

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4403665号  
(P4403665)

(45) 発行日 平成22年1月27日(2010.1.27)

(24) 登録日 平成21年11月13日(2009.11.13)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 L 23/29	(2006.01)	HO 1 L 23/36	A	
HO 1 L 23/48	(2006.01)	HO 1 L 23/48	G	
HO 1 L 21/56	(2006.01)	HO 1 L 21/56	Z	

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2001-72414 (P2001-72414)	(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
(22) 出願日	平成13年3月14日(2001.3.14)	(74) 代理人	100113077 弁理士 高橋 省吾
(65) 公開番号	特開2002-270736 (P2002-270736A)	(74) 代理人	100112210 弁理士 稲葉 忠彦
(43) 公開日	平成14年9月20日(2002.9.20)	(74) 代理人	100108431 弁理士 村上 加奈子
審査請求日	平成18年10月17日(2006.10.17)	(74) 代理人	100128060 弁理士 中鶴 一隆
前置審査		(72) 発明者	木村 享 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

底面および上面のそれぞれに電極を有する半導体素子と、  
前記半導体素子の底面側に位置する金属ブロックと、  
前記半導体素子の底面電極と前記金属ブロックとの間に接して配置された、導電性を有する素子固着層と、  
前記半導体素子の底面電極と導通する底面電極側リードと、  
前記半導体素子の上面電極と導通する上面電極側リードと、  
前記金属ブロックと、前記半導体素子とを覆い、さらに前記底面電極側リードおよび前記上面電極側リードを突き出させて封止する封止樹脂とを備え、  
前記底面電極側リードが、前記素子固着層に接して固着されることにより、前記半導体素子の底面電極と導通している、半導体装置。

【請求項2】

底面および上面のそれぞれに電極を有する複数の半導体素子と、  
前記半導体素子の底面側に位置する複数の金属ブロックと、  
前記半導体素子の底面電極と前記金属ブロックとの間に接して配置された、導電性を有する複数の素子固着層と、  
前記半導体素子の底面電極と導通する複数の底面電極側リードと、  
前記半導体素子の上面電極と導通する複数の上面電極側リードと、  
前記金属ブロックと前記半導体素子とを覆い、さらに前記底面電極側リードおよび前記

上面電極側リードを突き出させて封止する封止樹脂とを備える半導体装置であって、  
前記複数の底面電極側リードは、それぞれ少なくとも1つの半導体素子の底面電極と導通し、

前記複数の上面電極側リードは、それぞれ少なくとも1つの半導体素子の上面電極と導通し、

前記複数の金属ブロックは、それぞれ少なくとも1つの半導体素子の底面電極に前記素子固着層によって固着され、

前記複数の金属ブロックが互いに、前記封止樹脂を間に挟んで離れており、

前記底面電極側リードが、前記素子固着層に接して固着されることにより、前記半導体素子の底面電極と導通している、半導体装置。

10

【請求項3】

平面的に見て、前記金属ブロックの領域が前記半導体素子の領域より大きい、請求項1または2に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電力制御のために使用される半導体装置に関し、より具体的には、放熱特性に優れた半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

20

図17は、従来の電力制御用半導体装置を説明する図面である。同図によれば、パワー半導体素子121は、薄金属板からなるリードフレーム130のダイパッド部131にろう材123によって接合されている。パワー半導体素子121の電極と電極との間、およびパワー半導体素子の電極と内部リード部136との間は、金やアルミ等の金属細線122によって配線される。ダイパッド部131の下側には、封止樹脂124からなる絶縁層125を挟んでヒートシンクの役割を果たす金属ブロック126が配置される。この金属ブロック126の底面は封止樹脂124からなる絶縁層125から露出している。パワー半導体素子121以外に、制御回路を構成するための素子や回路が、リードフレーム130上に形成される場合もある。金属ブロック126とリードフレーム130のダイパッド部131との間には、封止樹脂124からなる絶縁層125が介在し、絶縁耐圧を確保している。

30

【0003】

半導体装置111の稼動中、リードフレーム130から流入する電流がろう材123を介してパワー半導体素子121の底部の電極に流れ込み、パワー半導体素子によって増幅等の変調を受け、パワー半導体素子の上面の電極から金属細線122を経て、内部リード部136に流れ出てゆく。ろう材123は電流を流通させるので、良導体でなければならない。上記パワー半導体素子の稼動中に、パワー半導体素子121の上面に発熱が生じ、この熱はパワー半導体素子121と、ろう材123と、ダイパッド部131と、絶縁層125と、金属ブロック126の順に伝達し、半導体装置の外部に放散される。

【0004】

40

リードフレーム上にパワー半導体素子と集積回路素子とをろう付けによって接合し、図17と同様の配線系統を有し、かつ金属ブロックを有するその他の従来の類似の半導体装置として、特開2000-138343号公報の従来の技術に示すものがある。

【0005】

この半導体装置では、上記のリードフレームのパワー半導体素子と集積回路素子とが搭載された面を覆うように1次モールドを形成し、さらに1次モールドを形成したリードフレームとヒートシンクとを一体的に覆うように2次モールドを形成している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上述の従来の半導体装置では、リードフレーム130と金属ブロック126との間に、封

50

止樹脂 124 からなる絶縁層 125 が介在している。この絶縁層 125 は、金属と比較して熱伝導率が低い。このため、パワー半導体素子 121 が動作する際に生じる熱を外部に放散する量を抑止していた。

【0007】

パワー半導体素子と相違するが、半導体回路素子の過熱を防止するための半導体装置として、図 18 および図 19 に示す半導体装置がある（特開平 8-78461 号公報）。この半導体装置では、半導体回路素子 121 は導電性ペースト 160 により放熱板 126 に接着されている。この半導体装置の特徴は、リード 135 と放熱板 126 との電氣的接続を遮断しながら所定値以上の熱伝導性を確保する接着剤 150 にある。この接着剤 150 によって、リード 135 は放熱板 126 に接着され固定されている。このような接着剤 150 を用

10

【0008】

しかしながら、上記半導体素子と異なり、本発明が対象とするパワー半導体素子は、要求される絶縁耐圧が数百ボルトから数千ボルトと非常に高く、上記半導体装置のような絶縁層では必要な絶縁耐圧を確保することができない。また、絶縁層とモールド樹脂との間で剥離が起こる可能性があり、絶縁信頼性を確保することが困難である。

【0009】

パワー半導体素子 121 に発生する熱の放散性を向上させるために、図 17 において、絶縁層 125 を形成している封止樹脂 124 を熱伝導率の高い樹脂に変えることが考えられる。しかし、熱伝導率の高い樹脂は、一般の樹脂と比較して高価であり、半導体装置の低価格化と放熱性向上とを両立させることは困難であった。

20

【0010】

図 17 に示す従来の半導体装置においては、パワー半導体素子の上面で発生した熱は、上部から下部へと順に、パワー半導体素子 121、ろう材 123、ダイパッド部 131、絶縁層 125、金属ブロック 126 と伝わり、それら部材において（1）式で表わされる熱抵抗（熱の流れに対する抵抗）を発生させる。ただし、 $R(th)$  は熱抵抗、 $L$  は伝熱距離、 $\lambda$  は熱伝導率、 $A$  は伝熱面積である。

【0011】

$R(th) = L / (\lambda \cdot A) \dots \dots \dots (1)$   
熱は、一般的に、発熱源からの距離が大きくなるにしたがって広がり、伝熱面積が大きくなる。図 17 に示す従来の構造のように、熱伝導率の低い絶縁層 125 がパワー半導体素子 121 の近くにある場合、伝熱面積が小さい箇所に熱伝導率の低い部材があることになり、絶縁層の熱抵抗が高くなり、放熱性向上を大きく阻害していた。

30

【0012】

さらに、従来の半導体装置において、熱抵抗の低減をはかるためには、絶縁層厚さを小さくする、つまり（1）式で表わされる伝熱距離  $L$  を小さくすることが望ましい。しかし、樹脂の未充填を防止し、絶縁性能を確保するためには、絶縁層の厚さを極端に薄くすることはできない。このため、所望の放熱性能を得ることができなかった。

【0013】

特開 2000-138343 公報の従来の技術に示す半導体装置では、1 次モールドを形成したリードフレームとヒートシンクとを一体的に覆うように 2 次モールドを形成している。これは、1 次モールドがないと、絶縁層 125 を形成するための空間が狭く、それ以外の空間が広くなり、封止樹脂 124 は広い空間から充填され、絶縁層 125 を形成するための空間に充填されるのが最後になる。これによって、絶縁層 125 に気泡が混入したり、未充填が発生し、絶縁信頼性を確保することが困難になる。つまり、1 次モールドは、絶縁層 125 を形成するための空間と、それ以外の空間への樹脂の充填のバランスをとるために不可欠のものである。しかし、これによって、1 次モールド金型と 2 次モールド金型の 2 つの金型が必要となり、さらにモールド工程が 2 回必要となる。

40

【0014】

50

熱抵抗の低減をはかるもう1つの手段としては、パワー半導体素子の面積を大きくする、すなわち、(1)式の伝熱面積Aを大きくすることが考えられる。しかし、半導体装置111の大型化、パワー半導体素子121のコスト上昇という問題があった。

【0015】

放熱性が十分でない場合に生じる性能上の問題は、パワー半導体素子に所望の大きさの電流を流すことができず、容量が制限されることにある。したがって、大きな容量を確保するために、放散性を向上させることが必要である。

【0016】

そこで、本発明は、優れた経済性を確保したうえで、パワー半導体素子に生じる熱量を十分放散することができる、小型で大容量の半導体装置を提供することを目的とする。

10

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明の半導体装置は、底面および上面のそれぞれに電極を有する半導体素子と、半導体素子の底面側に位置する金属ブロックと、半導体素子の底面電極と金属ブロックとの間に接して配置された、導電性を有する素子固着層と、半導体素子の底面電極と導通する底面電極側リードと、半導体素子の上面電極と導通する上面電極側リードと、金属ブロックと、半導体素子とを覆い、さらに底面電極側リードおよび上面電極側リードを突き出させて封止する封止樹脂とを備え、底面電極側リードが、前記素子固着層に接して固着されることにより、半導体素子の底面電極と導通している、ことを特徴とするものである。

【0018】

20

この構成により、ヒートシンクの役割を果たす金属ブロックとパワー半導体素子とが導電性接着剤またはろう材からなる素子固着層によって接着または接合される。したがって、パワー半導体素子で発熱した熱は、リードフレームや熱伝導率の低い絶縁層を介することなく、熱容量の大きい金属ブロックに伝達されるので、パワー半導体素子から金属ブロックに至る経路の熱抵抗を低減できるとともに、金属ブロックの熱容量によって急激な温度上昇が抑制され、信頼性が向上する。このため、熱伝導率の高い高価な封止樹脂を用いることなく、パワー半導体素子の昇温の程度が大幅に抑制される。この結果、良好な経済性を維持したまま、容量を拡大した小型の半導体装置を提供することが可能となる。上記の構成では、パワー半導体素子は素子固着層によって金属ブロックに固定されるので、パワー半導体素子の機械的な固定も強固に行なわれ、かつ底面電極側力リードの底面電極への

30

導通も容易に実現することができる。素子固着層を構成する材料としては、はんだ等のろう材や、銀ペースト等の導電性接着剤が挙げられるが、とくにこれらに限定されるものではなく、導電性がよく、熱伝導率が高く、固着強度が強いものであればどのような材料でもよい。

【0019】

なお、上面電極と上面電極側リードとの接続は、金属細線を超音波圧接によって固相接合する方法が一般的であるが、これに限定するものではなく、金属細線や金属板または金属板を所望の形状に加工したリードフレームを、導電性接着剤やろう材で固着する方法など、何によって接合されてもよい。以後の説明においても、上面電極と上面電極側リードとの接続についてとくに限定していない場合は、同様である。

40

【0022】

上記本発明の半導体装置では、たとえば、平面的に見て、金属ブロックの領域がパワー半導体素子の領域より大きいことが望ましい。

【0023】

この構成によれば、熱伝導率の高い素子固着層を経てパワー半導体素子から金属ブロックに熱が伝達され、金属ブロックで熱の伝達経路が広がり、伝熱面積が拡大されて底部の絶縁層に伝わる。このため、従来と同じ熱伝導率を有する封止樹脂を使用し、従来と同じ絶縁層の厚さを用いても、絶縁層の熱抵抗は従来よりも低減されるので、熱の放散性能は大幅に向上する。

【0024】

50

また、絶縁層を厚くしても、従来と同等またはそれ以上の放熱性能を維持でき、かつ絶縁層を形成する部分への封止樹脂の充填が容易になり、リードフレームに1次モールドを形成しなくても絶縁層の信頼性を確保することができる。

【0035】

本発明の半導体装置では、底面および上面のそれぞれに電極を有するパワー半導体素子と、パワー半導体素子の底面側に位置する金属ブロックと、パワー半導体素子の底面電極と金属ブロックとの間に接して配置された、導電性を有する素子固着層と、パワー半導体素子の底面電極と導通する底面電極側リードと、パワー半導体素子の上面電極と導通する上面電極側リードと、金属ブロックと、パワー半導体素子とを覆い、さらに底面電極側リードおよび上面電極側リードを突き出させて封止する封止樹脂とを備える。そして、底面電極側リードが、素子固着層に接して固着されることにより、半導体素子の底面電極と導通している。

10

【0036】

この構成により、ろう材または導電性接着剤の供給を1回で完了することができ、かつ金属ブロックを介することなく、パワー素子の底面電極と底面電極側リードとを導通させることができる。

【0037】

上記本発明の半導体装置では、底面および上面のそれぞれに電極を有する複数のパワー半導体素子と、パワー半導体素子の底面側に位置する複数の金属ブロックと、パワー半導体素子の底面電極と金属ブロックとの間に接して配置された、導電性を有する複数の素子固着層と、パワー半導体素子の底面電極と導通する複数の底面電極側リードと、パワー半導体素子の上面電極と導通する複数の上面電極側リードと、金属ブロックとパワー半導体素子とを覆い、さらに底面電極側リードおよび上面電極側リードを突き出させて封止する封止樹脂とを備える半導体装置である。この半導体装置では、複数の底面電極側リードは、それぞれ少なくとも1つのパワー半導体素子の底面電極と導通し、複数の上面電極側リードは、それぞれ少なくとも1つのパワー半導体素子の上面電極と導通し、複数の金属ブロックは、それぞれ少なくとも1つのパワー半導体素子の底面電極に素子固着層によって固着され、複数の金属ブロックが互いに、封止樹脂を間に挟んで離れている。そして、底面電極側リードが、素子固着層に接して固着されることにより、半導体素子の底面電極と導通している。

20

30

【0038】

この構成により、特に、ろう材または導電性接着剤の供給を1回で完了することができ、かつ金属ブロックを介することなく、パワー素子の底面電極と底面電極側リードとを導通させることができる。

【0058】

【発明の実施の形態】

次に、図面を用いて本発明の実施の形態について説明する。

【0059】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における半導体装置を示す断面図である。図1において、パワー半導体素子21は、導電性の素子固着層23を介して金属ブロック26によって支えられている。素子固着層23を構成する材料としては、はんだ等のろう材や、銀ペースト等の導電性接着剤が挙げられるが、とくにこれらに限定されるものではなく、導電性がよく、熱伝導率が高く、固着強度が強いものであればどのような材料でもよい。薄金属板からなる底面電極側リード30は、導電性のリード固着部31によって金属ブロック26に固着されている。このため、パワー半導体素子21の底面電極を形成する底面と、底面電極側リード30との導通が確保されている。金属ブロック26も、とうぜん、導電性の素子固着層23に接するので底面の電極と導通する。しかし、金属ブロック26は、封止樹脂24によって周りを取り囲まれ、上面電極側リード29との間には絶縁層28が、また金属ブロックの底部には絶縁層25が配置されるので、他の部分と金属ブロックとが短

40

50

絡することはない。これらの絶縁層 25, 28 は、十分な絶縁耐圧が得られる厚さを保ちながら、なるべく薄い絶縁層となるように封止樹脂によって構成されている。パワー半導体素子 21 の上面電極と上面電極側リード 29 との間は、金属細線 22 によって配線される。

#### 【0060】

本実施の形態によれば、発熱体であるパワー半導体素子 21 は、金属ブロック 26 に、導電性の素子固着層 23 を介して固着されている。このため、従来のように熱伝導率の低い封止樹脂 24 の層を通ることなく、パワー半導体素子から熱伝導率の高い素子固着層 23 を経て金属ブロックへ熱が伝導する。したがって、単位時間あたり多くの熱量が金属ブロックに流入し、かつ金属ブロックで熱流が広がり、伝熱面積が拡大されて底部の絶縁層 25 に伝熱される。このため、従来と同じ熱伝導率の封止樹脂を使用し、従来と同じ絶縁層厚さを設けても、絶縁層 25 の熱抵抗は、パワー半導体素子の下に配置されていた従来の場合に比較して低減される。この結果、熱伝導率の高い高価な封止樹脂を使用することなく、優れた経済性を維持したまま放熱特性が向上した半導体装置を得ることが可能となる。

10

#### 【0061】

パワー半導体素子 21 の発熱量は、通電電流の大きさに比例するので、定格容量を超える電流を流すとパワー半導体素子が許容温度範囲を超えて過熱し、最終的には破壊にいたる。しかし、本実施の形態の半導体装置では、放熱特性が向上するため、許容温度範囲でより大電流を流すことができる。この結果、上記の本発明の実施の形態により、小型で大容量の半導体装置を安価に得ることが可能になる。

20

#### 【0062】

また、本実施の形態では、パワー半導体素子と金属ブロックとの固着工程と、底面電極側リードと金属ブロックとの固着工程とを分けることができる。たとえば、パワー半導体素子と金属ブロックとを融点の高いろう材で固着したのち、底面電極側リードと金属ブロックとを融点の低いろう材または硬化温度の低い導電性接着剤で固着することができる。このため、先に固着したパワー半導体素子と金属ブロックとの固着部を再溶融させることなく底面電極側リードと金属ブロックとを固着することができる。したがって、固着工程を分けても高度の信頼性を有する固着部を得ることが可能になる。

#### 【0063】

(実施の形態 2)

図 2 は、本発明の実施の形態 2 における半導体装置を示す断面図である。本実施の形態では、実施の形態 1 (図 1) の半導体装置の金属ブロック 26 に溝 32 を設けた点に特徴がある。溝 32 は、平面的に見て、底面電極側リード 30 と、パワー半導体素子 21 との間に、両者を分けるように配置される。その他の構造は、実施の形態 1 の半導体装置の構造と同じである。

30

#### 【0064】

本実施の形態によれば、パワー半導体素子 21 と金属ブロック 26 とを固着する素子固着層 23 と、底面電極側リード 30 と金属ブロック 26 とを固着するリード固着部 31 とが、混合することを防止することができる。素子固着層 23 およびリード固着部 31 は、ともにもろう材または導電性接着剤等によって構成されるが、これら材料を、素子固着層とリード固着部とに応じて使い分ける場合がある。このような場合、両方の材料が混合することは好ましくないが、上記のように、溝 32 を設けることにより、上記の混合は防止される。なお、素子固着層 23 およびリード固着部 31 の間に設ける溝の代わりに、山脈状の突起を設けてもよい。

40

#### 【0065】

(実施の形態 3)

図 3 は、本発明の実施の形態 3 における半導体装置を示す断面図である。図 3 において、パワー半導体素子 21 は、素子固着層 23 を形成しているろう材や導電性接着剤などを介して金属ブロック 26 に固着されている。薄金属板からなる底面電極側リード 30 は、素

50

子固着層 23 と一体化しているリード固着部 31 に挿入され固着されている。このため、金属ブロックを介さずにパワー半導体素子 21 の底面電極と、底面側リード 30 との導通が確保されている。金属ブロック 26 も、素子固着層 23 およびリード固着部 31 と接するので底面電極と導通する。しかし、金属ブロック 26 は、封止樹脂 24 によって周りを取り囲まれ、上面電極側リード 29 との間には絶縁層 28 が、また金属ブロックの底部には絶縁層 25 が配置される。このため、他の部分と金属ブロックとが短絡することはない。これらの絶縁層 25, 28 は、十分な絶縁耐圧が得られる厚さを保ちながら、なるべく薄い絶縁層となるように構成する。パワー半導体素子 21 の上面の電極の間、およびその電極と内部リード 36 との間は、金属細線 22 によって配線される。

【0066】

本実施の形態によれば、優れた放熱特性を得たうえで、金属ブロックにパワー半導体素子および底面電極側リードを固着する固着層を同じ種類の材料で構成して、パワー半導体素子および底面電極側リードを同じタイミングで固着することができる。このため、より経済性に優れた半導体装置を提供することが可能となる。

【0067】

本実施の形態の変形例として、図 4 に示す半導体装置をあげることができる。図 4 の半導体装置では、パワー半導体素子と、底面電極側リードとが固着層 23 に同じ平面上で接して固着しているので、構造が簡明である。このため、図 3 の半導体装置と同じ利点を確保したうえで、製造工程を容易化できるので、さらに経済性に優れた半導体装置を提供することが可能となる。

【0068】

(実施の形態 4)

図 5 (a) は、本発明の実施の形態 4 における半導体装置の平面図であり、図 5 (b) は、図 5 (a) における A-A 断面図である。本実施の形態における半導体装置では、2 つのパワー半導体素子が配置されている。パワー半導体素子のそれぞれの下方に配置された金属ブロック 26 が互いに分れて、その間に絶縁材である封止樹脂が充填されている。本実施の形態におけるパワー半導体素子は、実施の形態 1 と同じような独立した内部構成が複数あり、それらが一体的に封止されている。

【0069】

本実施の形態によれば、複数のパワー半導体素子を組み合わせさせて配線し、所望の回路を構成して一括に樹脂封止することができる。このため、優れた経済性を維持し、小型で高性能の半導体装置を提供することができる。たとえば、6 個のパワー半導体素子と制御用 IC とをリードフレームと金属細線とにより配線して、直流 交流変換回路を構成し、一括して樹脂封止することにより、経済性に優れた小型の電力変換装置を実現することができる。さらに、直流 交流変換回路に限定されず、さまざまな用途の半導体装置を提供することが可能になる。また、配置されるパワー半導体素子は 2 つに限定されず、2 以上の複数のパワー半導体素子を配置することができる。

【0070】

(実施の形態 5)

図 6 は、本発明の実施の形態 5 における半導体装置の断面図である。本実施の形態における半導体装置では、2 つのパワー半導体素子が多段に接続され、パワー半導体素子のそれぞれの下方に配置された金属ブロック 26 が互いに分れて、その間に絶縁材である封止樹脂が充填されている。2 つのパワー半導体素子の前段のパワー半導体素子の上面電極側リードに相当する箇所に、接続リード 40 が配置され、その接続リード 40 が、後段のパワー半導体素子の底面電極側リードとしてリード固着部 31 に接続されている。多段接続されるパワー半導体素子の数は 2 個に限られず、より多くの数のパワー半導体素子を用い、より大きな増幅を行なうことができる。

【0071】

本実施の形態によれば、複数のパワー半導体素子を組み合わせさせて配線し、所望の回路を構成して一括に樹脂封止することができる。このため、優れた経済性を維持し、小型で高性

10

20

30

40

50

能の半導体装置を提供することができる。たとえば、6個のパワー半導体素子と制御用ICとをリードフレームと金属細線とにより配線して、直流 交流変換回路を構成し、一括して樹脂封止することにより、経済性に優れた小型の電力変換装置を実現することができる。さらに、直流 交流変換回路に限定されず、さまざまな用途の半導体装置を提供することが可能になる。

**【0072】**

(実施の形態6)

図7は、本発明の実施の形態6における半導体装置の断面図である。本実施の形態の半導体装置では、底面電極側リード30が下方に突出部34を有し、その突出部34が金属ブロック36に固相接合または超音波圧接されている。したがって、底面電極側リードの突出部34と金属ブロック36との接合部33は、超音波圧接部または溶接部によって構成される。この結果、短時間の処理工程によって、導通を確保でき、高い強度を有する接合部を確実に得ることが可能になる。

10

**【0073】**

(実施の形態7)

図8は、本発明の実施の形態7における半導体装置の断面図である。本実施の形態における半導体装置11では、金属ブロックの下側に位置する絶縁層25が、封止樹脂とは異なる材料で形成されている。実施の形態3の半導体装置(図3)では、上述のように、従来と同じ熱伝導率を有する封止樹脂を使用し、従来と同じ厚さを設けても、絶縁層25における熱抵抗は、従来の配置における絶縁層よりも低減され放熱特性が向上する。

20

**【0074】**

しかし、この絶縁層を従来の封止樹脂よりも高い熱伝導率を有する絶縁層とするほうが放熱特性が向上することは、言うまでもない。本実施の形態では、金属ブロック26の下面以外は、熱伝導率を考慮せず、安価な封止樹脂を用い、放熱経路となる金属ブロックの下側の部分は、熱伝導率の高い材料とする。

**【0075】**

このため、本実施の形態では、熱伝導率の高い高価な樹脂の使用量を最小限に押さえたうえで、放熱特性をさらに向上させることができる。この結果、経済性と放熱特性に優れた小型で大容量の半導体装置を提供することが可能となる。

**【0076】**

(実施の形態8)

図9は、本発明の実施の形態8における半導体装置を示す断面図である。本実施の形態では、金属ブロック26は直方体または立方体である。底面電極側リード30が沈め加工されることにより、沈め加工によって下方に突き出した突出部34が形成されている。底面電極側リード30はこの突出部34において、リード固着部が一体化された素子固着層31に接して固着されている。この突出部34を設けることにより、金属ブロックが接触してはならない底面電極側リード30との間の間隔を大きくとり、絶縁層28の厚さを大きくすることができる。また、上面電極側リード29も、底面電極側リードとは独立に、金属ブロックとの間の間隔を大きくとることができる。

30

**【0077】**

金属ブロック26は、鍛造加工または切削加工により形状を整える必要がある。しかし、鍛造加工は、形状について制約が多く、複雑な形状を加工するためには、複数の金型を必要とするなど、形状が複雑になると加工コストが増大する。一方、切削加工によっても、複雑な形状の金属ブロックを製造するには、長い加工時間を要するので、やはり加工コストが増大する。

40

**【0078】**

一方、本実施の形態では、金属ブロック26を単純な直方体とし、加工コストが安価な曲げ加工によってリードフレーム30の接合部31を下方に突き出るように曲げて沈め加工を施す。このため、接触してはならない底面電極側リード30と金属ブロック26との間に間隔をとり、この間隔に封止樹脂を充填して絶縁層28を形成することができる。

50



## 【 0 0 7 9 】

本発明の実施の形態によれば、金属ブロックを簡単な形状にしたうえで、加工コストが安い曲げ加工により、底面電極側リード30を下方に突き出るように曲げて、沈め加工を施すことにより、絶縁性を確保することができる。

## 【 0 0 8 0 】

(実施の形態9)

図10は、本発明の実施の形態9における半導体装置の断面図であり、図11は、その半導体装置の組み立て中の斜視図を示す。本実施の形態では、金属ブロック26の上端部に設けられた突出部27が、底面電極側リード30に設けられた嵌入部の孔36に嵌め入れられている。このため、パワー半導体素子21は、底面電極側リード30と金属ブロック26とに、ろう材23によって固着される。この構造により、パワー半導体素子の底面電極と、底面電極側リードと、金属ブロックの接合部とは、互いに電氣的に導通され、かつ固定される。

10

## 【 0 0 8 1 】

上記の本実施の形態では、パワー半導体素子が、底面電極側リード30および突出部27の両方にろう材で接合される場合について説明した。このような場合と異なり、底面電極側リードの孔36よりも突出部をわずかに大きくし、嵌入部を圧入構造とすることにより、ろう材23をもちいることなく嵌入部の電氣的な接続と機械的な固定とを実現することができる。この場合、パワー半導体素子21が突出部27にのみ接続されていても、上記の実施の形態と同様な効果を得られるほか、パワー半導体素子21の下側に突出部と孔36の接触部がないので、長期にわたって高い信頼度を得ることができる。

20

## 【 0 0 8 2 】

(実施の形態10)

図12は、本発明の実施の形態10における半導体装置の断面図であり、図13はその半導体装置の製造途中の主要部を示す斜視図である。本実施の形態では、突出部27の側面に、凹部である突出方向に延びる溝43を設ける。突出部27と嵌入部の孔36とを嵌め合わせたときに、溝43が隙間となり、この隙間にろう材が充填され、さらにろう材は接合部31の底面に回り込み、底面電極側リード30と金属ブロック26との間の充填層37が形成される。

30

## 【 0 0 8 3 】

本実施の形態によれば、ろう材23によってパワー半導体素子から金属ブロックにいたる伝熱経路の伝熱面積が大きくなり、放熱特性を向上させることができる。

## 【 0 0 8 4 】

(実施の形態11)

図14は、本発明の実施の形態11における半導体装置の断面図であり、図15は、製造途中の半導体装置の主要部の斜視図である。本実施の形態の半導体装置11では、突出部27の断面形状を略四角形とし、コーナー部に面取り35を設けたことに特徴がある。突出部27と孔36とを嵌め合わせたとき、面取り部が隙間が生じる。ろう材を用いたとき、この隙間にろう材が流入し、さらに底面側に回り込み、底面電極側リード30と金属ブロック26との間の充填層37を形成する。

40

## 【 0 0 8 5 】

本実施の形態によれば、ろう材の充填層37により伝熱面積を大きく確保できるので、放熱特性を向上させることができる。また、突出部27の断面が略4角形であり、孔36よりも突出部27の外形をわずかに大きくし、嵌入部の構成を圧入構造とすることにより、コーナー部が最も圧入しにくくなる。本実施の形態によれば、コーナー部が面取りされているので、圧入を容易に行なうことができる。

## 【 0 0 8 6 】

(実施の形態12)

図16は、本発明の実施の形態13における半導体装置を示す断面図である。本実施の形態における半導体装置では、突出部27を孔36よりもわずかに小さくすることにより、

50

嵌合部に隙間ができるように構成する。この隙間にパワー半導体素子 21 を接合するためのろう材が流入し、さらに接合部 31 の底面側に流出し、底面電極側リード 30 と金属ブロック 26 との間の充填層 37 を形成する。

【0087】

本実施の形態によれば、ろう材 23 によって伝熱面積を確実に確保することができ、放熱特性を向上させることができる。また、突出部 27 の周囲が連続して隙間を形成するので、ろう材 23 が流入しやすく、底面電極側リード 30 と金属ブロック 26 との間に充填層 37 を確実に形成することができる。また、ろう材による接合面積が大きいので、電気的接続が確実となり、かつ機械的な固定強度も向上する。

【0088】

上記において、本発明の実施の形態について説明を行なったが、上記に開示された本発明の実施の形態は、あくまで例示であって、本発明の範囲はこれら発明の実施の形態に限定されない。本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

【0089】

【発明の効果】

本発明の半導体装置によれば、熱伝導率の高い高価な封止樹脂を用いることなく、優れた経済性を維持したうえで、放熱性に優れた小型で大容量の半導体装置を得ることができる。また、複数のパワー半導体素子とそれぞれに付随する金属ブロックを配置することにより、直流-交流変換器など高機能の放熱性に優れた半導体装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1における半導体装置を示す断面図である。

【図2】 本発明の実施の形態2における半導体装置を示す断面図である。

【図3】 本発明の実施の形態3における半導体装置を示す断面図である。

【図4】 本発明の実施の形態3における変形例を示す半導体装置の断面図である。

【図5】 本発明の実施の形態4における半導体装置を示す図である。(a)は、本発明の実施の形態4における半導体装置の平面図であり、(b)は、(a)におけるA-A断面図である。

【図6】 本発明の実施の形態5における半導体装置を示す断面図である。

【図7】 本発明の実施の形態6における半導体装置を示す断面図である。

【図8】 本発明の実施の形態7における半導体装置を示す断面図である。

【図9】 本発明の実施の形態8における半導体装置を示す断面図である。

【図10】 本発明の実施の形態9における半導体装置を示す断面図である。

【図11】 図10の半導体装置の製造途中の主要部を示す斜視図である。

【図12】 本発明の実施の形態10における半導体装置を示す断面図である。

【図13】 図12の半導体装置の製造途中の主要部を示す斜視図である。

【図14】 本発明の実施の形態11における半導体装置を示す断面図である。

【図15】 図14の半導体装置の製造途中の主要部を示す斜視図である。

【図16】 本発明の実施の形態12における半導体装置を示す断面図である。

【図17】 従来の半導体装置を示す断面図である。

【図18】 従来の他の半導体装置を示す平面図である。

【図19】 図18に示す半導体装置の断面図である。

【符号の説明】

11 半導体装置、21 パワー半導体素子、22 金属細線、23 素子固着層(ろう材、導電性接着剤など)、24 封止樹脂、25 金属ブロック底面側の絶縁層、26 金属ブロック、27 金属ブロックの突出部、28 金属ブロック上面側の絶縁層、29 上面電極側リード、30 底面電極側リード、31 リード固着部、32 溝、33 固相接合部(溶接部、超音波圧接部)、34 突出部、35 面取り部、36 孔(嵌合部)、37 底面電極側リードと金属ブロックとの間の充填層、40 接続リード、43 凹部(溝部)。

10

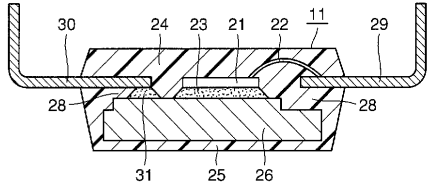
20

30

40

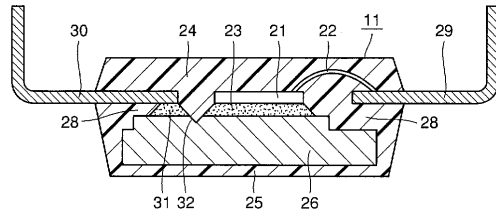
50

【図1】



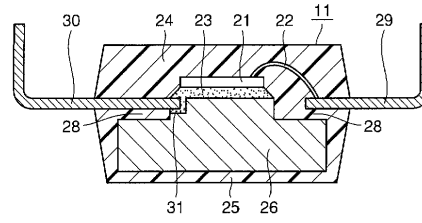
- 11: 半導体装置
- 21: パワー素子
- 22: 金属細線
- 23: 素子固着層
- 24: 封止樹脂
- 25: 絶縁層
- 26: 金属ブロック
- 28: 絶縁層
- 29: 上面電極側リード
- 30: 底面電極側リード
- 31: リード固着部

【図2】

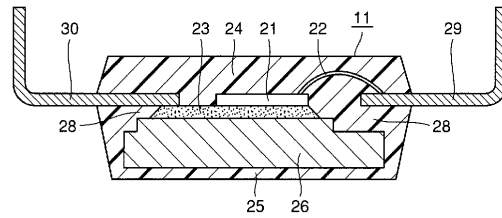


32: 溝

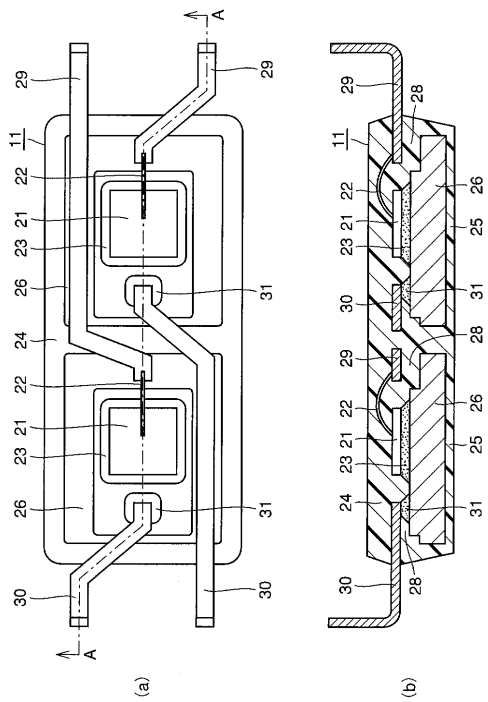
【図3】



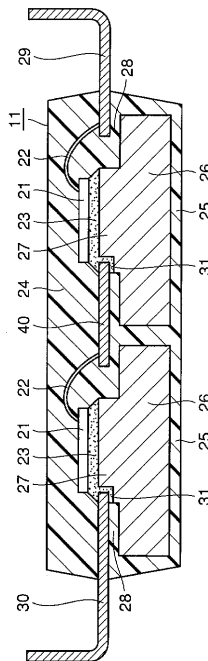
【図4】



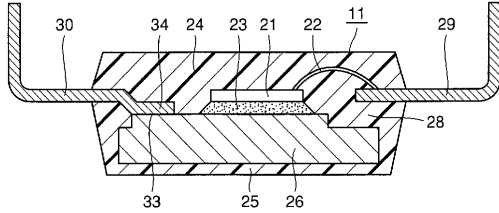
【図5】



【図6】

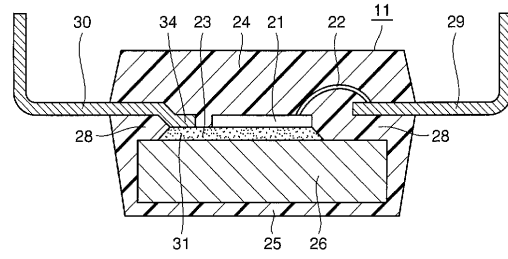


【図 7】

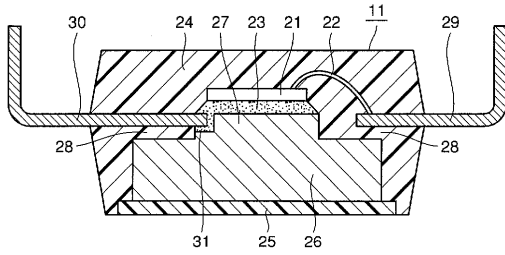


33: 溶接部  
34: 突き出し部

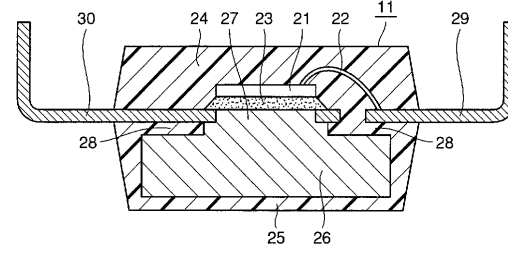
【図 9】



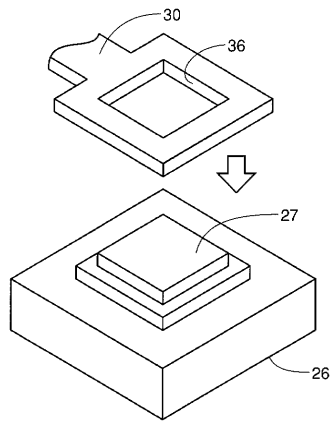
【図 8】



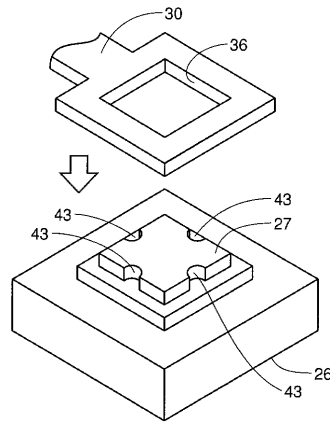
【図 10】



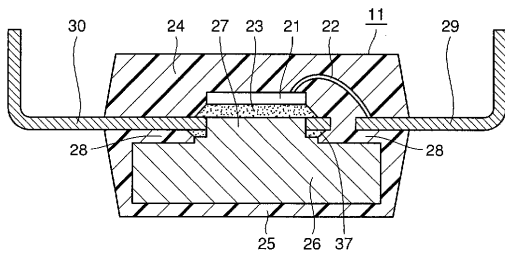
【図 11】



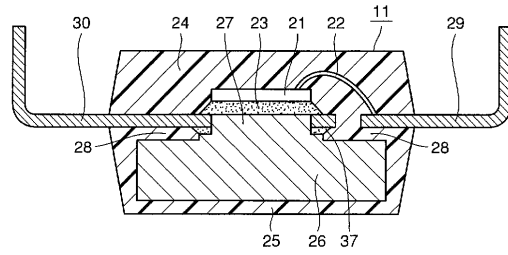
【図 13】



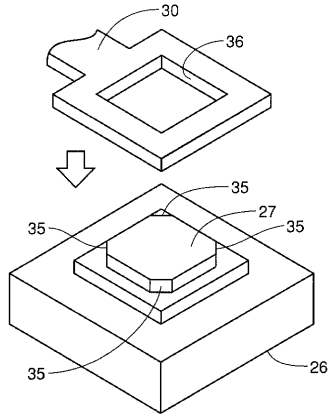
【図 12】



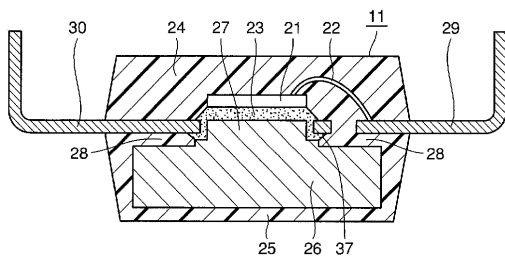
【図 14】



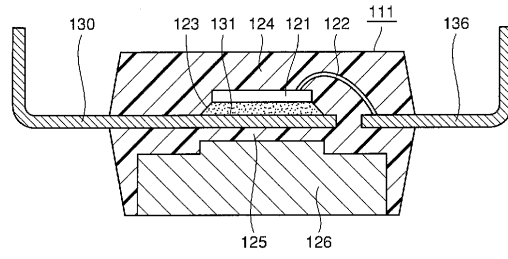
【図15】



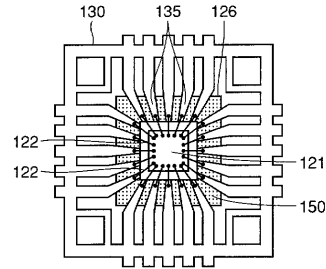
【図16】



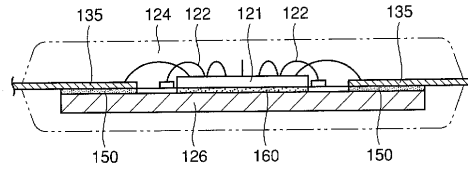
【図17】



【図18】



【図19】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 村上 光平  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 藤野 純司  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 林 建一  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 板谷 一弘

- (56)参考文献 特開平01-270336(JP,A)  
特開平08-162590(JP,A)  
特開平10-012788(JP,A)  
特開平10-144852(JP,A)  
特開昭56-062345(JP,A)  
特開平02-268457(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L21/56  
H01L23/36  
H01L23/373