

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5527330号
(P5527330)

(45) 発行日 平成26年6月18日(2014.6.18)

(24) 登録日 平成26年4月25日(2014.4.25)

(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	C
HO 1 L 23/36	(2006.01)		

請求項の数 18 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2011-548975 (P2011-548975)	(73) 特許権者	000005234
(86) (22) 出願日	平成22年12月28日(2010.12.28)		富士電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/073795		神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(87) 国際公開番号	W02011/083737	(74) 代理人	100092152
(87) 国際公開日	平成23年7月14日(2011.7.14)		弁理士 服部 毅巖
審査請求日	平成24年3月15日(2012.3.15)	(72) 発明者	山田 教文
(31) 優先権主張番号	特願2010-470 (P2010-470)		東京都品川区大崎一丁目11番2号 富士電機システムズ株式会社内
(32) 優先日	平成22年1月5日(2010.1.5)	(72) 発明者	稲葉 哲也
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		東京都品川区大崎一丁目11番2号 富士電機システムズ株式会社内
		(72) 発明者	池田 良成
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機ホールディングス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置用ユニットおよび半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

その一方の面に第1導電パターンが、他方の面に第2導電パターンが、夫々形成された絶縁基板と、

該第1導電パターンにはんだで固着された第1導電ブロックと、

前記第2導電パターンにはんだで固着された第2導電ブロックと、

該第2導電ブロック上にはんだでその一方の面が固着された半導体チップと、

該半導体チップの他方の面にはんだを介して固着された複数のインプラントピンと、

第3導電パターンが形成され、かつ、該第3導電パターンに前記インプラントピンが固着されたプリント基板と、

前記第2導電ブロックに固着された第1外部導出端子と、

前記第3導電パターンに固着され、前記インプラントピンと電氣的に接続された第2外部導出端子と、を具備し、

前記第1導電ブロックを、前記第1導電パターンに固着されている面に対向する面である第1の面から露出させるよう、かつ、前記第1外部導出端子および前記第2外部導出端子を、夫々の端部を前記第1の面に対向する第2の面から突出させるよう、前記絶縁基板、前記第1導電ブロックおよび前記第2導電ブロックを樹脂で封止していることを特徴とする半導体装置用ユニット。

【請求項2】

前記半導体チップは、IGBTチップ、ダイオードチップ、パワーMOSFETチップ

、パワーバイポーラトランジスタチップまたはサイリスタチップであることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置用ユニット。

【請求項 3】

前記半導体チップは、前記第 2 導電ブロックおよび前記第 3 導電パターンを介して電氣的に逆並列接続された IGBT チップおよびダイオードチップ、または、逆並列接続された MOSFET チップおよびダイオードチップであることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置用ユニット。

【請求項 4】

その一方の面に第 1 導電パターンが、他方の面に第 2 導電パターンが、夫々形成された絶縁基板と、

該第 1 導電パターンにはんだで固着された第 1 導電ブロックと、

前記第 2 導電パターンにはんだで固着された第 2 導電ブロックと、

該第 2 導電ブロック上にはんだでその一方の面が固着された半導体チップと、

該半導体チップの他方の面にはんだを介して固着された複数のインプラントピンと、

第 3 導電パターンが形成され、かつ、該第 3 導電パターンに前記インプラントピンが固着されたプリント基板と、

前記第 2 導電ブロックに固着された 2 個の第 1 外部導出端子と、

前記第 3 導電パターンに固着され、前記インプラントピンと電氣的に接続された 2 個の第 2 外部導出端子と、

前記第 1 導電ブロックをその第 1 の面から露出させるよう、かつ、前記第 1 外部導出端子を、夫々の端部を前記第 1 の面に隣接する第 2 の面およびこれに対向する第 3 の面から突出させるよう、かつ、前記第 2 外部導出端子を、夫々の端部を前記第 1 の面に隣接する第 4 の面およびこれに対向する第 5 の面から突出させるよう、封止している樹脂ケースと、を具備していることを特徴とする半導体装置用ユニット。

【請求項 5】

その一方の面に第 1 導電パターンが、他方の面に第 2 導電パターンが、夫々形成された絶縁基板と、該第 1 導電パターンにはんだで固着された第 1 導電ブロックと、前記第 2 導電パターンにはんだで固着された第 2 導電ブロックと、該第 2 導電ブロック上にはんだでその一方の面が固着される半導体チップと、該半導体チップの他方の面にはんだを介して固着された複数のインプラントピンと、第 3 導電パターンが形成され、かつ、該第 3 導電パターンに前記インプラントピンが固着されたプリント基板と、前記第 2 導電ブロックに固着された第 1 外部導出端子と、前記第 3 導電パターンに固着され、前記インプラントピンと電氣的に接続された第 2 外部導出端子と、を具備し、前記第 1 導電ブロックを、前記第 1 導電パターンに固着されている面に対向する面である第 1 の面から露出させるよう、かつ、前記第 1 外部導出端子および前記第 2 外部導出端子を、夫々の端部を前記第 1 の面に対向する第 2 の面から突出させるよう、前記絶縁基板、前記第 1 導電ブロックおよび前記第 2 導電ブロックを樹脂で封止している、複数の半導体装置用ユニットと、

該半導体装置用ユニットの集合体の一の側に配置され、前記第 1 外部導出端子および前記第 2 外部導出端子と電氣的に接続し、前記半導体装置用ユニット同士を配線する配線パターンが形成された配線基板と、

前記半導体装置用ユニットの集合体を両側面から挟み込み、前記配線基板と共にボルト締めされ冷却体に前記半導体装置用ユニットの集合体を固定するための穴が設けられた取り付け部材と、

を具備することを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】

その一方の面に第 1 導電パターンが、他方の面に第 2 導電パターンが、夫々形成された絶縁基板と、該第 1 導電パターンにはんだで固着された第 1 導電ブロックと、前記第 2 導電パターンにはんだで固着された第 2 導電ブロックと、該第 2 導電ブロック上にはんだでその一方の面が固着された半導体チップと、該半導体チップの他方の面にはんだを介して固着された複数のインプラントピンと、第 3 導電パターンが形成され、かつ、該第 3 導電

10

20

30

40

50

パターンに前記インプラントピンが固着されたプリント基板と、前記第2導電ブロックに固着された2個の第1外部導出端子と、前記第3導電パターンに固着され、前記インプラントピンと電氣的に接続された2個の第2外部導出端子と、前記第1導電ブロックをその第1の面から露出させるよう、かつ、前記第1外部導出端子を、夫々の端部を前記第1の面に隣接する第2の面およびこれに対向する第3の面から突出させるよう、かつ、前記第2外部導出端子を、夫々の端部を前記第1の面に隣接する第4の面およびこれに対向する第5の面から突出させるよう、封止する樹脂ケースと、を具備している、複数の半導体装置用ユニットと、

隣り合う前記半導体装置用ユニットの前記第1外部導出端子同士、前記第2外部導出端子同士および前記第1外部導出端子と前記第2外部導出端子をそれぞれ接続して回路を構成し、かつ、前記半導体装置用ユニット同士を結合している接続部材と、

前記半導体装置用ユニットの集合体を両側面から挟み込み、冷却体に前記半導体装置用ユニットの集合体を固定するための穴が設けられた取り付け部材と、

を具備することを特徴とする半導体装置。

【請求項7】

その一方の面に第1導電パターンが、他方の面に第2導電パターンが、夫々形成された絶縁基板と、該第1導電パターンにはんだで固着された第1導電ブロックと、前記第2導電パターンにはんだで固着された第2導電ブロックと、該第2導電ブロック上にはんだでその一方の面が固着された半導体チップと、該半導体チップの他方の面にはんだを介して固着された複数のインプラントピンと、第3導電パターンが形成され、かつ、該第3導電パターンに前記インプラントピンが固着されたプリント基板と、前記第2導電ブロックに固着された第1外部導出端子と、前記第3導電パターンに固着され、前記インプラントピンと電氣的に接続された第2外部導出端子と、前記第1導電ブロックを、その第1の面から露出させるよう、かつ、前記第1外部導出端子および前記第2外部導出端子を、夫々の端部を前記第1の面に対向する第2の面から突出させるよう、封止している樹脂ケースと、を具備している、複数の半導体装置用ユニットと、

該半導体装置用ユニットの集合体の一の側に配置され、前記第1外部導出端子および前記第2外部導出端子と電氣的に接続し、前記半導体装置用ユニット同士を配線する配線パターンが形成された配線基板と、

前記半導体装置用ユニットの集合体を両側面から挟み込み、前記配線基板と共にボルト締めされ冷却体に前記半導体装置用ユニットの集合体を固定するための穴が設けられた取り付け部材と、

前記半導体装置用ユニット間、および、前記半導体装置用ユニットと前記取り付け部材の間をそれぞれ固着している接着剤と、を具備していることを特徴とする半導体装置。

【請求項8】

前記第3導電パターンに固着し、前記インプラントピンを介して半導体チップのゲート電極と接続し、前記樹脂ケースの第2の面から突出している制御端子ピンをさらに有することを特徴とする請求項5ないし7のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項9】

前記第1導電ブロックおよび前記第2導電ブロックが銅ブロックであることを特徴とする請求項5ないし7のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項10】

前記半導体装置用ユニットと前記配線基板の間に挟みこまれた弾性体をさらに有することを特徴とする請求項5または7記載の半導体装置。

【請求項11】

前記半導体装置用ユニットの集合体が、前記樹脂ケースの前記第1の面に隣接し、対向する第3の面に形成された凹部と、第1の面に隣接し、対向する第4の面に形成された凸部とを嵌合させて前記半導体装置用ユニット同士を結合することにより組み立てられていることを特徴とする請求項5記載の半導体装置。

【請求項12】

10

20

30

40

50

前記樹脂ケースを形成する封止材の熱膨張係数が、 $1.5 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ ~ $1.8 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ であることを特徴とする請求項 7 記載の半導体装置。

【請求項 13】

前記樹脂ケースを形成する封止材の前記第 1 導電ブロックに対する接着強さが、 10 MPa ~ 30 MPa であることを特徴とする請求項 7 記載の半導体装置。

【請求項 14】

前記樹脂ケースを形成する封止材の熱変形温度が、 150 ~ 200 であることを特徴とする請求項 7 記載の半導体装置。

【請求項 15】

前記樹脂ケースを形成する封止材が、シリカ充填材を配合したフェノール・ノボラック系のエポキシ樹脂と酸無水物硬化剤の 2 液混合型封止材であることを特徴とする請求項 7 記載の半導体装置。

10

【請求項 16】

前記半導体装置用ユニット同士間、および、前記半導体装置用ユニットと前記取り付け部材間における前記接着剤の接着強さが、 10 MPa ~ 30 MPa であることを特徴とする請求項 7 記載の半導体装置。

【請求項 17】

前記接着剤の熱変形温度が、 150 ~ 200 であることを特徴とする請求項 7 記載の半導体装置。

【請求項 18】

前記接着剤が、シリカ充填材を配合しない、フェノール・ノボラック系のエポキシ樹脂と酸無水物硬化剤の 2 液混合型接着剤であることを特徴とする請求項 7 記載の半導体装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、半導体チップを封止して形成される半導体装置用ユニットおよびこの半導体装置用ユニットを複数集合したパワー半導体モジュール等の半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、電気自動車などの駆動源には通常モータが用いられ、このモータはインバータ装置によって制御されている。このようなインバータ装置の主回路には IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) またはパワー MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) などの電力用半導体素子が用いられている。この電力用半導体素子を複数個結線して三相インバータブリッジを構成したインバータブリッジモジュールが特許文献 1 に開示されている。

30

【0003】

図 17 は、特許文献 1 に示されている従来のインバータブリッジモジュールの構成図であり、同図 (a) はモジュールの斜視図、同図 (b) は IGBT ユニットの斜視図である。

40

【0004】

このインバータブリッジモジュールは、封止された IGBT ユニット 54a から 54f をヒートシンク 53 上に 3 個づつ 2 列に並べ、P バスバー 51 と N バスバー 52 に接続することで形成され、ユニットの側面からは P 端子 51a と N 端子 52a が露出し飛び出している。

【0005】

このインバータブリッジモジュールは、P バスバー 51 と N バスバー 52 を平行に配置することで、配線インダクタンスを低減している。

尚、図中の符号で、55 は第 1 のコレクタ端子、56 は第 1 のエミッタ端子、57 は第 2 のコレクタ端子、59 は筐体である。

50

【 0 0 0 6 】

特許文献 2 は、2 個組の半導体モジュールのディスクリート製品を所要台数向きを揃えて一括収容して一つの集合ユニット体を構成する上面開放型の組立てケースを開示している。

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 3 には、主スイッチング素子に重ね合わせて組み立てられているプリント基板が開示されている。

また、特許文献 4 には、半導体モジュールは、補強梁側から補強梁と押え用板状バネを介して半導体モジュールのネジ貫通孔に挿入されたネジによってヒートシンクまたは放熱板に固定される構成が開示されている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 2 3 6 0 4 4 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 1 - 3 6 0 0 5 号公報

【 特許文献 3 】 特許 3 4 3 0 1 9 2 号公報

【 特許文献 4 】 特許 4 1 2 9 0 2 7 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

20

上述のように、I G B T ユニットやディスクリート製品を組み合わせて、様々な容量の半導体モジュールを構成できれば、部品の在庫数を減らすことができ、低コストで半導体モジュールを提供できるようになる。

【 0 0 1 0 】

しかし、特許文献 1 では、各 I G B T ユニートを個々にバスバーに取り付けて配線するので、取り付けが煩雑になり製造コストが増大する。

また、I G B T ユニートの複数の端子の内一つの端子のみでヒートシンクにボルト締めされるため、ヒートシンクへの密着力の分布が不均一となり、放熱性が不十分となる。

【 0 0 1 1 】

また、I G B T ユニートのコレクタ側にヒートスプレッタが配置されていないので、I G B T ユニットからヒートシンク（冷却体）への均一な熱放散が得られにくい。

30

また、特許文献 2 ~ 特許文献 4 には、本発明のようにユニットを一括集合させてヒートシンクへの密着性と熱放散性を向上させた半導体装置については記載されていない。

【 0 0 1 2 】

パワー半導体モジュール等の半導体装置には大電流が流れるため、その冷却方法が重要であるが、半導体装置用ユニットから構成される半導体装置と冷却体とを密着させ、各ユニットを等しく冷却する構成についてはこれまで検討されてこなかった。

【 0 0 1 3 】

この発明の目的は、前記の課題を解決して、冷却体への密着性と熱放散性を向上できる半導体装置用ユニットと、このユニットの集合体からなる低コストで任意の回路構成ができる半導体装置とを提供することにある。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

前記の目的を達成するために、第 1 の半導体装置用ユニットは、その一方の面に第 1 導電パターンが、他方の面に第 2 導電パターンが、夫々形成された絶縁基板と、該第 1 導電パターンにはんだで固着された第 1 導電ブロックと、前記第 2 導電パターンにはんだで固着された第 2 導電ブロックと、該第 2 導電ブロック上にはんだでその一方の面が固着された半導体チップと、該半導体チップの他方の面にはんだを介して固着された複数のインプラントピンと、第 3 導電パターンが形成され、かつ、該第 3 導電パターンに前記インプラントピンが固着されたプリント基板と、前記第 2 導電ブロックに固着された第 1 外部導出

50

端子と、前記第3導電パターンに固着され、前記インプラントピンと電氣的に接続された第2外部導出端子と、を具備し、前記第1導電ブロックを、前記第1導電パターンに固着されている面に対向する面である第1の面から露出させるよう、かつ、前記第1外部導出端子および前記第2外部導出端子を、夫々の端部を前記第1の面に対向する第2の面から突出させるよう、前記絶縁基板、前記第1導電ブロックおよび前記第2導電ブロックを樹脂で封止していることを特徴とする。

【0015】

したがって、第1の半導体装置用ユニットでは、その両面に第1導電ブロックと第2導電ブロックが夫々固着された絶縁基板に半導体チップが固着されており、さらに、ユニットの一方の面から第1導電ブロックが露出し、他方の面から第1外部導出端子および第2外部導出端子が突出している。

10

【0016】

また、第2の半導体装置用ユニットは、その一方の面に第1導電パターンが、他方の面に第2導電パターンが、夫々形成された絶縁基板と、該第1導電パターンにはんだで固着された第1導電ブロックと、前記第2導電パターンにはんだで固着された第2導電ブロックと、該第2導電ブロック上にはんだでその一方の面が固着された半導体チップと、該半導体チップの他方の面にはんだを介して固着された複数のインプラントピンと、第3導電パターンが形成され、かつ、該第3導電パターンに前記インプラントピンが固着されたプリント基板と、前記第2導電ブロックに固着された2個の第1外部導出端子と、前記第3導電パターンに固着され、前記インプラントピンと電氣的に接続された2個の第2外部導出端子と、前記第1導電ブロックをその第1の面から露出させるよう、かつ、前記第1外部導出端子を、夫々の端部を前記第1の面に隣接する第2の面およびこれに対向する第3の面から突出させるよう、かつ、前記第2外部導出端子を、夫々の端部を前記第1の面に隣接する第4の面およびこれに対向する第5の面から突出させるよう、封止している樹脂ケースと、を具備していることを特徴とする。

20

【0017】

したがって、第2の半導体装置用ユニットでは、その両面に第1導電ブロックと第2導電ブロックが夫々固着された絶縁基板に半導体チップが固着されており、さらに、ユニットの一方の面から第1導電ブロックが露出し、これに隣接する他の面から第1外部導出端子および第2外部導出端子が突出している。

30

【0018】

また、第3の半導体装置は、複数の上述した第1の半導体装置用ユニットと、該半導体装置用ユニットの集合体の一の側に配置され、前記第1外部導出端子および前記第2外部導出端子と電氣的に接続し、前記半導体装置用ユニット同士を配線する配線パターンが形成された配線基板と、前記半導体装置用ユニットの集合体を両側面から挟み込み、前記配線基板と共にボルト締めされ冷却体に前記半導体装置用ユニットの集合体を固定するための穴が設けられた取り付け部材と、を具備することを特徴とする。

【0019】

したがって、本発明の半導体装置は、半導体装置用ユニットの集合体が配線基板と取り付け部材により冷却体に固定されるように使用される。

40

また、第4の半導体装置は、複数の上述した第2の半導体装置用ユニットと、隣り合う前記半導体装置用ユニットの前記第1外部導出端子同士、前記第2外部導出端子同士および前記第1外部導出端子と前記第2外部導出端子をそれぞれ接続して回路を構成し、かつ、前記半導体装置用ユニット同士を結合している接続部材と、前記半導体装置用ユニットの集合体を両側面から挟み込み、冷却体に前記半導体装置用ユニットの集合体を固定するための穴が設けられた取り付け部材と、を具備することを特徴とする。

【0020】

したがって、第4の半導体装置は、接続部材により結合された半導体装置用ユニットの集合体が取り付け部材により冷却体に固定されるように使用される。

また、第5の半導体装置は、複数の上述した第1の半導体装置用ユニットと、該半導体

50

装置用ユニットの集合体の一の側に配置され、前記第1外部導出端子および前記第2外部導出端子と電気的に接続し、前記半導体装置用ユニット同士を配線する配線パターンが形成された配線基板と、前記半導体装置用ユニットの集合体を両側面から挟み込み、前記配線基板と共にボルト締めされ冷却体に前記半導体装置用ユニットの集合体を固定するための穴が設けられた取り付け部材と、前記半導体装置用ユニット間、および、前記半導体装置用ユニットと前記取り付け部材の間をそれぞれ固着している接着剤と、を具備していることを特徴とする。

【0021】

したがって、第5の半導体装置は、接着剤により固着された半導体装置用ユニットの集合体が配線基板と取り付け部材により冷却体に固定されるように使用される。

10

【発明の効果】

【0022】

この発明によれば、導電ブロックが両面に付いた絶縁基板に半導体チップを固着することで、冷却体への密着性と熱放散性の双方を向上できる半導体装置用ユニットを提供することができる。

【0023】

すなわち、本発明の半導体装置用ユニットでは、絶縁基板の両面に導電ブロックを固着するので、半導体チップで発生した熱を効率的に冷却体に逃がすことができ、加えて、熱による絶縁基板の反りが小さくなり、一方の導電ブロックに固着した半導体チップの割れを防止できるとともに、他方の導電ブロックと冷却体との接触を保って、使用中の接触熱抵抗を低減できる。

20

【0024】

また、半導体チップとエミッタ端子ピン（外部導出端子）を複数のインプラントピンが付いたプリント基板を介して接続することにより、エミッタ端子ピンを直接半導体チップに固着するよりも固着部の熱応力を緩和でき、耐ヒートサイクル性や耐温度サイクル性を向上させることができる。さらに、インプラントピン付きプリント基板を用いることにより、半導体装置用ユニットを1度のリフロー工程で製造することができる。

【0025】

さらに、半導体装置用ユニットのコレクタ端子ピンおよびエミッタ端子ピンを樹脂ケースの上面から引き出すことにより、ユニットの側面同士を接触ないし近接配置させ任意の組み合わせのユニット集合体を形成し、これと配線基板を組み合わせ、任意の容量や回路構成、例えばインバータ回路、コンバータ回路やチョッパ回路など所望の回路を備える半導体装置を低コストで提供することができる。

30

【0026】

また、半導体装置用ユニットのコレクタ端子ピンおよびエミッタ端子ピンを樹脂ケースの側面から引き出すことによっても、ユニットの側面同士を接触ないし近接配置させ任意の組み合わせのユニット集合体を形成し、これと配線基板を組み合わせ、任意の容量や回路構成を備える半導体装置を低コストで提供することができる。

【0027】

また、本発明の半導体装置は、銅ブロックが両面に固着した絶縁基板を備え、熱抵抗および反りの小さい半導体装置用ユニットを、配線基板と取り付け部材により冷却体に固定するので、信頼性が高く、低コストである。

40

【0028】

本発明の上記および他の目的、特徴および利点は本発明の例として好ましい実施の形態を表す添付の図面と関連した以下の説明により明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】この発明の第1実施例の半導体装置用ユニットの構成図であり、(a)は要部斜視図、(b)は概念断面図である。

【図2】図1の半導体装置用ユニットの製造工程を示す要部断面図である。

50

【図 3】図 2 に続く、図 1 の半導体装置用ユニットの製造工程を示す要部断面図である。

【図 4】側面に凹部と凸部を形成した半導体装置用ユニットの要部斜視図である。

【図 5】この発明の第 2 実施例の半導体装置の要部斜視図である。

【図 6】三相インバータ回路図である。

【図 7】配線基板と半導体装置用ユニット集合体の間に弾性体を挟んだ要部断面図である。

【図 8】図 5 で示す半導体装置の製造工程を示す要部斜視図である。

【図 9】図 8 に続く、図 5 で示す半導体装置の製造工程を示す要部斜視図である。

【図 10】図 9 に続く、図 5 で示す半導体装置の製造工程を示す要部斜視図である。

【図 11】半導体装置を冷却体に取り付けた使用状態を示す斜視図である。

10

【図 12】側壁に凹凸部を有する図 4 の半導体装置用ユニットを用いて組み立てた半導体装置の斜視図である。

【図 13】この発明の第 3 実施例の半導体装置用ユニットの構成図であり、(a) は要部斜視図、(b) は概念断面図である。

【図 14】この発明の第 4 実施例の半導体装置の要部斜視図である。

【図 15】半導体装置用ユニットを組み合わせてユニット集合体を形成するとき用いるジョイントの説明図であり、(a) はジョイントと単体ユニットの斜視図、(b) ~ (d) はジョイントに端子ピンおよび接続端子ピンを差し込んだ状態の要部断面図、(e) は金属で形成したジョイントを用いた場合の要部断面図である。

【図 16】この発明の第 5 実施例の半導体装置の構成図であり、(a) は要部平面図、(b) は要部断面図である。

20

【図 17】特許文献 1 に示されている従来のインバータブリッジモジュールの構成図であり、(a) はその斜視図、(b) は IGBT ユニットの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

実施の形態を以下の実施例で説明する。

【実施例 1】

【0031】

(半導体装置用ユニットの構成)

図 1 は、この発明の第 1 実施例の半導体装置用ユニットの構成図であり、同図 (a) は要部斜視図、同図 (b) は概念断面図である。同図 (b) の概念断面図は同図 (a) の特定の切断線で切断した断面を示すものではなく、また同図 (a) に示す制御端子ピン 20 は図示されていない。この実施例で示した半導体装置用ユニット 100 は、例えば、樹脂ケース 21 内に 1 個の IGBT チップ 10 と 1 個のフリーホイールダイオードチップ (以下、単にダイオードチップ 13 と称す) が収納されたユニット 101 から構成されている。

30

【0032】

ユニット 101 は、少なくとも導電パターン付絶縁基板 6、第 1 銅ブロック 1、第 2 銅ブロック 8、IGBT チップ 10、ダイオードチップ 13、インプラントピン方式プリント基板 16 (以下、単にプリント基板 16 と称す)、コレクタ端子ピン 15、エミッタ端子ピン 19 および樹脂ケース 21 を具備している。導電パターン付絶縁基板 6 は、絶縁基板 4 と、その表側に形成された導電パターン 3 と、裏側に形成された導電パターン 5 とからなり、導電パターン 3 および導電パターン 5 には夫々第 1 銅ブロック 1 および第 2 銅ブロック 8 がはんだ 2、7 により固着されている。第 1 銅ブロック 1 はユニット 101 に下側に配置される図示しない冷却体に接触する。第 2 銅ブロック 8 には、IGBT チップ 10 およびダイオードチップ 13 が夫々はんだ 9、12 により固着され、さらに第 1 外部導出端子としてコレクタ端子ピン 15 が固着されている。インプラントピン方式のプリント基板 16 には図示しない別の導電パターンが形成されており、この導電パターンには複数のピンからなるインプラントピン 17 が固着されている。インプラントピン 17 は、IGBT チップ 10 の図示しないエミッタ電極およびゲート電極にはんだ 11 を介して、ダイ

40

50

オードチップ13の図示しないアノード電極にはんだ14を介して固着されている。プリント基板16には、インプラントピン17が固着されている面の反対側に、第2外部導出端子としてエミッタ端子ピン19および制御端子ピン20が固着しており、導電パターンを介して、夫々エミッタ電極およびゲート電極と電氣的に接続している。さらに、樹脂ケース21が、その下側から第1銅ブロック1の裏面1aを、上側からコレクタ端子ピン15およびエミッタ端子ピン19の端部をそれぞれ露出するように、導電パターン付絶縁基板6、第1銅ブロック1、第2銅ブロック8、IGBTチップ10、ダイオードチップ13、プリント基板16、インプラントピン17、コレクタ端子ピン15およびエミッタ端子ピン19を封止している。ここで、IGBTチップ10とダイオードチップ13は、第2銅ブロック8およびプリント基板16に形成された導電パターンを介して電氣的に逆並列接続され、1アームを構成している。半導体装置用ユニット100は単体でも半導体装置として機能する。

10

(半導体装置用ユニットの製造方法)

図2および図3は、図1の半導体装置用ユニットの製造方法を工程順に示した要部断面図である。

【0033】

図2(a)に示すように、第1銅ブロック1、コレクタ端子ピン15を固着した第2銅ブロック8および絶縁基板4の両面に導電パターン3,5が形成された導電パターン付絶縁基板6(例えば、Direct Bonding Copper基板など)とを用意する。第1銅ブロック1および第2銅ブロック8はここでは略直方体形状である。まず、下側の第1銅ブロック1上に導電パターン付絶縁基板6をはんだ板2aを介して載置し、さらにこの導電パターン付絶縁基板6の上側の導電パターン5上に第2銅ブロック8をはんだ板7aを介して載置する。

20

【0034】

コレクタ端子ピン15の固着は、例えば、第2銅ブロック8に図示しない凹部を形成し、この凹部にコレクタ端子ピン15を差し込んで、その後はんだ接合することで行われる。

【0035】

つぎに、図2(b)において破線で示すように、上側にエミッタ端子ピン19および図示しない制御端子ピン20が、また、下側に複数のインプラントピン17が、それぞれ固着されたプリント基板16を用意する。続いて、第2銅ブロック8上に、1枚のはんだ板9aを介して、図示しないコレクタ電極を下側にしてIGBTチップ10を載置し、また、1枚のはんだ板12aを介して、図示しないカソード電極を下側にしてダイオードチップ13を載置する。さらに、IGBTチップ10の図示しないエミッタ電極からゲート電極に渡って1枚のはんだ板11aを載置し、ダイオードチップ13の図示しないアノード電極に1枚のはんだ板14aを載置する。続いて、同図の実線で示すように、プリント基板16に形成した貫通孔16aに前記したコレクタ端子ピン15を通し、プリント基板16を降下させてインプラントピン17の先端をはんだ板11a、14aに接触させる。このプリント基板16に固着されたインプラントピン17および導電パターンを介してIGBTチップ10のエミッタ電極とエミッタ端子ピン19が接続し、同時にダイオードチップ13のアノード電極とエミッタ端子ピン19がインプラントピン17を介して接続する。

30

40

【0036】

プリント基板16にはエミッタ端子ピン19、制御端子ピン20およびインプラントピン17と接続する図示しない導電パターン(回路パターン)が形成されている。また、エミッタ端子ピン19、制御端子ピン20およびインプラントピン17のそれぞれの先端は、プリント基板16の導電パターン内に形成された図示しない貫通孔に差し込まれた後、はんだで固着される。また、コレクタ端子ピン15が通る貫通孔16aは導電パターンと離してプリント基板16に形成される。

【0037】

50

つぎに、図3(c)に示すように、第1銅ブロック1、はんだ板2a、導電パターン付絶縁基板6、はんだ板7a、第2銅ブロック8、はんだ板9a、12a、IGBTチップ10、ダイオードチップ13、はんだ板11a、14aと、各端子ピン15、19、20および各インプラントピン17が固着したプリント基板16とを積層した積層体101aをリフロー炉22に入れて、はんだ板2a、7a、9a、11a、12a、14aを溶融させる。溶融後冷却して、第1銅ブロック1、導電パターン付絶縁基板6、第2銅ブロック8、IGBTチップ10およびダイオードチップ13の各接触面を固着する。このときIGBTチップ10のエミッタ電極からゲート電極に渡って配置されるはんだ板11aは、溶融することにより、エミッタ電極とゲート電極の間を被覆している図示しない表面保護膜、例えばポリイミド膜によって分断され、冷却後それぞれの電極上にはんだが載る。

10

【0038】

つぎに、図3(d)に示すように、はんだ付けされ、一体化された積層体101aをリフロー炉22から取り出し、第1銅ブロック1の裏面1aと、エミッタ端子ピン19、コレクタ端子ピン15、および制御端子ピン20の端部を露出させ、樹脂で封止する。このようにして樹脂ケース21で被覆された略直方体形状、例えば立方体のユニット101が完成する。

【0039】

前記のように、導電パターン付絶縁基板6の両面に第1銅ブロック1と第2銅ブロック8をはんだ2、7で固着することで、IGBTチップ10とダイオードチップ13から発生する熱が銅ブロック1、8を下方に向かって広がって伝達され、効率的に図示しない冷却体へ熱を逃がすことができる。第1銅ブロック1と第2銅ブロック8の大きさは、絶縁基板の反りを抑え、十分な放熱効果を奏するものであることが望ましい。例えば、IGBTチップ10の端部から第1銅ブロック1の裏面1aの一辺に下ろした垂線が、第2銅ブロック8の下面を貫き、かつ、IGBTチップ10の主面となす角が45°以下であるような大きさが好ましい。さらに、第2銅ブロック8の平面寸法を第1銅ブロック1より小さくすることにより、導電パターン5の剥離を防止することができ好ましい。このような銅ブロックを用いることにより、従来の金属ベースに絶縁基板と半導体チップを順次固着した半導体装置に比べ、熱抵抗を数10%低減することができる。

20

【0040】

また、導電パターン付絶縁基板6の両側に同一寸法の銅ブロック1、8を固着させることで、IGBTチップ10、ダイオードチップ13で発熱した熱で導電パターン付絶縁基板6が反るのを防止できる。その結果、チップ割れなどが防止され、また、第1銅ブロック1と図示しない冷却体との密着性が向上して、放熱効率を高めることができる。

30

【0041】

また、第1銅ブロック1の露出面(裏面1a)を研削して平坦化することで、冷却体との接触熱抵抗を減少させることができる。

また、複数のインプラントピン17を有するプリント基板16を介在させることで、外部導出端子(エミッタ端子ピン19や制御端子ピン20など)とチップ電極(エミッタ電極やゲート電極)との接続が複数のインプラントピン17で行われる。その結果、外部導出端子を直接チップ電極に固着する場合より熱応力に対する耐量(ヒートサイクル耐量や温度サイクル耐量など)を大きくすることができ、はんだ11、14の熱疲労を低減できるので信頼性を向上させることができる。さらに、ボンディング工程を省略でき、1回のリフロー工程で半導体装置用ユニット100を製造することができる。

40

【0042】

また、プリント基板16を用いることで、チップ電極と接続する外部導出端子の配置をプリント基板16に形成される導電パターンを変えるだけで容易に変更できるので低コストを図ることができる。

【0043】

また、絶縁基板4の上下の両面に導電パターン3、5を形成することで、導電パターン付絶縁基板6が熱で反ることを防止できる。このとき、表側の導電パターン5の図形と裏

50

面側の導電パターン 3 の図形をそれぞれ投影された鏡像関係にある形状にするとよい。

(他の半導体装置用ユニット)

つぎに、図 1 と異なるユニット 102 について説明する。

【0044】

図 4 は、その側面に凹部と凸部を形成したユニット 102 を示す要部斜視図である。この例では、略直方体形状のユニット 102 において、樹脂ケース 23 の隣り合う側面に凹部 24 が、これらと対向する隣り合う側面に凸部 25 が、それぞれ形成されている。これは、後述するユニット集合体 201 を構成するとき、凹部 24 と凸部 25 が嵌合するようにユニット 102 同士を接触させ、組み合わせることで、各ユニット 102 同士が上下左右にずれるのを防止できる利点がある。特に半導体装置の使用時、発生した熱によりユニット 102 間で生じるずれを防止するのに有効である。

10

【0045】

なお、第 1 実施例では、ユニット 101、102 に収納される半導体チップの例として、1 組の IGBT チップ 10 とダイオードチップ 13 を挙げたが、これに限るものではない。IGBT チップ 10 のみ、もしくはダイオードチップ 13 のみ、または IGBT チップ 10 やダイオードチップ 13 以外のチップ、例えばパワー MOSFET チップ、パワーバイポーラトランジスタチップもしくはサイリスタチップなどを単数または複数収納するユニットとして、半導体装置用ユニットを構成しても構わない。これらは、使用目的に合わせて決めればよい。

【0046】

また、ダイオードチップ 13 のみでユニットを形成する場合は、前記した制御端子ピン 20 は不要となる。

20

【実施例 2】

【0047】

(半導体装置の構成)

図 5 は、この発明の第 2 実施例の半導体装置の要部斜視図である。この半導体装置 200 はパワー IGBT モジュールであり、例えば、このモジュール 1 個で、図 6 で示すような三相インバータ回路を構成できる。

【0048】

この半導体装置 200 は、第 1 実施例 (図 1) のユニット 101 を集合したユニット集合体 201、配線基板 28、およびユニット集合体 201 を両側から挟みこむボルト締めユニット 26 (締め付け部材) により構成されている。

30

【0049】

配線基板 28 は、絶縁基板上に導電膜により回路、例えばインバータ回路を構成する配線パターン 29 が形成された導電パターン付絶縁基板であり、加えてユニット集合体 201 を図示しない冷却体に押さえつける働きもするので、剛性を備える必要がある。

【0050】

各端子ピン 15、19、20 は、配線基板 28 に形成された貫通孔 31 に挿入され、配線パターン 29 や配線基板の貫通孔の側壁に形成された図示しない導電膜に固着されている。

40

【0051】

前記した内容を図 5 を用いてさらに具体的に説明する。

ユニット集合体 201 はユニット 101 を 6 個並べて構成され、このユニット集合体 201 上に、ユニット 101 間を配線する配線基板 28 が配置されている。前記エミッタ端子ピン 19、コレクタ端子ピン 15 および制御端子ピン 20 は配線基板 28 の貫通孔 31 を通り、はんだで固着されている。配線基板 28 には、図 6 に示す三相インバータ回路の配線である P 配線、N 配線、U 配線、V 配線、W 配線などの配線パターン 29 が導電膜で形成され、これらの配線パターン 29 内の貫通孔 31 を通る前記のエミッタ端子ピン 19、コレクタ端子ピン 15 がはんだで固着されている。また、制御端子ピン 20 はこれらの配線パターン 29 と絶縁され、配線基板 28 の絶縁基板上に形成された他の貫通孔 31 に通

50

され、貫通孔 3 1 の内壁に形成された導電膜にはんだにより固定されている。

【 0 0 5 2 】

尚、好ましくは各端子ピン 1 5、1 9、2 0 の先端を図示しないクワ型の接続部やバナナ型の接続部 (bananaplug) にして、これを配線基板 2 8 の貫通孔 3 1 に差し込んで固定するとよい。差し込んだ後、はんだ付けするとさらに強固に固定することができる。

【 0 0 5 3 】

6 個のユニット 1 0 1 は、その 3 個が一行に密着し、これがさらに 2 列密着して、2 行 3 列のユニット集合体 2 0 1 を形成している。このユニット集合体 2 0 1 の対向する 2 つの両側面には、取り付け部材であるボルト締めユニット 2 6 が配置されている。さらに、ユニット集合体 2 0 1 とボルト締めユニット 2 6 の上部には、ボルト締めユニット 2 6 に形成された貫通孔 2 7 とその四隅に形成された貫通孔 3 0 が重なるように配線基板 2 8 が配置されている。ユニット集合体 2 0 1、ボルト締めユニット 2 6 および配線基板 2 8 は、これらの貫通孔 2 7、3 0 に挿入される図示しないボルトにより冷却体に固定される。

【 0 0 5 4 】

図 7 は配線基板と半導体装置用ユニット集合体の間に弾性体を挟んだ要部断面図である。図 7 に示すように、配線基板 2 8 とユニット集合体 2 0 1 (半導体装置用ユニット) の間にゴムシートのような弾性体 4 9 を挟むことが好ましい。弾性体 4 9 を挟むことにより、ボルト締めしたときに、凹凸状態の露出した第 1 銅ブロック 1 の裏面 1 a を同一高さに揃えることができ、各ユニット 1 0 1 の第 1 銅ブロック 1 の裏面 1 a を冷却体 4 8 に等しく密着させ、半導体装置 2 0 0 と冷却体 4 8 の接触熱抵抗を使用中を通じて小さくすることができる。この弾性体 4 9 の代わりに各ユニット 1 0 1 を押さえるバネを挿入しても同様の効果を期待できる。また、ユニット集合体 2 0 1 と図示しない冷却体の間にコンパウンドを介在させると接触熱抵抗を低減できる。

(半導体装置の製造方法)

図 8 ~ 図 1 0 は、図 5 で示す半導体装置の製造方法を工程順に示した要部斜視図である。

【 0 0 5 5 】

図 8 に示すように、6 個のユニット 1 0 1、2 個のボルト締めユニット 2 6 および 1 個の配線基板 2 8 を準備する。

図 9 に示すように、3 個のユニット 1 0 1 を一行に密着して並べたものを 2 組作り、それらを平行に並べて密着しユニット集合体 2 0 1 を形成する。ユニット集合体 2 0 1 を長手方向の両側から挟みこむようにボルト締めユニット 2 6 を配置し、上方に配線基板 2 8 を配置する。

【 0 0 5 6 】

続いて、図 1 0 に示すように、上方の配線基板 2 8 を下方に下ろして、各端子ピン 1 5、1 9、2 0 を配線基板 2 8 の貫通孔 3 1 に貫通させ、はんだで貫通孔 3 1 を塞ぎ、各端子ピン 1 5、1 9、2 0 と配線基板 2 8 を固着する。こうしてユニット集合体 2 0 1 と配線基板 2 8 が電氣的、機械的に接続する。その後、ユニット 1 0 1 から露出している第 1 銅ブロック 1 の裏面 1 a を研削研磨して、6 個の第 1 銅ブロック 1 の裏面 1 a が同一の高さになるようにしてユニット集合体 2 0 1、配線基板 2 8 およびボルト締めユニット 2 6 からなるパワー I G B T モジュール (半導体装置 2 0 0) が完成する。

【 0 0 5 7 】

図 1 1 は冷却体 (冷却フィン) に取り付けられた半導体装置 2 0 0 の使用状態を示す要部斜視図である。半導体装置 2 0 0 は、同軸の配線基板 2 8 の貫通孔 3 0 とボルト締めユニット 2 6 の貫通孔 2 7 に挿入されたボルト 3 2 により冷却体 4 8 に固定されている。冷却体 4 8 の半導体装置 2 0 0 に対向する面には、好ましくはコンパウンドもしくは熱伝導ペーストが塗布される。ボルト 3 2 を締め付けるトルクは配線基板 2 8 から各ユニット 1 0 1 へ各端子ピン 1 5、1 9、2 0 を介して圧接力として伝達され、その圧接力により各ユニット 1 0 1 は冷却体 4 8 に押さえつけられ、各ユニット 1 0 1 の第 1 銅ブロック 1 の裏面 1 a が冷却体 4 8 に密着して固定される。

【0058】

このように配線基板28は、所望の回路を構成するためにユニット101間を配線するとともに、各ユニット101を冷却体48に密着させる働きをする。

(他の半導体装置)

つぎに、図4のユニット102を用いて組み立てたパワーIGBTモジュールについて説明する。

【0059】

図12は、図4で示す、その側面に凹部24および凸部25を有するユニット102を用いて組み立てた半導体装置200aの斜視図である。ユニット102の側面に形成した凸部25(図4参照)を別のユニット102の側面に形成した凹部24に嵌合することで、強固に結合したユニット102からなるユニット集合体202を作ることができる。また、図示しないが、一方のボルト締めユニット38の、ユニット102の凹部24が形成されている面に対向する側面に凸部を形成し、他方のボルト締めユニット38の、ユニット102の凸部が形成されている面に対向する側面に凹部を形成して、これらをそれぞれ嵌合することにより、ユニット102とボルト締めユニット38との結合を強固にすることができる。

10

【実施例3】

【0060】

図13は、この発明の第3実施例の半導体装置用ユニットの構成図であり、同図(a)は要部斜視図、同図(b)は概念断面図である。この概念断面図は同図(a)のユニットを特定の切断線で切断した断面を示すものではない。この実施例で示した半導体装置用ユニット300は、例えば、樹脂ケース21a内に1個のIGBTチップ10と1個のダイオードチップ13が収納されたユニット301から構成されている。

20

【0061】

第1実施例の半導体装置用ユニット(図1、図4)と異なるのは、エミッタ端子ピン19aとコレクタ端子ピン15aがユニット301の樹脂ケース21aの側面から引き出されている(露出している)点である。これらの側面と第1銅ブロック1が露出する底面は隣接している。制御端子ピン20aは第1実施例と同様に上面から引き出されている。尚、図中の符号36は、インプラントピン37、エミッタ端子ピン19aおよび制御端子ピン20aが固着されているプリント基板(インプラントピン方式プリント基板)を示している。

30

【0062】

図13に示すように、エミッタ端子ピン19aは樹脂ケース21aの対向する2つの側面から引き出され、これらと隣接し、略直交する他の対向する2つの側面からコレクタ端子ピン15aが引き出されている。また、これらの端子ピン15a、19aが突出する各側面には凹部35の切れ込みが形成されている。

【0063】

第1実施例と同様に、この場合もユニット301に収納される半導体チップの例として、1組のIGBTチップ10とダイオードチップ13を挙げたが、これに限るものではない。IGBTチップ10のみもしくはダイオードチップ13のみ、またはIGBTチップ10やダイオードチップ13以外のチップ、例えばパワーMOSFETチップ、パワーバイポーラトランジスタチップもしくはサイリスタチップなどを単数または複数収納するユニットとして、半導体装置用ユニット構成しても構わない。これらは、使用目的に合わせて決めればよい。

40

【0064】

ユニット301の両側面からエミッタ端子ピン19aやコレクタ端子ピン15aを出すことにより、後述するように、第1実施例および第2実施例で用いた配線基板28を用いることなく図14に示すユニット集合体401を形成し、三相インバータ回路を構成することができる。

【実施例4】

50

【0065】

図14は、この発明の第4実施例の半導体装置の要部斜視図である。この半導体装置400はパワーIGBTモジュールであり、例えば、このモジュール1個で、図6で示すような三相インバータ回路を構成できる。

【0066】

この半導体装置400は、第3実施例(図13)のユニット301を集合したユニット集合体401、コレクタ接続端子ピン44、エミッタ接続端子ピン45、コレクタ・エミッタ接続端子ピン46、ジョイント40(図14参照)およびボルト締めユニット38で主に構成されている。

【0067】

各ユニット301はコレクタ端子ピン15aおよびエミッタ端子ピン19aが、例えば三相インバータ回路を構成するよう並んでおり、後述する図15(a)~図15(d)に示すように、ジョイント40において、コレクタ接続端子ピン44はユニット301の側面から引き出されたコレクタ端子ピン15aと、エミッタ接続端子ピン45はエミッタ端子ピン19aと、コレクタ・エミッタ接続端子ピン46はコレクタ端子ピン15aおよびエミッタ端子ピン19aと、それぞれ接続している。コレクタ接続端子ピン44、エミッタ接続端子ピン45、コレクタ・エミッタ接続端子ピン46を総称して外部接続端子ピンと称することもある。

【0068】

ボルト締めユニット38は、その断面がL字形状となるよう上部に庇38aが設けられるとともに、肉厚の部分に貫通孔39が形成されており、庇38aがユニット集合体401の上側一部を覆うように配置されている。ユニット集合体401は、貫通孔39に挿入される図示しないボルトにより冷却体に密着、固定される。

【0069】

図15は、ユニットを集合してユニット集合体を形成するときに用いるジョイントの説明図であり、同図(a)ジョイントとユニットの斜視図、同図(b)~(d)はジョイントに端子ピンおよび接続端子ピンを差し込んだ状態の要部断面図、同図(e)は金属で形成されたジョイントを用いた場合の要部断面図である。

【0070】

同図(a)に示すように、ジョイント40は、略直方体形状で、樹脂ケース21aと同一の樹脂で形成され、コレクタ端子ピン15a等が挿入される貫通孔41、42、43が設けられている。各貫通孔の内壁には導電膜40aが形成され、端子ピン同士の電氣的接続を強化している。ジョイント40は、ユニット301の樹脂ケース21aに形成された切り込み凹部35に差し込まれて、使用され、ユニット301同士を電氣的、機械的に結合してユニット集合体401を形成する。

【0071】

同図(b)に示すように、隣り合う樹脂ケース21a、すなわちユニット301から引き出されたコレクタ端子ピン15aは、ジョイント40の貫通孔42に差し込まれて電氣的に接続され、さらに貫通孔43に差し込まれたコレクタ接続端子ピン44とも接続されている。

【0072】

また、同図(c)に示すように、隣り合う樹脂ケース21aから引き出されたエミッタ端子ピン19aは、貫通孔41に差し込まれて接続され、さらに貫通孔43に差し込まれたエミッタ接続端子ピン45とも接続されている。

【0073】

また、同図(d)に示すように、隣り合う樹脂ケース21aから引き出されたコレクタ端子ピン15aとエミッタ端子ピン19aは、それぞれ貫通孔42と貫通孔41に差し込まれて接続され、さらに貫通孔43に差し込まれたコレクタ・エミッタ接続端子ピン46とも接続されている。

【0074】

10

20

30

40

50

また、同図(e)に示すように、樹脂成型したジョイント40に代えて、外部接続端子ピン部を一体化し、金属で形成したジョイント40bの貫通孔42に、例えば2本のコレクタ端子ピン15aを差し込んで接続してもよい。

【0075】

このようにコレクタ端子ピン15a、エミッタ端子ピン19aと接続するコレクタ接続端子ピン44、エミッタ接続端子ピン45は、それぞれ三相インバータ回路のP配線、N配線として、コレクタ端子ピン15aおよびエミッタ端子ピン19aと接続するコレクタ・エミッタ接続端子ピン46は、U配線、V配線またはW配線として働く。そのため、第2実施例(図5)において説明した配線基板28は不要となり半導体装置の低コスト化が図れる。また、同図(e)のように、金属でジョイント40bを形成すると、電流通路としてジョイント40bが利用されるのでジョイント部での電流容量を大幅に増やすことができる。

10

【0076】

なお、貫通孔41、42、43の内壁に形成される導電膜40aの通電容量が不足する場合は、例えば、ナノフォイル(商品名)を端子ピン15a、19aおよび外部接続端子ピンの先端に巻きつけて貫通孔41、42、43に挿入し、放電やレーザー光でナノフォイルにエネルギーを与えて、ナノフォイルを溶融させ、端子ピンおよび外部接続端子ピンを結合するとよい。これにより容量が確保され、結合が強固になる。

【0077】

前記の第2実施例および第4実施例では、三相インバータ回路を構成する半導体装置200、400(パワーIGBTモジュール)を示したが、これに限るものではない。

20

また、第2実施例では、配線基板28の配線パターン29(導電パターン)を変え、それに対応するようにユニット101の配置を変えたユニット集合体を形成とすることで、複数並列接続したり、直列接続したり、またハイサイド素子とローサイド素子を直列接続した1本のアームを形成したり、単相インバータ回路を形成したりすることができる。

【0078】

また、第4実施例において、ユニット301の配置を変えてユニット集合体401を形成することで、前記のように各種回路を得ることができる。

さらに、半導体装置用ユニット100、300の数を増やせば、電流容量を増やしたり、また、PWMコンバータを含むインバータ回路や3レベルインバータ回路を構成することができる。

30

【実施例5】

【0079】

(半導体装置の構成)

図16は、この発明の第5実施例の半導体装置の構成図であり、同図(a)は要部平面図、同図(b)は要部断面図である。この半導体装置500は、第1実施例(図1)のユニット101に相当するユニット101cを接着剤47で結合した第2実施例(図5)のユニット集合体201に相当するユニット集合体501を用いて三相インバータ回路を構成したパワー半導体モジュールである。尚、ユニット101cの樹脂ケース21cに封止される中身は第1実施例のユニット101の樹脂ケース21に封止される中身と同一である。

40

【0080】

第2実施例(図5)と異なるのは、2行3列に配置するユニット101cの間、およびユニット101cとボルト締めユニット26cの対向する面の隙間に接着剤47を充填し、ユニット101c同士およびユニット101cとボルト締めユニット26cを固着する点である。

【0081】

ユニット集合体501の各第1銅ブロック1は、研削により、その裏面1aの高さを同一にし、面一とすることが好ましい。第1銅ブロック1の裏面1aが平坦化されたユニット集合体501はボルト締めユニット26cの貫通孔27cに挿入されるボルトにより図

50

示しない冷却体へ密着性よく固定され、使用される。

(半導体装置の製造方法)

つぎに、図16の半導体装置500の製造方法について説明する。

【0082】

まず、第1実施例(図1)、第2実施例(図5)で説明したものと同一ユニット101c、ボルト締めユニット26cおよび配線基板28を準備する。続いて、フェノール・ノボラック系のエポキシ樹脂と酸無水物硬化剤をそれぞれ所定量計量したのち室温状態で十分に混合し、13.3Pa(0.1Torr)の真空状態で10分間一次脱泡して接着剤を作る。ユニット101c同士およびユニット101cとボルト締めユニット26cのそれぞれの接着面にこの接着剤47を必要量塗布する。そして、ユニット101cを2行3列に並べ、この長手方向の両側から挟みこむようにボルト締めユニット26cを配置して、図示しない金型内で組合わせて接着面に適度な加圧力を加える。続いて、100～1時間の硬化条件で接着剤の硬化を行う。金型から離型したら、さらに180～2時間の2次硬化を行いユニット間の接着剤47の耐熱性を高めてユニット集合体501を形成する。

10

【0083】

続いて、ユニット集合体501を構成する第1銅ブロック1の裏面1aを研磨加工した後、ユニット集合体501上に配線基板28を配置し、エミッタ端子ピン19、コレクタ端子ピン15および制御端子ピン20を配線基板28に貫通し固着して、三相インバータ回路を構成する半導体装置500が完成する。

【0084】

その後、この半導体装置500は図示しない熱伝導ペーストが塗布された冷却体にボルトで固定され、使用される。

20

ユニット101c同士を接着剤47で固着することにより、ユニット集合体501を一体型とすることができ、半導体装置500の冷却体への取り付けが容易になる。

【0085】

さらに、接着剤47の材料は、樹脂ケース21cを形成する封止材のベース樹脂かもしくはベース樹脂と同等のものとするのが好ましい。つまり、接着剤47として使用する材料を、封止材に使用するベース樹脂かもしくはベース樹脂と同等のものとし、充填材(フィラー)を配合しない材料とすれば、熱膨張係数を除いて、接着強さや熱変形温度を樹脂ケース21cを形成する封止材に合わせることができる。こうすることで、接着剤47は狭い隙間に入り込むことができ、その接着強度は強くなる。また基本的に同一材料であるので、接着剤47が固化した後は樹脂ケース21cと接着剤47は一体化し極めて接着強度が強くなる。

30

【0086】

また、樹脂ケース21cを形成する封止材の熱膨張係数を銅ブロック1、8の熱膨張係数と同じにし、さらに接着剤47による接着強さを高めて熱変形温度を高く維持することにより、熱応力の発生を抑えてはんだ接合部の熱抵抗の上昇を防止することができる。

【0087】

また、露出している各ユニット101cの第1銅ブロック1の裏面1aを、ユニット集合体501を組み立てた後、研磨し平坦化すれば、各ユニット101cの第1銅ブロック1の裏面1aと冷却体との密着性が向上し、放熱効率を向上させることができるので好ましい。

40

(封止材)

つぎに、ユニット101cの樹脂ケース21cを形成する封止材について説明する。尚、ユニット101cの内部の部材は第1実施例のユニット101と同じである。

【0088】

封止材の熱膨張係数は $1.5 \times 10^{-5} /$ ～ $1.8 \times 10^{-5} /$ の範囲が好ましい。これは銅ブロックの熱膨張係数とほぼ同じであり、このような封止材を用いれば銅ブロック1、8が固着した導電パターン付絶縁基板6の反りと、IGBTチップ10、ダイオード

50

チップ13の上下のはんだ9、11、12、14(図1(b)参照)の熱疲労による熱抵抗の増大を防止し、信頼性の高いパワーIGBTモジュールを提供することができる。熱膨張係数が $1.5 \times 10^{-5}/$ 未満では、充填材の含有量を90wt%以上とする必要があり、注型材料としての流動性が失われ、封止作業が困難になる。一方、 $1.8 \times 10^{-5}/$ を超える熱膨張係数は、IGBTチップ10、ダイオードチップ13と導電パターン付絶縁基板6との間の熱応力を小さくすることが困難となる。

【0089】

また、封止材の銅ブロック1、8に対する接着強さは10MPa~30MPaの範囲が好ましい。このような封止材を用いれば、銅ブロック1、8が固着した導電パターン付絶縁基板6の反りと、チップの上下のはんだの熱疲労による熱抵抗の増大を防止し、信頼性の高いパワーIGBTモジュールを提供することができる。接着強さが10MPa未満では、銅ブロック1、8やIGBTチップ10、ダイオードチップ13等と封止材の界面で剥離し、十分な接着強さが得られず、熱応力からIGBTチップ10、ダイオードチップ13をガードできなくなる。一方、接着強さは30MPaがほぼ上限であるためである。

【0090】

さらに、封止材の熱変形温度は150~200の範囲が好ましい。このような封止材を用いれば、銅ブロック1、8が固着した導電パターン付絶縁基板6の反りと、IGBTチップ10、ダイオードチップ13の上下のはんだ9、11、12、14の熱疲労による熱抵抗の増大を防止し、信頼性の高いパワーIGBTモジュールを提供することができる。熱変形温度が150未満では、樹脂ケース21cの耐熱性がなく封止材としての機能がなくなる。一方、エポキシ系の封止材ではその使用温度の上限は200から225が限界であるため、余裕をみて200以下とする。

【0091】

このような条件を満たす材料として、例えばフェノール・ノボラック系のエポキシ樹脂と酸無水物硬化剤の2液混合型封止材があり、これにシリカ充填材を75wt%配合した注型用封止材がナガセケムテックス株式会社より入手可能である。例えば、このエポキシ樹脂と硬化剤を所定量計量した後70に加熱して十分に混合し、0.1Torrの真空下で10分間一次脱泡して金型内に注型し、さらに0.1Torrの真空下で10分間二次脱泡して1001時間加熱、硬化することにより樹脂ケース21cを形成することができる。硬化後の封止材の熱膨張係数は $1.7 \times 10^{-5}/$ 、銅ブロックに対する接着強さは23MPa、熱変形温度は200である。

【0092】

尚、この封止材は、第1実施例~第4実施例の樹脂ケース21、21a、23に用いることもできる。

(接着剤)

つぎに、ユニット101c等を結合する接着剤47について説明する。

【0093】

樹脂ケース21cとボルト締めユニット26cに対する接着剤の接着強さは10MPa~30MPaの範囲が好ましい。この範囲の接着剤を用いれば樹脂ケース21cやボルト締めユニット26cとの界面での剥離を防止でき、強固な一体型のユニット集合体501を形成することができる。接着強さが10MPa未満では樹脂ケース21cやボルト締めユニット26cとの界面での剥離が生じやすくなり、一方、接着強さは30MPaが上限である。

【0094】

接着剤の熱変形温度は150~200の範囲が好ましい。この範囲であれば樹脂ケース21cやボルト締めユニット26cを強固に接着でき、耐熱性の高い一体型のユニット集合体501を形成することができる。その結果、樹脂ケース21cに内蔵する半導体チップを定格接合温度まで安全に使用できる。熱変形温度が150未満では、樹脂ケース21cやボルト締めユニット26cを強固に接着できず、半導体チップの定格接合温度を下げなければならない。一方、エポキシ系の接着剤はその使用温度の上限が200か

10

20

30

40

50

ら 2 2 5 であるため、余裕をみて 2 0 0 以下とする。

【 0 0 9 5 】

このような条件を満たす材料として、例えば先に挙げたフェノール・ノボラック系のエポキシ樹脂と酸無水物硬化剤の 2 液混合型材料があり、充填材を添加しないベース樹脂としてナガセケムテックス株式会社より入手可能である。

【 0 0 9 6 】

尚、ユニット集合体 5 0 1 と配線基板 2 8 の間に、さらにゴムシートのような弾性体を挿入すると、第 2 実施例 (図 7) で説明したような効果を得ることができる。

上記については単に本発明の原理を示すものである。さらに、多数の変形、変更が当業者にとって可能であり、本発明は上記に示し、説明した正確な構成および応用例に限定されるものではなく、対応するすべての変形例および均等物は、添付の請求項およびその均等物による本発明の範囲とみなされる。

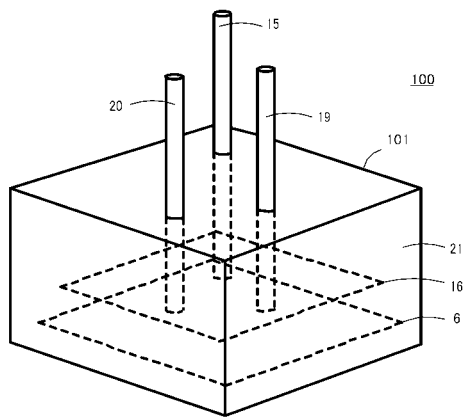
【 符号の説明 】

【 0 0 9 7 】

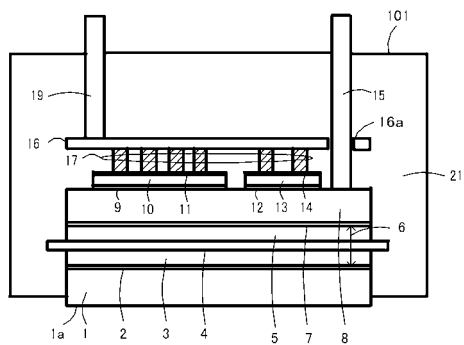
- | | | |
|----------------------------|-----------------|----|
| 1 | 第 1 銅ブロック | |
| 1 a | 裏面 | |
| 2、7、9、11、12、14 | はんだ | |
| 2 a、7 a、9 a、11 a、12 a、14 a | はんだ板 | |
| 3 | 導電パターン | |
| 4 | 絶縁基板 | 20 |
| 5 | 導電パターン | |
| 6 | 導電パターン付絶縁基板 | |
| 8 | 第 2 銅ブロック | |
| 10 | I G B T チップ | |
| 13 | ダイオードチップ | |
| 15、15 a | コレクタ端子ピン | |
| 16、36 | プリント基板 | |
| 16 a | 貫通孔 | |
| 17、37 | インプラントピン | |
| 19、19 a | エミッタ端子ピン | 30 |
| 20、20 a | 制御端子ピン | |
| 21、21 a、23、21 c | 樹脂ケース | |
| 22 | リフロー炉 | |
| 24 | 凹部 | |
| 25 | 凸部 | |
| 26、26 c、38 | ボルト締めユニット | |
| 27、27 c、30、31、39、41、42、43 | 貫通孔 | |
| 28 | 配線基板 | |
| 29 | 配線パターン | |
| 32 | ボルト | 40 |
| 35 | 凹部 | |
| 38 a | 庇 | |
| 40、40 b | ジョイント | |
| 40 a | 導電膜 | |
| 44 | コレクタ接続端子ピン | |
| 45 | エミッタ接続端子ピン | |
| 46 | コレクタ・エミッタ接続端子ピン | |
| 47 | 接着剤 | |
| 48 | 冷却体 | |
| 49 | 弾性体 | 50 |

- 100、300 半導体装置用ユニット
- 200、200a、400、500 半導体装置
- 101、101c、102、301 ユニット
- 101a 積層体
- 201、202、401、501 ユニット集合体

【図1】

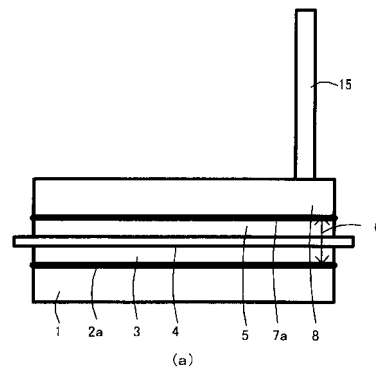


(a)

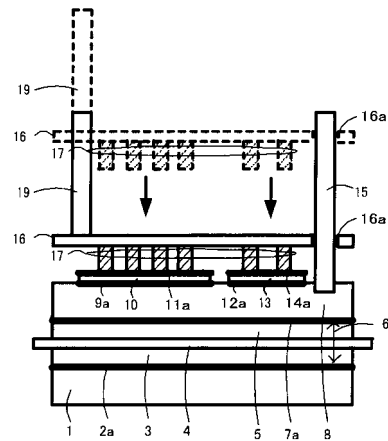


(b)

【図2】

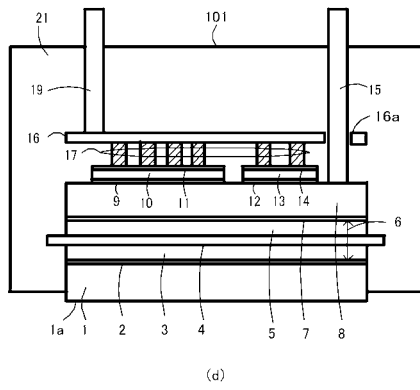
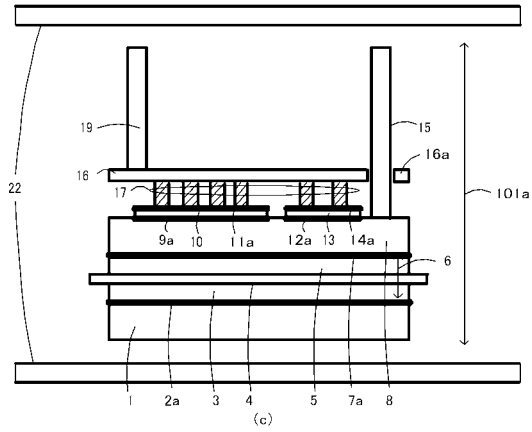


(a)

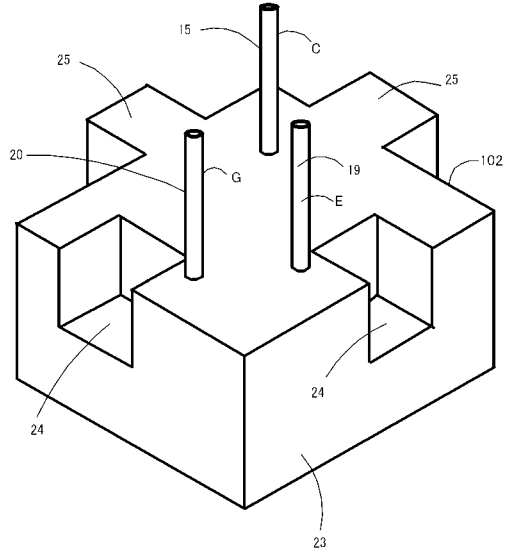


(b)

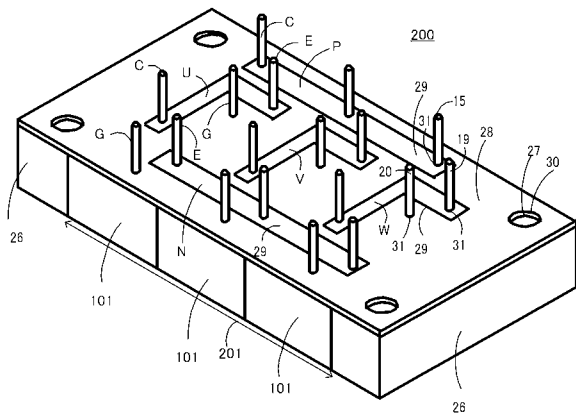
【図3】



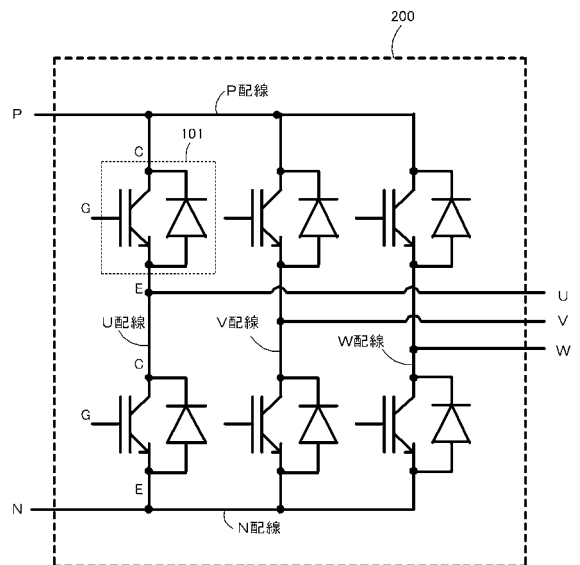
【図4】



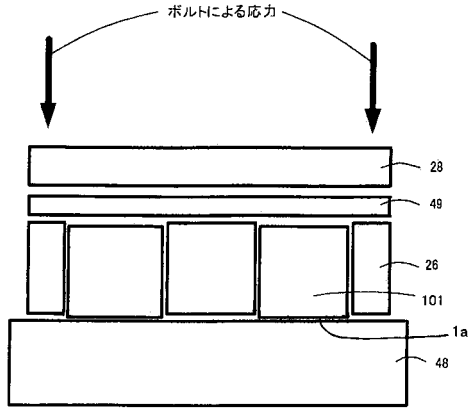
【図5】



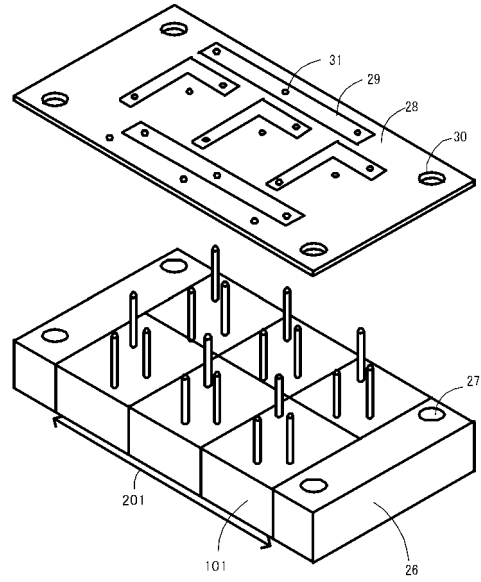
【図6】



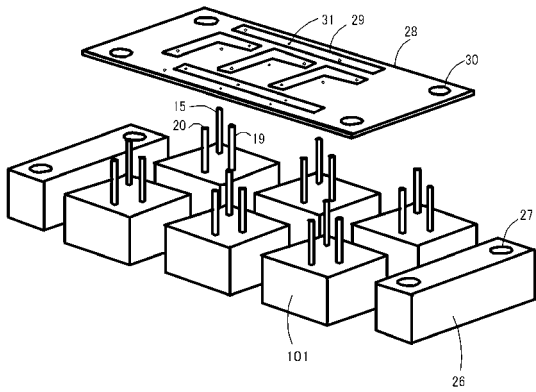
【図7】



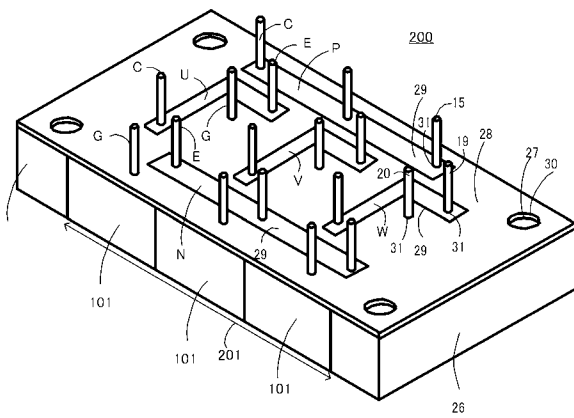
【図9】



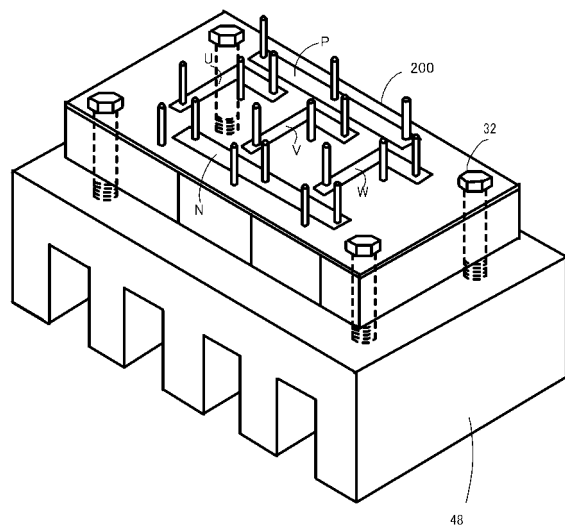
【図8】



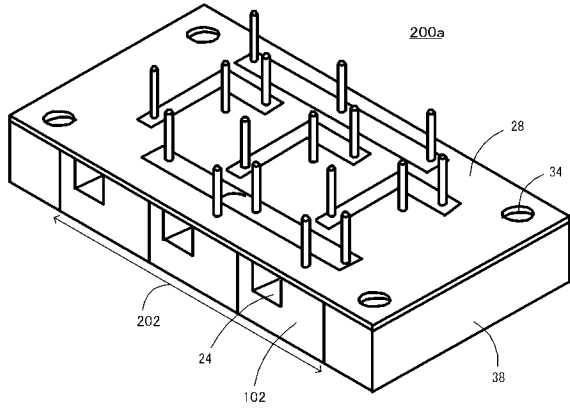
【図10】



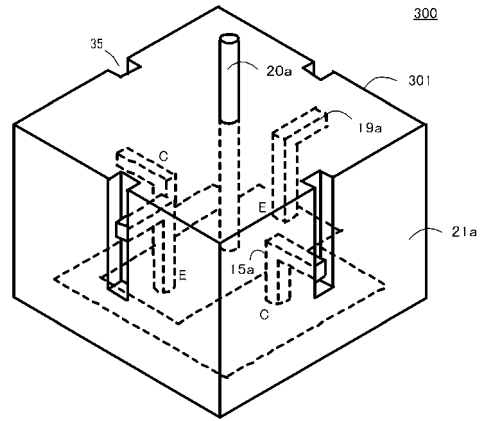
【図11】



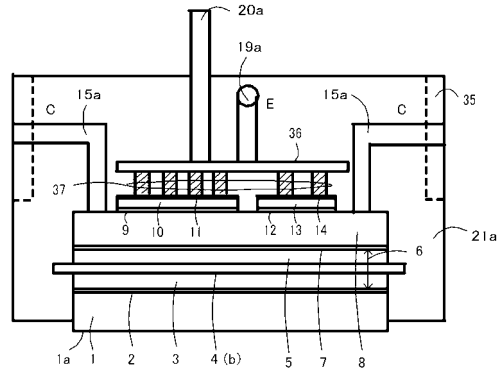
【図12】



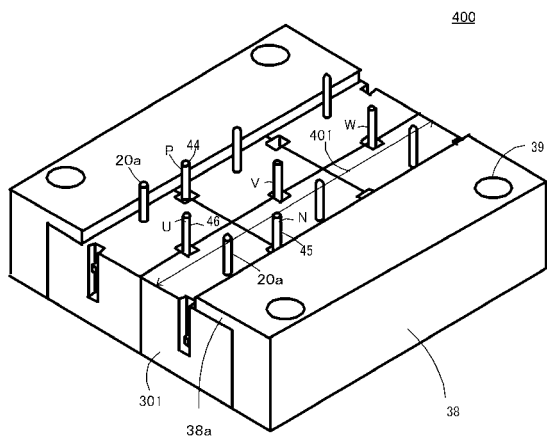
【図13】



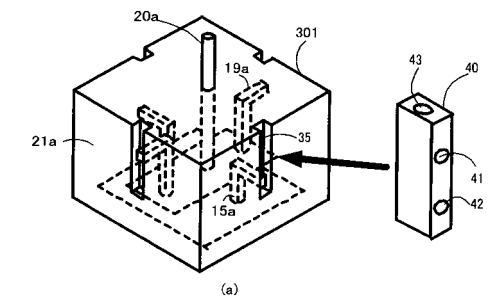
(a)



【図14】

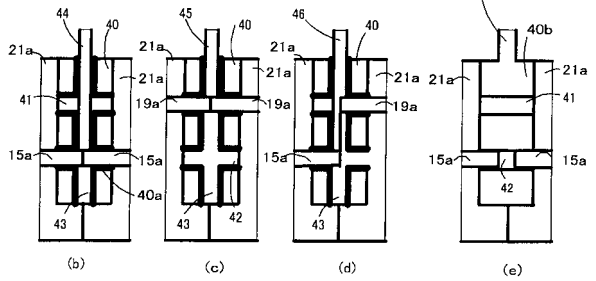


【図15】



(a)

外部接続端子ピン部



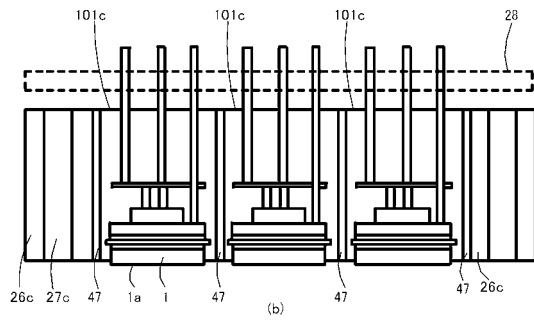
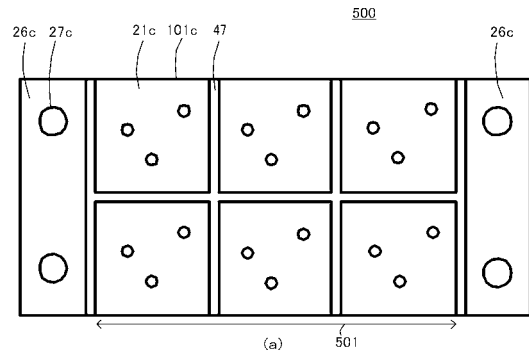
(b)

(c)

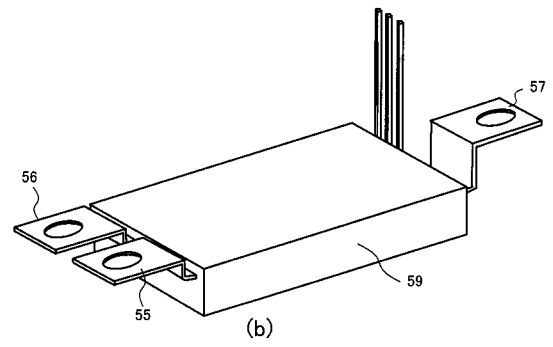
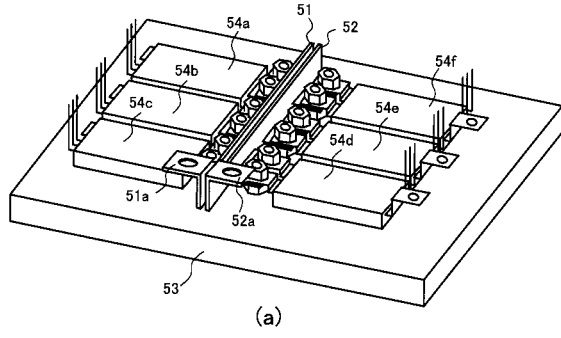
(d)

(e)

【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 柳川 克彦
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機ホールディングス株式会社内
- (72)発明者 高橋 良和
東京都品川区大崎一丁目11番2号 富士電機システムズ株式会社内

審査官 石野 忠志

- (56)参考文献 特開2009-064852(JP,A)
特開2002-232090(JP,A)
特開2005-183644(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 25/07
H01L 25/18
H01L 23/34 - 23/473
H05K 7/20