

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5566289号  
(P5566289)

(45) 発行日 平成26年8月6日(2014.8.6)

(24) 登録日 平成26年6月27日(2014.6.27)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 L 23/34	(2006.01)	HO 1 L 23/34		A
HO 1 L 23/36	(2006.01)	HO 1 L 23/36		Z

請求項の数 14 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-516826 (P2010-516826)	(73) 特許権者	000006013 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
(86) (22) 出願日	平成21年6月4日(2009.6.4)	(74) 代理人	100073759 弁理士 大岩 増雄
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/060264	(74) 代理人	100093562 弁理士 児玉 俊英
(87) 国際公開番号	W02009/150995	(74) 代理人	100088199 弁理士 竹中 考生
(87) 国際公開日	平成21年12月17日(2009.12.17)	(74) 代理人	100094916 弁理士 村上 啓吾
審査請求日	平成22年7月28日(2010.7.28)	(72) 発明者	三井 貴夫 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
(31) 優先権主張番号	特願2008-153935 (P2008-153935)		
(32) 優先日	平成20年6月12日(2008.6.12)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2008-240318 (P2008-240318)		
(32) 優先日	平成20年9月19日(2008.9.19)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力半導体回路装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電力半導体素子を備えた電力半導体回路装置において、  
一面に少なくとも上記電力半導体素子を搭載し、上記電力半導体素子を搭載する面の反対側の面に接合用の溝が形成されたベース板と、上記ベース板と上記電力半導体素子とを、上記ベース板の上記電力半導体素子を搭載する面の反対側の面と上記ベース板の側面の少なくとも一部の表面を露出させた状態でモールドする樹脂と、上記モールド後に上記ベース板の溝に押圧力により接合される放熱フィンとを備え、上記樹脂によるモールドは、上記ベース板の周辺を押圧する手段を有する金型により、上記溝の底部を露出させた状態でモールドされ、上記溝に上記放熱フィンをかしめによって固着したことを特徴とする電力半導体回路装置。

【請求項2】

上記放熱フィンは、一枚の板を波状に形成したものであることを特徴とする請求項1に記載の電力半導体回路装置。

【請求項3】

上記ベース板に形成された溝には、開口部に向かって拡幅するテーパ面と、底部に向かって拡幅する逆テーパ面が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の電力半導体回路装置。

【請求項4】

上記ベース板の溝と該溝内にかしめによって固着された放熱フィンとの間の隙間に、高

熱伝導性接着剤が充填されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電力半導体回路装置。

【請求項 5】

上記ベース板の少なくとも対向する二つの面に、階段状の段部を形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の電力半導体回路装置。

【請求項 6】

上記ベース板の電力半導体素子を搭載する面から該電力半導体素子を搭載する面の反対側の面にかけて形成された傾斜部を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の電力半導体回路装置。

【請求項 7】

上記ベース板の電力半導体素子の搭載面の面積を、上記樹脂によるモールド部の投影面積に比べて大きくしたことを特徴とする請求項 1 に記載の電力半導体回路装置。

【請求項 8】

上記ベース板の電力半導体素子の搭載面に、垂直方向の凸部または凹部を形成したことを特徴とする請求項 7 に記載の電力半導体回路装置。

【請求項 9】

電力半導体素子を備えた電力半導体回路装置の製造方法において、ベース板の一面に少なくとも上記電力半導体素子を搭載すると共に、上記ベース板の反対側の面に接合用の溝を形成し、上記ベース板と上記電力半導体素子とを、上記ベース板の上記電力半導体素子を搭載する面の反対側の面を含む上記ベース板の一部の表面を露出させた状態で樹脂によりモールドし、上記樹脂によるモールドは、上記ベース板の周辺を押圧する手段を有する金型により、上記溝の底部を露出させた状態でモールドし、その後、上記ベース板の上記溝に放熱フィンをかしめによって固着することを特徴とする電力半導体回路装置の製造方法。

【請求項 10】

上記ベース板の周辺に段部もしくはテーパ部を形成することを特徴とする請求項 9 に記載の電力半導体回路装置の製造方法。

【請求項 11】

上記放熱フィンを上記ベース板に加熱しながらかしめによって固着して形成することを特徴とする請求項 9 または請求項 10 に記載の電力半導体回路装置の製造方法。

【請求項 12】

上記放熱フィンは、V字形に折り曲げ形成されたかしめ部を有し、このかしめ部を押し潰すように上記溝内にかしめによって固着され、且つ前記かしめ部の前記溝から食み出た部分が該溝の底面より低い位置になるように塑性変形されたことを特徴とする請求項 1 に記載の電力半導体回路装置。

【請求項 13】

発熱するパワー半導体素子と、一面に上記パワー半導体素子が実装され、他面に複数の平行な溝が形成され、上記一面と他面との間に絶縁層が形成された金属基板と、上記パワー半導体素子を被覆するとともに上記金属基板の上記一面及び該一面側の外周部を上記溝の底部を露出させた状態で覆うモールド樹脂と、V字形に折り曲げ形成されたかしめ部を有し、このかしめ部を押し潰すように上記溝内にかしめによって固着され、上記かしめ部の上記溝から食み出た部分が該溝の底面より低い位置になるように塑性変形された放熱フィンと、を備えることを特徴とする電力半導体回路装置。

【請求項 14】

パワー半導体素子を金属フレームに実装する工程と、他面に複数の平行な溝が形成された金属ベースの一面に上記金属フレームを設置する工程と、モールド樹脂により上記パワー半導体素子及び金属フレームを被覆するとともに上記金属ベースの上記一面及び該一面側の外周部を上記溝の底部を露出させた状態で覆う工程と、板金製放熱フィンのV字形に

10

20

30

40

50

折り曲げ形成されたかしめ部を、押し潰すように前記溝内にかしめによって固着し、前記かしめ部の前記溝から食み出た部分を該溝の底面より低い位置になるように塑性変形する工程と、を含むことを特徴とする電力半導体回路装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電力半導体素子を備えた電力半導体回路装置およびその製造方法に係り、特に、電力半導体回路装置のベース板に放熱フィンを形成した電力半導体回路装置およびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

従来、多くの電力半導体回路装置は、グリースなどを介して放熱部材であるヒートシンクに固着されて冷却されるように構成されている。グリースは、電力半導体回路装置とヒートシンクとの接触面の凹凸を埋め、接触熱抵抗を下げるために用いられるが、グリースの熱伝導率は金属類と比較して非常に小さいことから、装置のより一層の高放熱化を実現する際には、グリースを介さず電力半導体回路装置とヒートシンクとを固着させる必要がある。

【0003】

そこで、電力半導体回路装置の高放熱化実現の障害となっているグリースを介さずに、ヒートシンクのベース板と電力半導体回路装置のベース板とを一体にするため、電力半導体回路装置のベース板にヒートシンクの放熱フィンを高熱伝導率絶縁樹脂シートで熱圧着するか、もしくは一体に形成し、電力半導体回路装置のベース板に電力半導体素子や配線部材等の電子部品を搭載することにより、電力半導体回路装置の高放熱化を図っている。(例えば、特許文献1参照)

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平11 204700号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

このような電力半導体回路装置にあっては、予め放熱フィンを高熱伝導率絶縁樹脂シートで熱圧着するか、もしくは一体に形成することにより構成されたベース板に、電力半導体素子や配線部材等の電子部品を搭載し、その後、モールド樹脂によるケース付けを行っている。しかし、電力半導体素子や配線部材等の電子部品を搭載する前に電力半導体回路装置のベース板に放熱フィンが付いていると、電力半導体回路装置のベース板の熱容量が大きくなり、はんだ付けが困難になるばかりでなく、ワイヤボンディング工程でも従来の治具を用いることができず、ベース板と放熱フィンの形状ごとに特殊な治具を作らなければならない。そして、作る製品を変えるたびに治具交換等の装置の段取り替えも必要になる。また、放熱フィンが付いていることにより装置が大きくなるため、製品生産時に、収納容器に収納できる電力半導体回路装置が少量となり、人、もしくは専用の機械で常に供給する必要があり生産性が非常に悪くなる。

40

【0006】

これらの問題を解決するためには、電力半導体回路装置のベース板を、予め厚みの薄いベース板として、このベース板に電力半導体素子や配線部材等の電子部品を搭載し、最後に放熱フィンを取り付けることで解決できる。しかし、ベース板への放熱フィンの取り付けに、はんだや溶接等の熱的取り付け法を用いたのでは、電力半導体装置の熱容量が大きいために生産性悪く、一方、放熱フィンを、完成した電力半導体回路装置のベース板に機械的に形成しようとする、放熱フィン形成時に電力半導体回路装置へストレスが加わり、電力半導体回路装置へのダメージが問題となる。

50

## 【0007】

この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、製造工程を簡素化することができ、放熱フィン形成時に、電力半導体回路装置へ加わるストレスを軽減し、電力半導体回路装置の高放熱化と生産性を両立させた電力半導体回路装置およびその製造方法を提供することを目的とするものである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

この発明に係わる電力半導体回路装置は、電力半導体素子を備えた電力半導体回路装置において、一面に少なくとも上記電力半導体素子を搭載し、上記電力半導体素子を搭載する面の反対側の面に接合用の溝が形成されたベース板と、上記ベース板と上記電力半導体素子とを、上記ベース板の上記電力半導体素子を搭載する面の反対側の面と上記ベース板の側面の少なくとも一部の表面を露出させた状態でモールドする樹脂と、上記モールド後に上記ベース板の溝に押圧力により接合される放熱フィンと、を備え、上記樹脂によるモールドは、上記ベース板の周辺を押圧する手段を有する金型により、上記溝の底部を露出させた状態でモールドされ、上記溝に上記放熱フィンをかしめによって固着したものである。

10

## 【0009】

また、この発明に係わる電力半導体回路装置の製造方法は、ベース板の一面に少なくとも電力半導体素子を搭載すると共に、上記ベース板の反対側の面に接合用の溝を形成し、上記ベース板と上記電力半導体素子とを、上記ベース板の上記電力半導体素子を搭載する面の反対側の面を含む上記ベース板の一部の表面を露出させた状態で樹脂によりモールドし、上記樹脂によるモールドは、上記ベース板の周辺を押圧する手段を有する金型により、上記溝の底部を露出させた状態でモールドし、その後、上記ベース板の上記溝に放熱フィンをかしめによって固着するようにしたものである。

20

## 【発明の効果】

## 【0010】

この発明に係る電力半導体回路装置によれば、製造工程において電力半導体回路装置にダメージを与えることなく放熱フィンが形成でき、また、製造工程を簡素化することができ、電力半導体回路装置の放熱仕様に合わせた放熱フィンを、作る製品ごとに治具交換等の装置の段取り替え無く、生産性よく形成できる。

30

## 【0011】

上述した、またその他の、この発明の目的、特徴、効果は、以下の実施の形態における詳細な説明および図面の記載からより明らかとなるであろう。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0012】

【図1】この発明の実施の形態1に係る電力半導体回路装置を示す断面模式図である。

【図2】この発明の実施の形態1に係る電力半導体素子に発生する応力の低減効果を示した図と、その低減効果を試算した際に用いた条件と電力半導体回路装置の断面を示す図である。

【図3】この発明の実施の形態2に係る電力半導体回路装置を示す断面模式図と放熱フィン切り起こし時の模式図である。

40

【図4】この発明の実施の形態3に係る電力半導体回路装置を示す断面模式図とモールド時のモールド金型とベース板の位置関係を表した図である。

【図5】この発明の実施の形態4に係る電力半導体回路装置を示す断面模式図とモールド時のモールド金型とベース板の位置関係を表した図である。

【図6】この発明の実施の形態5に係る電力半導体回路装置を示す断面模式図とベース板の上面から見た凸部の形状と配置を示した図である。

【図7】この発明の実施の形態6に係るパワーモジュールを示す正面縦断面図である。

【図8】この発明の実施の形態6のパワーモジュールの分解斜視図である。

【図9】この発明の実施の形態6のパワーモジュールの側面縦断面図である。

50

【図10】この発明の実施の形態における金属ベースの溝及び板金製放熱フィンの形状を示す縦断面図である。

【図11】この発明の実施の形態における金属ベースの溝内に板金製放熱フィンのかしめ部がかしめ接合された状態を示す縦断面図である。

【図12】この発明の実施の形態における金属ベースの溝と板金製放熱フィンとの間の隙間に高熱伝導性接着剤が充填された状態を示す縦断面図である。

【図13】この発明の実施の形態に係るパワーモジュールを示す正面縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付の図面を参照して、この発明に係る電力半導体回路装置（以下、パワーモジュールともいう。）およびその製造方法について好適な実施の形態を説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0014】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1に係る電力半導体回路装置を示す断面模式図である。図1において、例えばIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)、もしくはMOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)のような電力半導体素子10および電力半導体素子10を搭載した配線部材11は、アルミニウムからなるベース板12に一括してはんだあるいは接着剤13により接着されている。ベース板12は、押出し加工、又は鋳造、あるいはダイキャストにより製作され、電力半導体素子10および電力半導体素子10を搭載した配線部材11を搭載した面と反対側の面、即ち、ベース板12の裏面には予め溝14が加工されている。

【0015】

図1(a)あるいは図1(b)に示すように、電力半導体素子10および電力半導体素子10を搭載した配線部材11と、ベース板12は、ベース板12の裏面とベース板12の側面における一部の表面を露出するように、エポキシ系のモールド樹脂15でトランスファモールドされている。

【0016】

ベース板12の裏面に加工された溝14には、放熱フィン16が装着される。この放熱フィン16は、一枚の純アルミ系の板部材を波状に形成して構成されており、放熱フィン16を変形させることにより、図1(b)に示すように、ベース板12の溝14にかしめ接合により装着される。更に詳細に説明すれば、放熱フィン16は、電力半導体素子10および電力半導体素子10を搭載した配線部材11と、ベース板12が、ベース板12の裏面とベース板12側面の一部の表面を露出するように、エポキシ系のモールド樹脂15でトランスファモールドされた後に、図1(a)の矢印で表示すように、ベース板12の溝14にかしめ接合される。

【0017】

実施の形態1に係る電力半導体回路装置は上記のように構成されているが、電力半導体素子10は複数個あってもよく、また、電力半導体素子10は、配線部材11を介さずにベース板12にはんだあるいは接着剤13により直接接着することにより搭載するものであってもよい。更に、電力半導体素子10と配線部材11は、ベース板12との絶縁のため、セラミック基板等の絶縁部材を介してベース板12に、はんだあるいは接着剤13で接着し、その絶縁部材をベース板12に接着するようにしても良い。

【0018】

ベース板12の裏面に加工された溝14に、かしめ接合により装着される放熱フィン16は、一枚の板を波状に形成したものでなく、一枚づつ独立して形成したものでも良い。また、放熱フィン16のベース板12への装着は、ベース板12を変形させてかしめても良く、両者間の押圧力による接合であれば良い。更に、放熱フィン16を100~150で加熱し、放熱フィン16を軟化させながらかしめ接合を行っても良い。なお、本実施

10

20

30

40

50

の形態による形状においては、室温でかした時と比較し、放熱フィン16を100～150で加熱した時では、約70%のかしめ圧力で、室温でかした時と同様のかしめ具合となることを確認している。

#### 【0019】

次に、本実施の形態のように、電力半導体素子10の周辺を隙間なくエポキシ系のモールド樹脂15でトランスファモールドした構造と、図2(a)に示す電力半導体素子10の周辺が中空もしくはゲル封止されているような中空構造でのかしめ時のかしめ圧力と電力半導体素子10に発生する応力の関係を図2(b)に示す。なお、図2(b)の横軸はかしめ圧力(MPa)、縦軸は電力半導体素子10に発生する応力(MPa)を示し、かしめ圧力は、かしめ接合時に放熱フィン16のかしめ刃がベース板12を押さえつける圧力である。

10

#### 【0020】

かしめ圧力が同じであれば、本実施の形態によるトランスファモールド構造のほうが図2(a)に示す中空構造に比べ、図2(c)に示すように、かしめ接合時の支持構造がモールド樹脂14の上面両端の場合では、電力半導体素子10への応力を約1/2に低減できる。また、図2(d)のようにモールド樹脂15の上面全面で支持する場合は、電力半導体素子10への応力を1/10以上に低減することができる。従って、本実施の形態によるトランスファモールド構造によれば、極めてストレスが小さく、電力半導体素子10へのダメージの懸念の無い、ベース板12への放熱フィン16のかしめ接合ができる。

#### 【0021】

20

また、電力半導体素子10の隙間にモールド樹脂15が入ることにより、電力半導体素子10に応力集中が発生することを防ぎ、電力半導体素子10の破壊耐量も増加し、大きなかしめ圧力に対しても電力半導体素子10へのダメージが発生しにくい。

#### 【0022】

モールド材料としてはエポキシ系の材料が硬いため電力半導体素子10へのダメージ回避の点で好ましく、ポッティング、あるいはトランスファモールド、注型法などの方法で電力半導体素子10の周辺をエポキシ樹脂でモールドする構造がよく、さらに、かしめ圧力をモールド全面で受けることができるように、上面は可能な限りフラットな構造が好ましい。

#### 【0023】

30

一方、製造工程は、電力半導体素子10を配線部材11に搭載する工程、配線部材11をベース板12に搭載する工程、配線部材11およびベース板12をモールド金型(図示せず)にセットして、電力半導体素子10をモールドする工程、ベース板12に放熱フィン16を装着する工程を経ることから、工程のはじめから放熱フィン16があることで従来問題となっていた、はんだ付け工程やワイヤボンディング工程が難しくなること、回路装置が大きくなることによる生産性の悪化といった問題を解決できる。

#### 【0024】

電力半導体素子10および電力半導体素子10を搭載した配線部材11を、放熱フィン16を直接形成することのできるベース板12に一括してはんだ付け、あるいは接着することにより、通常、ベース板12と放熱フィン16の接合に用いるグリース部を撤廃することが可能となり、電力半導体回路装置の高放熱化が可能となる。

40

#### 【0025】

更に、かしめ接合により放熱フィン16とベース板12と接合するので、電力半導体回路装置の放熱仕様に合わせて放熱フィン16の高さと幅を変更することによって、設備の段取り変えなしに製造することが容易となる。

#### 【0026】

放熱フィン16をベース板12の裏面にかしめ接合するにあたり、柔らかい純アルミ系の板部材を波状に加工して複数のフィンを繋げて形成したフィンを用いると良い。この場合、図1(b)に示すように、隣り合う放熱フィン16同士が互いに引っ張り合い、ベース板12に形成した溝14に押し付ける力が発生するため、ベース板12を大きく変形さ

50

せなくても大きな強度と低い熱抵抗が得られる。したがって、電力半導体素子 10 をはじめとする電力半導体回路装置へのダメージをより一層引き起こすことがない極めて優れたベース板 12 への放熱フィン 16 の接合が実現できる。特に、放熱フィン 16 のフィン同士のピッチをベース板 12 に形成された溝 14 のピッチよりもやや小さくすることによって、ベース板 12 に形成された溝 14 の側面への放熱フィン 16 の押し付け力を一層増加させることができる。

#### 【0027】

また、ベース板 12 の裏面とベース板 12 側面の一部の表面を露出させるために、図示しないモールド金型のベース板 12 を配置する周辺に、樹脂流入時にベース板 12 の周辺を押圧する押圧手段を設ける。この押圧手段を設けることにより、金型の隙間から樹脂が流入してできるモールド樹脂 15 のバリを防ぎ、接合部にモールド樹脂 15 のバリができることによって生じる、接合部の熱抵抗の増大や、接合強度の低下等が生じることなくか

10

#### 【0028】

実施の形態 2 .

次に、この発明の実施の形態 2 に係る電力半導体回路装置およびその製造方法について図 3 により説明する。

実施の形態 2 に係る電力半導体回路装置は、実施の形態 1 と同様に、電力半導体素子 10、電力半導体素子 10 を搭載した配線部材 11 は、アルミニウムからなるベース板 30 に一括してはんだ付け、あるいは接着されている。また、図 3 ( a ) に示すように、電力半導体素子 10 および電力半導体素子 10 を搭載した配線部材 11 と、ベース板 30 は、ベース板 30 の裏面とベース板 30 の側面における一部の表面を露出するように、エポキシ系のモールド樹脂 15 でトランスファモールドされている。

20

#### 【0029】

ベース板 30 は、電力半導体素子 10 および電力半導体素子 10 を搭載した配線部材 11 を搭載した面と反対側の面、即ち、ベース板 30 の裏面は平面に加工されている。ベース板 30 の平面に加工された裏面には、放熱フィン 31 が形成される。この放熱フィン 31 は、図 3 ( b ) に示すように、モールド樹脂 15 の表面に押さえ治具 32 を当接させ、ベース板 30 の裏面を工具 33 など切り起こすことにより形成されている。なお、放熱フィン 31 は、モールド樹脂 15 から露出しているベース板 30 の側面部分に形成してもよい。

30

#### 【0030】

実施の形態 2 に係る電力半導体回路装置を製造する際には、工具 33 などベース板 30 の裏面を切り起こす際に、電力半導体素子 10 を押す方向に力が加わるが、図 2 ( a ) あるいは図 2 ( c ) に示すように、押さえ治具 32 などモールド樹脂 15 の上面を支持することで、電力半導体素子 10 に発生する応力を低減できる。また、放熱フィン 31 を後から形成することにより、先に放熱フィン 31 があることで従来問題となっていた、はんだ付け工程やワイヤボンディング工程が難しくなること、あるいは嵩張ることによる生産性の悪化といった問題が解決できる。

#### 【0031】

また、常温で放熱フィン 31 を形成することが可能であり、かしめ接合により放熱フィン 31 を形成する場合と比べて一層狭いフィンピッチが可能となり、放熱フィン 31 はベース板 30 から切り起こすため、ベース板 30 を予め加工する必要がない。また、放熱フィン 31 の形成面にモールド時のバリがあっても切り起こしの加工とともにバリも工具によって引き剥がされるため、バリが熱抵抗の悪化をまねくことがない。

40

#### 【0032】

更に、放熱フィン 31 とベース板 30 の間の熱抵抗がかしめ接合に比べ小さいこと、放熱フィン 31 のピッチと高さを、設備の段取りかえなしに電力半導体回路装置の放熱仕様に合わせて変更できることから、放熱フィン 31 を後から形成することによって低熱抵抗化と生産性向上が可能である。

50

## 【 0 0 3 3 】

実施の形態 3 .

次に、この発明の実施の形態 3 に係る電力半導体回路装置およびその製造方法について図 4 により説明する。

実施の形態 3 に係る電力半導体回路装置は、実施の形態 1 あるいは実施の形態 2 と同様に、図 4 ( a ) に示すように、電力半導体素子 1 0 および電力半導体素子 1 0 を搭載した配線部材 1 1 と、ベース板 4 0 が、ベース板 4 0 の裏面とベース板 4 0 の側面における一部の表面を露出するように、エポキシ系のモールド樹脂 1 5 でトランスファモールドされている。

## 【 0 0 3 4 】

ベース板 4 0 は、電力半導体素子 1 0 および電力半導体素子 1 0 を搭載した配線部材 1 1 を搭載する搭載面が矩形状に形成され、側面の 4 方向に、機械加工により階段部 4 0 a が形成されている。そして、図 4 ( b ) に示すように、階段部 4 0 a の下面をモールド金型 4 1 によって、押圧されることによりシール可能にモールドされる。なお、その他の構成については、実施の形態 1 と同様であり、同一符号を付してその説明を省略する。

## 【 0 0 3 5 】

溝 1 4 に放熱フィン 1 6 をかしめ接合する際、放熱フィン 1 6 と溝 1 4 の間の位置ずれが大きい場合には、かしめ接合ができなくなることから、放熱フィン 1 6 と溝 1 4 の位置決めが重要となる。一般には、配線部材のパイロット穴などを用いてモールド金型 4 1 と位置決めしてモールドするが、実施の形態 3 における電力半導体回路装置では、ベース板 4 0 に配線部材 1 1 を接合することから、配線部材 1 1 とベース板 4 0 の位置ずれが小さくない。このような場合でも、ベース板 4 0 に形成した階段部 4 0 a でベース板 4 0 を位置決めすることによって、放熱フィン 1 6 を後付け加工の時の位置あわせが容易になる。

## 【 0 0 3 6 】

また、階段部 4 0 a の下面を押付けシールすることにより、階段部 4 0 a でかしめ接合部へのモールド樹脂 1 5 の流入を防ぐことができ、かしめ接合部へのモールド樹脂 1 5 の流入を防いでモールドのバリをなくすることができるため放熱フィン 1 6 の形成が容易になる。

## 【 0 0 3 7 】

実施の形態 4 .

次に、この発明の実施の形態 4 に係る電力半導体回路装置およびその製造方法について説明する。

実施の形態 4 に係る電力半導体回路装置は、上記各実施の形態と同様に、図 5 ( a ) に示すように、電力半導体素子 1 0 および電力半導体素子 1 0 を搭載した配線部材 1 1 が、ベース板 5 0 に搭載されている。ベース板 5 0 の電力半導体素子 1 0 および電力半導体素子 1 0 を搭載した配線部材 1 1 の搭載面と反対側の面、即ち、ベース板 5 0 の裏面 5 0 b が、電力半導体素子 1 0 および電力半導体素子 1 0 を搭載した配線部材 1 1 の搭載面、即ち、ベース板 5 0 の表面 5 0 a よりも小さくなるようにベース板 5 0 の側面に傾斜部 5 0 c を設けている。そして、モールド金型 5 1 には、モールド時にベース板 5 0 の傾斜部 5 0 c を押付けシールする手段となる傾斜部 5 1 a が形成されている。傾斜部 5 0 c は、実施の形態 3 の図 4 ( b ) において説明した階段部としてもよい。なお、その他の構成については実施の形態 1 と同様であり、同一符号を付してその説明を省略する。

## 【 0 0 3 8 】

上記のように、実施の形態 4 に係る電力半導体回路装置は、ベース板 5 0 の側面に、放熱フィン 1 6 側が電力半導体素子 1 0 および電力半導体素子 1 0 を搭載した配線部材 1 1 の搭載面側よりも小さくなる傾斜部 5 0 c を設けており、モールド工程において加わる圧力により、傾斜部 5 0 c がモールド金型 5 1 の傾斜部 5 1 a に押圧されることから、簡素な金型構造で樹脂をシールし、モールドによるバリをなくすることができる。

## 【 0 0 3 9 】

実施の形態 5 .

次に、この発明の実施の形態 5 に係る電力半導体回路装置およびその製造方法について説明する。

実施の形態 5 に係る電力半導体回路装置は、図 6 ( a )、( b ) に示すように、ベース板 60 の表面、即ち、電力半導体素子 10 および電力半導体素子 10 を搭載した配線部材 11 の搭載面に、その面と垂直に凸部 60 a が形成されている。この凸部 60 a は、ベース板 60 の各側面の端部から少し内側の位置に設けられ、図 6 ( a ) に示すように、凸部 60 a を含むようにモールド樹脂 15 でモールドされている。また、ベース板 60 の表面の面積は、モールド樹脂 15 によるモールド部の投影面積に比べて大きく、かつ放熱フィン 16 の最端位置よりモールド樹脂 15 の側面が外側にある。ベース板 60 に形成した凸部 60 a は凹部でもかまわない。なお、その他の構成については実施の形態 1 と同様であり、同一符号を付してその説明を省略する。

10

#### 【 0040 】

実施の形態 5 に係る電力半導体回路装置によれば、電力半導体回路装置の放熱フィン 16 の形成部分におけるモールド樹脂 15 のバリをなくすることができる。

また、ベース板 60 にアルミニウムを用いたとき、モールド樹脂 15 はアルミニウムとの接着性が良好でないため剥がれ易いが、凸部 60 a を形成することにより、ベース板 60 に対してモールド樹脂 15 の接着力が増し、放熱フィン 16 を形成する際のストレスにより、モールド樹脂 15 が剥がれること防ぐことができる。

#### 【 0041 】

実施の形態 6 .

20

図 7 は、本発明の実施の形態 6 における電力半導体回路装置であるパワーモジュールを示す正面縦断面図、図 8 は、実施の形態 6 のパワーモジュールの分解斜視図、図 9 は、実施の形態 6 のパワーモジュールの側面縦断面図、図 10 は、金属ベースの溝及び板金製放熱フィンの形状を示す縦断面図、図 11 は、金属ベースの溝内に板金製放熱フィンのかしめ部がかしめ接合された状態を示す縦断面図であり、図 12 は、金属ベースの溝と板金製放熱フィンとの間の隙間に高熱伝導性接着剤が充填された状態を示す縦断面図である。

#### 【 0042 】

図 7 ~ 図 12 に示すように、実施の形態 6 のパワーモジュール 91 は、発熱するパワー半導体素子 111 と、パワー半導体素子 111 が実装され、電極端子 112 a を有する金属フレーム 112 と、一面 113 a に金属フレーム 112 が設置され他面 113 b に複数の平行な溝 114 が形成された金属ベース 113 と、パワー半導体素子 111 及び金属フレーム 112 を被覆するとともに金属ベース 113 の一面 113 a 及び該一面 113 a 側の外周部 113 c を覆うモールド樹脂 115 と、略 V 字形に折り曲げ形成されたかしめ部 116 a を押し潰すように溝 114 内にかしめ接合され、かしめ部 116 a の溝 114 から食み出た部分 116 b が溝 114 の底面 114 a より低い位置になるように塑性変形された板金製放熱フィン 116 とを備えている。

30

#### 【 0043 】

パワー半導体素子 111 としては、入力交流電力を直流に変換するコンバータ部のダイオードや、直流を交流に変換するインバータ部のバイポーラトランジスタ、IGBT、MOSFET、GTO 等がある。

40

#### 【 0044 】

パワー半導体素子 111 同士、及び、パワー半導体素子 111 と電極端子 112 a とは、金属ワイヤ 117 で電氣的に接続される。金属ベース 113 は、熱伝導率の高いアルミニウムや銅等により形成されている。

#### 【 0045 】

パワー半導体素子 111 と金属フレーム 112、及び、金属フレーム 112 と金属ベース 113 とは、半田接合されていて、板金製放熱フィン 116 は電位を持っている。パワー半導体素子 111 から金属ベース 113 までの接合に、熱伝導率の高い半田を用いているので、小さな接合面積でも放熱性が高く、パワー半導体素子 111 を小型化することができる。

50

## 【 0 0 4 6 】

実施の形態 6 の板金製放熱フィン 1 1 6 には、アルミ等の薄い 1 枚の帯状の金属板を複数回折り曲げて波状（矩形波状）に形成したコルゲート型放熱フィンを用いている。コルゲート型放熱フィン 1 1 6 は、1 回のかしめ工程で金属ベース 1 1 3 とかしめ接合を行なうのに適しているが、コルゲート型放熱フィン 1 1 6 に替えて、帯状の金属板 1 枚を略 V 字形に 1 回折り曲げた板金製放熱フィン 1 1 6 を用いてもよい。

## 【 0 0 4 7 】

モールド樹脂 1 1 5 としては、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂を用いる。P P S (polyphenylene sulfide) や P B T (polybutylene terephthalate) 等の熱可塑性樹脂を用いてもよい。金属ベース 1 1 3 とのかしめ接合時に、コルゲート型放熱フィン 1 1 6 の位置決めをし易いように、モールド樹脂 1 1 5 のフィン側の面 1 1 5 a の縁部に突起 1 1 5 b を設け、コルゲート型放熱フィン 1 1 6 の側部フランジ 1 1 6 d に設けられた孔 1 1 6 e に突起 1 1 5 b を嵌め込んで固定している。突起 1 1 5 b は、溝 1 1 4 にかしめ接合後の板金製放熱フィン 1 1 6 の位置ずれの抑制にも寄与している。

10

## 【 0 0 4 8 】

パワーモジュール 9 1 の製造方法として、板金製放熱フィン 1 1 6 と金属ベース 1 1 3 とのかしめ接合を先に行ない、後工程で、金属ベース 1 1 3 の一面 1 1 3 a に、パワー半導体素子 1 1 1、金属ワイヤ 1 1 7 及び金属フレーム 1 1 2 を実装し、モールド樹脂 1 1 5 により被覆する方法があるが、金属ベース 1 1 3 に取付ける板金製放熱フィン 1 1 6 の長さが異なる場合に発生する、半田付け工程や樹脂モールド工程での段取り替えを不要とし、製造工程を簡素化するために、図 8 に示すように、パワー半導体素子 1 1 1、金属ワイヤ 1 1 7、金属フレーム 1 1 2 及び金属ベース 1 1 3 を樹脂モールドした後に、金属ベース 1 1 3 と板金製放熱フィン 1 1 6 とのかしめ接合を行なうようにするのが望ましい。

20

## 【 0 0 4 9 】

即ち、実施の形態 6 のパワーモジュール 9 1 は、パワー半導体素子 1 1 1 を金属フレーム 1 1 2 に実装する工程と、他面 1 1 3 b に複数の平行な溝 1 1 4 が形成された金属ベース 1 1 3 の一面 1 1 3 a に金属フレーム 1 1 2 を設置する工程と、モールド樹脂 1 1 5 によりパワー半導体素子 1 1 1 及び金属フレーム 1 1 2 を被覆するとともに金属ベース 1 1 3 の一面 1 1 3 a 及び一面 1 1 3 a 側の外周部 1 1 3 c を覆う工程と、板金製放熱フィン 1 1 6 の略 V 字形に折り曲げ形成されたかしめ部 1 1 6 a を、押し潰すように溝 1 1 4 内にかしめ接合し、かしめ部 1 1 6 a の溝 1 1 4 から食み出た部分 1 1 6 b を溝 1 1 4 の底面 1 1 4 a より低い位置になるように塑性変形する工程と、により製造するのが望ましい。

30

## 【 0 0 5 0 】

図 8 に示すように、板金製放熱フィン 1 1 6 と金属ベース 1 1 3 との接合は、モールド樹脂 1 1 5 外面の平坦部（図 8 の 表示部）を台上に固定し、板金製放熱フィン 1 1 6 のかしめ部 1 1 6 a にプレス等の荷重を加え、かしめ部 1 1 6 a を塑性変形させてかしめ接合により固定する。

## 【 0 0 5 1 】

このとき、モールド樹脂 1 1 5 の平坦部に、シャント等の大型部品実装による凸部やモールド樹脂流れを効率よくするための凹部があっても、この凹凸部に荷重が加わらないようにする逃がし治具を用いることにより、かしめ接合を行なうことができる。

40

## 【 0 0 5 2 】

次に、図 9 を参照して、かしめ接合後の板金製放熱フィン 1 1 6 の形状について説明する。板金製放熱フィン 1 1 6 の横幅は、金属ベース 1 1 3 の横幅よりも大きく形成されていて、板金製放熱フィン 1 1 6 の両側縁部は、溝 1 1 4 から食み出ている。

## 【 0 0 5 3 】

略 V 字形に折り曲げ形成された板金製放熱フィン 1 1 6 のかしめ部 1 1 6 a を押し潰すように塑性変形させ、金属ベース 1 1 3 の溝 1 1 4 内にかしめ接合すると、かしめ部 1 1 6 a の溝 1 1 4 から食み出た部分 1 1 6 b は押し潰されないで、溝 1 1 4 の底面 1 1 4

50

aより低い位置に変位する。これにより、溝114から食み出た部分116bが溝114の両端に引っ掛かるようになり、板金製放熱フィン116に振動等が加わっても、板金製放熱フィン116が溝114に沿ってスライドしてずれてしまうことはない。

【0054】

次に、図10～図12を参照して金属ベース113の溝114の断面形状及び板金製放熱フィン116のかしめ部116aの断面形状の詳細について説明する。

プレス刃118により、板金製放熱フィン116のかしめ部116aと金属ベース113の溝114とのかしめ接合を行なうとき、金属ベース113に実装されたパワー半導体素子111は、金属ベース113の変形による応力の発生により破損する可能性があり、パワー半導体素子111が破損しない程度の弱いプレス荷重でかしめ接合を行なう必要がある。

10

【0055】

図10に示すように、板金製放熱フィン116のかしめ部116aは、略V字形に折り曲げ形成されている。金属ベース113の溝114には、開口部に向かって拡幅するテーパ面114cと、底部に向かって拡幅する逆テーパ面114bが形成されている。

溝114の開口部の幅A1と底面114aの幅A2は、略同一となっている。また、板金製放熱フィン116のかしめ部116aのテーパ角度と溝114のテーパ面114cのテーパ角度とは、略同一となっている。

【0056】

それ故、開口部の幅A1と底面114aの幅A2の熱膨張量が略同一となり、テーパ面114cと、逆テーパ面114bの熱応力が略同一となり、熱的信頼性が高い。

プレス刃118により、略V字形に折り曲げ形成されたかしめ部116aを押し潰すようにして、かしめ部116aを溝114内にかしめ接合する。

20

【0057】

金属ベース113は、モールド後の樹脂の熱収縮により、他面113bが凸面となるように反り、溝114のピッチが拡大する。特に、両端の溝114の変位が大きく、板金製放熱フィン116の挿入時に、溝114に干渉して挿入が難しくなるが、かしめ部116aが、略V字形であり、また、溝114の開口部がテーパ面114cとなっているので、かしめ部116aの挿入は容易である。また、略V字形のかしめ部116aは、変形能力が高く、金属ベース113が反っていても、十分にかしめ接合を行なうことができる。

30

【0058】

図11に示すように、略V字形のかしめ部116aは、プレス刃118により押し潰され、溝114の底部の逆テーパ面114bの角に押し込まれてかしめ接合される。かしめ接合後、溝114の隅部には、隙間114dが発生する。溝114の底部の逆テーパ面114bは、かしめ部116aを進入しやすくして、弱いプレス荷重でかしめ接合を行なうことができる。

【0059】

また、かしめ接合時に、板金製放熱フィン116を加熱しておけば、板金製放熱フィン116の曲げ弾性が低下し、パワー半導体素子111にストレスを与えずに、強固なかしめ接合を行なうことができる。

40

【0060】

図12に示すように、金属ベース113の溝114と溝114内にかしめ接合された板金製放熱フィン116との間の隙間114dに、高熱伝導性接着剤119を充填するとよい。高熱伝導性接着剤119としては、柔らかいシリコン樹脂にフィラーを添加して高熱伝導率にしたものを用いる。

【0061】

隙間114dに高熱伝導性接着剤119を充填することにより、パワーモジュール91の放熱性が向上する。また、高熱伝導性接着剤119で、板金製放熱フィン116と金属ベース113を接着することにより、過酷な振動条件下であっても、板金製放熱フィン116がずれるようなことはない。

50

以上、金属ベース 1 1 3 の溝 1 1 4 の断面形状について詳細に説明したが、溝 1 1 4 は、テーパ面 1 1 4 c 及び逆テーパ面 1 1 4 b を設けない単純矩形形状であってもよい。また、隙間 1 1 4 d に、高熱伝導性接着剤 1 1 9 を充填しなくてもよい。

【 0 0 6 2 】

実施の形態 6 のパワーモジュール 9 1 は、以上説明した構造により、発熱体であるパワー半導体素子 1 1 1 から板金製放熱フィン 1 1 6 まで、熱伝導率の高い金属接合を行っており、放熱性を高くし、高価なパワー半導体素子 1 1 1 を小型化し、コストを低減している。また、樹脂モールド工程後に、金属ベース 1 1 3 に板金製放熱フィン 1 1 6 をかしめ接合するので、フィンの長さが異なるパワーモジュールも容易に製作することができ、作業性を向上させて製造コストを低減することができる。

10

【 0 0 6 3 】

また、かしめ部 1 1 6 a の溝 1 1 4 から食み出た部分 1 1 6 b が、溝 1 1 4 の底面 1 1 4 a より低い位置に変位しているため、溝 1 1 4 の両端に引っ掛かるようになり、板金製放熱フィン 1 1 6 に振動等が加わっても、板金製放熱フィン 1 1 6 が溝 1 1 4 に沿ってスライドしてずれてしまうことはない。

【 0 0 6 4 】

実施の形態 7 .

図 1 3 は、本発明に係る実施の形態 7 のパワーモジュールの正面縦断面図である。実施の形態 7 のパワーモジュール 9 2 が、実施の形態 6 のパワーモジュール 9 1 と異なるところは、実施の形態 6 の金属フレーム 1 1 2 及び金属ベース 1 1 3 を、金属基板 1 2 3

20

【 0 0 6 5 】

即ち、実施の形態 7 のパワーモジュール 9 2 は、発熱するパワー半導体素子 1 1 1 と、一面 1 2 3 a にパワー半導体素子 1 1 1 が実装され、他面 1 2 3 b に複数の平行な溝 1 1 4 が形成され、一面 1 2 3 a と他面 1 2 3 b との間に樹脂から成る絶縁層 1 2 3 e が形成された金属基板 1 2 3 と、パワー半導体素子 1 1 1 を被覆するとともに金属基板 1 2 3 の一面 1 2 3 a 及び該一面 1 2 3 a 側の外周部 1 2 3 c までを覆うモールド樹脂 1 1 5 と、略 V 字形に折り曲げ形成されたかしめ部 1 1 6 a を押し潰すように溝 1 1 4 内にかしめ接合され、かしめ部 1 1 6 a の溝 1 1 4 から食み出た部分 1 1 6 b が溝 1 1 4 の底面 1 1 4 a より低い位置になるように塑性変形された板金製放熱フィン 1 1 6 と、を備えている。

30

【 0 0 6 6 】

また、実施の形態 7 のパワーモジュール 9 2 は、複数の平行な溝 1 1 4 が形成された他面 1 2 3 b と一面 1 2 3 a との間に絶縁層 1 2 3 e が形成された金属基板 1 2 3 の一面 1 2 3 a にパワー半導体素子 1 1 1 を実装する工程と、モールド樹脂 1 1 5 によりパワー半導体素子 1 1 1 を被覆するとともに金属基板 1 2 3 の一面 1 2 3 a 及び該一面 1 2 3 a 側の外周部 1 2 3 c を覆う工程と、板金製放熱フィン 1 1 6 の略 V 字形に折り曲げ形成されたかしめ部 1 1 6 a を、押し潰すように溝 1 1 4 内にかしめ接合し、かしめ部 1 1 6 a の溝 1 1 4 から食み出た部分を該溝 1 1 4 の底面 1 1 4 a より低い位置になるように塑性変形する工程と、により製造するのが望ましい。

【 0 0 6 7 】

パワー半導体素子 1 1 1 同士、及び、パワー半導体素子 1 1 1 とモールド樹脂 1 1 5 により保持された電極端子 1 1 2 a とは、金属ワイヤ 1 1 7 で電氣的に接続されている。金属基板 1 2 3 は、熱伝導率の高いアルミニウムや銅等により形成されている。

40

【 0 0 6 8 】

金属基板 1 2 3 は、樹脂絶縁層 1 2 3 e を有するため、半田接合に比べて熱伝導率が低い、樹脂絶縁層 1 2 3 e で絶縁されているため、複数のパワー半導体素子 1 1 1 を並べて実装することができる。

【 0 0 6 9 】

インバータとして用いる場合、実施の形態 6 のパワーモジュール 9 1 は、非絶縁であるため、回路毎に複数個のパワーモジュール 9 1 を、空間絶縁距離をとりながら並べる必要

50

があったが、実施の形態7のパワーモジュール92は、回路毎に絶縁されているため、空間絶縁距離をとる必要がなく、小型化することができる。

【0070】

また、絶縁層123eは樹脂材質であり、弾性率が低いことから、パワー半導体素子111に発生する応力が小さく、板金製放熱フィン116と金属基板123のかしめ接合時の金属基板123の反りによるパワー半導体素子111の破損を防止することができる。

【産業上の利用可能性】

【0071】

この発明に係る電力半導体回路装置(パワーモジュール)は、インバータ、あるいはコンバータ等の電力変換装置に有用である。

【符号の説明】

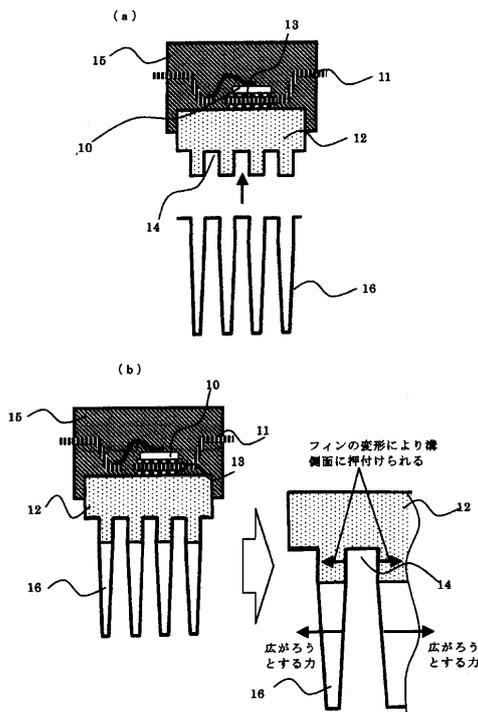
【0072】

10、111 電力半導体素子(パワー半導体素子)、11 配線部材、12、30、40、50、60 ベース板、13 はんだあるいは接着剤、14、114 溝、15、115 モールド樹脂、16、31 放熱フィン、32 押さえ治具、33 工具、40a 階段部、41、51 モールド金型、50a 表面、50b 裏面、50c、51a 傾斜部、60a 凸部、91、92 パワーモジュール、112 金属フレーム、112a 電極端子、113 金属ベース、113a 一面、113b 他面、113c 外周部、114a 底面、114b 逆テーパ面、14c テーパ面、114d 隙間、115a フィン側の面、115b 突起、116 板金製放熱フィン(コルゲート型放熱フィン)、116a かしめ部、116b 溝から食み出た部分、116d 側部フランジ、116e 孔、117 金属ワイヤ、118 プレス刃、119 高熱伝導性接着剤、123 金属基板、123a 一面、123b 他面、123c 外周部、123e 絶縁層(樹脂絶縁層)

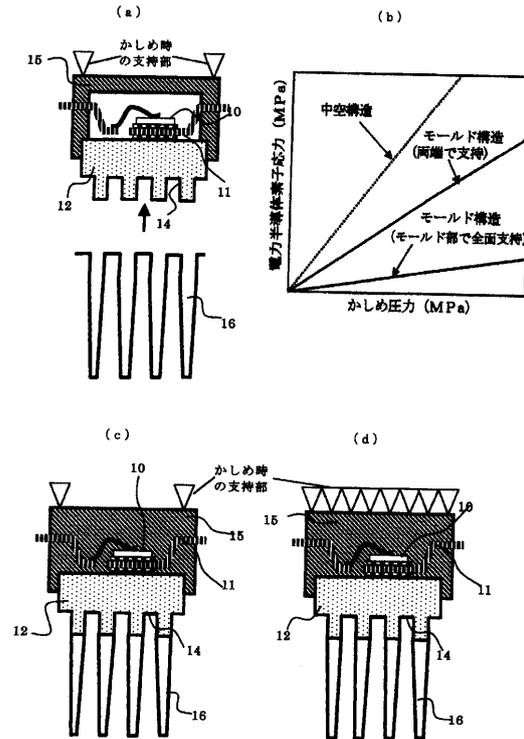
10

20

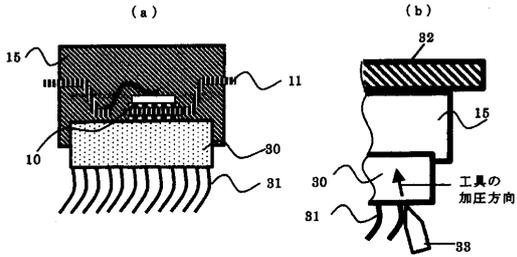
【図1】



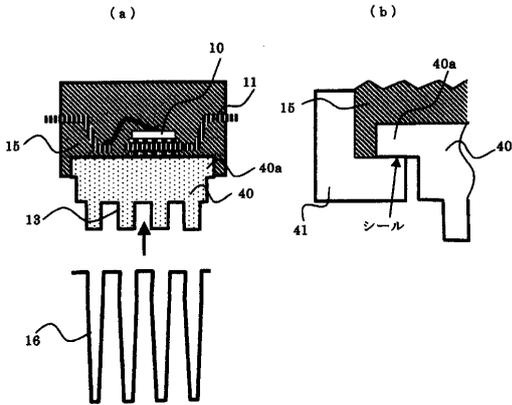
【図2】



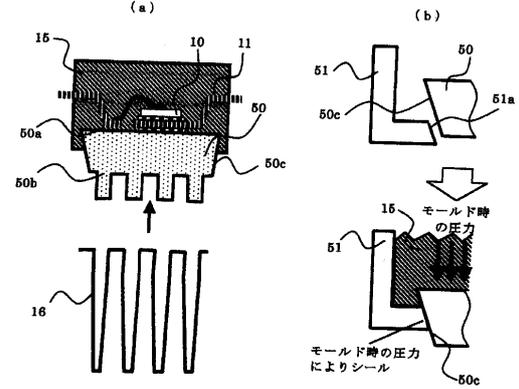
【図3】



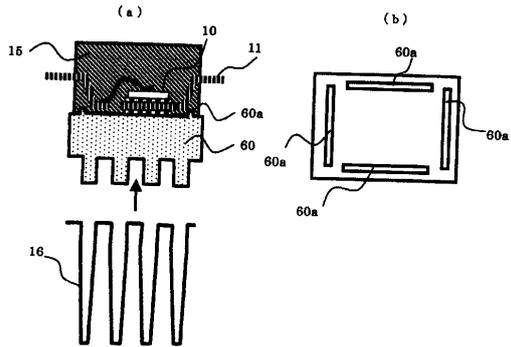
【図4】



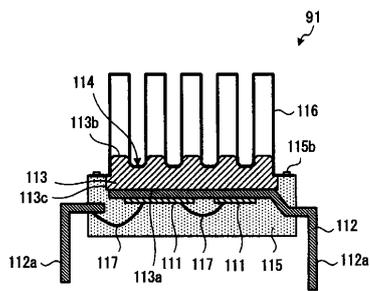
【図5】



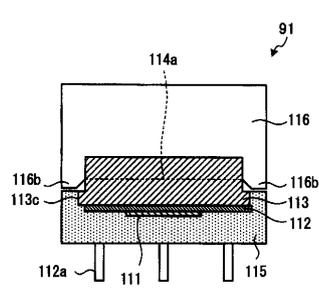
【図6】



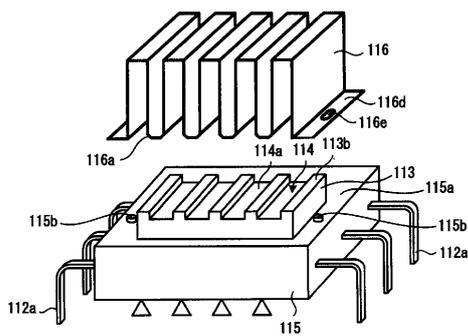
【図7】



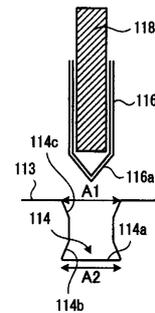
【図9】



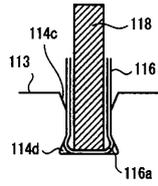
【図8】



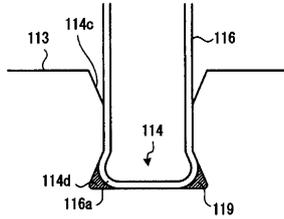
【図10】



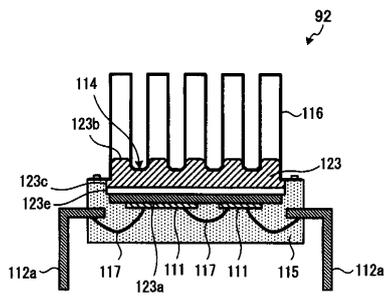
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 芳原 弘行  
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 木村 享  
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 菊池 正雄  
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
- (72)発明者 五藤 洋一  
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

審査官 今井 拓也

- (56)参考文献 特開2007-173272(JP,A)  
特開2006-041363(JP,A)  
特開2002-299864(JP,A)  
特開平05-114669(JP,A)  
特開2000-151163(JP,A)  
特開2003-158226(JP,A)  
特開2001-053212(JP,A)  
特開2001-352020(JP,A)  
実用新案登録第3140755(JP,Y2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 23/34  
H01L 23/36