

(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2012-114455

(P2012-114455A)

(43) 公開日 平成24年6月14日(2012.6.14)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
 HO 1 L 25/07 (2006.01) HO 1 L 25/04 C
 HO 1 L 25/18 (2006.01)

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2012-22697 (P2012-22697)	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社
(22) 出願日	平成24年2月6日(2012.2.6)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(62) 分割の表示	特願2006-304887 (P2006-304887) の分割	(74) 代理人	100082175 弁理士 高田 守
原出願日	平成18年11月10日(2006.11.10)	(74) 代理人	100106150 弁理士 高橋 英樹
		(72) 発明者	須藤 進吾 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	太田 達雄 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

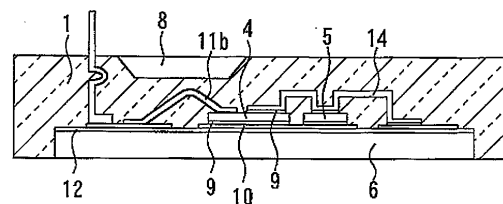
(54) 【発明の名称】 電力用半導体装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】電力用半導体装置の樹脂筐体の形成において、熱可塑性樹脂が流動する高さを変化させることによって樹脂が充填される速度を選択的にコントロールし、充填圧力を上げることなく充填速度を上げ、さらには配線材料の変形を発生させない電力用半導体装置を提供する。

【解決手段】電力用半導体装置の構造として、基板上で電気回路パターン10の一部分の上に固着された少なくとも一つの半導体素子4と、半導体素子の表面と電気回路パターンとを接続し、または半導体素子の表面と他の半導体素子の表面とを接続するループ形状の配線11bと、基板の上で少なくとも半導体素子および配線を覆う熱可塑性樹脂の樹脂筐体1とを備え、樹脂筐体の配線を挟む位置に配線と平行な溝部が形成された電力用半導体装置。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板上で電気回路パターン的一部分の上に固着された少なくとも一つの半導体素子と、前記半導体素子の表面と前記電気回路パターンとを接続し、または前記半導体素子の表面と他の半導体素子の表面とを接続するループ形状の配線と、

前記基板の上で少なくとも前記半導体素子および前記配線を覆う熱可塑性樹脂の樹脂筐体とを備え、

前記樹脂筐体の前記配線を挟む位置に前記配線と平行な溝部が形成されたことを特徴とする電力用半導体装置。

【請求項 2】

前記樹脂筐体を形成するための樹脂の注入口が、前記溝部に対して直交する方向の外表面の端部近傍に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の電力用半導体装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は熱可塑性樹脂で封止される電力用半導体装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

熱可塑性樹脂封止型の電力用半導体装置においては、樹脂の固化速度が速く、成形のサイクル時間が短縮できる半面、短時間で封止を完了させる必要があるため、樹脂の充填速度・充填圧力が高くなるという問題が有り、半導体素子などの保護にエポキシ樹脂などからなる保護樹脂を用いる方法が取られている。(例えば、特許文献 1)

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開平 11 - 330317 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、これらの半導体装置ではエポキシ樹脂で保護する必要があるため、実際にはエポキシ樹脂の塗布と昇温による固化処理が必要となるため、熱可塑性樹脂による成形サイクルの短縮効果を十分に生かせず、また塗布位置や塗布量のコントロールを必要とするため、検査も含め工程が煩雑であった。

本発明はかかる問題点を解決し、樹脂が流動する高さを変化させることによって樹脂が充填される速度を選択的にコントロールし、充填圧力を上げることなく充填速度を上げ、さらには配線材料の変形を発生させない電力用半導体装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

この発明の一形態に係る電力用半導体装置は、基板上で電気回路パターン的一部分の上に固着された少なくとも一つの半導体素子と、前記半導体素子の表面と前記電気回路パターンとを接続し、または前記半導体素子の表面と他の半導体素子の表面とを接続するループ形状の配線と、前記基板の上で少なくとも前記半導体素子および前記配線を覆う熱可塑性樹脂の樹脂筐体とを備え、前記樹脂筐体の前記配線を挟む位置に前記配線と平行な溝部が形成されたことを特徴とするものである。

【発明の効果】**【0006】**

この発明の一形態によれば、半導体素子および配線材料の部分のみ樹脂の厚みを小さくすることによって、充填圧力を小さくしても十分に筐体を形成することが可能となり、かつ温度サイクルなどで発生する筐体の割れを抑制することが可能となった。

この発明のその他の形態および効果については、以下に説明する。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の実施の形態1にかかる電力用半導体装置の外観斜視図である

【図2】本発明の実施の形態1にかかる電力用半導体装置内部の斜視図である

【図3】本発明の実施の形態1にかかる電力用半導体装置の部分断面図である

【図4】本発明の実施の形態2にかかる電力用半導体装置の外観斜視図である

【図5】本発明の実施の形態2にかかる電力用半導体装置内部の斜視図である

【図6】本発明の実施の形態2にかかる電力用半導体装置の部分断面図である

【図7】本発明の実施の形態3にかかる電力用半導体装置の部分断面図である

【図8】本発明の実施の形態4にかかる電力用半導体装置の外観斜視図である

【図9】本発明の実施の形態4にかかる電力用半導体装置の部分断面図である

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に図面を参照してこの発明の実施の形態について説明する。なお、各図において同一または相当部分には同一の符号を付して、その説明を簡略化ないし省略することがある。

実施の形態1．（参考）

図1は本発明の実施の形態1にかかる電力用半導体装置100の外観図である。また、図2は本発明にかかる電力用半導体装置100の内部の図であり、半導体素子の固定状態を示している。

電力用半導体装置100は、熱可塑性樹脂例えばガラス繊維を配合することによって強度を向上させたガラス繊維強化のPPS（ポリフェニレンサルファイド）よりなる樹脂筐体1により外形をなし、外部との入出力のための外部端子2、信号端子3が露出している。

【0009】

また、この電力用半導体装置100には、半導体素子として、例えば表面にゲート電極とエミッタ電極を有し、裏面にコレクタ電極を有するIGBT4や、表面にアノード電極を有し、裏面にカソード電極を有するFWDi5が装着されている。これらの半導体素子からの発熱を、裏面の放熱板6からシリコングリス、ヒートシンク（共に図示せず）に放熱するため、樹脂筐体1および放熱板6には、これをネジ締めするための穴7が形成されている。放熱板6は、例えばアルミニウムを基材とする高熱伝導材料を用いた縦40mm×横70mm、厚さ2mmの板状である。また、樹脂筐体1にはIGBT4やFWDi5を覆う領域で一部に凹部8が設けられている。

【0010】

図3は図1の電力用半導体装置100のI-I方向の断面図である。IGBT4は、例えば縦7.5mm×横9mm、厚さが250μmであり、FWDi5は、例えば縦4mm×横9mm、厚さ250μmである。IGBT4、FWDi5は、それぞれSn-Ag-Cuを基材とするはんだ9によって、その裏面は電力用半導体装置100の回路を構成するCuパターンからなる回路パターン10に接続され、表面のエミッタ電極およびアノード電極は、例えば直径300μmのAlワイヤからなる配線11aを4本用いて素子相互間あるいは回路パターン10に接続されている。回路パターン10は分離された複数の領域から形成される。また、配線11aはチップ端部や異なる電位を有する回路パターンを避けるようなループが形成されている。

【0011】

また、IGBT4のゲート電極には信号ワイヤである別の配線11bによって他の回路パターン10と接続されている。また、エミッタ電極の電位をとるためのワイヤ状の配線11cが信号用の配線11bと平行して配線されて信号端子を取り出す別の回路パターン10上に接続されている。そして配線11a、11b、11cは上方に凸となるループ形状に形成されている。また、外部端子2など外部との入出力に用いる端子はそれぞれ回路パターン10と接続されている。回路パターン10は、例えばシリカなどの熱伝導フィラ

10

20

30

40

50

ーを混合したエポキシを基材とする接着剤を兼ねた絶縁層 12 によって放熱板 6 に固着される。そして、樹脂筐体 1 によって外部端子 2、信号端子 3、放熱板 6 の裏面が露出するように全体を封止して装置が構成される。

【0012】

回路パターン 10 から樹脂筐体 1 表面までの距離は例えば 4 mm 程度であるが、配線 11a, 11b, 11c のループの頂点となる凹部 8 ではその厚さが例えば 2 mm である。

【0013】

封止樹脂である PPS は図 1 中の樹脂注入部であるゲート 13 から注入される。ガラス繊維強化の樹脂を使用した場合には、樹脂の注入方向と概ね平行にガラス繊維が整列する事から、樹脂の注入方向と平行には熱膨張率が低く、注入方向と直交する方向には熱膨張率が高いという特性を持っている。

10

【0014】

かかる構成にした理由について、以下に述べる。

PPS をはじめとする熱可塑性樹脂によって樹脂封止をする際には樹脂が硬化する前に成形金型内に樹脂を充填する必要があるが、短時間で封止を完了させるために、製造時間が短縮されるメリットがある半面、充填速度が速いということが問題となる。

【0015】

充填速度が速い場合、IGBT、FWDi からの配線に用いられている Al ワイヤの配線が変形してしまい他の電極と接触する問題があるが、本願発明者らは、パッケージ樹脂厚を薄くするほど配線の変形が少ない傾向があり、特に配線のループの頂点にかかる領域の樹脂厚を例えば 2 mm 以下に薄くする事によって配線変形が抑制されることを見出した。

20

【0016】

しかしながら、装置全体の樹脂厚を小さくすることによって装置筐体の強度が低下しパッケージクラックの原因となったり、成形条件でも充填圧力が高くなる傾向があり、半導体素子である IGBT や FWDi にダメージを与えたりする場合があった。

本願発明者らは、樹脂注入の際に金型面に近い部分で金型面で発生する流動抵抗と、樹脂温度が低下することから、流速が遅くなり、配線変形による不良を抑制する効果を得ることを実験的にも確認し、エポキシ樹脂などのコーティングが不要となる構造であることを見出した。

30

【0017】

装置全体の樹脂厚を小さくする事によっても充填圧力を高くすることによって配線の変形を抑えた状態で樹脂を充填することが可能であることを実験により見出したが、一方、装置筐体の強度が低下しパッケージクラックの原因となったり、成形条件でも半導体素子である IGBT や FWDi にダメージを与えたりすることがあり、これらの封止では充填圧力をできるだけ低く抑える必要があった。

【0018】

そこで、本発明により開示される装置構造によれば、金型に充填される樹脂の充填速度を高速にした場合に配線などの配線材料の変形が発生しやすく、特にループの頂点に樹脂が高速で接触すると接合部からの距離が長い分、倒れ方向の力が強くなり配線を変形させやすいが、配線のループ頂点近傍での樹脂の流速を遅くすることにより配線が変形しにくいため、低圧で成形することが可能となり配線変形と半導体素子へのダメージの双方を抑制したモジュール筐体成形を容易に実現することが可能となる。

40

【0019】

本実施の形態においては、放熱板として、接着絶縁層で回路パターンを貼り付けた構造を示したが、パワーモジュールにおいて一般的に用いられている、放熱板上のアルミナや窒化アルミなどのセラミック絶縁層に回路パターンが貼り付けられたセラミック絶縁基板をはんだ付する構造とすることも可能であるし、放熱板材料としても Cu だけでなく Al も用いることが可能である。熱可塑性樹脂の熱膨張率は一般的な金属に対して大きいため、熱伝導率が若干劣るものの、より熱膨張率の大きい Al を用いる方が好適である。

50

【0020】

さらに、本実施の形態においては、回路パターンが絶縁層を介して放熱板に貼り付けられた例を示したが、回路パターンは必ずしも放熱板に貼り付けられるとは限らない。また、絶縁層を介しているとも限らない。これらの場合を含めて、一般には回路パターンが何らかの基板上に配置されている場合に適用される。また、半導体素子として、IGBT4やFWDi5の例を示したが、半導体素子はこれらに限られるものではなく、また個数も2個に限られず1個または複数個であってよい。このことは他の実施の形態についても同様である。

【0021】

以上説明したように、従来では、筐体となる樹脂の厚みを小さい部分では、樹脂充填中の流速が遅くなるため配線材料の変形が小さくなるが、樹脂の充填圧力が高くなり、半導体素子が破壊するという問題があった。これに対して本実施の形態では、半導体素子および配線材料の部分のみ樹脂の厚みを小さくすることによって、充填圧力を小さくしても十分に筐体を形成することが可能となり、かつ温度サイクルなどで発生する筐体の割れを抑制することが可能となった。

10

【0022】

実施の形態2。(参考)

図4は本発明の実施の形態2にかかる電力用半導体装置200の外形図であり、図5は本発明にかかる電力用半導体装置200の内部の図であり、半導体素子の固定状態を示している。また、図6は図4の電力用半導体装置200のII-II方向の断面図である。

20

【0023】

本実施の形態において開示される構造においては、IGBT4のエミッタ電極およびFWDi5のアノード電極の配線には例えば厚さ0.2mmのCuからなる平板リード14が用いられており、それぞれの電極とはSn-Ag-Cuを基材とするはんだ9によって電氣的に接続されている。IGBT4のゲート電極は例えば直径200 μ mのAlワイヤからなる線状の配線11bによって回路パターン10と接続されている。また、エミッタ電極の電位をとるための配線11cが配線11bと平行して配線されて別の回路パターン10上に接続されている。そして配線11b, 11cは、チップ端部や異なる電位を有する回路パターンを避け、上方に凸のループ形状に形成されている。

30

【0024】

放熱板6上の回路パターン10から熱可塑性樹脂の樹脂筐体1表面までの距離は例えば4mmであるが、配線11b, 11cのループの頂点となる凹部8ではその厚さが例えば2mmである。

【0025】

かかる構成にした理由について、以下に述べる。

配線材料が従来のAlワイヤの配線であった場合にも、パッケージを薄くすることで配線変形を抑制する効果はあったが、100Aを超える大電流を扱う場合などは配線本数が10本を超えるような配線が必要となるため、配線間へ熱可塑性樹脂が流入しにくいという課題があった。

特に大電流を流す配線について、配線間へ樹脂が流入しないと、通電中の配線発熱が大きくなり、通電容量が低下しやすいという問題があり、配線間へ樹脂を流入させることが必要となる。

40

【0026】

これに対して、本発明により開示される構造においては、大電流を扱う部分の配線を平板状にすることによって配線材料の剛性が高くなるため、樹脂の充填による配線材料の変形を抑制することが可能となる。

【0027】

しかしながら、信号用の配線11bの部分においては、大電流を流す必要がないため、配線径を細くすることが可能であり、配線を細くする事でIGBT4上の配線面積を小さくすることが可能となり、チップサイズの小型化によるコスト低減効果があるため、ワイ

50

ヤ状の配線をそのまま用いることが好適である。その際にはワイヤ状の配線の変形が問題となるため、当該ワイヤ配線している領域の樹脂厚を小さくすることによって、ワイヤ配線の変形を抑制することが有効である。

【0028】

さらに、実施の形態1と比較すると、樹脂厚が薄い領域が少なくなることから、樹脂の充填圧力をさらに軽減することが可能となる。

【0029】

また、ゲート電極上の信号配線に平板状のリードを使用することも可能であるが、大電流を扱う配線に比べて幅が狭くなり、剛性が低下するのでリードの剛性によっては樹脂厚を薄くする必要がある。

10

【0030】

なお、本実施の形態において、IGBT4とFWDi5上の配線にはリード14のはんだ付構造について示したが、同様に配線材料の剛性の高い構造として、厚さ0.2mm程度からなるA1の平板を超音波接合する構造などが知られているが、これらを用いることも有効である。

【0031】

以上説明したように、この実施の形態では、半導体素子上の配線材料に板状リードを用いることにより、配線材料が変形しにくい形状となり、パッケージを薄く構成する領域を限定的にできることから、制御電極上のみ樹脂厚さを小さくするだけで配線材料の変形を抑制でき、更に低圧での成形が可能となる。

20

【0032】

実施の形態3. (参考)

図7は本発明の実施の形態3にかかる電力用半導体装置の断面図であり、半導体素子等の固定状態を示している。

この実施の形態では、IGBT4の制御電極上に配線されているワイヤ状の配線11bのループ形状の頂点を含む領域において、熱可塑性樹脂の樹脂筐体1に凹部が形成されており、凹部を形成する部分では樹脂筐体に勾配を設けている。

【0033】

通常、熱可塑性樹脂による樹脂封止型の装置では、金型からの離型性を確保するために、抜き勾配と呼ばれる10度以下の勾配が設けられ、本発明において開示されているように凹部が設けられている部分においても同様の抜き勾配が形成される。

30

【0034】

しかしながら、厳しい温度サイクル環境での信頼性を求められるような電力用半導体装置においては、凹部の角に当たる部分でのバランスが崩れる事と応力集中によって、パッケージクラックが発生やすく、金型での凸部の樹脂の流れにより、特に注入された樹脂の当たり面であるウェルドが当該部分で構成されやすい。

【0035】

そこでこの実施の形態では、凹部の角度を大きくすることで傾斜を設けるか、凹部の底部にRを設けることによって、強度の劣化もなくなり、温度サイクル試験中のパッケージクラックの発生が抑えられた。なお、この凹部底面の端部から上方に拡大する方向の傾斜は、通常の抜き勾配が10度以下であるのに対し、10度より大きい勾配とすると効果的である。

40

【0036】

また、このようにすることにより、形状的に応力集中しなくなりパッケージのクラックが発生しにくくなるだけでなく、筐体の厚みが変わる部分での樹脂充填中の流れの乱れがなくなるため、局所的なガラス繊維配向の乱れがなくなり、温度サイクル試験中のパッケージクラックが発生しにくくなった。

【0037】

実施の形態4.

図8は本発明の実施の形態にかかる電力用半導体装置300の外形図であり、図9は図

50

8の電力用半導体装置300のIII-III方向の断面図である。

【0038】

本実施の形態において開示される構造においては、IGBT4上から配線されているワイヤ状の配線11b、11cを挟むように、かつ配線11b、11cと平行に、幅2mm、深さ2mmの溝部8bが構成されており、回路パターン10から熱可塑性樹脂の樹脂筐体1の溝底部までの距離が例えば2mmとなるように構成されている。また、好適には、この溝底部が、上方に凸のループ形状の配線11b、11cの頂点より深くなるように形成される。

【0039】

かかる構成とする事によって、注入された熱可塑性樹脂がワイヤ状の配線の頂点に対して直接当たらなくなることで、配線を横倒しする方向に加わる力を低下させる効果があるだけでなく、配線の頂点近傍の樹脂の流動方向を配線と平行とすることで、樹脂の当たり面積を小さくすることが可能となり、さらには、金型面からの距離が横方向にて小さくなることによって、金型面での流動抵抗の効果を横方向からも発揮するため、樹脂の流速が小さくなり、配線の変形を抑制させることが可能となる。

10

【0040】

また、樹脂の注入方向に影響を受けずに配線の自由度を損なうことなく配線の変形を効果的に抑制した装置を構成できる。

【0041】

特に、樹脂注入部であるゲート13から注入された樹脂の流れが配線の配線方向に対して垂直であると、特に隣接する配線と接触しやすいため、樹脂の注入方向と直交する方向に凹部を設けることが有効であり好適である。

20

【0042】

以上説明したように、この実施の形態では、熱可塑性樹脂による樹脂筐体の形成時に樹脂の流動を配線材料が変形しやすいループの頂点に直接接しない構造にすることにより、配線の頂点近傍での樹脂流動が配線を倒す方向に働かず、かつ金型に挟まれていることによって流動速度を抑制したことによって、溝部の構成領域を最小限に抑えて、配線材料の変形を抑制することができる。

【0043】

また、樹脂の流入方向が配線材料と直交する場合に、配線材料が最も変形しやすい方向に力が加わるが、この実施の形態では、樹脂筐体に溝部を流入方向と直交する方向で設けることによって、配線近傍の樹脂流速が遅くなると共に、変形しにくい方向の流入方向となるため、配線の変形に起因する不良を確実に抑制することができる。

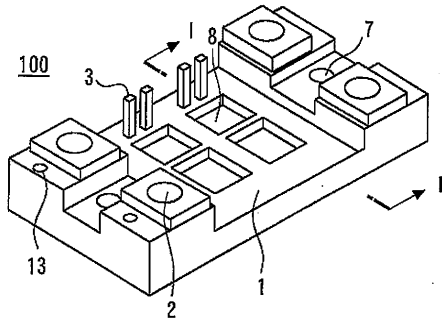
30

【符号の説明】

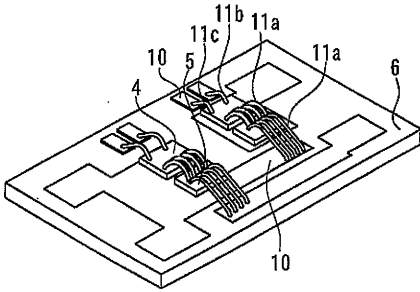
【0044】

1 樹脂筐体、2 外部端子、3 信号端子、4 半導体素子(IGBT)、5 半導体素子(FWDi)、6 放熱板、7 取り付け穴、8 凹部、8b 溝部、9 はんだ、10 回路パターン、11a, 11b, 11c 配線、12 接着絶縁層、13 ゲート、14 配線(リード)。

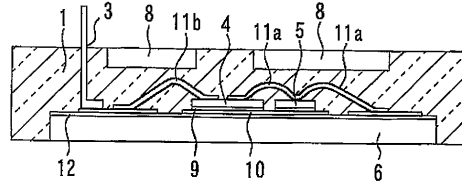
【 図 1 】



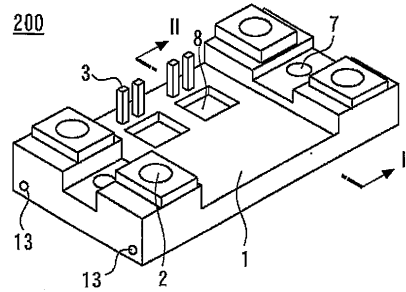
【 図 2 】



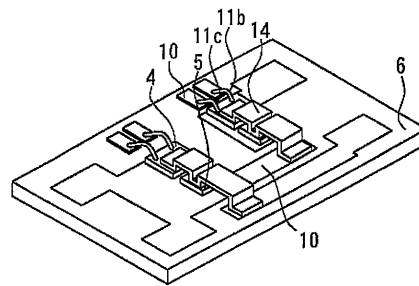
【 図 3 】



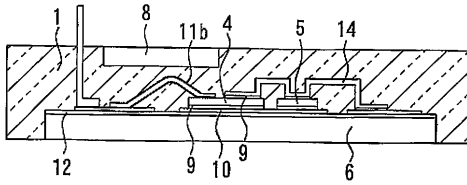
【 図 4 】



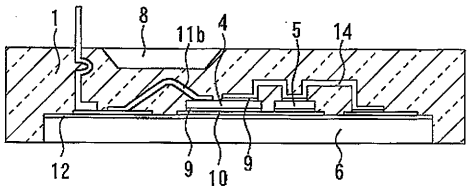
【 図 5 】



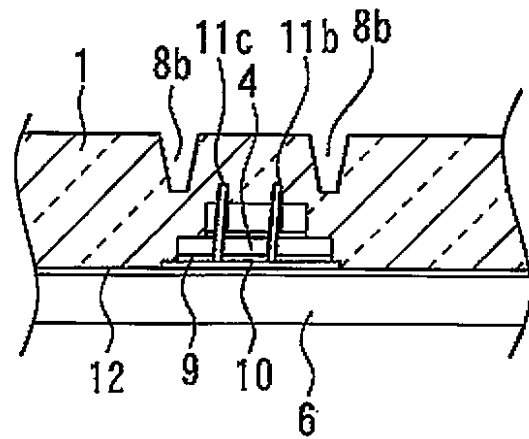
【 図 6 】



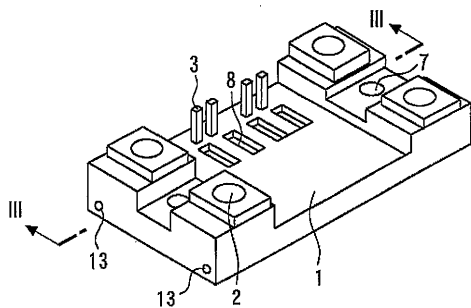
【 図 7 】



【 図 9 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 櫻本 寛徳
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 谷口 信剛
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 吉田 博
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