

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5113815号
(P5113815)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int.Cl. F I
 H O 1 L 25/07 (2006.01) H O 1 L 25/04 C
 H O 1 L 25/18 (2006.01)

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2009-216417 (P2009-216417)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成21年9月18日(2009.9.18)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2011-66255 (P2011-66255A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成23年3月31日(2011.3.31)	(74) 代理人	100149803
審査請求日	平成23年10月20日(2011.10.20)		弁理士 藤原 康高
		(72) 発明者	中尾 淳一
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
			東芝内
		(72) 発明者	福吉 寛
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
			東芝内
		審査官	酒井 英夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーモジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

金属ベースと、

コ形状に折り曲げられた折り曲げ部を有する電極端子と、

前記電極端子の折り曲げ部の内側に収納されるナット及びナットホルダーと、

第1主面に半導体チップが搭載され、前記半導体チップと電氣的に接続され、前記折り曲げ部から離間される前記電極端子の一端にはんだ接合される上部電極が第1主面に設けられ、第1主面と相対向する第2主面に設けられる下部電極が前記金属ベースとはんだ接合される回路基板と、

下端部が前記金属ベースの端部と接し、上部が前記電極端子の折り曲げ部の外側面と接し、前記回路基板と離間し、前記回路基板を覆うように設けられるケースと、を具備することを特徴とするパワーモジュール。

10

【請求項2】

金属ベースと、

コ形状に折り曲げられた折り曲げ部を有する電極端子と、

前記電極端子の折り曲げ部の内側に収納されるナット及びナットホルダーと、

上部電極、セラミック基板、及び下部電極から構成され、半導体チップが第1主面に載置され、前記折り曲げ部から離間される前記電極端子の一端が前記上部電極とはんだ接合され、前記折り曲げ部から離間される前記電極端子の一端が上記半導体チップと電氣的に接続され、第1主面と相対向する第2主面に設けられる下部電極が前記金属ベースとはんだ

20

接合される回路基板と、
前記金属ベースの第1主面と前記回路基板の第1主面及び側面とを覆うように設けられるシリコンゲルと、
下端部が前記金属ベースの端部及び前記シリコンゲルの端部と接し、上部が前記電極端子の折り曲げ部の外側面と接し、前記シリコンゲル覆うように設けられる樹脂ケースと、
前記樹脂ケースと前記シリコンゲルの間に設けられた空隙部と、
を具備することを特徴とするパワーモジュール。

【請求項3】

前記セラミック基板は、 AlN （窒化アルミニウム）、 Al_2O_3 （アルミナ）、 Si_3N_4 （窒化珪素）、或いは SiC （炭化珪素）から構成されることを特徴とする請求項2に記載のパワーモジュール。

10

【請求項4】

前記金属ベースは、 Cu （銅）、 Al （アルミニウム）、 Ni （ニッケル）、 $AlSiC$ （炭化アルミニウム珪素）、或いは Mo （モリブデン）から構成される請求項1乃至3のいずれか1項に記載のパワーモジュール。

【請求項5】

前記折り曲げ部から離間される前記電極端子の一端及び他端は、前記上部電極とはんだ接合される請求項1乃至4のいずれか1項に記載のパワーモジュール。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、パワーモジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

パワーモジュールでは、パワーデバイスとしての半導体チップが載置された回路基板の上部電極と電極端子の間、及び回路基板の下部電極と金属ベースの間がはんだ接合され、回路基板とケースの間の空隙部にはシリコンゲルなどが充填される。 $IGBT$ （Insulated - Gate Bipolar Transistor）モジュール等のパワーモジュールでは、熱伝導性を考慮して回路基板に、例えば AlN （窒化アルミニウム）などのセラミック基板が用いられ、金属ベースに熱伝導率に優れた Cu （銅）などが用いられる（例えば、特許文献1参照。）。

30

【0003】

特許文献1などに記載されるパワーモジュールでは、はんだ接合された電極端子が、例えば実装用に垂直に折り曲げられる。専用治具などを用いて折り曲げた場合、直角に曲がらずに電極端子の高さ寸法精度が所定の規格を満足しないという問題点がある。また、折り曲げられたはんだ接合部に応力がかかり、信頼性が低下するという問題点がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

40

【特許文献1】特開2005-311019号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、パワーモジュールの電極端子の高さ寸法の精度を向上することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様のパワーモジュールは、金属ベースと、コ形状に折り曲げられた折り曲げ部を有する電極端子と、前記電極端子の折り曲げ部の内側に収納されるナット及びナットホルダーと、第1主面に半導体チップが搭載され、前記半導体チップと電氣的に接続さ

50

れ、前記折り曲げ部から離間される前記電極端子の一端にはんだ接合される上部電極が第1主面に設けられ、第1主面と相対向する第2主面に設けられる下部電極が前記金属ベースとはんだ接合される回路基板と、下端部が前記金属ベースの端部と接し、上部が前記電極端子の折り曲げ部の外側面と接し、前記回路基板と離間し、前記回路基板を覆うように設けられるケースとを具備することを特徴とする。

【0007】

更に、本発明の他態様のパワーモジュールは、金属ベースと、コ形状に折り曲げられた折り曲げ部を有する電極端子と、前記電極端子の折り曲げ部の内側に収納されるナット及びナットホルダーと、上部電極、セラミック基板、及び下部電極から構成され、半導体チップが第1主面に載置され、前記折り曲げ部から離間される前記電極端子の一端が前記上部電極とはんだ接合され、前記折り曲げ部から離間される前記電極端子の一端が上記半導体チップと電氣的に接続され、第1主面と相対向する第2主面に設けられる下部電極が前記金属ベースとはんだ接合される回路基板と、前記金属ベースの第1主面と前記回路基板の第1主面及び側面とを覆うように設けられるシリコングルと、下端部が前記金属ベースの端部及び前記シリコングルの端部と接し、上部が前記電極端子の折り曲げ部の外側面と接し、前記シリコングル覆うように設けられる樹脂ケースと、前記樹脂ケースと前記シリコングルの間に設けられた空隙部とを具備することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、電極端子の高さ寸法の精度が向上したパワーモジュールを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施例1に係るパワーモジュールを示す平面図。

【図2】図1のA-A線に沿うパワーモジュールの断面図。

【図3】図1のB-B線に沿うパワーモジュールの断面図。

【図4】本発明の実施例1に係る比較例のパワーモジュールを示す断面図。

【図5】本発明の実施例1に係る比較例のパワーモジュールの電極端子を折り曲げた直後の形状を示す断面図。

【図6】本発明の実施例1に係る電極端子の高さ寸法公差のばらつきを示す図。

【図7】本発明の実施例1に係るパワーモジュールの製造工程を示す断面図。

【図8】本発明の実施例1に係るパワーモジュールの製造工程を示す断面図。

【図9】本発明の実施例2に係るパワーモジュールを示す断面図。

【図10】本発明の実施例2に係るパワーモジュールの製造工程を示す断面図。

【図11】本発明の実施例2に係るパワーモジュールの製造工程を示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【実施例1】

【0011】

まず、本発明の実施例1に係るパワーモジュールについて、図面を参照して説明する。図1はパワーモジュールを示す平面図、図2は図1のA-A線に沿うパワーモジュールの断面図、図3は図1のB-B線に沿うパワーモジュールの断面図、図4は比較例のパワーモジュールを示す断面図、図5は比較例のパワーモジュールの電極端子を折り曲げた直後の形状を示す断面図。図6は電極端子の高さ寸法公差のバラツキを示す図である。本実施例では、予めコ形状に折り曲げられた電極端子折り曲げ部を有する電極端子を回路基板の上部電極に接続してから、電極端子折り曲げ部の内側にナット及びナットホルダーを収納している。

【0012】

図1に示すように、パワーモジュール80には、底部に放熱基板である金属ベース1が

10

20

30

40

50

設けられ、上面にコレクタ電極端子 5 C、エミッタ電極端子 5 E、信号端子 5 G など複数の電極端子、及びナット 11 が設けられる。コレクタ電極端子 5 C、エミッタ電極端子 5 E、信号端子 5 G は、図上部から見て矩形形状を有する。コレクタ電極端子 5 C、エミッタ電極端子 5 E、信号端子 5 G は、半導体チップと電氣的に接続される。

【0013】

樹脂ケース 6 は、パワーモジュール 80 を覆う。ナット 11 は、複数設けられ、コレクタ電極端子 5 C、エミッタ電極端子 5 E、及び信号端子 5 G の領域内にそれぞれ配置される。

【0014】

パワーモジュール 80 は、搭載される半導体チップに IGBT (Insulated - Gate Bipolar Transistor) を用いた、IPM (Intelligent Power Module) としての IGBT モジュールである。パワーモジュール 80 は、例えばインバータ分野に使用される。なお、IGBT パワーモジュール、パワー MOS モジュール、ダイオードモジュール等のパワーモジュールは、電鉄応用分野、電気自動車、インバータ分野、誘導加熱分野など種々の分野に適用される。

【0015】

図 2 に示すように、パワーモジュール 80 では、金属ベース 1 の第 1 主面 (表面) に、セラミック基板 20、上部電極 21、及び下部電極 22 から構成される複数の回路基板 2 が金属ベース 1 上に載置される。上部電極 21 はセラミック基板 20 の第 1 主面 (表面) に設けられる。下部電極 22 はセラミック基板 20 の第 1 主面 (表面) と相対向する第 2 主面 (裏面) に設けられる。回路基板 2 の第 1 主面 (表面) に IGBT である半導体チップ 3 が載置される。回路基板 2 の第 1 主面 (表面) に設けられる半導体チップ 3 と電氣的に接続されるエミッタ電極端子 5 E が設けられる。

【0016】

金属ベース 1 は、回路基板 2 の下部電極 22 とはんだ接合される。エミッタ電極端子 5 E は、回路基板 2 の上部電極 21 とはんだ接合され、樹脂ケース 6 の上面 (第 1 主面) まで延在している。エミッタ電極端子 5 E の上部側には、コ型形状に折り曲げられた電極端子折り曲げ部 31 が設けられる。電極端子折り曲げ部 31 の内側には、ナット 11 とナットホルダー 9 が収納される。

【0017】

同様に、図示しないコレクタ電極端子 5 C 及び信号端子 5 G も樹脂ケース 6 の上面 (第 1 主面) まで延在している。コレクタ電極端子 5 C 及び信号端子 5 G の上部側には、コ型形状に折り曲げられた電極端子折り曲げ部 31 が設けられる。この電極端子折り曲げ部 31 の内側には、ナット 11 とナットホルダー 9 が収納される。

【0018】

半導体チップ 3 はボンディングワイヤ 4 を介してエミッタ電極端子 5 E、コレクタ電極端子 5 C、信号端子 5 G などの電極端子と電氣的に接続される。エミッタ電極端子 5 E、コレクタ電極端子 5 C、信号端子 5 G は、それぞれ回路基板 2 にはんだ付けされる。

【0019】

ここで、はんだには Pb フリーはんだが使用される。ボンディングワイヤ 4 には、径の比較的大きく、金 (Au) よりも安価な、例えば Al (アルミニウム) が使用される。回路基板 2 に用いられるセラミック基板 20 には、例えば熱伝導率の優れた ALN (窒化アルミニウム) を用いているが、代わりに Al_2O_3 (アルミナ)、 Si_3N_4 (窒化珪素)、SiC (炭化珪素) などを用いてもよい。ALN (窒化アルミニウム) の熱伝導率は、他のセラミック基板よりも値が大きく、 $170 \sim 200 W/mk$ である。上部電極 21 及び下部電極 22 には、例えば Cu (銅) を用いているが、代わりに Ni (ニッケル) などを用いてもよい。

【0020】

樹脂ケース 6 は、下端部が金属ベース 1 の端部と接し、上部が電極端子折り曲げ部 31 の外端部と接している。シリコングル 7 は、端部が樹脂ケース 6 の端部と接し、金属ベ

10

20

30

40

50

ース 1 の上面（第 1 主面）と回路基板 2 の側面及び上面（第 1 主面）とを覆うように設けられる。樹脂ケース 6 とシリコングル 7 の間には、空隙部 8 が設けられ、例えば空気が充填される。

【 0 0 2 1 】

図 3 に示すように、パワーモジュール 8 0 では、エミッタ電極端子 5 E、コレクタ電極端子 5 C、及び信号端子 5 G の上端部が露呈される。

【 0 0 2 2 】

ここで、エミッタ電極端子 5 E、コレクタ電極端子 5 C、信号端子 5 G には、例えば熱伝導率の優れた Cu（銅）が使用される。金属ベース 1 には、例えばプレス加工などにより形成され、熱伝導率の優れた Cu（銅）を用いているが、代わりに銅合金、Al（アルミニウム）、Ni（ニッケル）、AlSiC（炭化アルミニウム珪素）、或いは Mo（モリブデン）などを用いてもよい。Cu（銅）の熱伝導率は、他の金属よりも値が大きく、 393 W/mk である。

【 0 0 2 3 】

樹脂ケース 6 には、例えば難燃性、耐熱性を有する PPS（ポリフェレンサルファイド）樹脂を用いているが、代わりに不飽和ポリエステル系樹脂などを用いてもよい。

【 0 0 2 4 】

本実施例のパワーモジュール 8 0 では、折り曲げられた電極端子のはんだ接合部に応力がかからないので、はんだ接合部の脆弱化の進行を抑制することができる。したがって、TFT（Thermal fatigue Test 熱疲労試験）試験や TCT 試験での不良の発生を抑制することができる。

【 0 0 2 5 】

図 4 に示すように、比較例のパワーモジュール 9 0 では、エミッタ電極端子 5 E a が上部電極 2 1 にはんだ接合された後、専用治具などを用いてエミッタ電極端子 5 E a が樹脂ケース 6 の上面と平行になるように、直角に折り曲げられる。比較例のパワーモジュール 9 0 では、本実施例の電極端子折り曲げ部 3 1 が設けられていない。

【 0 0 2 6 】

エミッタ電極端子 5 E a の折り曲げ時、図 5 に示すように、端子折り曲げ角度 R が直角にならず、例えば 90° 乃至 92° の範囲でばらつく。この結果、折り曲げもとでの端子高さ H1、折り曲げ先での端子高さ H2 の関係が、

$$H1 < H2 \dots \dots \dots \text{式 (1)}$$

と表され、電極端子の高さ寸法公差にばらつきが発生する。

【 0 0 2 7 】

図 6 に示すように、比較例のパワーモジュール 9 0 では、電極端子の高さ寸法にばらつきが発生し、平均値が 38.95 mm 、標準偏差が 0.32 となり仕様（例えば、ユーザ要求規格 $38 \pm 0.5\text{ mm}$ ）を満足することができない。

【 0 0 2 8 】

一方、本実施例のパワーモジュール 8 0 では、はんだ接合後に電極端子を折り曲げていないので、平均値が 37.8 mm 、標準偏差が 0.11 となり仕様（例えば、ユーザ要求規格 $38 \pm 0.5\text{ mm}$ ）を満足することができる。

【 0 0 2 9 】

次に、パワーモジュールの製造方法について、図 7 及び図 8 を参照して説明する。図 7 及び図 8 はパワーモジュールの製造工程を示す断面図である。

【 0 0 3 0 】

図 7 に示すように、まず、金属ベース 1 上に回路基板 2 を図示しないはんだを介して載置し、半導体チップ 3 を回路基板 2 上にマウントする。回路基板 2 の上部電極 2 1 と半導体チップ 3 の間をボンディングワイヤ 4 で電氣的に接続する。コ形状に折り曲げられた電極端子折り曲げ部 3 1 を有するエミッタ電極端子 5 E を回路基板 2 の上部電極 2 1 上にはんだを介して載置する。ここで、電極端子折り曲げ部 3 1 を有するエミッタ電極端子 5 E は、予め電極端子の高さ寸法が測定され、仕様を満足しているかのチェックが行われる。

仕様を満足していないものは使用されない。

【 0 0 3 1 】

エミッタ電極端子 5 E を載置後、はんだリフロー処理を行い、金属ベース 1 上に回路基板 2 をはんだ付けし、エミッタ電極端子 5 E を回路基板 2 の上部電極 2 1 にはんだ付けする。

【 0 0 3 2 】

次に、図 8 に示すように、ナット 1 1 をナットホルダー 9 に挿入後、エミッタ電極端子 5 E の電極端子折り曲げ部 3 1 の側面からナット及びナットホルダー 9 を挿入し、ナット及びナットホルダー 9 を電極端子折り曲げ部 3 1 の内部に収納する。

【 0 0 3 3 】

続いて、樹脂ケース 6 を図示しないシリコン樹脂で金属ベース 1 に接着する。シリコングル 7 を回路基板 2 の側面及び上面に注入し、シリコングル 7 上に空隙部 1 0 を形成する。図示しないキャップを取り付け、金属ベース 1 及び回路基板 2 と樹脂ケース 6 を図示しないキャスティング剤で固定する。キャスティング剤で固定することにより、振動が防止される。

【 0 0 3 4 】

上述したように、本実施例のパワーモジュールでは、金属ベース 1 の表面に複数の回路基板 2 が載置される。回路基板 2 の表面に I G B T である半導体チップ 3 が載置される。回路基板 2 の表面に設けられる半導体チップ 3 とそれぞれ電氣的に接続されるエミッタ電極端子 5 E、コレクタ電極端子 5 C、及び信号端子 5 G が設けられる。エミッタ電極端子 5 E、コレクタ電極端子 5 C、及び信号端子 5 G は、上部側にコ型形状に折り曲げられた電極端子折り曲げ部 3 1 を有する。エミッタ電極端子 5 E、コレクタ電極端子 5 C、及び信号端子 5 G は、回路基板 2 の上部電極 2 1 とそれぞれはんだ接合され、樹脂ケース 6 の上面まで延在している。電極端子折り曲げ部 3 1 の内側には、ナット 1 1 とナットホルダー 9 が収納される。

【 0 0 3 5 】

このため、電極端子の平坦度を改善でき、高さ寸法精度を改善することができる。また、ネジ締めするときのはんだ付け部の引っ張り応力を低減でき、はんだ付け部の信頼性を向上することができる。

【 0 0 3 6 】

なお、本実施例ではパワーモジュールに搭載される半導体チップに I G B T を用いているが、代わりにパワー M O S、G T O、或いは S I T などを用いてもよい。また、デバイス種の異なる半導体チップ、例えば I G B T とパワー M O S トランジスタを用いてもよい。また、P b フリーはんだの代わりに、P b - S n 共晶はんだを用いてもよい。

【実施例 2】

【 0 0 3 7 】

次に、本発明の実施例 2 に係るパワーモジュールについて、図面を参照して説明する。図 9 はパワーモジュールを示す断面図である。本実施例では、電極端子の形状を変更している。

【 0 0 3 8 】

以下、実施例 1 と同一構成部分には、同一符号を付してその部分の説明を省略し、異なる部分のみ説明する。

【 0 0 3 9 】

図 9 に示すように、パワーモジュール 8 1 には、コ型形状に折り曲げられた電極端子折り曲げ部 3 1 が設けられ、電極端子折り曲げ部 3 1 の先の一端及び他端が電極端子折り曲げ部 3 1 に対して垂直方向に設けられるエミッタ電極端子 5 E E が形成される。

【 0 0 4 0 】

エミッタ電極端子 5 E E は、回路基板 2 の上部電極 2 1 と 2 箇所（一端及び他端）ではんだ接合され、樹脂ケース 6 の上面（第 1 主面）まで延在している。電極端子折り曲げ部 3 1 の内側には、ナット 1 1 とナットホルダー 9 が収納される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

同様に、図示しないコレクタ電極端子及び信号端子も樹脂ケース 6 の上面（第 1 主面）まで延在している。コレクタ電極端子及び信号端子の上部側は、コ型形状に折り曲げられた電極端子折り曲げ部 3 1 が設けられる。この電極端子折り曲げ部 3 1 の内側には、ナット 1 1 とナットホルダー 9 が収納される。

【 0 0 4 2 】

次に、パワーモジュールの製造方法について、図 1 0 及び図 1 1 を参照して説明する。図 1 0 及び図 1 1 はパワーモジュールの製造工程を示す断面図である。

【 0 0 4 3 】

図 1 0 に示すように、コ型形状に折り曲げられた電極端子折り曲げ部 3 1 を有するエミッタ電極端子 5 E E を回路基板 2 の上部電極 2 1 上にはんだを介して載置する。ここで、電極端子折り曲げ部 3 1 を有するエミッタ電極端子 5 E E は、予め電極端子の高さ寸法が測定され、仕様を満足しているかのチェックが行われる。仕様を満足しないものは使用されない。

10

【 0 0 4 4 】

エミッタ電極端子 5 E E を載置後、はんだリフロー処理を行い、金属ベース 1 上に回路基板 2 をはんだ付けし、エミッタ電極端子 5 E E を回路基板 2 の上部電極 2 1 にはんだ付けする。

【 0 0 4 5 】

次に、図 1 1 に示すように、ナット 1 1 をナットホルダー 9 に挿入後、エミッタ電極端子 5 E E の電極端子折り曲げ部 3 1 の側面からナット及びナットホルダー 9 を挿入し、ナット及びナットホルダー 9 を電極端子折り曲げ部 3 1 の内部に収納する。なお、これ以降の工程は実施例 1 と同様なので説明を省略する。

20

【 0 0 4 6 】

上述したように、本実施例のパワーモジュールでは、金属ベース 1 の表面に複数の回路基板 2 が載置される。回路基板 2 の表面に I G B T である半導体チップ 3 が載置される。回路基板 2 の表面に設けられる半導体チップ 3 とそれぞれ電氣的に接続されるエミッタ電極端子 5 E E が設けられる。エミッタ電極端子 5 E E は、上部側にコ型形状に折り曲げられた電極端子折り曲げ部 3 1 が設けられ、電極端子折り曲げ部 3 1 の先の一端及び他端が電極端子折り曲げ部 3 1 に対して垂直方向に設けられる。エミッタ電極端子 5 E E G は、回路基板 2 の上部電極 2 1 とはんだ接合され、樹脂ケース 6 の上面まで延在している。電極端子折り曲げ部 3 1 の内側には、ナット 1 1 とナットホルダー 9 が収納される。

30

【 0 0 4 7 】

このため、電極端子の平坦度を改善でき、高さ寸法精度を改善することができる。また、ネジ締めするときのはんだ付け部の引っ張り応力を低減でき、はんだ付け部の信頼性を向上することができる。更に、電極端子と上部電極とのはんだ付け箇所が増加しているのではんだ付け強度を実施例 1 よりも向上させることができる。

【 0 0 4 8 】

本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々、変更してもよい。

40

【 0 0 4 9 】

実施例では、シリコーンゲル 7 と樹脂ケース 6 の間に空隙部 1 0 を設けているが、空隙部 1 0 の代わりにエポキシ樹脂などの樹脂を充填してもよい。

【 符号の説明 】

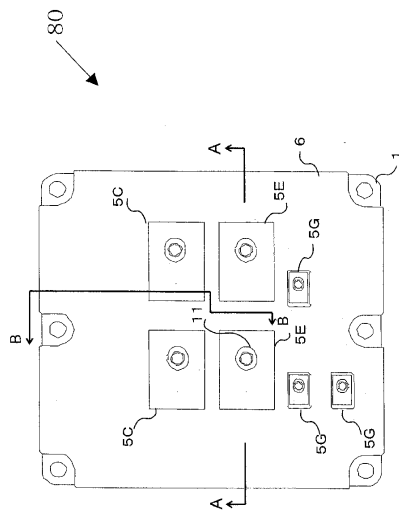
【 0 0 5 0 】

- 1 金属ベース
- 2 回路基板
- 3 半導体チップ
- 4 ボンディングワイヤ
- 5 C コレクタ電極端子

50

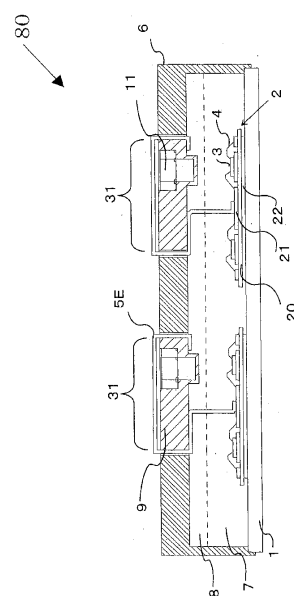
- 5 E、5 E a、5 E E エミッタ電極端子
 5 G 信号端子
 6 樹脂ケース
 7 シリコンゲル
 8 空隙部
 9 ナットホルダー
 11 ナット
 20 セラミック基板
 21 上部電極
 22 下部電極
 31 電極端子折り曲げ部
 80、81、90 パワーモジュール
 H1、H2 端子高さ
 R 端子折り曲げ角度

【図1】



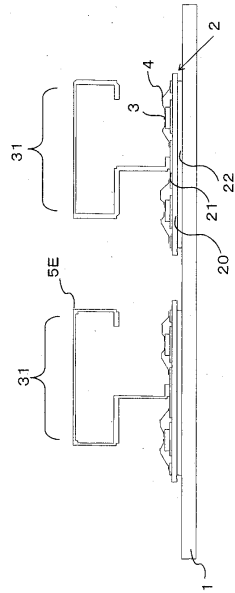
1...金属ベース
 5E...エミッタ電極端子
 5C...コレクタ電極端子
 5G...信号端子
 80...パワーモジュール
 11...ナット

【図2】

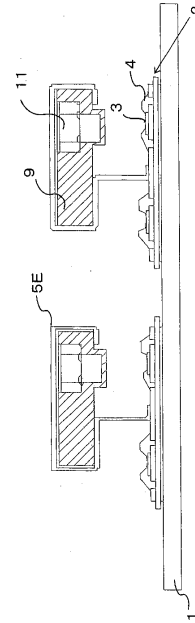


2...陶瓷基板
 4...シリコンゲル
 6...樹脂ケース
 7...シリコンゲル
 8...空隙部
 9...ナットホルダー
 11...ナット
 20...セラミック基板
 21...上部電極
 22...下部電極
 31...電極端子折り曲げ部

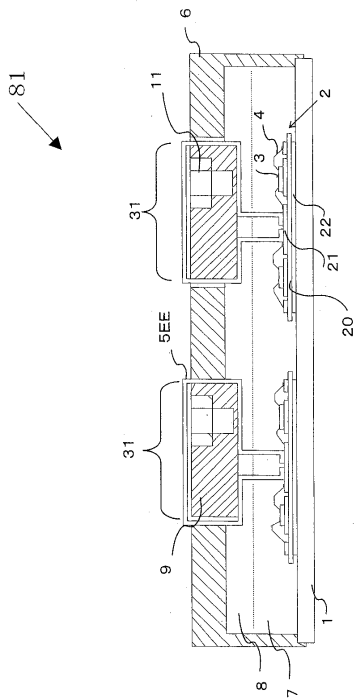
【図 7】



【図 8】

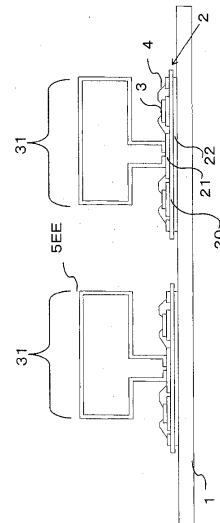


【図 9】

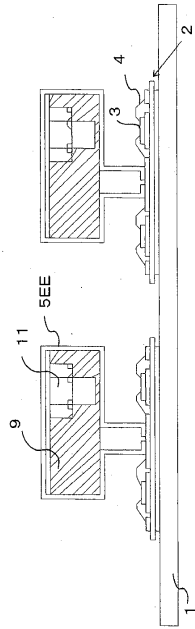


5EE...エミッタ電極
81...ウェーファール

【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-087540(JP,A)
特開平10-256411(JP,A)
特開平10-270609(JP,A)
特開昭52-129378(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 25/00 - 25/18