

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6385234号  
(P6385234)

(45) 発行日 平成30年9月5日(2018.9.5)

(24) 登録日 平成30年8月17日(2018.8.17)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 25/07

(2006.01)

H01L 25/04

C

H01L 25/18

(2006.01)

H01L 21/60

321 E

H01L 21/60

(2006.01)

H01L 23/28

A

H01L 23/28

(2006.01)

請求項の数 15 (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2014-211424 (P2014-211424)

(22) 出願日

平成26年10月16日 (2014.10.16)

(65) 公開番号

特開2016-82048 (P2016-82048A)

(43) 公開日

平成28年5月16日 (2016.5.16)

審査請求日

平成28年11月17日 (2016.11.17)

(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

(74) 代理人 100088672

弁理士 吉竹 英俊

(74) 代理人 100088845

弁理士 有田 貴弘

(72) 発明者 石山 祐介

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 井本 裕児

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) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

下面が基板側に接合された半導体素子と、  
 前記半導体素子の上面に接合されたリード端子と、  
 前記半導体素子を前記リード端子における前記半導体素子に接合された部分とともに封  
 止する封止樹脂と、  
 を備え、

前記リード端子は、水平方向に延在する部分を有し、  
 前記リード端子の前記水平方向に延在する部分は、前記半導体素子に接合されかつ平面  
 視で直線的に延在する部分を含み、

前記リード端子は、前記直線的に延在する部分を平面視において部分的に分断する凹部  
 および凸部を備え、

前記凹部および前記凸部は、平面視で前記半導体素子と重ならない位置に設けられる、  
 半導体装置。

## 【請求項 2】

下面が基板側に接合された半導体素子と、  
 前記半導体素子の上面に接合されたリード端子と、  
 前記半導体素子を前記リード端子における前記半導体素子に接合された部分とともに封  
 止する封止樹脂と、  
 を備え、

10

20

前記リード端子は、水平方向に延在する部分を有し、  
前記リード端子の前記水平方向に延在する部分は、前記半導体素子に接合されかつ平面視で直線的に延在する部分を含み、

前記リード端子は、前記直線的に延在する部分を平面視において部分的に分断する一側面側の凹部および他側面側の凹部を備え、

前記一側面側の前記凹部および前記他側面側の前記凹部は、平面視で前記半導体素子と重ならない位置に設けられる、半導体装置。

【請求項 3】

下面が基板側に接合された半導体素子と、  
前記半導体素子の上面に接合されたリード端子と、  
前記半導体素子を前記リード端子における前記半導体素子に接合された部分とともに封止する封止樹脂と、  
を備え、

前記リード端子は、水平方向に延在する部分を有し、  
前記リード端子の前記水平方向に延在する部分は、前記半導体素子に接合されかつ平面視で直線的に延在する部分を含み、

前記リード端子は、前記直線的に延在する部分を平面視において部分的に分断する凹部または凸部を備え、

前記凹部または前記凸部は、前記リード端子の厚さ以上の幅および奥行きで構成される、半導体装置。

【請求項 4】

前記リード端子は、前記リード端子のうち前記凹部または前記凸部に連続する部分に、前記リード端子の厚さ以上の幅で構成されるスリットをさらに備える、請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記リード端子は、前記凹部または前記凸部に対応する部分に、上向きに曲げられたペンド部をさらに備える、請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

【請求項 6】

下面が基板側に接合された半導体素子と、  
前記半導体素子の上面に接合され、所定の厚さを有し、長手方向の端部の形状が、前記所定の厚さよりも薄い段付き形状に形成されたリード端子と、  
前記半導体素子を前記リード端子の前記段付き形状の部分とともに封止する封止樹脂と、  
を備え、  
前記段付き形状は、上側部分よりも下側部分の長手方向の長さが短い、半導体装置。

【請求項 7】

下面が基板側に接合された半導体素子と、  
前記半導体素子の上面に接合され、長手方向の端部の形状が、上側部分よりも下側部分の長手方向の長さが短い多段の段付き形状に形成されたリード端子と、  
前記半導体素子を前記リード端子の前記多段の段付き形状の部分とともに封止する封止樹脂と、  
を備える、半導体装置。

【請求項 8】

下面が基板側に接合された半導体素子と、  
前記半導体素子の上面に接合され、長手方向の端部の形状が、面取り形状に形成されたリード端子と、  
前記半導体素子を前記リード端子の前記面取り形状の部分とともに封止する封止樹脂と、  
を備え、  
前記面取り形状の面取り部は、前記リード端子の下側部分に設けられる、半導体装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 9】

下面が基板側に接合された半導体素子と、  
 前記半導体素子の上面に接合されたリード端子と、  
 前記半導体素子を前記リード端子における前記半導体素子に接合された部分とともに封  
 止する封止樹脂と、  
 を備え、

前記リード端子は、前記半導体素子の前記上面のうち信号配線が接続される部分を除く  
 全上面を覆うように形成され、

前記リード端子は、前記半導体素子の前記上面のうち信号配線が接続される部分に隣接  
 する前記上面の側へ段付き状に凹んで設けられる凹み部をさらに備える、半導体装置。 10

## 【請求項 10】

下面が基板側に接合された半導体素子と、  
 前記半導体素子の上面に接合されたリード端子と、  
 前記半導体素子を前記リード端子における前記半導体素子に接合された部分とともに封  
 止する封止樹脂と、  
 を備え、

前記リード端子のうち前記半導体素子に接続される部分の側面を覆う端子カバーをさら  
 に備える、半導体装置。

## 【請求項 11】

前記リード端子は、前記半導体素子の前記上面のうち信号配線が接続される部分を除く  
 全上面を覆うように形成される、請求項 1 から 8、及び 10 のいずれか 1 つに記載の半導  
 体装置。 20

## 【請求項 12】

前記封止樹脂の線膨張係数は、前記リード端子の線膨張係数と前記半導体素子の線膨張  
 係数との中間値である、請求項 1 から 11 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

## 【請求項 13】

前記リード端子のうち前記半導体素子に接続される部分の側面に濡れ性を向上させる表  
 面処理が施される、請求項 1 から 12 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

## 【請求項 14】

前記半導体素子はワイドバンドギャップ半導体素子である、請求項 1 から 13 のいずれ  
 か 1 つに記載の半導体装置。 30

## 【請求項 15】

前記半導体装置は、車両のモータを制御するインバータまたは回生用のコンバータに使  
 用される電力用半導体装置である、請求項 1 から 14 のいずれか 1 つに記載の半導体装置

。 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電気自動車または電車等のモータを制御するインバータまたは回生用のコン  
 バータに使用される半導体装置に関するものである。 40

## 【背景技術】

## 【0002】

ケース型パワー半導体モジュールは、Cu材などを使用し半導体素子から電力を入出力  
 するリード端子と、半導体素子の信号を入出力する信号端子とから構成される。リード端  
 子は、ワイヤまたははんだなどを用いて半導体素子と電気的に接合される。一方、信号端  
 子はワイヤなどを用いて半導体素子と電気的に接続され、モジュール内部をエポキシ系な  
 どの樹脂で封止する構造が一般的である（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【0003】

半導体装置が動作したときまたは半導体装置の周囲温度の変化による冷熱サイクルで、  
 モジュール内部のリード端子と封止樹脂との線膨張係数差によって、リード端子近傍の封

50

止樹脂に応力が発生する。そのため、リード端子の線膨張係数に近い線膨張係数を有する封止樹脂を使用したり、モジュール内部をシリコーン系などのヤング率の低い樹脂で封止したりすることで、リード端子の変形によって発生する樹脂応力を低減させる方法が一般的である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平1-276655号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

しかしながら、エポキシ系などの封止樹脂の線膨張係数をCu材などで構成されるリード端子の線膨張係数に近づけると、逆に半導体素子または絶縁基板の線膨張係数から離ることになる。この状態では封止樹脂と、半導体素子または絶縁基板との線膨張係数差が大きくなり、半導体素子に接続されている信号ワイヤが冷熱サイクルで切斷される可能性がある。また、多数の半導体素子を並列的に接続した半導体モジュール内のリード端子の形状は直線的となり、リード端子の端面に封止樹脂の応力が集中しやすく、封止樹脂に発生したクラックがリード端子の直線形状に伝播する可能性がある。そこで、リード端子を水平方向に蛇行させる方法も考えられるが、インダクタンスが悪化するという問題点があった。

20

【0006】

さらに他の方法として、ヤング率の低いシリコーン系の封止樹脂を使用する方法もあるが、半導体素子の発熱などに起因して繰返し応力が発生するため、接合部の疲労が早くなるという問題点があった。

【0007】

そこで、本発明は、冷熱サイクルによるリード端子の膨張収縮に伴う封止樹脂への応力を低減することで、封止樹脂へのクラックの発生を抑制し、高寿命および高信頼性を実現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】

【0008】

30

本発明に係る半導体装置は、下面が基板側に接合された半導体素子と、前記半導体素子の上面に接合されたリード端子と、前記半導体素子を前記リード端子における前記半導体素子に接合された部分とともに封止する封止樹脂とを備え、前記リード端子は、水平方向に延在する部分を有し、前記リード端子の前記水平方向に延在する部分は、前記半導体素子に接合されかつ平面視で直線的に延在する部分を含み、前記リード端子は、前記直線的に延在する部分を平面視において部分的に分断する凹部または凸部を備え、前記凹部または前記凸部は、平面視で前記半導体素子と重ならない位置に設けられるものである。

【発明の効果】

【0009】

40

本発明によれば、リード端子は、直線的に延在する部分を水平方向に部分的に分断する凹部または凸部を備えるため、リード端子に発生する直線的な応力を分散させることで封止樹脂への応力を抑制でき、封止樹脂へのクラックの発生を抑制することができる。また、リード端子は凹部または凸部を備えることで、クラックが発生した場合の連続的な伝搬を抑制することができる。以上より、半導体装置の高寿命および高信頼性を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1に係る半導体装置の概略平面図である。

【図2】実施の形態1に係る半導体装置の部分平面図である。

【図3】実施の形態1の変形例1に係る半導体装置の概略平面図である。

50

【図4】実施の形態1の変形例2に係る半導体装置の概略平面図である。

【図5】実施の形態2に係る半導体装置の部分平面図である。

【図6】実施の形態3に係る半導体装置のリード端子のベンド部の部分斜視図である。

【図7】実施の形態4に係る半導体装置のリード端子の部分斜視図である。

【図8】実施の形態4の変形例1に係る半導体装置のリード端子の部分斜視図である。

【図9】実施の形態4の変形例2に係る半導体装置のリード端子の部分斜視図である。

【図10】実施の形態5に係る半導体装置の部分平面図である。

【図11】実施の形態5に係る半導体装置の部分断面図である。

【図12】実施の形態6に係る半導体装置の部分平面図である。

【図13】実施の形態6に係る半導体装置のリード端子の構造を示す部分斜視図である。 10

【図14】実施の形態6の変形例に係る半導体装置のリード端子の構造を示す部分斜視図である。

【図15】実施の形態6に係る半導体装置においてボンディング動作を行っている状態を示す部分平面図である。

【図16】実施の形態6に係る半導体装置においてボンディング動作を行っている状態を示す部分断面図である。

【図17】実施の形態6に係る半導体装置において凹み部を設けない場合にボンディング動作を行っている状態を示す部分断面図である。

【図18】実施の形態7に係る半導体装置の部分斜視図である。

【図19】実施の形態7に係る半導体装置の部分断面図である。 20

【図20】実施の形態8に係る半導体装置の部分断面図である。

【図21】前提技術に係る半導体装置の概略平面図である。

【図22】図21のA-A断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

＜前提技術＞

最初に、前提技術に係る半導体装置について説明する。図21は、前提技術に係る半導体装置の概略平面図であり、図22は、図21のA-A断面図である。図21と図22に示すように、半導体装置は、半導体素子1と、リード端子3, 3aと、封止樹脂5とを備えている。半導体装置はさらに、絶縁基板4aと、ケース4bとを備えている。半導体素子1の下面是、絶縁基板4aの上面に設けられた配線パターン上にはんだなどのロウ材2で接合されている。リード端子3, 3aは、Cu材を用いて板状に形成され、水平方向に延在する部分を有する形状に形成されている。リード端子3, 3aは、半導体素子1の上面にロウ材2で接続されている。 30

【0012】

ケース4bは、樹脂などを用いて構成され、絶縁基板4a上に配置されている半導体素子1およびリード端子3, 3aの周囲を囲むように絶縁基板4aの側面に設けられている。ケース4bの上面に端子20が設けられ、端子20はケース4b内を通る配線を用いて半導体素子1と接続されている。封止樹脂5は、エポキシ樹脂などであり、ケース4b内に配置され、半導体素子1をリード端子3, 3aとともに封止している。 40

【0013】

図21においては、12個の半導体素子1が配置されており、6個の半導体素子1は3つのリード端子3でそれぞれ2個ずつ接続されている。残り6個の半導体素子1は、水平方向に延在する部分が平面視で直線的に延在する1つのリード端子3aで接続されている。

【0014】

半導体素子1の動作または半導体装置の周囲温度の変化による冷熱サイクルでリード端子3aが膨張収縮すると図22に示すように、リード端子3aの端部に接触している封止樹脂5へ応力が集中し、封止樹脂5にクラック8が発生する可能性がある。特に、リード端子3aが平面視で直線的に延在するように構成されていると、応力が直線的に発生する 50

ため、リード端子 3 a に沿ってクラック 8 が伝播しやすい状態となる。本発明の半導体装置においては、冷熱サイクルによるリード端子 3 a の膨張収縮に伴う封止樹脂 5 への応力を低減することで、封止樹脂 5 へのクラック 8 の発生を抑制している。

【0015】

＜実施の形態 1＞

本発明の実施の形態 1 について、図面を用いて以下に説明する。図 1 は、実施の形態 1 に係る半導体装置の概略平面図である。なお、実施の形態 1 において、前提技術で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

【0016】

実施の形態 1 に係る半導体装置は、電力用半導体装置であり、車両のモータを制御するインバータまたは回生用のコンバータに使用される。また、半導体素子 1 は、例えば、炭化シリコン (SiC) または窒化ガリウム (GaN) などで構成されるワイドバンドギャップ半導体素子である。

【0017】

図 1 に示すように、実施の形態 1 に係る半導体装置においては、前提技術と比較してリード端子 3 a の形状が異なっている。具体的には、リード端子 3 a は、直線部 6 と、凸部 7 a と、凹部 7 b とを備えている。直線部 6 は、リード端子 3 a における水平方向に延在する部分が平面視で直線的に延在する部分である。凸部 7 a は、直線部 6 の幅方向外側に突出するように略矩形形状に形成されている。凹部 7 b は、リード端子 3 a のうち凸部 7 a に連続する部分に設けられ、直線部 6 の幅方向内側に凹むように略矩形形状に形成されている。直線部 6 は、凸部 7 a および凹部 7 b によって直線部 6 の幅方向 (水平方向) に部分的に分断される。

【0018】

半導体素子 1 を多数個接続するリード端子 3 a は、連続した直線部 6 を極力減少させるため、一組以上の凸部 7 a および凹部 7 b を備えている。半導体素子 1 の動作または半導体装置の周囲温度の変化によってリード端子 3 a が膨張収縮した場合にも、リード端子 3 a に凸部 7 a および凹部 7 b を設けることで、直線部 6 が部分的に分断され、封止樹脂 5 に発生する応力が分散され、クラック 8 (図 2 参照) の伝播を抑制できる。

【0019】

また、リード端子 3, 3 a は Cu 材を用いて構成され、半導体素子 1 は SiC または GaN などで構成されている。線膨張係数がリード端子 3, 3 a の線膨張係数と半導体素子 1 の線膨張係数との中間値となるような樹脂が封止樹脂 5 として採用されている。封止樹脂 5 は、例えばエポキシ樹脂である。これにより、封止樹脂 5 と半導体素子 1 との線膨張係数差が大きくなることを抑制し、リード端子 3 a に応力が発生した場合に半導体素子 1 に接続されている信号配線が切断されることを抑制可能である。

【0020】

次に、図 2 を用いて、凸部 7 a および凹部 7 b の寸法について説明する。図 2 は、実施の形態 1 に係る半導体装置の部分平面図であり、凸部 7 a および凹部 7 b の幅寸法 x と奥行き寸法 y と、リード端子 3 a の板厚 t との関係を示している。凸部 7 a および凹部 7 b は、リード端子 3 a の板厚 t 以上の幅寸法 x および奥行き寸法 y で構成されている。幅寸法 x または奥行き寸法 y を板厚 t 以上の寸法とすることで、プレス成型などの外形造形工程において、形状安定性および製造容易性を確保することができる。

【0021】

なお、口ウ材 2 として代表的にはんだを使用しているが、Ag ペーストまたはその他の導電性接続材を使用することも可能である。また、リード端子 3, 3 a として Cu 材以外にも Al 材などを使用することも可能である。

【0022】

また、図 1 においては、リード端子 3 a は、凸部 7 a および凹部 7 b を備えているが、図 3 に示すように、リード端子 3 a は凸部 7 a のみを備えていてもよい。この場合、一対の凸部 7 a は、直線部 6 の幅方向外側に突出するように略矩形形状にそれぞれ形成されて

10

20

30

40

50

おり、リード端子 3 a は一対の凸部 7 a を一組以上備えている。図 3 は、実施の形態 1 の変形例 1 に係る半導体装置の概略平面図である。

【 0 0 2 3 】

さらに、図 4 に示すように、リード端子 3 a は凹部 7 b のみを備えていてもよい。この場合、一対の凹部 7 b は、直線部 6 の幅方向内側に凹むように略矩形形状にそれぞれ形成されており、リード端子 3 a は一対の凹部 7 b を一組以上備えている。図 4 は、実施の形態 1 の変形例 2 に係る半導体装置の概略平面図である。

【 0 0 2 4 】

また、凸部 7 a および凹部 7 b は、略矩形形状に形成されていると説明したが、多段形状、台形形状、半円弧形状、またはこれらを組み合わせた形状であってもよい。

10

【 0 0 2 5 】

以上のように、実施の形態 1 に係る半導体装置では、リード端子 3 a は、直線的に延在する部分を水平方向に部分的に分断する凹部 7 b または凸部 7 a を備えるため、リード端子 3 a に発生する直線的な応力を分散させることで封止樹脂 5 への応力を抑制でき、封止樹脂 5 へのクラック 8 の発生を抑制することができる。また、リード端子 3 a は凹部 7 b または凸部 7 a を備えることで、クラック 8 が発生した場合の連続的な伝搬を抑制することができる。さらに、封止樹脂 5 の線膨張係数は、リード端子 3 a の線膨張係数と半導体素子 1 の線膨張係数との中間値であるため、封止樹脂 5 と半導体素子 1 との線膨張係数差が大きくなることを抑制でき、リード端子 3 a に応力が発生した場合に半導体素子 1 に接続されている信号配線が切斷されることを抑制することができる。以上より、半導体装置の高寿命および高信頼性を実現することが可能となる。

20

【 0 0 2 6 】

凹部 7 b または凸部 7 a は、リード端子 3 a の板厚  $t$  以上の幅寸法  $x$  および奥行き寸法  $y$  で構成されるため、直線的に延在する部分の部分的な分断にメリハリがつくことに加え、プレス加工における形状容易性が得られるとともに打ち抜き金型の寿命を延ばすことが可能となる。

【 0 0 2 7 】

半導体素子 1 は高温動作可能なワイドバンドギャップ半導体素子であるため、半導体素子 1 からの発熱による電極の膨張に対し、封止樹脂 5 への応力を緩和することができ、一層高温での製品対応が可能となる。

30

【 0 0 2 8 】

半導体装置は、車両のモータを制御するインバータまたは回生用のコンバータに使用される電力用半導体装置であるため、高品質および高信頼性が要求される半導体装置において、封止樹脂 5 へのダメージを軽減することができ、所定の品質および信頼性を確保することができる。

【 0 0 2 9 】

< 実施の形態 2 >

次に、実施の形態 2 に係る半導体装置について説明する。図 5 は、実施の形態 2 に係る半導体装置の部分平面図である。なお、実施の形態 2 において、実施の形態 1 で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

40

【 0 0 3 0 】

図 5 に示すように、実施の形態 2 においては、リード端子 3 a のうち凸部 7 a または凹部 7 b に連続する部分にスリット 9 が設けられている。より具体的には、スリット 9 は、リード端子 3 a のうち凸部 7 a の側方部分と、凹部 7 b に連続するリード端子 3 a の幅方向内側部分にそれぞれ設けられている。また、スリット 9 は、略矩形形状に形成され、リード端子 3 a の板厚  $t$  以上の幅寸法で構成されている。

【 0 0 3 1 】

リード端子 3 a にスリット 9 をさらに設けたことで、封止樹脂 5 に生じる直線的な応力の伝播をさらに分断することができる。また、リード端子 3 a の熱膨張による平面的な動きを吸収することが容易となる。なお、スリット 9 は、略矩形形状に形成されていると説

50

明したが、多段形状、台形形状、円弧形状、またはこれらを組み合わせた形状であってもよい。この場合にも、上記と同様の効果が得られる。

【0032】

以上のように、実施の形態2に係る半導体装置では、リード端子3aは、リード端子3aのうち凹部7bまたは凸部7aに連続する部分に、リード端子3aの板厚t以上の幅寸法で構成されるスリット9をさらに備える。したがって、リード端子3aの熱膨張によってリード端子3aにおける長手方向の変形が発生した場合、スリット9によってリード端子3aの動きを吸収することができ、封止樹脂5に生じる直線的な応力の伝播をさらに分断することができる。これにより、封止樹脂5に発生する応力を緩和することができる。また、スリット9をリード端子3aに設ける場合にもプレス加工において加工容易性を確保することができる。

10

【0033】

<実施の形態3>

次に、実施の形態3に係る半導体装置について説明する。図6は、実施の形態3に係る半導体装置のリード端子3aのベンド部10の部分斜視図である。なお、実施の形態3において、実施の形態1, 2で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

【0034】

図6に示すように、実施の形態3においては、リード端子3aは、凹部7bに対応する部分にベンド部10を備えている。ベンド部10は、凹部7bに連続するリード端子3aの幅方向内側部分を上向きに曲げられて形成されている。

20

【0035】

凹部7bに連続するリード端子3aの幅方向内側部分に、上向きに曲げられたベンド部10を設けることで、リード端子3aの直線部6を水平方向および垂直方向に部分的に分断することができる。そのため、封止樹脂5に発生する応力を分散することができる。また、リード端子3aにベンド部10を設けることで、リード端子3aの熱膨張による変位量を低減することができ、上記同様に封止樹脂5に発生する応力を低減することができる。さらに、上側に曲げてベンド部10を形成することで、リード端子3aの下側の空間を広くすることができ、樹脂封止時において樹脂を半導体装置に注入する際に樹脂の流動性が向上する。そのため、封止樹脂5においてボイド滞留および充填不良を解消することができる。

30

【0036】

なお、リード端子3aの凹部7bは略矩形形状としたが、実施形態1, 2で説明した多段形状、台形形状、円弧形状、またはこれらを組み合わせた形状であっても同様の効果が得られる。また、図6では、凹部7bに連続するリード端子3aの幅方向内側部分にベンド部10を設けることとして説明したが、図3に示す凸部7aに対応する部分、すなわち、一対の凸部7aと、これらに連続するリード端子3aの幅方向内側部分を上側に曲げることでベンド部10を形成することも可能である。

【0037】

以上のように、実施の形態3に係る半導体装置では、リード端子3aは、凹部7bまたは凸部7aに対応する部分に、上向きに曲げられたベンド部10をさらに備えるため、リード端子3aの直線部6を水平方向および垂直方向に部分的に分断することができ、封止樹脂5に発生する応力が直線状に連鎖することを抑制できる。また、ベンド部10によって熱膨張によるリード端子3aの変形を一層吸収することができる。また、上側に曲げてベンド部10を形成することで、設計の自由度を大きくすることができる。これにより、封止樹脂5の流動経路を確保することができ、封止樹脂5による封止品質を向上させることができる。

40

【0038】

<実施の形態4>

次に、実施の形態4に係る半導体装置について説明する。図7は、実施の形態4に係る

50

半導体装置のリード端子 3 a の部分斜視図である。なお、実施の形態 4 において、実施の形態 1 から 3 で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

【 0 0 3 9 】

図 7 に示すように、実施の形態 4 においては、リード端子 3 a の長手方向の端部 1 1 は段付き形状に形成されている。より具体的には、リード端子 3 a の直線部の長手方向の端部 1 1 は、上側部分よりも下側部分の長手方向の長さが短くなる一段の段付き形状に形成されている。

【 0 0 4 0 】

リード端子 3 a の直線部 6 の長手方向の端部 1 1 を段付き形状として、リード端子 3 a の長手方向端部の角部に集中する応力を、段付き形状の端部 1 1 の角部に分散することができ、封止樹脂 5 に発生する応力を減少させることができる。

【 0 0 4 1 】

以上のように、実施の形態 4 に係る半導体装置では、リード端子 3 a の長手方向の端部 1 1 は段付き形状に形成されるため、リード端子 3 a の長手方向端部の角部に集中する応力に起因して封止樹脂 5 に発生する応力を緩和することができる。また、リード端子 3 a の直線部 6 の長手方向の端部 1 1 を段付き形状として、リード端子 3 a の端部 1 1 において所定の樹脂厚みを確保することができるため、封止樹脂 5 の樹脂強度を向上させるとともに、樹脂封止時においてリード端子 3 a の端部 1 1 への樹脂の流動性を確保することができる。

【 0 0 4 2 】

なお、図 7 では、一段の段付き形状を例示したが、多段であってもよい。また、図 8 に示すように、リード端子 3 a の直線部 6 の長手方向の端部 1 1 が円弧形状、または図 9 に示すように、面取り形状に形成されていてもよい。ここで、図 8 は、実施の形態 4 の変形例 1 に係る半導体装置のリード端子 3 a の部分斜視図であり、図 9 は、実施の形態 4 の変形例 2 に係る半導体装置のリード端子 3 a の部分斜視図である。これらの場合にも上記と同様の効果が得られる。

【 0 0 4 3 】

< 実施の形態 5 >

次に、実施の形態 5 に係る半導体装置について説明する。図 1 0 は、実施の形態 5 に係る半導体装置の部分平面図であり、図 1 1 は、実施の形態 5 に係る半導体装置の部分断面図である。なお、実施の形態 5 において、実施の形態 1 から 4 で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

【 0 0 4 4 】

図 1 0 に示すように、実施の形態 5 においては、リード端子 3 a は、半導体素子 1 の上面のうち信号配線 1 2 が接続される部分であるワイヤボンドパッド 1 3 を除く全上面を覆うように形成されている。より具体的には、実施の形態 5 においてリード端子 3 a は、実施の形態 1 から 4 の場合よりも平面視輪郭が大きくなるように形成されている。また、リード端子 3 a のうち、ワイヤボンドパッド 1 3 に対応する位置には、ワイヤボンドパッド 1 3 が露出するように凹部 7 c が設けられている。

【 0 0 4 5 】

図 1 0 に示すように、半導体素子 1 の上面をリード端子 3 a で覆うことで、リード端子 3 a の熱膨張によってリード端子 3 a の端部から封止樹脂 5 へ応力が加わる。図 1 1 に示すように、万が一クラック 8 が発生したとしても、半導体素子 1 上への伝播を避けることができる。また、ワイヤボンドパッド 1 3 を限定的に露出させるべく、リード端子 3 a のうちワイヤボンドパッド 1 3 に対応する位置に凹部 7 c を設けたため、リード端子 3 a の直線部 6 を水平方向に部分的に一層分断することができる。

【 0 0 4 6 】

以上のように、実施の形態 5 に係る半導体装置では、リード端子 3 a は、半導体素子 1 の上面のうち信号配線 1 2 が接続される部分を除く全上面を覆うように形成されるため、

10

20

30

40

50

リード端子 3 a の熱膨張による応力で封止樹脂 5 にクラック 8 が発生した場合でも、リード端子 3 a によって半導体素子 1 の上面側にクラック 8 が進展することを抑制し、半導体素子 1 へのダメージを抑制できる。また、実施の形態 1 から 4 の場合と比較してリード端子 3 a を大きくすることで、電流密度を下げる、リード端子 3 a の発熱を低減し熱膨張による影響を軽減することができる。

#### 【0047】

##### <実施の形態 6 >

次に、実施の形態 6 に係る半導体装置について説明する。図 12 は、実施の形態 6 に係る半導体装置の部分平面図であり、図 13 は、実施の形態 6 に係る半導体装置のリード端子 3 a の構造を示す部分斜視図である。なお、実施の形態 6 において、実施の形態 1 から 5 で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

10

#### 【0048】

図 12 と図 13 に示すように、実施の形態 6 においては、リード端子 3 a は、半導体素子 1 の上面のうち信号配線 12 が接続される部分（ワイヤボンドパッド 13 が存在する部分）に隣接する上面の側へ段付き状に凹んで設けられる凹み部 14 をさらに備えている。より具体的には、凹み部 14 は、リード端子 3 a のうちワイヤボンドパッド 13 が露出する部分である凹部 7 c に隣接する位置に段付き状に凹んで設けられている。

#### 【0049】

図 13 においては、リード端子 3 a のうち凹み部 14 となる平面部のみを凹ませて凹み部 14 を形成したが、図 14 に示すように、ハーフカットを行うことで段付き状の凹み部 14 を形成してもよい。ここで、図 14 は、実施の形態 6 の変形例に係る半導体装置のリード端子 3 a の構造を示す部分斜視図である。なお、図 13 と図 14 においては、図面を見やすくするためにリード端子 3 a のうち凹み部 14 から凹部 7 c 側の部分を省略し図示していない。

20

#### 【0050】

次に、実施の形態 6 に係る半導体装置の作用、効果について説明する。図 15 は、実施の形態 6 に係る半導体装置においてボンディング動作を行っている状態を示す部分平面図であり、図 16 は、実施の形態 6 に係る半導体装置においてボンディング動作を行っている状態を示す部分断面図であり、図 17 は、実施の形態 6 に係る半導体装置において凹み部 14 を設けない場合にボンディング動作を行っている状態を示す部分断面図である。

30

#### 【0051】

図 15 と図 16 に示すように、ウェッジツール 16 によるボンディング動作を行っている状態では、ウェッジツール 16 の側部がリード端子 3 a に設けられた段付き状の凹み部 14 に位置するため、リード端子 3 a とウェッジツール 16 との干渉を回避することができる。

#### 【0052】

他方、図 17 に示すように、リード端子 3 a に凹み部 14 を設けない場合、リード端子 3 a の側面からワイヤボンドパッド 13 までの距離の関係は  $c < d$  となる。すなわち、凹み部 14 を設けた場合と同様の位置関係ではウェッジツール 16 がリード端子 3 a に干渉することを示している。ここで、 $c$  は、凹み部 14 を設けた場合におけるリード端子 3 a の側面からワイヤボンドパッド 13 までの距離であり、 $d$  は、凹み部 14 を設けない場合におけるリード端子 3 a の側面からワイヤボンドパッド 13 までの距離である。

40

#### 【0053】

リード端子 3 a に凹み部 14 を設けることで、リード端子 3 a とウェッジツール 16 との干渉を回避することができるため、凹部 7 c を最小限の大きさにすることができる、半導体素子 1 をリード端子 3 a で覆う面積を広くすることができる。また、凹み部 14 によってリード端子 3 a の直線部 6 を部分的に分断することができ、封止樹脂 5 に発生する応力の伝播を分断することができる。

#### 【0054】

以上のように、実施の形態 6 に係る半導体装置では、リード端子 3 a は、半導体素子 1

50

の上面のうち信号配線 1 2 が接続される部分に隣接する上面の側へ段付き状に凹んで設けられる凹み部 1 4 をさらに備える。したがって、凹部 7 c を最小限の大きさにすることができる。また、凹み部 1 4 にハーフカットを行った場合はリード端子 3 a 全体を絶縁基板 4 a から離すことができるため、リード端子 3 a と絶縁基板 4 a のクリアランスが広がることで樹脂流動性を確保することができる。

#### 【 0 0 5 5 】

##### < 実施の形態 7 >

次に、実施の形態 7 に係る半導体装置について説明する。図 1 8 は、実施の形態 7 に係る半導体装置の部分斜視図であり、図 1 9 は、実施の形態 7 に係る半導体装置の部分断面図である。なお、実施の形態 7 において、実施の形態 1 から 6 で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

10

#### 【 0 0 5 6 】

図 1 8 に示すように、実施の形態 7 においては、リード端子 3 a のうち半導体素子 1 に接続される部分の側面にロウ材 2 の濡れ性を向上させる表面処理が施されている。この表面処理は、例えば N i めっきによる処理であり、リード端子 3 a のうち半導体素子 1 に接続される部分の側面には N i 薄膜 1 7 が形成されている。ここで、表面処理は、N i めっきによる処理以外に、A u めっき、A g めっきまたはフラックスなどによる処理であってもよい。さらに、表面処理は、化学研磨などの表面改質による処理であってもよい。

#### 【 0 0 5 7 】

図 1 9 に示すように、リード端子 3 a のうち半導体素子 1 に接続される部分の側面の濡れ性を向上させることで、半導体素子 1 を接合するためのロウ材 2 が当該側面に濡れ上がる。ロウ材 2 と封止樹脂 5 は密着性が低いため、ロウ材 2 と封止樹脂 5 との間に界面 1 8 が発生し、これにより、封止樹脂 5 に生じる応力を分散することができる。

20

#### 【 0 0 5 8 】

以上のように、実施の形態 7 に係る半導体装置では、リード端子 3 a のうち半導体素子 1 に接続される部分の側面に濡れ性を向上させる表面処理が施されるため、半導体素子 1 を接合するためのロウ材 2 が当該側面に濡れ上がり、リード端子 3 a の当該側面と封止樹脂 5 との密着性が低下する。これにより、リード端子 3 a の熱膨張による変位から封止樹脂 5 が分離され、封止樹脂 5 に応力が発生することを低減できる。

#### 【 0 0 5 9 】

30

##### < 実施の形態 8 >

次に、実施の形態 8 に係る半導体装置について説明する。図 2 0 は、実施の形態 8 に係る半導体装置の部分断面図である。なお、実施の形態 8 において、実施の形態 1 から 7 で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

#### 【 0 0 6 0 】

図 2 0 に示すように、実施の形態 8 においては、半導体装置は、リード端子 3 a のうち半導体素子 1 に接続される部分の側面を覆う端子カバー 1 9 をさらに備えている。より具体的には、端子カバー 1 9 は、テフロン（登録商標）樹脂で U 字形状に形成され、リード端子 3 a のうち半導体素子 1 に接続される部分の側面を含む側部に取り付けられている。ここで、端子カバー 1 9 は、テフロン（登録商標）樹脂以外にも、A B S、P C、P S または P P S などの熱可塑性樹脂、または S U S 3 0 4 などの金属材料を用いて構成することができる。

40

#### 【 0 0 6 1 】

リード端子 3 a の側部に端子カバー 1 9 を取り付けた後、封止樹脂 5 を充填することでリード端子 3 a の熱膨張または収縮の変位を封止樹脂 5 から分離させることができる。そのため、封止樹脂 5 に伝播する応力を最小限にすることができる。よって、封止樹脂 5 のクラック 8 の発生を抑制する効果が得られる。また、シリコンカーバイトを主とする半導体装置は、一層高温での作動が可能である。すなわち、封止樹脂 5 を良好な封止状態とすることができるため、一層信頼性の優れた半導体装置を提供することができる。

#### 【 0 0 6 2 】

50

以上のように、実施の形態 8 に係る半導体装置は、リード端子 3 a のうち半導体素子 1 に接続される部分の側面を覆う端子カバー 1 9 をさらに備えるため、リード端子 3 a と封止樹脂 5 との間に界面を意図的に作ることで、封止樹脂 5 に働く応力を減少させることができる。

【 0 0 6 3 】

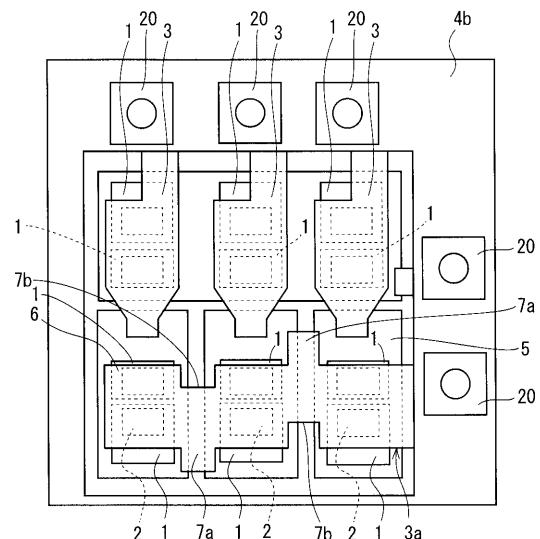
なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 4 】

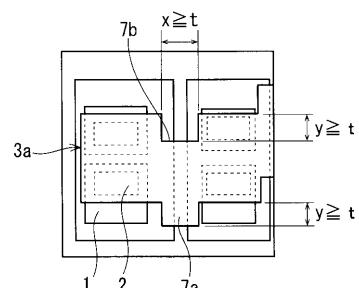
1 半導体素子、3, 3 a リード端子、5 封止樹脂、7 a 凸部、7 b 凹部、9 10  
スリット、10 ベンド部、12 信号配線、14 凹み部、19 端子カバー。

【 図 1 】

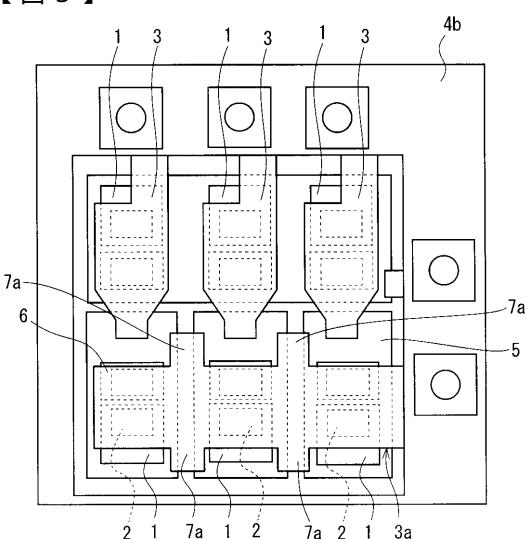


1: 半導体素子  
3, 3a: リード端子  
5: 封止樹脂  
7a: 凸部  
7b: 凹部

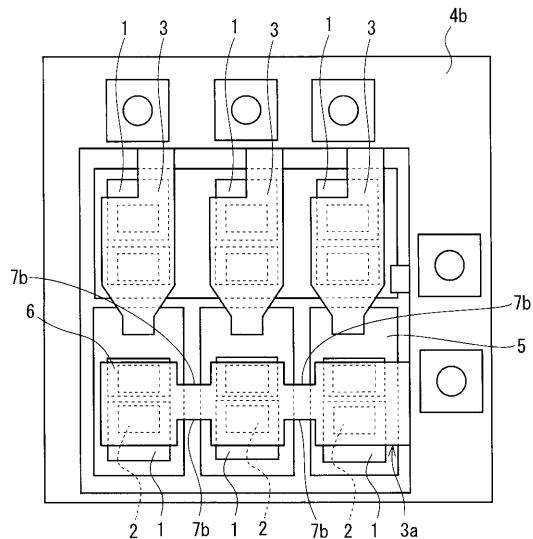
【 図 2 】



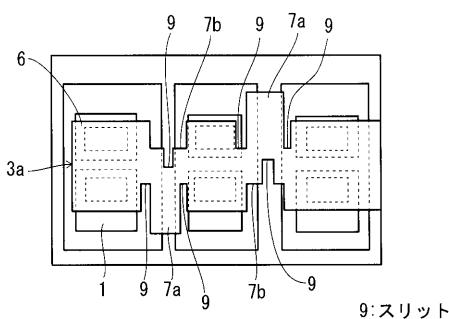
【 図 3 】



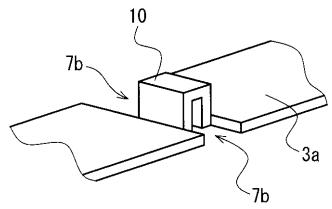
【図4】



【図5】

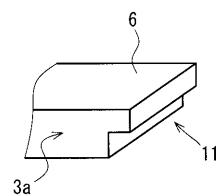


【図6】

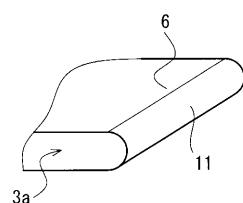


10:ペンド部

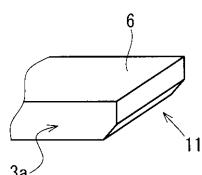
【図7】



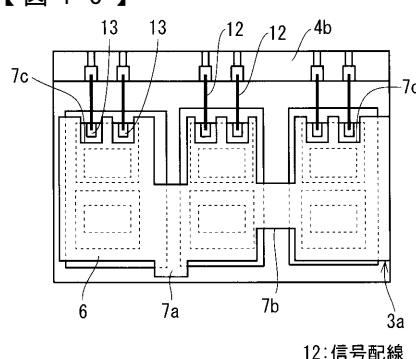
【図8】



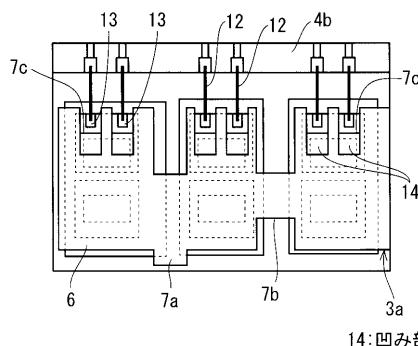
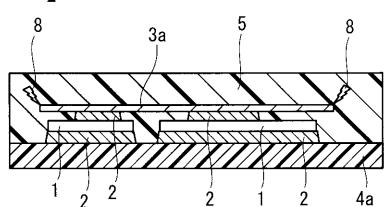
【図9】



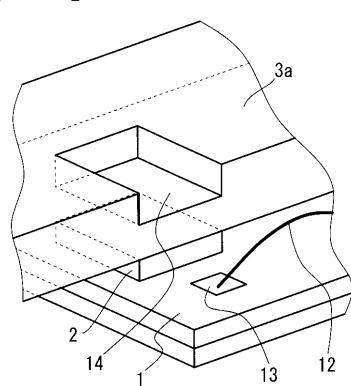
【図10】



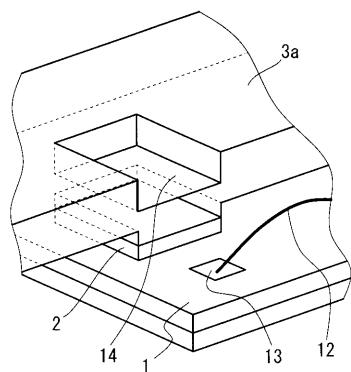
【図11】



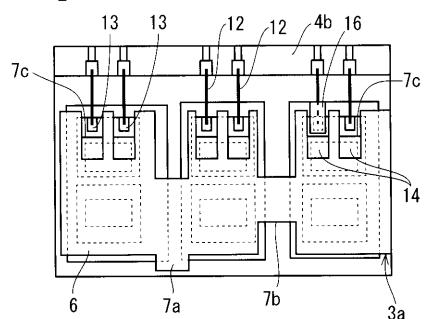
【図13】



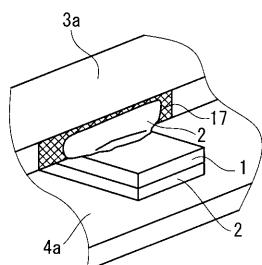
【図14】



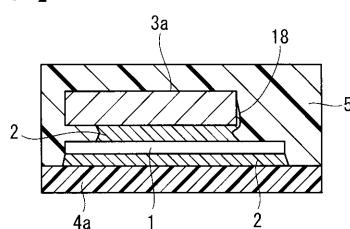
【図15】



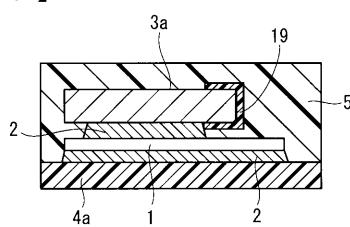
【図18】



【図19】

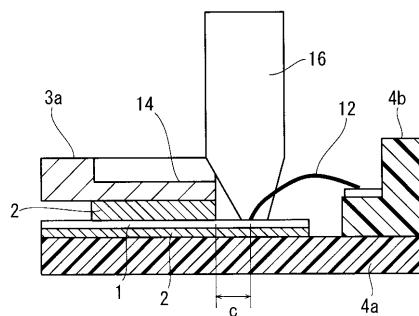


【 20 】

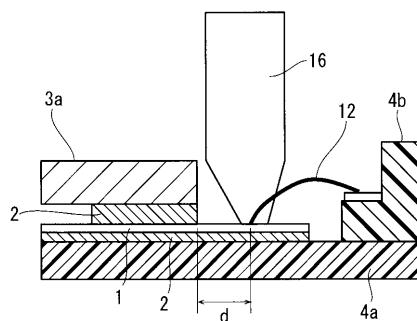


## 19:端子カバー

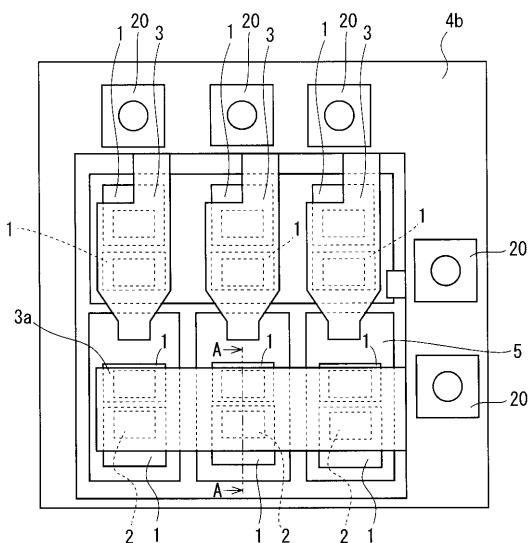
【図16】



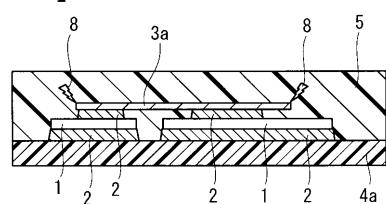
【図17】



【図21】



## 【図22】



---

フロントページの続き

(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  
(72)発明者 浅田 晋助  
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 石原 三紀夫  
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

審査官 堀江 義隆

(56)参考文献 特開2008-016529 (JP, A)  
特開2005-012085 (JP, A)  
特開2010-147053 (JP, A)  
特開2006-066813 (JP, A)  
特開2008-218688 (JP, A)  
特開2007-173703 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 25/07  
H01L 21/60  
H01L 23/28  
H01L 25/18