

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4169882号

(P4169882)

(45) 発行日 平成20年10月22日 (2008.10.22)

(24) 登録日 平成20年8月15日 (2008.8.15)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 L 21/60 (2006.01)	H O 1 L 21/60 3 O 1 P
H O 1 L 23/48 (2006.01)	H O 1 L 23/48 P
	H O 1 L 23/48 S

請求項の数 8 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平11-242486	(73) 特許権者	302062931
(22) 出願日	平成11年8月30日 (1999.8.30)		N E Cエレクトロニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2001-68502 (P2001-68502A)		神奈川県川崎市中原区下沼部 1 7 5 3 番地
(43) 公開日	平成13年3月16日 (2001.3.16)	(74) 代理人	100146178
審査請求日	平成18年7月10日 (2006.7.10)		弁理士 浜田 満広
		(72) 発明者	内山 徳弘
			滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 9 番 1 号
			関西日本電気株式会社内
		審査官	市川 篤
		(56) 参考文献	特開平 0 8 - 0 6 4 6 3 4 (J P , A)
			特開平 0 7 - 1 4 2 4 9 0 (J P , A)
			特開平 0 4 - 0 3 9 9 4 6 (J P , A)
			特開平 0 6 - 2 6 8 0 2 7 (J P , A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一主面に主電流が流入または流出する第 1 の電極が形成され、他の主面には主電流を制御する小面積の第 2 の電極及び主電流が流出または流入する大面積の第 3 の電極がそれぞれ形成された半導体ペレットを、その第 1 の電極をアイランドに電氣的に接続してマウントし、前記第 2、第 3 の電極をそれぞれリードに電氣的に接続し、前記半導体ペレットを含む主要部分を樹脂にて被覆した半導体装置において、

前記リードとは別体の導電箔を更に有し、

前記第 3 の電極と前記導電箔の一端側とを、複数の突起を介して多点接続するとともに、前記導電箔の他端を、対応する前記リードに接続したことを特徴とする半導体装置

10

【請求項 2】

前記複数の突起はそれぞれ径大部と径小部を有し、前記径大部を第 3 の電極又は前記導電箔に接続し、これに対する接続対象の前記導電箔又は前記第 3 の電極を前記径小部に接続したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記複数の突起は、ほぼ等間隔に配列されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記複数の突起は、S nを含む合金により形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至

20

3のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項5】

アイランドに半導体ペレットをマウントし、前記半導体ペレットの上面に形成された電極とリードとを前記リードとは別体の導電箔を介して電氣的に接続し、前記リードの少なくとも一部と前記半導体ペレットと前記導電箔とを樹脂にて被覆する半導体装置の製造方法において、

前記電極又は前記導電箔に、複数の突起を形成し、

前記複数の突起に、接続対象である前記導電箔又は前記電極を接触させ、荷重をかけて加熱することにより、前記電極と前記導電箔とを多点接続することを特徴とする半導体装置の製造方法。

10

【請求項6】

前記複数の突起は、それぞれ径大部と径小部とを有し、

キャピラリの中に挿通された、前記複数の突起の形成材料となるワイヤを、前記キャピラリの下端にてボール状に成形し、

前記ボールを前記電極又は前記導電箔に接触させ、前記キャピラリで前記ボールに超音波振動を付与して押し潰すことにより前記径大部を形成し、

その後前記キャピラリを引き上げて前記ワイヤを引き切ることにより前記径小部を形成することを特徴とする請求項5に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】

前記複数の突起の形成材料は、Snを含む合金であることを特徴とする請求項6に記載の半導体装置の製造方法。

20

【請求項8】

前記電極と前記導電箔の間隔が所定間隔となるように加熱しつつ荷重をかけることにより、前記複数の突起を互いに熔融連結させたことを特徴とする請求項7に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はパワーMOSFETやパワートランジスタなどの大電流を取り扱う半導体装置に関し、特に導通時の電気抵抗（オン抵抗）が小さい半導体ペレットを備えた半導体装置に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

最近では広い分野で省エネルギーへの対応が要請されており、電力制御装置などの電子回路装置でも具体的にオン抵抗が小さい半導体装置を採用することにより電力効率を高め、省エネルギー化を図っている。

そのため半導体装置本体である半導体ペレットについて耐電圧を高めると同時にオン抵抗を低減しさらには電極間容量を低減するなどの多くの提案がなされ、電力用MOSFETでは、数10mΩ程度の低オン抵抗の半導体装置が実用化されている。

一方、オン抵抗が小さな半導体装置は電力用だけでなくスイッチ素子一般に用いられ、小電力分野では小型化も要求されている。

40

図6及び図7は低オン抵抗の半導体装置の一例を示す。図において、1は半導体ペレットで、内部に半導体素子（図示せず）が形成されている。半導体素子が主電流を制御する電極を有するサイリスタやトランジスタ、MOSFETの場合、一方の主面のほぼ全面に主電流が流入するアノードまたはドレインなどの第1の電極2が形成され、他の主面の微小面積領域に制御用のゲート電極（第2の電極）3が形成され、残りの領域に主電流が流出するカソードまたはソースなどの第3の電極4が形成されている。5は半導体ペレット1をマウントしたアイランドで、半導体ペレット1とアイランド5の接続には電気抵抗が小さい半田6が一般的に用いられる。

7は図示例では3本一組のリードで、中間部乃至外端部が平行配置され、中央のリード7

50

aがアイランド5に電氣的、機械的に接続され、他のリード7b、7cはリード7aの両側に配置され、それぞれの内端部がアイランド5の近傍に配置されている。

8は第2の電極3とリード7bを電氣的に接続する第1のワイヤ、9は第3の電極4とリード7cを電氣的に接続する第2のワイヤを示す。10はアイランドの全面と半導体ペレット1を含む主要部分を被覆した樹脂で、各リード7はこの樹脂10の側壁から導出され、必要に応じて折り曲げ成形される。

この半導体装置の第1電極2は半導体ペレット1内部のオン抵抗より格段に小さい電気抵抗値の半田6、アイランド5を経由してリード7aに直列接続されている。

また、第2電極3に接続された第1のワイヤ8を通過する電流は主電流に比較して格段に小さく電圧降下を無視できるため細いものを用いることができる。

10

一方、第3の電極4からリード7bへは、第1の電極2に流入した電流とほぼ等しい電流が流出するため、この電流値に応じてワイヤ9の径が決定される。

ワイヤ9は一般的に金、銅、アルミニウムの金属や合金が用いられる。

金や銅は導電性が良好であるが、高価であるため太いものを用いることが困難で径小のワイヤを図6に示すように複数本、図示例では3本並列接続している。

またアルミニウムは安価ではあるが導電性が金や銅に比して劣るため径大のワイヤを複数本並列接続している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、リード7cとワイヤ9とを比較すると、ワイヤ9の全断面積はリード7cの断面積に比して格段に小さいため、電気抵抗は格段に大きい。

20

また第1の電極2から流入し半導体ペレット1内を移動した主電流は薄い第3の電極4に到達した後、その表面を移動してワイヤ9に到達するため、第3の電極4自体の抵抗値も無視できない。

そのためリード7a、7c間の抵抗値はワイヤ9の径だけでなく、その長さや第3の電極4との接続状態、接続位置によっても影響を受けるため、低オン抵抗の半導体ペレット1の場合、上記影響を無視することができず改善が望まれていた。

また、ワイヤ9を多数本並列接続すれば抵抗値は低減できるが、接続作業に時間を要し、製造コストが上昇するという問題もあった。

このような問題を解決する方法として、ワイヤ9の代わりに導電箔を用いることが知られている。

30

具体的に、例えば3本並列接続された直径400 μ mのアルミニウムワイヤの場合、厚さ200 μ m、巾628 μ mのアルミニウム箔に置換可能である。

アルミニウムの場合、熱圧着、超音波ボンディングにより直接接続でき、金や銀の薄い膜を形成することにより半田付け接続も可能である。

ところが、断面積が等しい一枚のアルミニウム箔は複数本のアルミニウムワイヤに比して表面積が大きく、樹脂10との接着面積が大きくなるため、半導体装置の動作開始、動作停止時の温度の上昇、下降による熱膨張、収縮によって、第3の電極4とアルミニウム箔の接続界面に熱膨張差によるストレスがかかり、オン、オフ動作を繰り返すと、接続界面にクラックを生じ、最終的に電氣的接続が損なわれるという問題があった。

40

この問題は導電箔と第3電極4の接続面積が大きいほど顕著で、オン抵抗の低減とともに改善が望まれていた。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題の解決を目的として提案されたもので、一主面に主電流が流入または流出する第1の電極が形成され、他の主面には主電流を制御する小面積の第2の電極及び主電流が流出または流入する大面積の第3の電極がそれぞれ形成された半導体ペレットを、その第1の電極をアイランドに電氣的に接続してマウントし、第2、第3の電極をそれぞれリードに電氣的に接続し、半導体ペレットを含む主要部分を樹脂にて被覆した半導体装置において、上記第3の電極と導電箔の一端側とを互いに離隔配置した易溶性導電材料を

50

介して接続するとともに、この導電箔の他端をリードに接続したことを特徴とする半導体装置を提供する。

【0005】

【発明の実施の形態】

本発明による半導体装置は、半導体ペレット上の主電流が流れる大面積の第3の電極とリードとを接続する導電部材として導電箔を用い、この導電箔と第3電極とを離隔配置した易溶性導電材料を介して接続することを特徴とするが、第3の電極又は導電箔に易溶性導電材料からなる異径突起の径大部を接続し、異径突起の径小部を対向する導電箔又は第3の電極に接続する。この場合、異径突起の径大部を第3の電極又は導電箔に超音波接続し、異径突起の径小部を対向する導電箔又は第3の電極に溶融接続する。

10

【0006】

【実施例】

以下に本発明の実施例を図1及び図2から説明する。図において、図6及び図7と同一物には同一符号を付し、重複する説明を省略する。本発明による半導体装置は半導体ペレット1上の第3電極4とリード7cとを導電箔11により電氣的に接続し、さらにこの導電箔11と第3の電極4とを互いに離隔配置した易溶性導電材料12を介して接続した点で、図6に示した半導体装置と大きく異なる。以下にこの半導体装置の製造方法を図3乃至図5から説明する。先ず、図3に示すように予め半導体ペレット1が半田付けされたアイランド5をガイドレール13上で位置決めする。アイランド5と一体化されたリード7は製造過程では中間部と外端部が連結条により連結され全てのリード7a、7b、7cが一体化されている。またガイドレール13にはヒータが埋設されているが図示省略している。このガイドレール13の位置決めポジションには側上方に超音波振動が付与され、上下動し、一端部にキャピラリ14が固定されたホーン15が配置されている。このキャピラリ14には易溶性導電部材、例えばPb-Sn系合金、Ag-Sn-Cu系合金からなるワイヤ16が挿通され、このワイヤ16の下端に放電などによりボール16aを形成している。一例としてワイヤ径は400 μ m、ボール径は800 μ mに設定される。次に図4に示すように、ホーン15を降下させてボール16aをキャピラリ14の下端で第3の電極4に押し付け、超音波振動を付与して接続するとボール16aは押し潰される。このようにして接続を完了しキャピラリ14とともにワイヤ16を引き上げると、ワイヤ16は押し潰されたボールの近傍で図示点線状態に引き切られて径大部12aと径小部12bを有する異径突起12が形成される。このようにして異径突起12を形成した後、キャピラリ14位置をずらして、第3電極4上の異なる位置に異径突起12を多数形成する。上記突起12の数は、第3の電極4の露呈全面積に積層する易溶性導電部材の厚さを設定し、この全体積を突起12一個当たりの体積で割ることにより概略決定できる。各突起12をほぼ等間隔に配列すればよい。次に図5に示すように、両端部に銅または金、あるいはそれらを順次積層した薄膜17a、17bを形成した導電箔、例えば銅箔11を加熱手段（図示せず）を備えた吸着ヘッド18で吸着して、吸着した一端側を異径突起12上に、他端側をリード7c上に配置し降下させる。吸着ヘッド18は図示省略するがロードセルにより一つの突起当たり10～30gの一定荷重がかかるように設定され、最降下位置で第3の電極4と導電箔11が所定間隔となるように設定されている。このようにして導電箔11の位置決めが完了すると導電箔11の他端側を溶接、熱圧着、超音波接続など図外の手段によりリード7c電氣的に接続して固定し、さらに吸着手段18により加熱しつつ導電箔11を降下させて異径突起12の小径部12bに近接させさらに接触させて溶融させ導電箔11と第3の電極4とを異径突起12を介して電氣的に接続する。ガイドレール13のヒータ温度は異径突起12が溶融しない程度の温度に設定することにより径小部12bが溶融する間、径大部12aは位置ずれしない。また径小部12bは先端から順次溶融して導電箔11の薄膜17aに拡がるため、その表面が酸化していても溶融した半田素地を薄膜17aに接触させることができる。このようにして導電箔11と第3の電極4の電氣的接続が完了すると、吸着手段18の加熱を停止し吸着を解除して導電箔11を解放する。この半導体装置は、ワイヤ16を第3電極4に超音波接続しているため、異径突起1

20

30

40

50

2と第3電極との電氣的接続が確実で、しかも突起12は第3電極4の領域内に分散配置されているため、各突起12を流れる主電流のばらつきが少なく、小径部12bと導電箔11の間の電氣的接続も確実にできるため、リード7a、7c間のオン抵抗即ち、半導体装置のオン抵抗を最小にできる。また、導電箔11が島状の異径突起12によって多点接続されているため、熱膨張、収縮を吸収することが出来、導電箔11と第3の電極4の接続界面にストレスがかかってもこれを緩和することができ、接続界面にクラックを生じにくく、信頼性の高い半導体装置を実現できる。本発明は上記実施例にのみ限定されるものではなく、例えば突起12は半導体ペレット1の第3電極4に形成するだけでなく、導電箔11に予め形成してもよい。この場合にはアイランド5側の温度を高め、第3の電極4に接触した突起が溶融するようにすれば良い。また、突起12は両端の径が異なる異径突起だけでなく、半球体状の突起でもよい。さらには、突起12は最終的に全体を溶融させて、島状の突起を互いに溶融連結させてもよい。この場合でも、各島状突起の中心位置のずれが少なく、易溶性導電材料の厚みのばらつきを小さくでき、第3の電極4と導電箔11を平行に保って所定の間隔で接続することが出来る。

10

【0007】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、主電流が流れる電極と易溶性導電材料との間を低抵抗で接続でき、易溶性導電材料を流れる電流密度のばらつきが少なく、易溶性導電材料と導電箔との間を低抵抗で接続でき、小径部12bと導電箔11の電氣的接続も確実にできるため、リード7a、7c間のオン抵抗即ち、半導体装置のオン抵抗を最小にできる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による半導体装置の実施例を示す一部破断平断面図

【図2】 図1半導体装置の側断面図

【図3】 図1半導体装置の製造方法を示す側断面図

【図4】 第3の電極上に易溶性導電材料を用いた突起を形成する方法を示す要部側断面図

【図5】 図4状態で形成された突起を介して第3の電極と導電箔とを電氣的に接続する方法を示す要部拡大側断面図

【図6】 電力用半導体装置の一例を示す平断面図

【図7】 図6半導体装置の側断面図

30

【符号の説明】

1 半導体ペレット

2 第1の電極

3 第2の電極

4 第3の電極

5 アイランド

8 リード

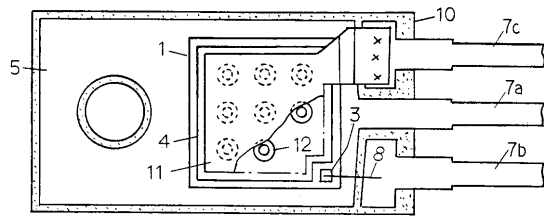
10 樹脂

11 導電箔

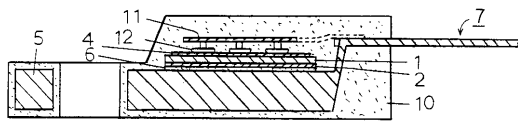
12 易溶性導電材料（突起）

40

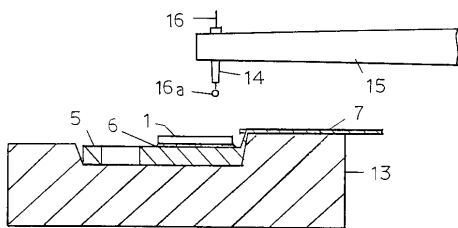
【図 1】



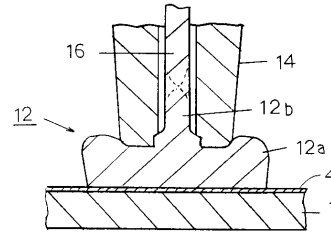
【図 2】



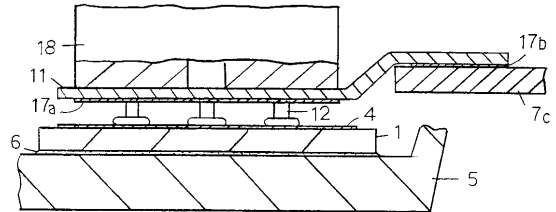
【図 3】



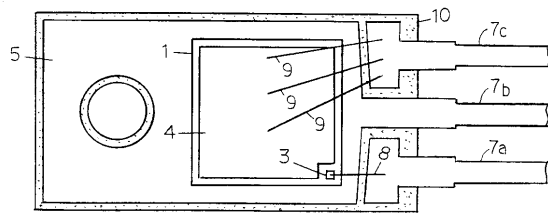
【図 4】



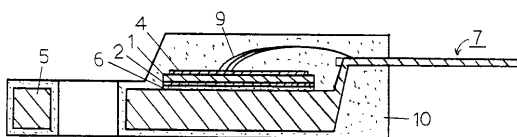
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

H01L 21/60

H01L 23/48