

(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2017-188528

(P2017-188528A)

(43) 公開日 平成29年10月12日(2017.10.12)

(51) Int.Cl.

H01L 23/12 (2006.01)

F1

H01L 23/12

K

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-75046 (P2016-75046)
 (22) 出願日 平成28年4月4日(2016.4.4)

(71) 出願人 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
 (74) 代理人 100101454
 弁理士 山田 卓二
 (74) 代理人 100081422
 弁理士 田中 光雄
 (74) 代理人 100112911
 弁理士 中野 晴夫
 (72) 発明者 徳丸 準
 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 藤野 純司
 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

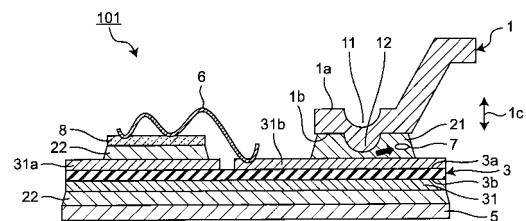
(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】半導体装置内の板状電極部材における接合部の接続信頼性を、従来に比べて向上可能な半導体装置を提供する。

【解決手段】半導体装置は、対向する第1主面3aと第2主面3bとにそれぞれ導体パターンを有する基板3と、基板の第1主面における導体パターン31bに第2面1bを接合した接合領域を有する板状電極部材1とを有し、この板状電極部材は、第1面に凹部11を、第2面に凸部12をそれぞれ有し、この凹部及び凸部は、当該板状電極部材の厚み方向において接合領域を第1面及び第2面に投影した投影領域に位置する。

【選択図】 図1A



1: 板状電極部材、3: 基板、8: 電力半導体素子、
 11: 凹部、12: 凸部、101: 電力半導体装置

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体素子実装用の基板であって、対向する第 1 主面と第 2 主面とにそれぞれ導体パターンを有する基板と、

対向する第 1 面及び第 2 面を有し、上記第 1 主面における導体パターンに上記第 2 面を接合した接合領域を有する板状電極部材と、を備え、

上記板状電極部材は、上記第 1 面に凹部を上記第 2 面に凸部をそれぞれ有し、この凹部及び凸部は、当該板状電極部材の厚み方向において上記接合領域を上記第 1 面及び上記第 2 面に投影した投影領域に位置する、
ことを特徴とする半導体装置。

10

【請求項 2】

上記板状電極部材は、当該板状電極部材の厚み方向において上記凹部と上記凸部とを貫通する穴を有する、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

上記基板の第 1 主面、上記接合領域、及び上記板状電極部材を封止する封止材をさらに備える、請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

半導体素子実装用の基板であって、対向する第 1 主面と第 2 主面とにそれぞれ導体パターンを有する基板と、

対向する第 1 面及び第 2 面を有し、上記第 1 主面における導体パターンに上記第 2 面を接合した接合領域を有する板状電極部材と、を備え、

上記板状電極部材は、当該板状電極部材の端部に設けた複数の切り込み間に位置する切欠き片を折り曲げた状態の舌片を上記接合領域に有する、
ことを特徴とする半導体装置。

20

【請求項 5】

半導体素子実装用の基板であって、対向する第 1 主面と第 2 主面とにそれぞれ導体パターンを有する基板と、

対向する第 1 面及び第 2 面を有し、上記第 1 主面における導体パターンに上記第 2 面を接合した接合領域を有する板状電極部材と、を備え、

上記板状電極部材は、上記接合領域に切欠き部を有し、かつ、上記接合領域における当該板状電極部材の断面積が接合領域外における当該板状電極部材の断面積に比して同じあるいは小さい、
ことを特徴とする半導体装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体装置、特に電力半導体装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

電気鉄道車両及び風力発電設備等の大電力を扱う電力半導体装置における内部配線として、板状の電極部材を用いることが多い。その理由は、アルミニウムなどを用いたワイヤボンダ配線に比べて板状電極部材は、電流密度を高く設定できるためである。板状電極部材と基板の導体部との接続には、一般的にソルダペーストを用いたはんだ付けが用いられる。ソルダペーストには、被接合材表面の酸化被膜を除去する還元剤、ディスペンスなどで供給し易いように粘度調整するための増粘剤、及び揮発成分などが含まれており、はんだ付けの際の熱により、これらの成分は気体となり蒸発する。このような気体のはんだ中に残留することで空隙であるボイドとなり、接合部近傍に残留する。接合部にボイドが存在した場合には接合面積が減少し、接合部の接続信頼性が低下する場合がある。

40

【0003】

電力半導体装置のはんだ接合部における接続信頼性の低下を防ぐ方法が特許文献 1 及び

50

特許文献 2 に提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2015 - 050340 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 050364 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献 1 では、はんだ接合部に対応して板状電極部材（端子）に突起を設けることで接合材厚を一定にして接続信頼性の確保を図っている。しかしながら、突起により端子におけるみかけの板厚が増加し、熱応力が増大して、接続信頼性を担保することができない。また、上記特許文献 2 では、板状電極部材（リード）に曲げ形状部分を設けることで、はんだフィレット高さを制御して接続信頼性の確保を意図している。しかしながらこの方法では、はんだ厚さを制御することはできない。

【0006】

本発明は、上述したような問題点を解決するためになされたもので、半導体装置内の板状電極部材における接合部の接続信頼性を、従来に比べて向上可能な半導体装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明は以下のように構成する。

即ち、本発明の一態様における半導体装置は、半導体素子実装用の基板であって、対向する第 1 主面と第 2 主面とにそれぞれ導体パターンを有する基板と、対向する第 1 面及び第 2 面を有し、上記第 1 主面における導体パターンに上記第 2 面を接合した接合領域を有する板状電極部材と、を備え、上記板状電極部材は、上記第 1 面に凹部を上記第 2 面に凸部をそれぞれ有し、この凹部及び凸部は、当該板状電極部材の厚み方向において上記接合領域を上記第 1 面及び上記第 2 面に投影した投影領域に位置することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明の一態様における半導体装置によれば、板状電極部材の第 2 面に凸部を設け、この第 2 面を基板の導体パターンに接合することから、凸部により、接合材厚さを一定以上にすることができ、接合材内にボイドが発生した場合でも接合材外へ排出することができ、また、凸部によって、接合材が薄くなる領域に対応して凹部を設けることで、凸部のみを設ける場合に比べて、みかけの板状電極部材の厚さを小さくすることができる。よって、板状電極部材と接合材との間に生じる熱応力を低減することができ、接合部の熱疲労寿命、ひいては接続信頼性を、従来に比べて向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1 A】実施の形態 1 における電力半導体装置の断面図である。

【図 1 B】図 1 A に示す電力半導体装置の平面図である。

【図 2】実施の形態 2 における電力半導体装置の断面図である。

【図 3 A】実施の形態 3 における電力半導体装置の断面図であり、板状電極部材に関する部分のみを示した図である。

【図 3 B】図 3 A に示す電力半導体装置の平面図である。

【図 4】図 3 A に示す電力半導体装置を封止した状態を示す断面図である。

【図 5 A】実施の形態 4 における電力半導体装置の断面図であり、板状電極部材に関する部分のみを示した図である。

【図 5 B】図 5 A に示す電力半導体装置の平面図である。

【図 6 A】実施の形態 5 における電力半導体装置の断面図であり、板状電極部材に関する

10

20

30

40

50

部分のみを示した図である。

【図 6 B】図 6 A に示す電力半導体装置の平面図である。

【図 7 A】図 1 に示す凹部及び凸部を説明するための断面図であり、板状電極部材に関する部分のみを示した図である。

【図 7 B】図 7 A に示す断面図の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

実施形態である半導体装置について、図を参照しながら以下に説明する。尚、各図において、同一又は同様の構成部分については同じ符号を付している。また、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け当業者の理解を容易にするため、既によく知られた事項の詳細説明及び実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。また、以下の説明及び添付図面の内容は、特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

10

【0011】

また以下の各実施の形態では、大電流を扱うことに起因してより大きな応力が接合部に作用することから、より高い接続信頼性が要求される電力半導体装置を例に採る。しかしながら各実施形態における構成は、電力半導体装置用に限定するものではなく、通常電流を扱う一般的な半導体装置にも適用可能である。

【0012】

実施の形態 1 .

20

図 1 A 及び図 1 B (総称して図 1 と記す場合もある) には、本実施の形態 1 における電力半導体装置 101 の構成の一例が示されている。当該電力半導体装置 101 は、基本的構成部分として、板状電極部材 1 と、絶縁材料で形成された基板 3 と、電力半導体素子 8 とを有する。ここで金属製で短冊状の板状電極部材 1 は、対向する第 1 面 1 a と第 2 面 1 b とを有する。基板 3 は、対向する第 1 主面 3 a と第 2 主面 3 b とを有し、第 1 主面 3 a 及び第 2 主面 3 b にはそれぞれ導体パターン 3 1 が設けられている。第 1 主面 3 a 側には電力半導体装置 8 及び板状電極部材 1 が、第 2 主面 3 b 側にはヒートスプレッド 5 が接合される。

【0013】

以下に説明する各実施の形態において、板状電極部材 1 は次の部材を意味する。即ち、電力半導体装置の外面には、モータなどの外部機器と接続するための端子が設けられるが、板状電極部材 1 は、この端子に該当する。また板状電極部材 1 は、一般的に通電によるジュール発熱を考慮して、上記端子となる部分から、電力半導体装置内における、以下で説明する導体パターン 3 1 b との接合部 (接合領域 1 5) に至るまでの間、同じ断面積を有する部材であることが多い。また、上記端子となる部分から接合部までの間で、電磁ノイズ対策などのため、分岐する場合もある。このような分岐を有する形態では、分岐部分から上記接合部までの間が板状電極部材 1 に相当する。尚、後述の実施の形態 4 , 5 では、板状電極部材 1 に切欠き部を設けた構成を説明するが、この切欠き部は上記接合部に位置することから、上記分岐部分に該当するものではない。

30

【0014】

また詳細後述するが、板状電極部材 1 は、特徴的構成部分の一つとして本実施の形態 1 では、第 1 面 1 a に凹部 1 1 を、第 2 面 1 b に凸部 1 2 をそれぞれ有する。

40

【0015】

電力半導体装置 8 は、例えば IGBT (絶縁ゲートバイポーラトランジスタ) あるいはダイオードなどが相当し、ダイボンド工程において一般的にはリフロー工法などを用いて、導体パターン 3 1 における一方の導体パターン 3 1 a に第 2 接合材 2 2 によって接合され、電氣的接続が図られる。第 2 接合材 2 2 は、例えばはんだである。また、この接合によって、電力半導体装置 8 とヒートスプレッド 5 とは一体化され、電力半導体装置 8 がスイッチング動作する際に生じる熱を、ヒートスプレッド 5 を介してさらに放熱器へと逃がすことが可能となる。

50

【0016】

また電力半導体装置 8 における電極は、例えばアルミニウムワイヤ 6 などを用いたワイヤボンディングにより、第 1 主面 3 a に存在する、導体パターン 3 1 における他方の導体パターン 3 1 b に電氣的接続される。

またこの導体パターン 3 1 b には、板状電極部材 1 が第 1 接合材 2 1 によって接合される。よって板状電極部材 1 は、導体パターン 3 1 b との接合領域 1 5 を有する。尚、第 1 接合材 2 1 は、一例として下記のように、主にはんだ合金から成る溶ダペーストである。

【0017】

上述したように端子となる板状電極部材 1 の接続工程では、まずディスペンサーなどを用いて第 1 接合材 2 1 が導体パターン 3 1 b の必要箇所に供給される。このとき第 1 接合材 2 1 上に板状電極部材 1 を配置する。次に、ホットプレートなどを用いて、ヒートスプレッタ 5 から入熱させて、第 1 接合材 2 1 及び板状電極部材 1 を加熱する。第 1 接合材 2 1 として、例えば、主にはんだ合金から成る溶ダペーストを用いた場合、溶ダペーストは、はんだ合金、及び、高級カルボン酸あるいはアルコール類を成分とするフラックスであり、加熱により、第 1 接合材 2 1 から揮発成分などが気体に変化し始める。さらに加熱を続けることで、第 1 接合材 2 1 のはんだ合金が溶融し、導体パターン 3 1 b 及び板状電極部材 1 へと濡れ広がり、両者間の接合が完了する。そして第 1 接合材 2 1 が凝固するタイミングでボイド 7 が発生し、接合部近傍に残留する場合がある。

【0018】

本実施の形態 1 では、上述のように、板状電極部材 1 は、第 1 接合材 2 1 にて導体パターン 3 1 b と接合される接合領域 1 5、並びに、その第 1 面 1 a に凹部 1 1、及び第 2 面 1 b に凸部 1 2 をそれぞれ有する。この凹部 1 1 及び凸部 1 2 は、板状電極部材 1 の厚み方向 1 c において接合領域 1 5 を第 1 面 1 a 及び第 2 面 1 b に投影した投影領域 1 7 内に位置する。また図 1 A に示すように、板状電極部材 1 の厚み方向 1 c において、板状電極部材 1 の厚さに対する凹部 1 1 の深さ及び凸部 1 2 の高さは、板状電極部材 1 の厚さと同等もしくは小さくしている。

【0019】

上述のように板状電極部材 1 の第 2 面 1 b に凸部 1 2 を設け、この第 2 面 1 b を基板 3 の導体パターン 3 1 b に接合することから、凸部 1 2 により、第 1 接合材 2 1 の厚さを一定以上にすることができ、第 1 接合材 2 1 内にボイド 7 が発生した場合でも、第 1 接合材 2 1 外へ排出することができる。したがって、板状電極部材 1 と導体パターン 3 1 b との間に十分な接合面積を確保することができ、従来に比べて接合部の接続信頼性を高めることができる。

【0020】

図 7 A 及び図 7 B (総称して、図 7 と記す場合もある。) に示すように、凸部 1 2 の外周面側に存在する第 1 接合材 2 1 の部材延在方向 1 d における長さ 1 3 は、凸部 1 2 を設けることで、板状電極部材 1 の凹凸加工前における長さと同様もしくは小さくなっている。このことで、凸部 1 2 及び長さ 1 3 に対応した板状電極部材 1 の領域に凹部 1 1 を設けることで、凸部 1 2 のみを備える場合よりも、板状電極部材 1 の見かけの厚さを薄くすることができる。よって板状電極部材 1 の剛性が下がることから、板状電極部材 1 と第 1 接合材 2 1 との間に生じる熱応力を低減することができ、第 1 接合材 2 1 の熱疲労寿命を延ばすことができる。したがって、接続信頼性の高い電力半導体装置 1 0 1 を得ることが可能となる。

【0021】

さらに凸部 1 2 及び長さ 1 3 に対応した板状電極部材 1 の領域では、第 1 接合材 2 1 の厚みが板状電極部材 1 と同等もしくは薄くなっているため、第 1 接合材 2 1 及び導体パターン 3 1 b で発生した熱を効率よく大気中へ放出することも可能になる。

【0022】

また、凹部 1 1 及び凸部 1 2 は、板状電極部材 1 の抜き加工を行う際に、一体的に成型

することができるため、凸部 1 2 のみを設ける場合よりも、生産性が高い。

凸部 1 2 について、本実施の形態 1 では一例として半円球状としたが、これに限定するものではなく、バスタブ形状、角柱形状などの他の形状でもかまわない。

また凸部 1 2 の半円球状の直径は、一例として板状電極部材 1 の板厚程度であるが、これに限定するものではない。

【 0 0 2 3 】

また、第 1 接合材 2 1 に作用する応力及び歪みを考慮すると、第 1 接合材 2 1 が薄くなる領域、つまり図 1 A において凹部 1 1 を第 1 接合材 2 1 に投影した部分は、できるだけ小さい方が良く、凹部 1 1 及び凸部 1 2 の板状電極部材 1 における幅方向 1 e (図 7 B) の寸法は、凹部 1 1 及び凸部 1 2 の形状に関わらず、一例として板状電極部材 1 の幅を超えないものである。

10

また、凹部 1 1 及び凸部 1 2 を設ける場所は、第 1 接合材 2 1 内であれば、どこに備えても良い。

また、ジュール発熱の観点から、凸部 1 2 の突出高さ、及び凹部 1 1 の凹み深さは、それぞれ板状電極部材 1 の、一例として板厚の 5 0 % 以下であるが、これに限定するものではない。

また、第 1 接合材 2 1 として、はんだを用いる場合、はんだが濡れ広がる際に、隣接するワイヤボンド部などに付着することが懸念される場合には、はんだ接合部外周にソルダレジストを設けても良い。ソルダレジストとしては、エポキシ樹脂、アルミニウム、はんだの濡れない金属及びその酸化物、例えば酸化銅など、を用いることができる。

20

【 0 0 2 4 】

第 1 接合材 2 1 は、S n - S b 系はんだ、S n - C u 系はんだ、S n - A g 系はんだ、S n - A g - C u 系はんだ、S n - A g - I n 系はんだ、S n - Z n 系はんだ、S n - B i 系はんだ、又は、S n - P b 系はんだのいずれか、もしくは、これらを組み合わせたものを用いることができる。これらのはんだの場合、再溶融が可能という利点がある。

また、第 1 接合材 2 1 は、一例として、第 2 接合材 2 2 と同じ融点か、より低い融点のはんだである。これにより、第 1 接合材 2 1 のはんだ付け中に、第 2 接合材 2 2 が再溶融することが無くなるため、はんだボールの発生によるパターンショート、あるいは電力半導体素子の耐圧低下が発生しないという効果がある。

導体パターン 3 1 a , 3 1 b としては銅、アルミニウム、N i / A u フラッシュめっき銅、N i めっき銅、N i めっきアルミニウム、S u めっき銅を用いることができる。

30

絶縁材料から形成される基板 3 として、紙フェノール、紙エポキシ、ガラスエポキシ、テフロン (登録商標) 、ポリイミド、セラミック (A l N 、 A l ₂ O ₃ 、 S i ₃ N ₄) を用いることができる。

ヒートスプレッド 5 としては、アルミニウム、銅、アルミニウム含浸 S i C 、マグネシウム含浸 S i C を用いることができる。また、ヒートスプレッド 5 、及びヒートスプレッド 5 上の第 2 接合材 2 2 は省略しても良い。

また、ワイヤ 6 としては、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、パラジウム被覆銅などを用いることができる。

40

【 0 0 2 5 】

実施の形態 2 .

本実施の形態 2 では、図 1 A に示す電力半導体装置 1 0 1 においてケース付け工程まで完了したものに、図 2 に示すように封止材 9 を注入した電力半導体装置 1 0 2 が示される。電力半導体装置 1 0 2 におけるその他の構成は、実施の形態 1 における電力半導体装置 1 0 1 に同じであり、その説明は省略する。

【 0 0 2 6 】

ここで封止材 9 として、シリコン系封止材を用いることで、その誘電率により、封止材 9 が無い場合よりも絶縁耐電圧が高い電力半導体装置を得ることができるという効果がある。

また、封止材 9 としてエポキシ系封止材を用いた場合には、第 1 接合材 2 1 及び第 2 接

50

合材 2 2 における接合力を封止材 9 による接着力によって補強することができる。言い換えると、板状電極部材 1 における接合領域 1 5 の周囲をエポキシ系封止材によって機械的に補強することができ、接合領域 1 5 に発生する応力及び歪みを低減し、はんだの疲労寿命を延ばすことができる。よって、より接続信頼性の高い電力半導体装置 1 0 2 を得ることができるという効果がある。

【 0 0 2 7 】

また、実施の形態 1 における電力半導体装置 1 0 1 にて説明した効果及び変形例については、当該実施の形態 2 における電力半導体装置 1 0 2 においても同様に得ることができ、また適用可能である。

【 0 0 2 8 】

10

実施の形態 3 .

本実施の形態 3 では、実施の形態 1 の電力半導体装置 1 0 1 に対して図 3 A 及び図 3 B (総称して、図 3 と記す場合もある。) に示すように、板状電極部材 1 の凹部 1 1 と凸部 1 2 とを、板状電極部材 1 の厚み方向 1 c に貫通する穴 1 4 をさらに設けた電力半導体装置 1 0 3 が示される。尚、図 3 では、板状電極部材 1 に関する構成部分のみを抜粋して図示している。また、電力半導体装置 1 0 3 におけるその他の構成は、実施の形態 1 における電力半導体装置 1 0 1 に同じであり、その説明は省略する。

【 0 0 2 9 】

穴 1 4 を設けることで、第 1 接合材 2 1 内で発生したボイド 7 を穴 1 4 を通じて、第 1 接合材 2 1 の外へ排出することが可能になる。したがって、接合部における接合面積は確保され、より接続信頼性の高い電力半導体装置 1 0 3 を得ることが可能になるという効果がある。

20

【 0 0 3 0 】

また、本実施の形態 3 の電力半導体装置 1 0 3 においても、図 4 に示すように封止材 9 にて封止した構成を採ることができる。このように封止した場合、実施の形態 2 で説明した、封止材 9 の接着による補強効果が得られると共に、本実施の形態 3 ではさらに、穴 1 4 内にも封止材 9 が進入することによるアンカー効果により、封止材 9 の接着寿命を延ばすことができ、より補強効果を増すことができる。したがって、より接続信頼性の高い電力半導体装置 1 0 3 を得ることができるという効果がある。

【 0 0 3 1 】

30

穴 1 4 は、凹部 1 1 及び凸部 1 2 を板状電極部材 1 から抜き加工を行う際に、凹部 1 1 及び凸部 1 2 と一体的に成型することができるため、追加の工数を必要とせず成型可能である。また穴 1 4 の形状は、一例として円形状であるが、成型の制約上、角柱形状など他の形状としてもかまわない。また、円形状の穴 1 4 の場合、穴 1 4 の直径の最小値は、一例として板状電極部材 1 の板厚程度である。また、穴 1 4 の位置は、一例として、凹部 1 1 及び凸部 1 2 の重心を通る位置であるが、これに限定するものではない。

【 0 0 3 2 】

また、穴 1 4 を設けることで、余剰な第 1 接合材 2 1 を穴 1 4 内へ吸収することができる。また、第 1 接合材 2 1 に、はんだを用いた場合、穴 1 4 内に形成されたフィレット形状を穴 1 4 の上から見ることができ、板状電極部材 1 と、はんだとの濡れ状態を目視で検査することが可能となる。よって外観検査を利用して、接合状態に不具合がある製品を排除することができるという効果もある。

40

【 0 0 3 3 】

さらに、穴 1 4 内に形成されるフィレットによって接合部に作用する応力が分散され、はんだ接合部の応力及び歪みを低減することができる。この点からも、より接続信頼性の高い電力半導体装置 1 0 3 を得ることができるという効果が得られる。

【 0 0 3 4 】

また穴 1 4 を設けることで、導体パターン 3 1 b と封止材 9 とを直接接着することができる、はんだ接合部を補強すると共に、その周辺部へ応力を分散することも可能になる。よって、はんだ接合部の応力及び歪みを低減することができる。さらにこの点からも、より

50

接続信頼性の高い電力半導体装置 103 を得ることができるという効果が得られる。

【0035】

また、実施の形態 1 における電力半導体装置 101 にて説明した効果及び変形例について、当該実施の形態 3 における電力半導体装置 103 においても同様に得ることができ、また適用可能である。

【0036】

実施の形態 4 .

本実施の形態 4 では、板状電極部材 1 における凹部 11 及び凸部 12 の変形例を有する電力半導体装置が示されている。

本実施の形態 4 では、図 5 A 及び図 5 B (総称して図 5 と記す場合もある。) に示す電力半導体装置 104 において、板状電極部材 1 は、舌片 41 を接合領域 15 に有する。詳しく説明すると、板状電極部材 1 の端部から板状電極部材 1 の延在方向に沿って 2 本の切り込みを入れ、切り込み間の切欠き片を導体パターン 31b の方へ折り曲げることで、舌片 41 を形成する。この舌片 41 を導体パターン 31b に接触させた状態で板状電極部材 1 と導体パターン 31b との接合を行う。よって、舌片 41 が上述の凸部 12 に相当し、舌片 41 に成った切欠き部分が上述の穴 14 に相当する。

尚、電力半導体装置 104 におけるその他の構成は、実施の形態 1 における電力半導体装置 101 に同じであり、その説明は省略する。

【0037】

本実施の形態 4 におけるこのような構成によれば、舌片 41 の折り曲げにより形成された折り曲げ領域 41a からボイド 7 を放出することができ、かつ、舌片 41 の折り曲げ量によって第 1 接合材 21 の厚さを制御することができる。よって、第 1 接合材 21 の厚さを一定以上にすることができる。

【0038】

また、折り曲げ領域 41a は、切欠き部分とみなすことができるので、第 1 接合材 21 として、はんだ等、濡れ性を有する材料を用いた場合、実施の形態 3 で説明したように、フィレット長を長くすることができる。これにより板状電極部材 1 と第 1 接合材 21 との間に生じる熱応力を低減し、第 1 接合材 21 の熱疲労寿命を延ばすことができる。したがって、より接続信頼性の高い電力半導体装置 104 を得ることができるという効果がある。

【0039】

舌片 41 及び折り曲げ領域 41a の大きさの一例としては、図 5 に示すように、高さ $H = 0.1 \text{ mm}$ 、折り曲げ領域 41a の長さ $L1 = 3 \text{ mm}$ 、舌片 41 と導体パターン 31b との部材延在方向 1d における長さ $L2$ 、及び、幅方向 1e における領域 41a の幅 $W1$ は、共に板状電極部材 1 の厚さ程度である。しかしながら、これらの各寸法は、上述の寸法に限定するものではない。

【0040】

このように本実施の形態 4 の電力半導体装置 104 では、板状電極部材 1 において、はんだ接合部以外の部分の断面積に対して、はんだ接合部内の板状電極部材 1 の断面積は、同じ、あるいは小さくすることができる。その結果、はんだ接合部における角部の応力及び歪みを低減することができ、より接続信頼性の高い電力半導体装置 104 を得ることができるという効果がある。尚、この効果は、以下に説明する実施の形態 5 でも得ることができる。

【0041】

また、実施の形態 1 における電力半導体装置 101 にて説明した効果及び変形例について、当該実施の形態 4 における電力半導体装置 104 においても同様に得ることができ、また適用可能である。

【0042】

実施の形態 5 .

本実施の形態 5 の電力半導体装置も、実施の形態 4 と同様に板状電極部材 1 における凹

10

20

30

40

50

部 1 1 及び凸部 1 2 の変形例に関する。図 6 A 及び図 6 B (総称して図 6 と記す場合もある。) に示す本実施の形態 5 の電力半導体装置 1 0 5 では、板状電極部材 1 は、実施の形態 4 で説明した舌片 4 1 を有さず、折り曲げ領域 4 1 a に相当する切欠き部 4 2 のみを有する。尚、電力半導体装置 1 0 5 におけるその他の構成は、実施の形態 1 における電力半導体装置 1 0 1 に同じであり、その説明は省略する。

【 0 0 4 3 】

切欠き部 4 2 は、板状電極部材 1 の端部から板状電極部材 1 の部材延在方向 1 d に沿って延在する凹部であり、本実施の形態 5 では、板状電極部材 1 において一箇所が存在する。その結果、本実施の形態 5 では、板状電極部材 1 の端部は二股形状であるが、複数の切欠き部 4 2 を設けて三つ股以上としてもよい。即ち、板状電極部材 1 と第 1 接合材 2 1 との接合面積が大きくなるほど、ボイド 7 が発生し易くなり、さらに各材料の角部の応力及び歪みが大きくなる。よって板状電極部材 1 と第 1 接合材 2 1 との接続信頼性が低下してしまう。これを防止するために、板状電極部材 1 の端部つまり接合部に切欠き部 4 2 を形成し、接合部を複数に分割する。

このように構成することで、接合部の角部の応力及び歪みを低減することができ、より接続信頼性の高い電力半導体装置 1 0 5 を得ることができるといえる効果が得られる。

【 0 0 4 4 】

ここで、部材延在方向 1 d における切欠き部 4 2 の長さ L 3 について、図 6 B では第 1 接合材 2 1 との接合領域 1 5 を超えて延在する形態を示すが、接合領域 1 5 と同じ、あるいは接合領域 1 5 よりも小さい長さであってもよい。

【 0 0 4 5 】

実施の形態 4、5 では、舌片 4 1 及び折り曲げ領域 4 1 a、並びに、切欠き部 4 2 は、部材延在方向 1 d に沿う板状電極部材 1 の中心線に対して対称になるように形成しているが、非対称になるように形成した場合でも、上述と同様の効果が得られる。

【 0 0 4 6 】

板状電極部材 1 に電流を流したときの板状電極部材 1 の過熱を防止するため、通電に伴う発熱と、大気中及び封止材 9 への放熱とのバランスを取る必要がある。一般的には、板状電極部材からの発熱量を制御するため、板状電極部材の延在方向において板状電極部材の断面積は、一定に設定している。一方、上述したように実施の形態 4、5 では、板状電極部材 1 において、はんだ接合部以外の部分の断面積に対して、はんだ接合部内の板状電極部材 1 の断面積を同じあるいは小さくしている。

この構成に関して、実施の形態 4、5 においても、実施の形態 1 ~ 3 における構成と同様に、板状電極部材 1 と導体パターン 3 1 b との接合部に対応して、厚み方向 1 c において基板 3 及びヒートスプレッド 5 を配置している。よって、板状電極部材 1 の接合部近傍では、大気中及び封止材 9 への放熱量よりも、基板 3 及びヒートスプレッド 5 への放熱量が大きくなる。その結果、実施の形態 4、5 においても、板状電極部材 1 が過熱することは無い。

【 0 0 4 7 】

また、実施の形態 1 における電力半導体装置 1 0 1 にて説明した効果及び変形例について、当該実施の形態 5 における電力半導体装置 1 0 5 においても同様に得ることができ、また適用可能である。

【 0 0 4 8 】

また、上述した各実施の形態を組み合わせた構成を採ることも可能であり、また、異なる実施の形態に示される構成部分同士を組み合わせることも可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 9 】

- 1 板状電極部材、 1 a 第 1 面、 1 b 第 2 面、 3 基板、
- 3 a 第 1 主面、 3 b 第 2 主面、 8 電力半導体素子、 9 封止材、
- 1 1 凹部、 1 2 凸部、 1 4 穴、 1 5 接合領域、 1 7 投影領域、
- 3 1 b 導体パターン、 4 1 舌片、 4 2 切欠き部、

10

20

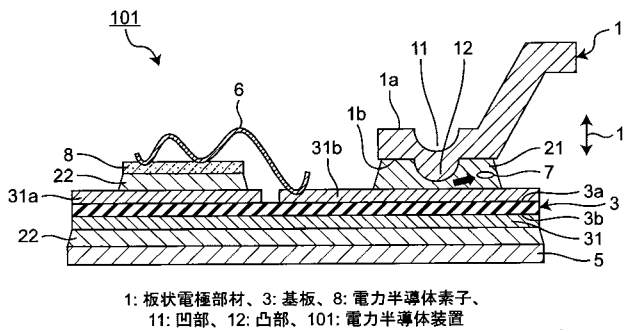
30

40

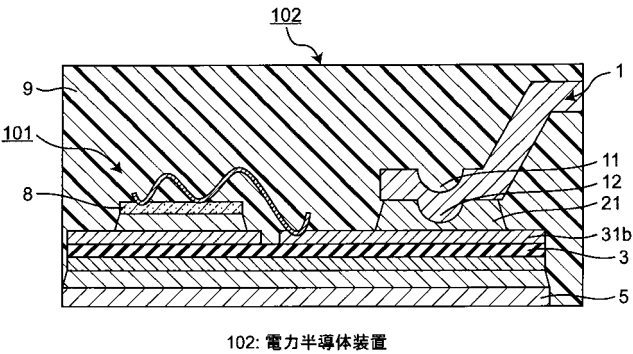
50

101 ~ 105 電力半導体装置。

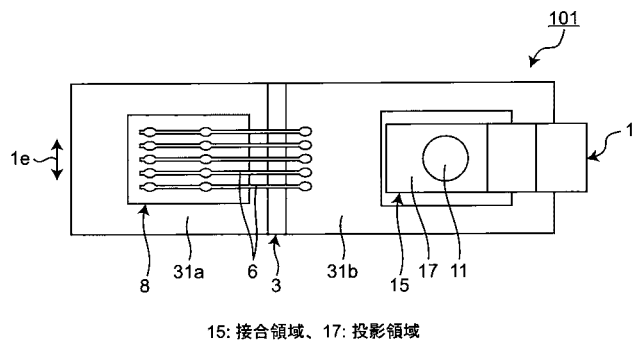
【図 1 A】



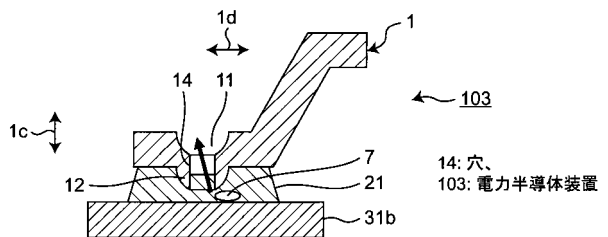
【図 2】



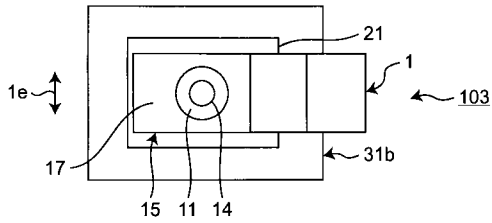
【図 1 B】



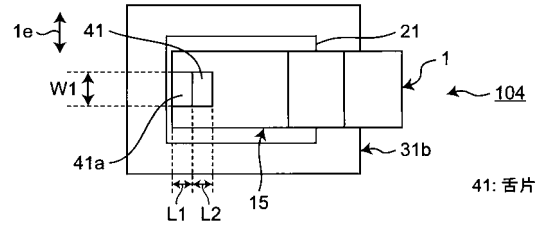
【図 3 A】



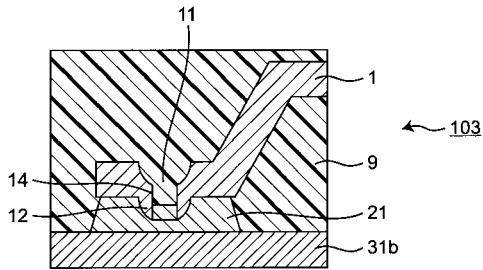
【図 3 B】



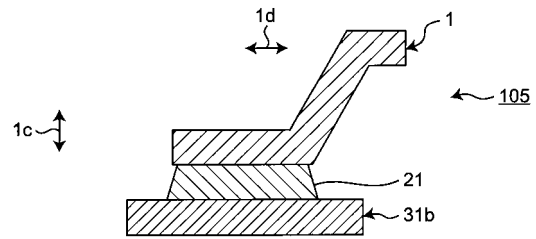
【図 5 B】



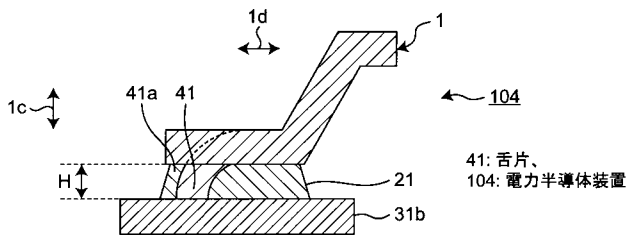
【図 4】



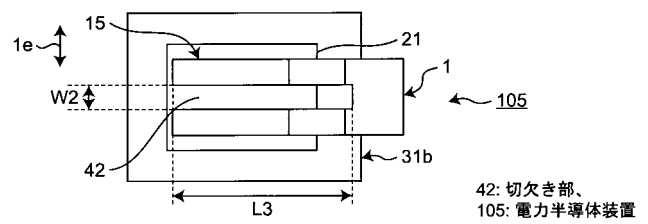
【図 6 A】



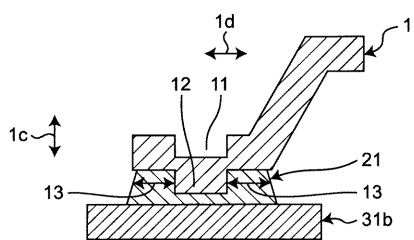
【図 5 A】



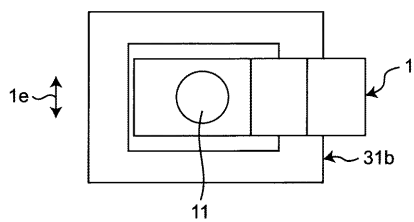
【図 6 B】



【図 7 A】



【図 7 B】



フロントページの続き

(72)発明者 岩井 貴雅

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