化を図ることができるので、ワイヤ７aの断線やワイヤ７aが他のフレームと短絡することを抑制することができる。また、絶縁体部４をモールドするときに、ワイヤ７aが流されることを抑制することができる。さらに、制御用集積回路に温度センサが搭載されている場合、温度センサと電力半導体素子との距離が近いので、温度センサの精度を向上することができる。

【００２７】

また実施の形態１に係る電力半導体モジュール１０は、第１のフレーム部５の第２の表面５bおよび第２のフレーム部６の第４の表面６bに接する絶縁シート１１をさらに有する。これにより、第２の表面５bおよび第４の表面６bを通じて効率的に放熱することができる。

【００２８】

さらに実施の形態１に係る電力半導体モジュール１０の製造方法によれば、第３のフレーム部９に対して第１のフレーム部５および第２のフレーム部６を折り曲げるとともに、第１の端面５fおよび第２の端面６fが向かい合う方向に第３のフレーム部９が縮まされる。これにより、第１の表面５aと平行な方向における電力半導体素子および制御用集積回路の距離を可能な限り短くし、かつ第１の表面と垂直な方向における電力半導体素子および制御用集積回路の距離を可能な限り短くすることができる。

【００２９】

（実施の形態２）

図３および図５を参照して、実施の形態２に係る電力半導体モジュールの構成について説明する。実施の形態２に係る電力半導体モジュール１０の構成は、第１のフレーム部５と絶縁シート１１との間に銅からなるブロック部１３が配置されている点において実施の形態１に係る電力半導体モジュールの構成と異なっており、他の点については同様である。

【００３０】

実施の形態２に係る電力半導体モジュール１０によれば、第１のフレーム部５の第２の表面５bおよび絶縁シート１１に接して銅からなるブロック部１３が配置されている。ＩＧＢＴ１およびＦＷＤｉ３が搭載されている第１のフレーム部５と、ＩＣ２が搭載されている第２のフレーム部６とは、第１のフレーム部の第１の表面５aの法線方向において同じ高さに位置している。第２のフレーム部６は絶縁体部４を介して絶縁シート１１に接している。

【００３１】

実施の形態２に係る電力半導体モジュール１０は、第１のフレーム部５の第２の表面５bと接するブロック部１３を有する。これにより、第２のフレーム部６を絶縁体部４内で折り曲げることなく、第１の表面５aに垂直な方向における第１のフレーム部５の第１の表面５aと第２のフレーム部６の第３の表面６aとの高さを同じ位置にすることができる。結果として、電力半導体素子および制御用集積回路を繋ぐワイヤ７aのループ安定化を

10

20

30

40

50

図ることができる。

【0032】

また実施の形態2に係る電力半導体モジュール10によれば、ブロック部13の材料は銅を含む。これにより、電力半導体素子が発生する熱を効率的に外部に拡散することができる。

【0033】

(実施の形態3)

図4および図5を参照して、実施の形態3に係る電力半導体モジュールの構成について説明する。実施の形態3に係る電力半導体モジュールの構成は、ブロック部13はセラミックを含んでいることによりDBC(Direct Bonded Copper)構造を有している点において実施の形態2に係る電力半導体モジュールの構成と異なっており、他の点については同様である。

10

【0034】

DBCとは2層の銅板の間にセラミックベースが配置されて当該銅板に接着されたものである。具体的には、実施の形態3に係る電力半導体モジュール10は、銅からなる第1のフレーム部5と銅から成る金属板12との間にブロック部が配置されており、当該ブロック部は、酸化アルミニウム( $Al_2O_3$ )や窒化アルミニウム( $AlN$ )などのセラミックベース14からなる。IGBT1およびFWDi3が搭載されている第1のフレーム部5と、IC2が搭載されている第2のフレーム部6とは、第1のフレーム部の第1の表面5aの法線方向において同じ高さに位置している。第2のフレーム部6は絶縁体部4を介して絶縁シート11に接している。

20

【0035】

実施の形態3に係る電力半導体モジュール10によれば、ブロック部13の材料はセラミックを含む。これにより、電力半導体モジュール10を軽量化することができる。

【0036】

(実施の形態4)

図6および図7を参照して、実施の形態4に係る電力半導体モジュールの構成について説明する。実施の形態4に係る電力半導体モジュールの構成は、第1のフレーム部5および第2のフレーム部6の少なくとも一方は、第1の表面5aと対面する側の絶縁体部4の上面4aから絶縁体部の外部に出ている点において実施の形態1に係る電力半導体モジュールの構成と異なっており、他の点については同様である。

30

【0037】

具体的には、実施の形態4に係る電力半導体モジュール10における第1のフレーム部5は絶縁体部4の内部において絶縁体部4の上面4a側に折れ曲がっている。第1のフレーム部5は絶縁体部4の上面4aを通過して絶縁体部4の外部に出ている。同様に、第2のフレーム部6は絶縁体部4の内部において絶縁体部4の上面4a側に折れ曲がっている。第2のフレーム部6は絶縁体部4の上面4aを通過して絶縁体部4の外部に出ている。なお、図6においては、第1のフレーム部5および第2のフレーム部6の各々が絶縁体部4の上面4aを通過して外部に出ているが、本発明は、第1のフレーム部5および第2のフレーム部6のいずれか一方が絶縁体部4の上面4aを通過しており、他方が絶縁体部4の左側面部4cまたは右側面部4dを通過して絶縁体部4の外部に出ても構わない。

40

【0038】

実施の形態4に係る電力半導体モジュール10によれば、第1のフレーム部5および第2のフレーム部6の少なくとも一方は、第1の表面5aと対面する絶縁体部4の上面4aから絶縁体部4の外部に出る。これにより、第1のフレーム部5および第2のフレーム部6と放熱フィン8との距離を長くすることで、第1のフレーム部5および第2のフレーム部6と放熱フィン8との間の絶縁性能を向上することができる。

【0039】

(実施の形態5)

図8および図9を参照して、実施の形態5に係る電力半導体モジュールの構成について

50



説明する。実施の形態 5 に係る電力半導体モジュールの構成は、第 1 のフレーム部 5 および第 2 のフレーム部 6 の少なくとも一方は、絶縁体部 4 から外部に露出した位置にコネクタピン 15 が有している点において実施の形態 1 に係る電力半導体モジュールの構成と異なっており、他の点については同様である。

#### 【0040】

具体的には、実施の形態 5 に係る電力半導体モジュール 10 は、第 1 のフレーム部 5 および第 2 のフレーム部 6 の各々はコネクタピン 15 を有している。図 8 に示すように、コネクタピン 15 の一部は絶縁体部 4 の上面 4 a から露出しており、コネクタピン 15 と端子部 5 e とが接続されている。これにより、第 1 のフレーム部 5 と端子部 5 e が電氣的に接続される。同様に、コネクタピン 15 と端子部 6 e とが接続されている。これにより、第 2 のフレーム部 6 と端子部 6 e が電氣的に接続される。端子部 5 e および端子部 6 e は絶縁体部 4 の上面 4 a と交差する方向に伸長している。なお、図 6 においては、第 1 のフレーム部 5 および第 2 のフレーム部 6 の各々がコネクタピン 15 を有しているが、本発明は、第 1 のフレーム部 5 および第 2 のフレーム部 6 のいずれか一方がコネクタピン 15 を有しており、他方はコネクタピン 15 を有していなくても構わない。

10

#### 【0041】

実施の形態 5 に係る電力半導体モジュール 10 によれば、第 1 のフレーム部 5 および第 2 のフレーム部 6 の少なくとも一方は、絶縁体部 4 から外部に露出した位置にコネクタピン 15 を有している。第 1 のフレーム部 5 および第 2 のフレーム部 6 を端子なしフレームとし、後工程においてコネクタピン 15 を介して端子部 5 e、6 e を取り付けることにより、端子部の形状が異なる電力半導体モジュール 10 を効率的に製造することができる。また、第 1 のフレーム部 5 および第 2 のフレーム部 6 を端子がないフレームにすることで、千鳥配置などの多列フレームの形成が可能となる。

20

#### 【0042】

##### (実施の形態 6)

図 10 を参照して、実施の形態 6 に係る電力半導体モジュールの構成について説明する。実施の形態 6 に係る電力半導体モジュールの構成は、IC 2 が 1 チップ化されている点において実施の形態 1 の構成と異なっており、他の点については同様である。

#### 【0043】

具体的には、実施の形態 6 に係る電力半導体モジュール 10 は、第 2 のフレーム部 6 に搭載された 1 つの IC 2 が複数の IGBT 1 を制御可能に設けられている。従来は、上下に配置されている 2 つの IGBT 1 を別の IC 2 により制御していたため、お互いの動作のタイミングを制御することができなかった。実施の形態 6 に係る電力半導体モジュール 10 においては、上下に配置されている 2 つの IGBT 1 を同時に動作させないように IC 2 の内部で制御することができるのでインターロック（安全装置）として機能することができる。

30

#### 【0044】

##### (実施の形態 7)

図 11 ~ 図 13 を参照して、実施の形態 7 に係る電力半導体モジュールの構成について説明する。実施の形態 7 に係る電力半導体モジュールの構成は、第 2 のフレーム部 6 と絶縁シート 11 とが直接接触しておらず、第 2 のフレーム部 6 が第 1 のフレーム部 5 よりも絶縁体部 4 の上面 4 a 側に位置する点において実施の形態 1 に係る電力半導体モジュールの構成と異なっており、他の点については同様である。また実施の形態 7 に係る電力半導体モジュールの製造方法は、実施の形態 1 の製造方法と同様である。

40

#### 【0045】

実施の形態 7 に係る電力半導体モジュール 10 によれば、第 2 のフレーム部 6 の第 4 の表面 6 b と絶縁シート 11 との間には絶縁体部 4 が配置されている。第 2 のフレーム部 6 は絶縁体部 4 の内部において第 1 のフレーム部 5 の第 1 の表面 5 a に対して交差する方向に折れ曲がっている。IGBT 1 および FWD 3 が搭載されている第 1 のフレーム部 5 は、IC 2 が搭載されている第 2 のフレーム部 6 よりも、絶縁シート 11 の近くに配置 s

50

れている。つまり、実施の形態 7 に係る電力半導体モジュールにおいては、第 1 の表面 5 a に対して垂直な方向における第 1 のフレーム部 5 の第 1 の表面 5 a と第 2 のフレーム部 6 の第 3 の表面 6 a との距離は同じでなくても構わない。

【0046】

電力半導体モジュール 10 は、図 11 に示すように絶縁シート 11 と接する金属板 12 は絶縁体部 4 の外部に露出しているもよい。好ましくは、図 12 に示すように当該金属板 12 および絶縁体部 4 の下面 4 b と接して放熱フィン 8 が設けられている。

【0047】

実施の形態 7 に係る電力半導体モジュール 10 によれば、第 2 のフレーム部 6 は、絶縁体部 4 の内部において第 1 の表面 5 a に対して交差する方向に折れ曲がっている。これにより、第 1 の表面 5 a に対して垂直な方向における第 1 のフレーム部 5 と第 2 のフレーム部 6 との距離を小さくすることができるので、電力半導体素子と制御用集積回路とを繋ぐワイヤ 7 a のループ安定化を図ることができる。結果として、ワイヤ 7 a の断線や短絡を抑制することができる。

【0048】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味、および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

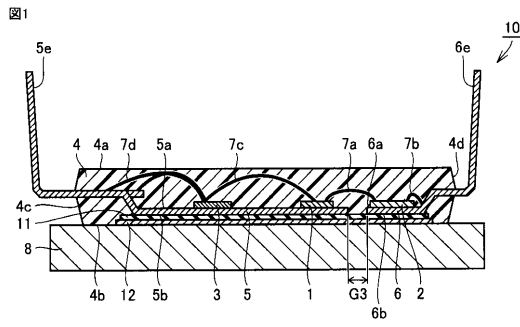
【0049】

1 IGBT、2 IC、3 FWDi、4 絶縁体部、4 a 上面、4 b 下面、4 c、4 d 側面、5 第 1 のフレーム部、5 a 第 1 の表面、5 b 第 2 の表面、5 e 端子部、5 f 第 1 の端面、6 第 2 のフレーム部、6 a 第 3 の表面、6 b 第 4 の表面、6 e 端子部、6 f 第 2 の端面、7 a、7 b、7 c、7 d ワイヤ、8 放熱フィン、9 第 3 のフレーム、10 電力半導体モジュール、11 絶縁シート、12 金属板、13 ブロック部、14 セラミックベース、15 コネクタピン、20 フレーム。

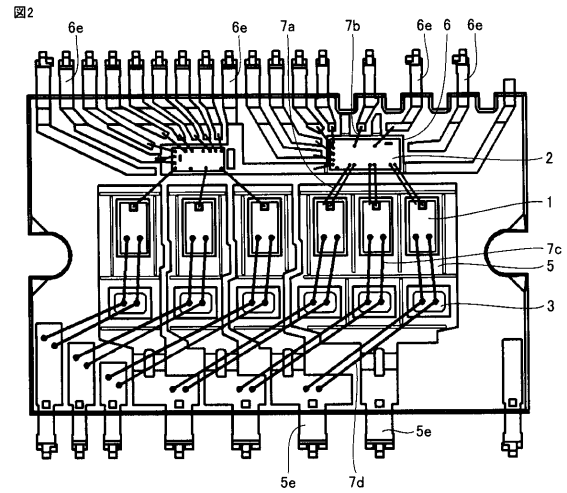
10

20

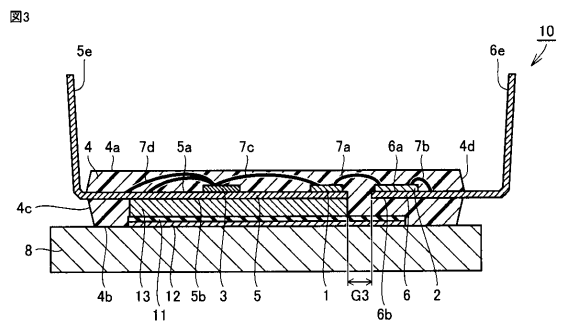
【 図 1 】



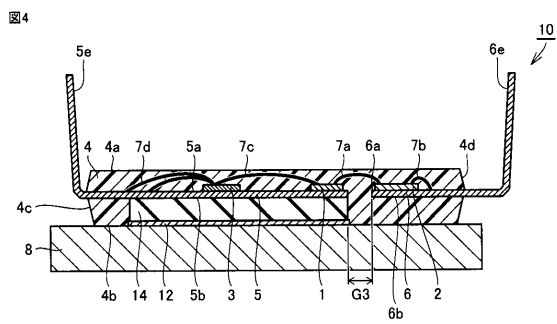
【 図 2 】



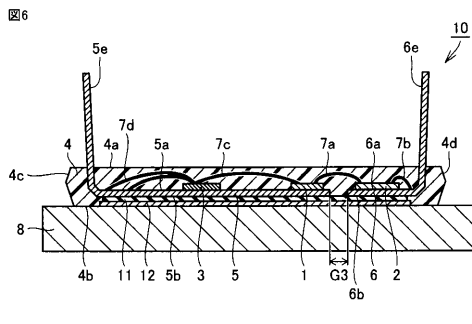
【 図 3 】



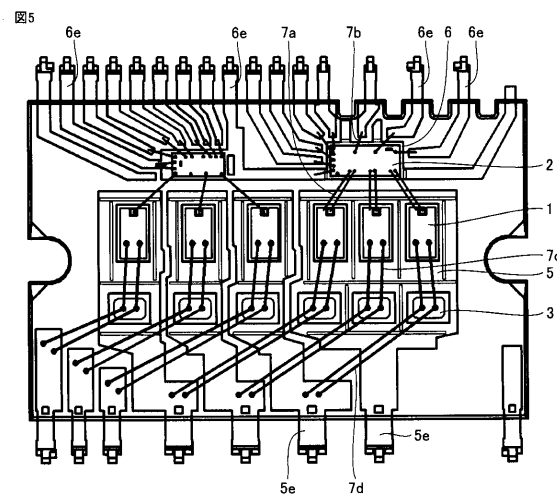
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



【 図 7 】

