

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7237192号
(P7237192)

(45)発行日 令和5年3月10日(2023.3.10)

(24)登録日 令和5年3月2日(2023.3.2)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 L 23/48 (2006.01)	H 0 1 L 23/48 G
H 0 1 L 23/12 (2006.01)	H 0 1 L 23/12 K
H 0 1 L 25/07 (2006.01)	H 0 1 L 25/04 C
H 0 1 L 25/18 (2023.01)	

請求項の数 14 (全23頁)

(21)出願番号	特願2021-558142(P2021-558142)	(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	令和1年11月22日(2019.11.22)	(74)代理人	110001195 弁理士法人深見特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/045818	(72)発明者	根岸 哲 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
(87)国際公開番号	WO2021/100199	(72)発明者	福本 晃久 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
(87)国際公開日	令和3年5月27日(2021.5.27)	(72)発明者	上村 仁 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
審査請求日	令和3年11月2日(2021.11.2)	(72)発明者	横山 吉典

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ならびに電力変換装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

対向する第1主面および第2主面を有し、前記第1主面の側に導電性回路パターンが形成され、前記第2主面の側に放熱材が配置された絶縁基板と、

前記導電性回路パターンに電気的に接続される端子と、

前記端子と前記導電性回路パターンとを接合する接合層と

を有し、

前記端子は、

前記接合層によって前記導電性回路パターンに接合される接合面を含む接合体と、

前記接合体に繋がるとともに、前記導電性回路パターンにおいて、前記接合体が接合されている領域以外の領域に、前記導電性回路パターンに接する態様で位置し、前記接合層が介在する前記接合体の前記接合面と前記導電性回路パターンとの距離を保持する一つ以上の支持体と

を備え、

前記絶縁基板が収容されるケースを有し、

前記端子における、前記導電性回路パターンに接合される側とは反対の側は、前記ケースに保持された、半導体装置。

【請求項2】

前記支持体は、前記接合体に対して前記ケースに近い側に配置された支持体第1部を含む、請求項1記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記支持体は、前記接合体に対して前記ケースから遠ざかる側に配置された支持体第2部を含む、請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記端子は、前記ケースが位置する側から前記接合体に向かって延在し、前記接合体に繋がる延在部を含み、

前記支持体は、前記延在部に沿って二つ以上配置された、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記端子は前記ケースに固定されている、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

10

【請求項 6】

対向する第 1 主面および第 2 主面を有し、前記第 1 主面の側に導電性回路パターンが形成され、前記第 2 主面の側に放熱材が配置された絶縁基板と、

前記導電性回路パターンに電気的に接続される端子と、

前記端子と前記導電性回路パターンとを接合する接合層と

を有し、

前記端子は、

前記接合層によって前記導電性回路パターンに接合される接合面を含む接合体と、

前記接合体に繋がるとともに、前記導電性回路パターンにおいて、前記接合体が接合されている領域以外の領域に、前記導電性回路パターンに接する態様で位置し、前記接合層が介在する前記接合体の前記接合面と前記導電性回路パターンとの距離を保持する一つ以上の支持体と

20

を備え、

前記接合層は、前記支持体を取り囲む態様で、前記接合体と前記導電性回路パターンとを接合する領域から前記支持体が位置する領域にわたり形成された、半導体装置。

【請求項 7】

対向する第 1 主面および第 2 主面を有し、前記第 1 主面の側に導電性回路パターンが形成され、前記第 2 主面の側に放熱材が配置された絶縁基板と、

前記導電性回路パターンに電気的に接続される端子と、

前記端子と前記導電性回路パターンとを接合する接合層と

を有し、

前記端子は、

前記接合層によって前記導電性回路パターンに接合される接合面を含む接合体と、

前記接合体に繋がるとともに、前記導電性回路パターンにおいて、前記接合体が接合されている領域以外の領域に、前記導電性回路パターンに接する態様で位置し、前記接合層が介在する前記接合体の前記接合面と前記導電性回路パターンとの距離を保持する一つ以上の支持体と

30

を備え、

前記接合層とは距離を隔てられ、前記支持体を取り囲む態様で前記支持体を前記導電性回路パターンに接合する他の接合層を備えた、半導体装置。

40

【請求項 8】

前記接合面と前記導電性回路パターンとの前記距離は、40 μm 以上 2 mm 以下である、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 9】

前記接合面と前記導電性回路パターンとの前記距離は、前記接合面内において一定に維持された、請求項 8 記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記絶縁基板が搭載されるベース板を有し、

前記絶縁基板における前記放熱材と前記ベース板とは、直接接合された、請求項 1 ~ 9

50

のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 1 1】

対向する第 1 主面および第 2 主面を有し、前記第 1 主面の側に導電性回路パターンが形成され、前記第 2 主面の側に放熱材が配置された絶縁基板を用意する工程と、

一端側と他端側とを有し、前記導電性回路パターンに電氣的に接続される端子を用意する工程と、

接合層によって、前記端子の前記一端側を前記導電性回路パターンに接合する工程とを有し、

前記端子を用意する工程は、

前記接合層によって前記導電性回路パターンに接合される接合面を含む接合体と、

前記接合体に繋がるとともに、前記導電性回路パターンにおいて、前記接合体が接合されている領域以外の領域に、前記導電性回路パターンに接する態様で位置することになり、前記接合層が介在する前記接合体の前記接合面と前記導電性回路パターンとの距離を保持する一つ以上の支持体と

を備えた前記端子を用意する工程を備え、

前記端子の前記一端側を前記導電性回路パターンに接合する工程は、

前記支持体を前記導電性回路パターンに当接させて、前記接合体の前記接合面と前記導電性回路パターンとの距離が保持された状態で、前記接合面と前記導電性回路パターンとの間に、前記接合層となる接合材料を配置する工程と、

前記接合材料に処理を施すことによって、前記接合層を介して前記接合体を前記導電性回路パターンに接合する工程と

を備えた、半導体装置の製造方法。

【請求項 1 2】

前記絶縁基板を、ベース板に配置する工程と、

ケースを前記ベース板に配置する工程と、

前記ケース内に、前記端子が接合された前記絶縁基板を封止する封止材を充填する工程とを含む、請求項 1 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 3】

前記端子の前記一端側を前記導電性回路パターンに接合する工程では、

前記接合材料として、はんだが使用され、

前記処理として熱処理が施される、請求項 1 1 または 1 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 1 0 のいずれか 1 項に記載の半導体装置を有し、入力される電力を変換して出力する主変換回路と、

前記主変換回路を制御する制御信号を前記主変換回路に出力する制御回路とを備えた電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置およびその製造方法ならびに電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電力制御に用いられる半導体装置（パワーモジュール）は、半導体チップと絶縁基板と接合層と端子とを備えている。絶縁基板における一方の主面の側には導電性回路パターンが形成され、他方の主面の側には放熱材が配置されている。導電性回路パターンには、半導体素子と端子とが接合層によってそれぞれ接合されている。

【0003】

端子には、制御された電力を外部に出力するための外部出力端子が含まれている。外部出力端子においては、プロセスコストの削減または信頼性の向上のために、外部出力端子

10

20

30

40

50

の形状および外部出力端子の保持方法等の改善が試みられている。たとえば、特許文献1では、絶縁基板に載置される突起を設けた外部出力端子が提案されている。突起により外部出力端子を自立させることで、従来必要とされた治具をなくして、接合プロセスの簡素化と歩留まり向上を図っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2018-160618号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

半導体装置においては、端子と導電性回路パターンとの間に介在する接合層によって、端子が導電性回路パターンに接合される。このとき、端子と導電性回路パターンとの間の距離、すなわち、接合層の厚さを制御することが、接合部分の信頼性を確保して長寿命化を図るうえで重要であることが、発明者らの評価によって確認された。

【0006】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、一つの目的は、接合部分の信頼性を向上させて長寿命化が図られる半導体装置を提供することであり、他の目的は、そのような半導体装置の製造方法を提供することであり、さらに他の目的は、そのような半導体装置を備えた電力変換装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る一の半導体装置は、絶縁基板と端子と接合層とを有する。絶縁基板は、対向する第1主面および第2主面を有し、第1主面の側に導電性回路パターンが形成され、第2主面の側に放熱材が配置されている。端子は、導電性回路パターンに電氣的に接続される。接合層は、端子と導電性回路パターンとを接合する。端子は、接合体と一つ以上の支持体とを備えている。接合体は、接合層によって導電性回路パターンに接合される接合面を含む。一つ以上の支持体は、接合体に繋がるとともに、導電性回路パターンにおいて、接合体が接合されている領域以外の領域に、導電性回路パターンに接する態様で位置し、接合層が介在する接合体の接合面と導電性回路パターンとの距離を保持する。また、絶縁基板が収容されるケースを有している。端子における、導電性回路パターンに接合される側とは反対の側は、ケースに保持されている。

本発明に係る他の半導体装置は、絶縁基板と端子と接合層とを有する。絶縁基板は、対向する第1主面および第2主面を有し、第1主面の側に導電性回路パターンが形成され、第2主面の側に放熱材が配置されている。端子は、導電性回路パターンに電氣的に接続される。接合層は、端子と導電性回路パターンとを接合する。端子は、接合体と一つ以上の支持体とを備えている。接合体は、接合層によって導電性回路パターンに接合される接合面を含む。一つ以上の支持体は、接合体に繋がるとともに、導電性回路パターンにおいて、接合体が接合されている領域以外の領域に、導電性回路パターンに接する態様で位置し、接合層が介在する接合体の接合面と導電性回路パターンとの距離を保持する。接合層は、支持体を取り囲む態様で、接合体と導電性回路パターンとを接合する領域から支持体が位置する領域にわたり形成されている。

本発明に係るさらに他の半導体装置は、絶縁基板と端子と接合層とを有する。絶縁基板は、対向する第1主面および第2主面を有し、第1主面の側に導電性回路パターンが形成され、第2主面の側に放熱材が配置されている。端子は、導電性回路パターンに電氣的に接続される。接合層は、端子と導電性回路パターンとを接合する。端子は、接合体と一つ以上の支持体とを備えている。接合体は、接合層によって導電性回路パターンに接合される接合面を含む。一つ以上の支持体は、接合体に繋がるとともに、導電性回路パターンにおいて、接合体が接合されている領域以外の領域に、導電性回路パターンに接する態様で位置し、接合層が介在する接合体の接合面と導電性回路パターンとの距離を保持する。接合

10

20

30

40

50

層とは距離を隔てられ、支持体を取り囲む態様で支持体を導電性回路パターンに接合する他の接合層を備えている。

【0008】

本発明に係る半導体装置の製造方法は以下の工程を備えている。対向する第1主面および第2主面を有し、第1主面の側に導電性回路パターンが形成され、第2主面の側に放熱材が配置された絶縁基板を用意する。一端側と他端側とを有し、導電性回路パターンに電気的に接続される端子を用意する。接合層によって、端子の一端側を導電性回路パターンに接合する。端子を用意する工程は、接合層によって導電性回路パターンに接合される接合面を含む接合体と、接合体に繋がるとともに、導電性回路パターンにおいて、接合体が接合されている領域以外の領域に、導電性回路パターンに接する態様で位置することになり、接合層が介在する接合体の接合面と導電性回路パターンとの距離を保持する一つ以上の支持体とを備えた端子を用意する工程を備えている。端子の一端側を導電性回路パターンに接合する工程は、支持体を導電性回路パターンに当接させて、接合体の接合面と導電性回路パターンとの距離が保持された状態で、接合面と導電性回路パターンとの間に、接合層となる接合材料を配置する工程と、接合材料に処理を施すことによって、接合層を介して接合体を導電性回路パターンに接合する工程とを備えている。

10

【0009】

本発明に係る電力変換装置は、上記の半導体装置を有し、入力される電力を変換して出力する主変換回路と、主変換回路を制御する制御信号を主変換回路に出力する制御回路とを備えている。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る半導体装置によれば、端子が、接合面を含む接合体と、接合面と導電性回路パターンとの距離を保持する一つ以上の支持体とを備えていることで、接合層の厚さに対応する、接合体と導電性回路パターンとの距離が保持されて、接合層の厚さが所望の厚さになる。これにより、端子と導電性回路パターンとの接合部分の信頼性が確保されて、半導体装置の長寿命化に貢献することができる。

【0011】

本発明に係る半導体装置の製造方法によれば、支持体を導電性回路パターンに当接させて、接合体の接合面と導電性回路パターンとの距離が保持された状態で、接合面と導電性回路パターンとの間に、接合層となる接合材料が配置されて、接合材料に処理を施すことによって、接合層を介して接合体が導電性回路パターンに接合される。これにより、接合層の厚さが所望の厚さになり、端子と導電性回路パターンとの接合部分の信頼性が確保されて、半導体装置の長寿命化に貢献することができる。

30

【0012】

本発明に係る電力変換装置によれば、上記半導体装置を備えていることで、端子と導電性回路パターンとの接合部分の信頼性が確保されて、半導体装置の長寿命化に貢献することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施の形態1に係る半導体装置を示す断面図である。

【図2】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子の一例を示す平面図である。

【図3】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子の一例を示す正面図である。

【図4】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子の一例を示す側面図である。

【図5】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子の一例を示す斜視図である。

【図6】同実施の形態において、半導体装置の製造方法の一工程を示す断面図である。

40

50

【図 7】同実施の形態において、図 6 に示す工程の後に行われる工程を示す断面図である。

【図 8】同実施の形態において、図 7 に示す工程の後に行われる工程を示す断面図である。

【図 9】同実施の形態において、図 8 に示す工程の後に行われる工程を示す断面図である。

【図 10】同実施の形態において、図 9 に示す工程の後に行われる工程を示す断面図である。

【図 11】同実施の形態において、図 10 に示す工程の後に行われる工程を示す断面図である。

【図 12】同実施の形態において、図 11 に示す工程の後に行われる工程を示す断面図である。

【図 13】同実施の形態において、図 12 に示す工程の後に行われる工程を示す断面図である。 10

【図 14】同実施の形態において、接合層に発生した熱の放熱経路を説明するための図である。

【図 15】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子の他の例を示す平面図である。

【図 16】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子の他の例を示す正面図である。

【図 17】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子の他の例を示す側面図である。

【図 18】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子のさらに他の例を示す平面図である。 20

【図 19】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子のさらに他の例を示す正面図である。

【図 20】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子のさらに他の例を示す側面図である。

【図 21】実施の形態 2 に係る半導体装置を示す断面図である。

【図 22】同実施の形態において、変形例に係る半導体装置を示す断面図である。

【図 23】実施の形態 3 に係る半導体装置を示す断面図である。

【図 24】同実施の形態において、半導体装置の製造方法の一工程を示す断面図である。

【図 25】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子の他の例を示す平面図である。 30

【図 26】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子の他の例を示す正面図である。

【図 27】同実施の形態において、半導体装置に適用されている端子の他の例を示す側面図である。

【図 28】実施の形態 4 に係る電力変換装置のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

実施の形態 1 .

実施の形態 1 に係る半導体装置について説明する。図 1 に示すように、半導体装置 1 では、絶縁基板 5 に半導体素子 15 が搭載されている。半導体素子 15 は、I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) または M O S F E T (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 等のパワー半導体素子を含む。半導体素子 15 の材料として、たとえば、シリコン、炭化シリコンまたは窒化ガリウム等が適用されている。また、絶縁基板 5 には、端子 21 が接続されている。端子 21 は、半導体素子 15 からの電流を出力する。 40

【0015】

絶縁基板 5 は、絶縁性の基板本体 7、導電性回路パターン 9 a、9 b、9 c および放熱材 11 を含む。絶縁基板 5 は、対向する第 1 主面と第 2 主面とを有する。基板本体 7 の第 1 主面の側に、導電性回路パターン 9 a、導電性回路パターン 9 b および導電性回路パタ 50

ーン 9 c がそれぞれ間隔を隔てて配置されている。基板本体 7 の第 2 主面の側に、放熱材 1 1 が配置されている。

【 0 0 1 6 】

基板本体 7 は、絶縁性を有するものであればよく、たとえば、窒化シリコン (S i N) または窒化アルミニウム (A l N) 等のセラミック材料からなるものが好ましい。また、基板本体 7 として、たとえば、樹脂等の有機材料からなるものでもよい。基板本体 7 の材料としては、単一の材料である必要はなく、たとえば、混合生成物であってもよい。さらに、基板本体 7 は、多層構造であってもよい。

【 0 0 1 7 】

導電性回路パターン 9 a、9 b、9 c は、導電性材料から形成されていればよく、たとえば、銅 (C u) またはアルミニウム (A l) 等の金属材料が好ましい。導電性材料としては、単一の導電性材料である必要はなく、たとえば、合金から形成されていてもよい。また、導電性回路パターン 9 a、9 b、9 c は、多層構造であってもよい。

10

【 0 0 1 8 】

半導体素子 1 5 の裏面側が、接合材 1 3 によって導電性回路パターン 9 b に接合されている。半導体素子 1 5 の表面側の一の電極 (図示せず) が、導電ワイヤ 1 9 a によって導電性回路パターン 9 a に電氣的に接続されている。半導体素子 1 5 の他の電極 (図示せず) が、導電ワイヤ 1 9 b によって導電性回路パターン 9 c に電氣的に接続されている。導電性回路パターン 9 c に、接合層 1 7 によって端子 2 1 が接合されている。導電性回路パターン 9 a および導電性回路パターン 9 c のそれぞれの電位は、導電性回路パターン 9 b の電位とは異なっている。

20

【 0 0 1 9 】

接合材 1 3 は導電性材料であればよく、はんだ、焼結銀 (A g) または焼結銅 (C u) 等の金属材料が好ましい。導電性材料としては、単一の導電性材料である必要はなく、たとえば、合金であってもよい。また、接合材 1 3 は、多層構造であってもよい。

【 0 0 2 0 】

導電ワイヤ 1 9 a は、たとえば、信号入力用とされる。導電ワイヤ 1 9 b は、たとえば、電流経路とされる。導電ワイヤ 1 9 a と導電ワイヤ 1 9 b とは、たとえば、互いに異なる電位に接続される。電流経路の場合には、導電ワイヤ 1 9 b の替りに、たとえば、板状の電極を用いてもよい。板状の電極は、半導体素子 1 5 と導電性回路パターン 9 c とのそれぞれに、たとえば、はんだによって接合される。

30

【 0 0 2 1 】

放熱材 1 1 は、たとえば、はんだによって、ベース板 3 に接合されている。放熱材 1 1 およびベース板 3 としては、たとえば、同一部材から一体的に形成されたものであってもよい。放熱材 1 1 およびベース板 3 が、単一の部材から形成されている場合には、異なる部材から形成されている場合に比べて、放熱材 1 1 とベース板 3 との接合部分を介さずに放熱が行われることになる。このため、単一の部材から形成された放熱材 1 1 およびベース板 3 は、半導体素子 1 5 からベース板 3 の裏面までの熱抵抗を小さくすることができるため、より好ましい。

【 0 0 2 2 】

図 1、図 2、図 3、図 4 および図 5 に示すように、端子 2 1 では、一端側に接合体 2 3 と支持体 2 5 が設けられ、他端側に外部接続体 2 7 が設けられている。端子 2 1 は、たとえば、打ち抜き加工および折り曲げ加工によって形成されている。接合体 2 3 は、接合層 1 7 によって導電性回路パターン 9 c に接合されている。端子 2 1 は、電流を出力する経路であり、導電性材料が使用される。導電性材料として、銅 (C u) またはアルミニウム (A l) 等の金属材料が好ましい。導電性材料としては、単一の導電性材料である必要はなく、たとえば、合金から形成されていてもよい。また、端子 2 1 は多層構造であってもよい。

40

【 0 0 2 3 】

接合層 1 7 は、導電性材料であればよく、はんだ、焼結銀 (A g)、焼結銅 (C u) 等

50

の金属材料が好ましい。導電性材料としては、単一の導電性材料である必要はなく、たとえば、合金から形成されていてもよい。また、接合層 17 は多層構造であってもよい。

【0024】

接合層 17 の厚さは、薄いほど、端子 21 を通じて流れる電流の電流経路の電気抵抗が小さくなる利点がある。しかしながら、接合層 17 が、たとえば、はんだである場合には、接合層 17 (はんだ) が薄くなり過ぎると、薄くなり過ぎた狭小部では、はんだが濡れ広がりにくくなる。

【0025】

このため、接合が不十分となって、温度サイクルを伴う動作の際にクラックが進展することが想定される。接合層 17 において、クラックが進展すると、半導体装置の信頼性を低下させる要因となる。接合層 17 の厚さが、40 μm よりも薄くなると、接合が不十分になることが想定されることから、接合層 17 は 40 μm 以上の厚さを有していることが好ましい。

【0026】

一方、接合層 17 の厚さは厚いほど、クラックは発生しにくくなる。しかしながら、端子 21 を通じて流れる電流の電流経路の電気抵抗が大きくなってしまう。また、厚い接合層 17 を形成することが難しくなる。はんだとして、共晶はんだを用いた場合には、厚さが 2 mm を超えると、接合が不十分な箇所が発生する傾向が認められたことから、接合層 17 の厚さは、2 mm 以下であることが好ましい。

【0027】

接合層 17 の厚さは、接合体 23 の接合面 23 a と導電性回路パターン 9 c との距離に対応している。この厚さ(距離)は、接合面 23 a の全体にわたって一定であることが好ましい。支持体 25 は、導電性回路パターン 9 c に接するように配置されている。支持体 25 が導電性回路パターン 9 c に接している状態で、接合面 23 a と導電性回路パターン 9 c との距離 L (図 10 参照) が保持されることになる。すなわち、支持体 25 は、接合層 17 の厚さに対応する距離を一定の距離に保持する機能を有する。

【0028】

この半導体装置 1 では、支持体 25 は、接合層 17 とは距離を隔てて配置されている。また、支持体 25 は、導電性回路パターン 9 c の極近傍に配置されていてもよい。後述するように、支持体 25 は、放熱経路の一部としての機能も有する。

【0029】

支持体 25 を配置させる位置としては、一箇所に限られず、接合層 17 の厚さをより均一にするために、複数箇所設けることが好ましい。また、支持体 25 の位置は、導電性回路パターン 9 c または接合体 23 の位置によって、設定することが好ましい。なお、支持体 25 のバリエーションについては後述する。

【0030】

ベース板 3 には、半導体素子 15 等が搭載された絶縁基板 5 を取り囲むようにケース 31 が配置されている。ケース内 31 内には、絶縁基板 5 等を封止する絶縁封止材 33 が充填されている。ケース 31 は、絶縁性を有する材料から形成されていればよく、たとえば、PPS (Poly Phenylene Sulfide) 等の樹脂材料から形成されているものが好ましい。

【0031】

絶縁封止材 33 は、絶縁性を有する材料であればよく、たとえば、ゲルまたはエポキシ等の樹脂材料が好ましい。絶縁封止材 33 がゲルである場合には、絶縁封止材 33 が外側から見えないように、ケース 31 には蓋(図示せず)が装着されることがある。蓋としては、ケース 31 と同様に、絶縁性を有する材料から形成されていればよく、たとえば、PPS 等の樹脂材料から形成されているものが好ましい。実施の形態 1 に係る半導体装置 1 は、上記のように構成される。

【0032】

次に、上述した半導体装置 1 の製造方法の一例について説明する。図 6 に示すように、まず、絶縁性の基板本体 7、導電性回路パターン 9 a、9 b、9 c および放熱材 11 を含

10

20

30

40

50

む絶縁基板 5 を用意する。

【 0 0 3 3 】

次に、図 7 に示すように、接合材 1 3 によって半導体素子 1 5 を導電性回路パターン 9 b に接合する。導電性回路パターン 9 b に、接合材 1 3 となる、たとえば、はんだを配置する。そのはんだの上に、治具（図示せず）を用いて半導体素子 1 5 を配置する。その絶縁基板 5 をリフロー炉等の高温炉に投入し、高温炉内ではんだを熔融させる。熔融したはんだを接合材 1 3 として固化させることで、半導体素子 1 5 が、接合材 1 3 によって導電性回路パターン 9 b に接合される。

【 0 0 3 4 】

このとき、接合材 1 3 となる材料に応じて、導電性回路パターン 9 b の表面に、メッキ等によって膜を適宜形成してもよい。また、接合材 1 3 の材料として、銀（A g）焼結体または銅（C u）焼結体を用いる場合には、接合の際に、半導体素子 1 5 の表面に適宜圧力を加えて、接合を補助するようにしてもよい。

10

【 0 0 3 5 】

次に、図 8 に示すように、半導体素子 1 5 と導電性回路パターン 9 a とを、ワイヤボンディング装置（図示せず）を用いて、導電ワイヤ 1 9 a によって電氣的に接続する。半導体素子 1 5 と導電性回路パターン 9 c とを、導電ワイヤ 1 9 b によって電氣的に接続する。導電ワイヤ 1 9 a は、たとえば、半導体素子 1 5 のゲート電極またはセンス（いずれも図示せず）に接合される。導電ワイヤ 1 9 b は、半導体素子 1 5 の電流が出力される電極（図示せず）に接合される。電流が出力される電極に対しては、導電ワイヤ 1 9 b の他に、たとえば、フレームを接合してもよい。

20

【 0 0 3 6 】

次に、図 9 に示すように、半導体素子 1 5 が搭載された絶縁基板 5 をベース板 3 に接合する。ベース板 3 の上に、たとえば、はんだ等の接合材料（図示せず）を配置する。その接合材料の上に、たとえば、治具（図示せず）を用いて絶縁基板 5 を配置する。そのベース板 3 をリフロー炉等の高温炉に投入し、高温炉内ではんだを熔融させる。熔融したはんだを固化させることで、絶縁基板 5 がベース板 3 に接合される。

【 0 0 3 7 】

このとき、接合材料に応じて、ベース板 3 の表面に、メッキ等によって膜を適宜形成してもよい。なお、絶縁基板 5 にベース板 3 があらかじめ接合されている場合には、この工程は不要である。これは、たとえば、絶縁基板 5 の放熱材 1 1 とベース板 3 とが、高温高圧下のもとで金属接合によって直接接合されている場合等である。

30

【 0 0 3 8 】

次に、導電性回路パターン 9 a、9 b、9 c のそれぞれに対して、外部と電氣的に接続する工程が行われる。接続態様として、端子を用いて、端子と導電性回路パターンとを接合層によって接合する直接接合でもよい。また、端子と導電性回路パターンとをワイヤを介して接合する間接接合でもよい。

【 0 0 3 9 】

ここでは、特に、半導体素子 1 5 の出力電流を、直接接合によって端子から外部へ取り出す工程について説明する。端子 2 1 は、接合体 2 3、支持体 2 5 および外部接続体 2 7 を含む（図 1 0 参照）。

40

【 0 0 4 0 】

図 1 0 に示すように、導電性回路パターン 9 c に、たとえば、共晶はんだ等の接合層材料 1 6 を配置する。次に、導電性回路パターン 9 c に端子 2 1 を配置する。このとき、端子の接合体 2 3 と導電性回路パターン 9 c との間に接合層材料 1 6 が挟み込まれるように、端子 2 1 が配置される。

【 0 0 4 1 】

接合層材料 1 6 の厚さ、すなわち、接合体 2 3 と導電性回路パターン 9 c との間の距離 L は、接合面 2 3 a の全面にわたって、一定であることが好ましい。そのため、端子 2 1 には、接合体 2 3 と導電性回路パターン 9 c との間の距離 L を規定する支持体 2 5 が設け

50

られている。接合体 2 3 を導電性回路パターン 9 c に接合する際には、端子 2 1 を保持して固定する治具（図示せず）を用いることが好ましい。

【 0 0 4 2 】

また、接合体 2 3 と導電性回路パターン 9 c との間の距離 L を接合面 2 3 a 内においてより均一化するためには、複数の支持体を備えた端子を使用することが好ましい。端子のバリエーションについては後述する。

【 0 0 4 3 】

次に、端子 2 1 を固定した状態で、絶縁基板 5 等が、たとえば、窒素オーブン等の高温処理装置内に所望時間投入される。高温処理装置内で共晶はんだを融解させ、接合層 1 7 として再固体化させる。これにより、図 1 1 に示すように、端子 2 1 の接合体 2 3 が接合層 1 7 によって導電性回路パターン 9 c に接合される。なお、半導体素子 1 5 の裏面側が出力電流が出力される場合には、端子 2 1 の接合体 2 3 を、同様の手法により導電性回路パターン 9 b に接合させればよい。

10

【 0 0 4 4 】

次に、図 1 2 に示すように、ベース板 3 に、たとえば、シリコン樹脂等の接着剤を用いてケース 3 1 を接着する。このとき、ケース 3 1 とベース板 3 との接触面（接着面）の全面にシリコン樹脂を塗布し、後の工程においてケース 3 1 内に充填される絶縁封止材がケース 3 1 の外へ漏れ出ないようにしておく。その後、適宜、高温処理を行ってシリコン樹脂等の接着剤を硬化させて、ベース板 3 とケース 3 1 とを接合する。

【 0 0 4 5 】

次に、図 1 3 に示すように、絶縁封止のための絶縁封止材 3 3 を、ケース 3 1 内に充填する。たとえば、ゲルまたはエポキシ樹脂等の絶縁封止材 3 3 を、気泡が残らないように充填する。その後、適宜高温処理を行って絶縁封止材 3 3 を硬化させる。また、この後、必要に応じて、絶縁封止材 3 3 を覆う蓋（図示せず）を装着させてもよい。たとえば、PPS 等の蓋を、シリコン樹脂を用いてケース 3 1 に接着させてもよい。また、必要に応じて、端子 2 1 の外部接続体 2 7 を、外部との接続仕様にに応じて、たとえば、折り曲げるなどして、端子 2 1 の外部接続体 2 7 側の形状を変えてもよい。こうして、図 1 に示す半導体装置 1 が完成する。

20

【 0 0 4 6 】

上述した半導体装置 1 では、端子の接合体 2 3 を導電性回路パターン 9 c に接合する接合層 1 7 の厚さが一定の厚さに形成されていることで、半導体装置 1 の信頼性を向上させることができる。このことについて説明する。

30

【 0 0 4 7 】

接合層 1 7 の厚さは、薄いほど、端子 2 1 を通じて流れる電流の電流経路の電気抵抗が小さくなる利点がある。しかしながら、接合層 1 7 が、たとえば、はんだである場合には、接合層 1 7（はんだ）が薄くなり過ぎると、薄くなり過ぎた狭小部では、はんだが濡れ広がりにくくなる。

【 0 0 4 8 】

このため、接合が不十分となって、温度サイクルを伴う動作の際にクラックが進展することが想定される。接合層 1 7 において、クラックが進展すると、半導体装置の信頼性を低下させる要因となる。接合層 1 7 の厚さが、40 μm よりも薄くなると、接合が不十分になることが想定されることから、接合層 1 7 は 40 μm 以上の厚さを有していることが好ましい。

40

【 0 0 4 9 】

一方、接合層 1 7 の厚さは厚いほど、クラックは発生しにくくなる。しかしながら、端子 2 1 を通じて流れる電流の電流経路の電気抵抗が大きくなってしまう。また、厚い接合層 1 7 を形成することが難しくなる。はんだとして、共晶はんだを用いた場合には、厚さが 2 mm を超えると、接合が不十分な箇所が発生する傾向が認められたことから、接合層 1 7 の厚さは、2 mm 以下であることが好ましい。

【 0 0 5 0 】

50

端子 2 1 の支持体 2 5 は、導電性回路パターン 9 c の表面に接するように配置されることで、接合層 1 7 の厚さに対応する、接合体 2 3 と導電性回路パターン 9 c との距離を保持する機能を有する。接合層 1 7 の厚さが所望の厚さになることで、端子 2 1 (接合体 2 3) と導電性回路パターン 9 c との接合部分の信頼性が確保されて、半導体装置の長寿命化に貢献することができる。

【 0 0 5 1 】

また、上述した半導体装置 1 では、支持体 2 5 は放熱経路としての機能も果たす。図 1 4 に示すように、接合層 1 7 において発生した熱は、第 1 放熱経路 P 1 および第 2 放熱経路 P 2 に第 3 放熱経路 P 3 を加えた 3 つの経路を経て放熱されることになる。

【 0 0 5 2 】

第 1 放熱経路 P 1 は、接合層 1 7 から接合層 1 7 の直下に位置する導電性回路パターン 9 c の部分の流れ後、ベース板 3 へ流れる放熱経路である。第 2 放熱経路 P 2 は、接合層 1 7 から接合体 2 3 を流れた後、外部接続体 2 7 側へ流れる放熱経路である。

【 0 0 5 3 】

第 3 放熱経路 P 3 は、接合層 1 7 から接合体 2 3 を流れた後、支持体 2 5 を流れ、その支持体 2 5 から支持体 2 5 の直下に位置する導電性回路パターン 9 c の部分の流れ後、ベース板 3 へ流れる放熱経路である。支持体 2 5 は、第 3 放熱経路 P 3 の一部となって、接合層 1 7 の放熱に寄与することができる。

【 0 0 5 4 】

放熱経路として第 3 放熱経路 P 3 が加わることで、接合層 1 7 の温度を効果的に下げることができる。接合層 1 7 の温度が下がることで、接合層 1 7 等において発生する熱応力が緩和され、また、接合層 1 7 の周辺部分の変形を抑えることができる。その結果、半導体装置 1 の長寿命化に貢献することができる。

【 0 0 5 5 】

(端子のバリエーション)

半導体装置 1 に適用する端子 2 1 のバリエーションについて説明する。上述した半導体装置 1 では、図 2 ~ 図 5 に示す端子 2 1 を例に挙げて説明したが、これに限られるものではない。端子 2 1 としては、導電性回路パターン 9 c を含む絶縁基板 5 の配置態様等に対応するために、たとえば、図 1 5、図 1 6 および図 1 7 に示すように、接合体 2 3 に対して、図 2 ~ 図 5 に示す端子 2 1 の支持体 2 5 とは異なる位置に支持体 2 5 が取り付けられた端子 2 1 を適用してもよい。

【 0 0 5 6 】

また、支持体 2 5 の数としては一つに限られず、複数の支持体 2 5 を備えた端子 2 1 を適用してもよい。図 1 8、図 1 9 および図 2 0 に示すように、たとえば、支持体第 1 部としての支持体 2 5 a、2 5 b と、支持体第 2 部としての支持体 2 5 c との 3 つの支持体 2 5 を備えた端子 2 1 を適用してもよい。

【 0 0 5 7 】

この場合には、端子 2 1 を導電性回路パターン 9 c に接合させる際に、接合体 2 3 の接合面の全面にわたって、接合体 2 3 と導電性回路パターン 9 c (図 1 0 参照) との距離をより均一化させることができる。これにより、端子 2 1 (接合体 2 3) を導電性回路パターン 9 c に、接合面 2 3 a 内においてより均一な厚さの接合層 1 7 によって接合することができる。その結果、接合部分の信頼性がより向上し、半導体装置 1 の長寿命化に貢献することができる。また、端子 2 1 を導電性回路パターン 9 c に接合させる際に、端子 2 1 を保持する治具も必要がなくなり、生産性の向上に寄与することができる。

【 0 0 5 8 】

実施の形態 2 .

実施の形態 2 に係る半導体装置について説明する。図 2 1 に示すように、半導体装置 1 では、接合層 1 7 は、支持体 2 5 を取り囲む態様で、接合体 2 3 を導電性回路パターン 9 c に接合する領域から支持体 2 5 が位置する領域にわたり形成されている。なお、これ以外の構成については、図 1 等に示す半導体装置 1 の構成と同様なので、同一部材には同一

10

20

30

40

50

符号を付し、必要である場合を除きその説明を繰り返さないこととする。

【 0 0 5 9 】

支持体 2 5 は、接合体 2 3 が接合層 1 7 によって導電性回路パターン 9 c に接合されている部分から距離 D を隔てられた位置に配置されている。接合層 1 7 が支持体 2 5 を取り囲む態様で形成されている場合には、支持体 2 5 と導電性回路パターン 9 c との隙間に、はんだ（接合層 1 7 の一部）が流れ込むことが想定される。

【 0 0 6 0 】

支持体 2 5 と導電性回路パターン 9 c との隙間は、接合体 2 3 と導電性回路パターン 9 c との間の距離に比べて極めて狭い。また、この距離は、一般的なはんだによる接合層が形成される距離に比べてみても十分に狭い。

10

【 0 0 6 1 】

狭い隙間では、はんだは濡れ広がりにくい。このため、温度サイクルを伴う動作の際に隙間に流れ込んだはんだの部分からクラックが進展することが想定される。このため、距離 D は、クラックが進展する長さを考慮した距離に設定する必要がある。

【 0 0 6 2 】

一方、距離 D を長くし過ぎると、端子 2 1 の反りまたはケース 3 1 の寸法誤差等によって、所望の接合層 1 7 の厚さを確保することが難しくなる。このため、距離 D は 1 0 mm 以内に設定しておくことが好ましい。

【 0 0 6 3 】

上述した半導体装置 1 では、前述した半導体装置 1 と同様に、接合層 1 7 の厚さが所望の厚さになることで、端子 2 1（接合体 2 3）と導電性回路パターン 9 c との接合部分の信頼性が確保されて、半導体装置の長寿命化に貢献することができる。

20

【 0 0 6 4 】

また、接合層 1 7 において発生する熱の放熱経路として、第 1 放熱経路 P 1 および第 2 放熱経路 P 2 に第 3 放熱経路 P 3 が加わることで、接合層 1 7 の温度上昇が確実に抑えられて、半導体装置 1 の長寿命化に貢献することができる。

【 0 0 6 5 】

（変形例）

変形例に係る半導体装置について説明する。図 2 2 に示すように、端子 2 1 の支持体 2 5 は、接合層 1 7 とは距離を隔てて配置されている。支持体 2 5 は、接合層 1 7 とは異なる接合層 1 8 によって導電性回路パターン 9 c に接合されている。なお、これ以外の構成については、図 1 等に示す半導体装置 1 の構成と同様なので、同一部材には同一符号を付し、必要である場合を除きその説明を繰り返さないこととする。

30

【 0 0 6 6 】

接合層 1 8 の接合材料としては、接合層 1 7 の接合材料と同じ接合材料であってもよいし、異なる接合材料でもよい。製造工程の簡略化のためには、接合層 1 8 の接合材料は、接合層 1 7 の接合材料と同じ接合材料が好ましい。

【 0 0 6 7 】

支持体 2 5 には、接合層 1 8 が形成されている分、支持体と導電性回路パターン 9 c との接合面積が増えることになる。これにより、支持体 2 5 を経由してベース板 3 へより多くの熱を流すことができ、接合層 1 7 の放熱をより効果的に行うことができる。すなわち、第 3 放熱経路 P 3（図 1 4 参照）による放熱を促進させることができる。その結果、接合層 1 7 の温度上昇が確実に抑えられて、半導体装置 1 の長寿命化に貢献することができる。

40

【 0 0 6 8 】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 に係る半導体装置について説明する。図 2 3 に示すように、半導体装置 1 では、端子 2 1 は、あらかじめケース 3 1 に固定されている。端子 2 1 は、ケース 3 1 に埋め込まれる部分を含むようにケース 3 1 に取り付けられている。端子 2 1 は、接合体 2 3、支持体 2 5 および延在部 2 9 を含む。延在部 2 9 はケース 3 1 から接合体 2 3 へ向か

50

って延在する（延在方向 Y 2）。延在部 2 9 に少なくとも一つの支持体 2 5 が配置されている。なお、これ以外の構成については、図 1 等に示す半導体装置 1 の構成と同様なので、同一部材には同一符号を付し、必要である場合を除きその説明を繰り返さないこととする。

【0069】

上述した半導体装置 1 では、端子 2 1 が、あらかじめケース 3 1 に固定されている。このため、端子 2 1 の接合体 2 3 を導電性回路パターン 9 c に接合する際の熱処理では、ケース 3 1 の耐熱温度よりも低い温度の下で行う必要がある。図 2 4 に示すように、接合層 1 7 となる接合層材料 1 6 を溶解させる場合には、接合層材料 1 6 として、たとえば、ペーストはんだがある。接合層材料 1 6 を焼結させる場合には、接合層材料 1 6 として、たとえば、導電性ペースト材料がある。

10

【0070】

上述した半導体装置 1 では、前述した半導体装置 1 と同様に、支持体 2 5 によって接合層 1 7 の厚さが所望の厚さになることで、端子 2 1（接合体 2 3）と導電性回路パターン 9 c との接合部分の信頼性を確保することができ、半導体装置の長寿命化に貢献することができる。

【0071】

また、接合層 1 7 において発生する熱の放熱経路として、第 1 放熱経路 P 1 および第 2 放熱経路 P 2 に第 3 放熱経路 P 3 が加わることで、接合層 1 7 の温度上昇が確実に抑えられて、半導体装置 1 の長寿命化に貢献することができる。

20

【0072】

さらに、端子 2 1 があらかじめケース 3 1 に固定されていることによって、端子 2 1 では、延在方向 Y 2 と交差する方向の傾きが抑えられる。このため、端子 2 1 を導電性回路パターン 9 c に接合する際に端子 2 1 を固定する治具が不要になる。

【0073】

また、ケース 3 1 をベース板 3 に固定する工程では、接着剤を熱処理によって硬化させるため、この工程を、端子 2 1 を導電性回路パターン 9 c に接合する工程において行う熱処理と同時にすることも可能である。

【0074】

なお、上述した半導体装置 1 では、端子 2 1 に一つの支持体 2 5 が配置されている場合について説明した。支持体 2 5 の数としては一つに限られず、複数の支持体 2 5 を備えた端子 2 1 を適用してもよい。図 2 5、図 2 6 および図 2 7 に示すように、たとえば、延在方向 Y 2 に沿って、支持体第 1 部としての支持体 2 5 a と、支持体第 2 部としての支持体 2 5 b との 2 つの支持体 2 5 を備えた端子 2 1 を適用してもよい。

30

【0075】

延在方向 Y 2 と交差する方向の接合体 2 3 の傾きが抑えられていることで、延在方向 Y 2 の接合体 2 3 の傾きを抑えることで、接合体 2 3 の接合面 2 3 a の全面において、接合体 2 3 と導電性回路パターン 9 c との距離を一定にすることができる。これにより、端子 2 1（接合体 2 3）を導電性回路パターン 9 c に、所望の厚さの接合層 1 7 によって接合することができる。その結果、接合部分の信頼性がより向上し、半導体装置 1 の長寿命化に貢献することができる。

40

【0076】

また、上述した各実施の形態における半導体装置 1 では、放熱材 1 1 がベース板 3 に接合された態様について説明した。半導体装置 1 としては、ベース板 3 を備えず、放熱材 1 1 をベース板として機能させた態様の半導体装置でもよい。

【0077】

実施の形態 4 .

ここでは、上述した実施の形態 1 ~ 3 において説明した半導体装置を適用した電力変換装置について説明する。本開示は特定の電力変換装置に限定されるものではないが、以下、実施の形態 4 として、三相のインバータに本開示を適用した場合について説明する。

50

【 0 0 7 8 】

図 2 8 は、本実施の形態に係る電力変換装置を適用した電力変換システムの構成を示すブロック図である。図 2 8 に示す電力変換システムは、電源 1 0 0、電力変換装置 2 0 0、負荷 3 0 0 から構成される。電源 1 0 0 は、直流電源であり、電力変換装置 2 0 0 に直流電力を供給する。電源 1 0 0 は種々のもので構成することが可能であり、たとえば、直流系統、太陽電池、蓄電池により構成することができる。また、交流系統に接続された整流回路または A C / D C コンバータにより構成してもよい。また、電源 1 0 0 を、直流系統から出力される直流電力を所定の電力に変換する D C / D C コンバータによって構成してもよい。

【 0 0 7 9 】

電力変換装置 2 0 0 は、電源 1 0 0 と負荷 3 0 0 との間に接続された三相のインバータであり、電源 1 0 0 から供給された直流電力を交流電力に変換し、負荷 3 0 0 に交流電力を供給する。電力変換装置 2 0 0 は、図 2 8 に示すように、直流電力を交流電力に変換して出力する主変換回路 2 0 1 と、主変換回路 2 0 1 を制御する制御信号を主変換回路 2 0 1 に出力する制御回路 2 0 3 とを備えている。

【 0 0 8 0 】

負荷 3 0 0 は、電力変換装置 2 0 0 から供給された交流電力によって駆動される三相の電動機である。なお、負荷 3 0 0 は特定の用途に限られるものではなく、各種電気機器に搭載された電動機であり、たとえば、ハイブリッド自動車、電気自動車、鉄道車両、エレベーター、または、空調機器向けの電動機として用いられる。

【 0 0 8 1 】

以下、電力変換装置 2 0 0 の詳細について説明する。主変換回路 2 0 1 は、スイッチング素子と還流ダイオードを備えている（図示せず）。スイッチング素子がスイッチングすることによって、電源 1 0 0 から供給される直流電力が交流電力に変換されて、負荷 3 0 0 に供給される。主変換回路 2 0 1 の具体的な回路構成は種々のものがあるが、本実施の形態に係る主変換回路 2 0 1 は 2 レベルの三相フルブリッジ回路であり、6 つのスイッチング素子とそれぞれのスイッチング素子に逆並列された 6 つの還流ダイオードから構成することができる。

【 0 0 8 2 】

主変換回路 2 0 1 の各スイッチング素子および各還流ダイオードの少なくともいずれかは、上述した実施の形態 1 ~ 3 の少なくともいずれかに係る半導体装置 1 に相当する半導体装置 2 0 2 が有するスイッチング素子または還流ダイオードである。6 つのスイッチング素子は 2 つのスイッチング素子ごとに直列接続された上下アームを構成し、各上下アームはフルブリッジ回路の各相（U 相、V 相、W 相）を構成する。そして、各上下アームの出力端子、すなわち、主変換回路 2 0 1 の 3 つの出力端子は、負荷 3 0 0 に接続される。

【 0 0 8 3 】

また、主変換回路 2 0 1 は、各スイッチング素子を駆動する駆動回路（図示せず）を備えているが、駆動回路は半導体装置 2 0 2 に内蔵されていてもよいし、半導体装置 2 0 2 とは別に駆動回路を備える構成であってもよい。駆動回路は、主変換回路 2 0 1 のスイッチング素子を駆動する駆動信号を生成し、主変換回路 2 0 1 のスイッチング素子の制御電極に供給する。具体的には、後述する制御回路 2 0 3 からの制御信号に従い、スイッチング素子をオン状態にする駆動信号とスイッチング素子をオフ状態にする駆動信号とを各スイッチング素子の制御電極に出力する。スイッチング素子をオン状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以上の電圧信号（オン信号）であり、スイッチング素子をオフ状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以下の電圧信号（オフ信号）となる。

【 0 0 8 4 】

制御回路 2 0 3 は、負荷 3 0 0 に所望の電力が供給されるように、主変換回路 2 0 1 のスイッチング素子を制御する。具体的には、負荷 3 0 0 に供給すべき電力に基づいて主変換回路 2 0 1 の各スイッチング素子がオン状態となるべき時間（オン時間）を算出する。

10

20

30

40

50

たとえば、出力すべき電圧に応じてスイッチング素子のオン時間を変調するPWM制御によって主変換回路201を制御することができる。そして、各時点においてオン状態となるべきスイッチング素子にはオン信号を、オフ状態となるべきスイッチング素子にはオフ信号が出力されるよう、主変換回路201が備える駆動回路に制御指令（制御信号）を出力する。駆動回路は、この制御信号に従い、各スイッチング素子の制御電極にオン信号またはオフ信号を駆動信号として出力する。

【0085】

本実施の形態に係る電力変換装置では、主変換回路201を構成する半導体装置202として実施の形態1～3に係る半導体装置を適用するため、接合部の信頼性が向上し長寿命化を実現することができる。

10

【0086】

本実施の形態では、2レベルの三相インバータに本開示を適用する例について説明したが、本開示は、これに限られるものではなく、種々の電力変換装置に適用することができる。本実施の形態では、2レベルの電力変換装置としたが、3レベルまたはマルチレベルの電力変換装置であっても構わないし、単相負荷に電力を供給する場合には、単相のインバータに本開示を適用しても構わない。また、直流負荷等に電力を供給する場合にはDC/DCコンバータまたはAC/DCコンバータに本開示を適用することも可能である。

【0087】

また、本開示を適用した電力変換装置は、上述した負荷が電動機の場合に限定されるものではなく、たとえば、放電加工機、レーザー加工機、誘導加熱調理器または非接触給電システムの電源装置として用いることもでき、さらには、太陽光発電システムまたは蓄電システム等のパワーコンディショナーとして用いることも可能である。

20

【0088】

なお、各実施の形態において説明した半導体装置等については、必要に応じて種々組み合わせることが可能である。

【0089】

今回開示された実施の形態は例示であってこれに制限されるものではない。本発明は上記で説明した範囲ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

30

【0090】

本発明は、パワー半導体素子を搭載した半導体装置と、その半導体装置を適用した電力変換装置に有効に利用される。

【符号の説明】

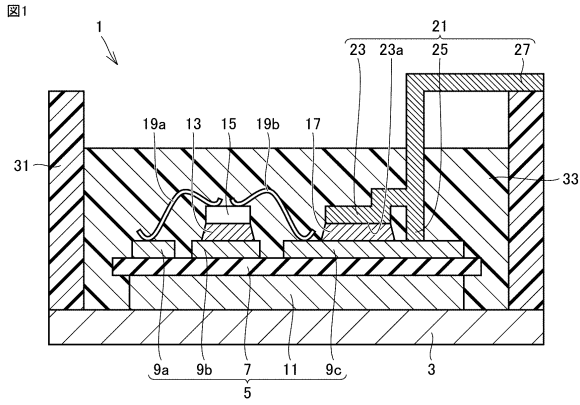
【0091】

1 半導体装置、3 ベース板、5 絶縁基板、7 基板本体、9a、9b、9c 導電性回路パターン、11 放熱材、13 接合材、15 半導体素子、16 接合層材料、17、18 接合層、19a、19b 導電ワイヤ、21 端子、23 接合体、23a 接合面、25、25a、25b、25c 支持体、27 外部接続体、29 延在部、31 ケース、33 絶縁封止材、P1、P2、P3 経路、100 電源、200 電力変換装置、201 主変換回路、202 半導体装置、203 制御回路、300 負荷。

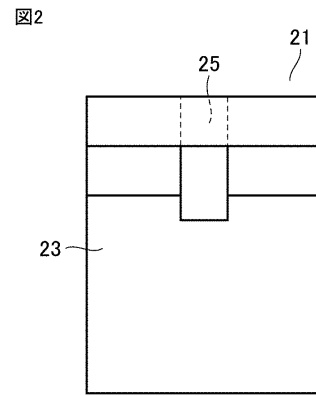
40

【図面】

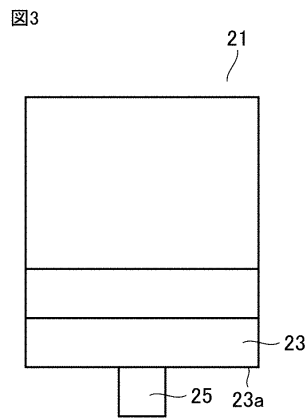
【図 1】



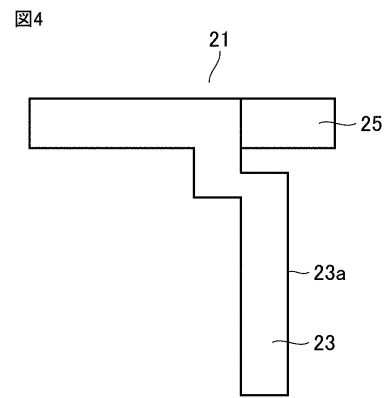
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

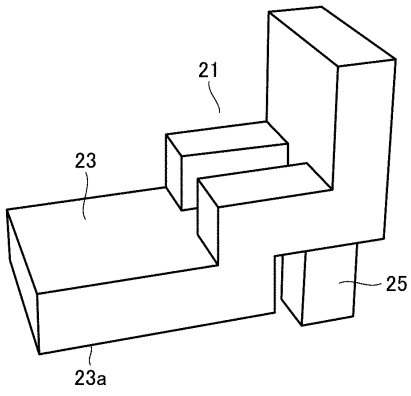
30

40

50

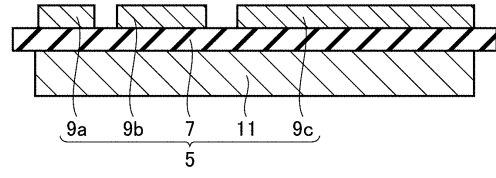
【図 5】

図5



【図 6】

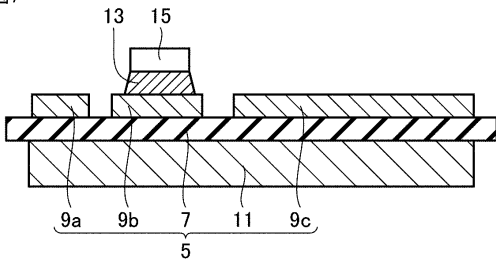
図6



10

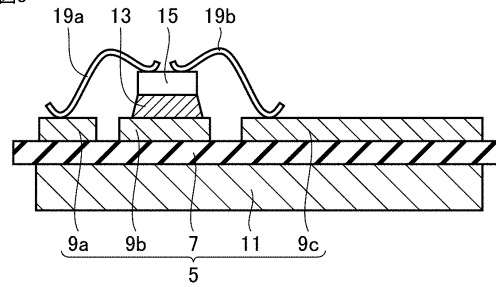
【図 7】

図7



【図 8】

図8



20

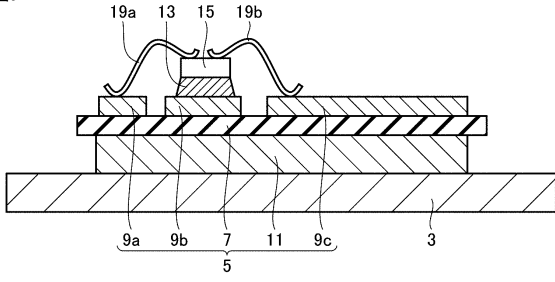
30

40

50

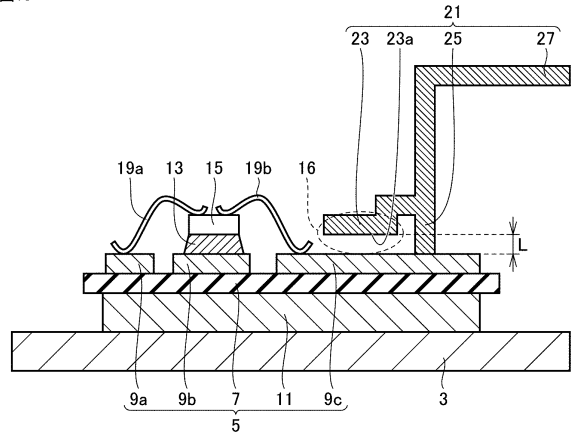
【 図 9 】

図9



【 図 1 0 】

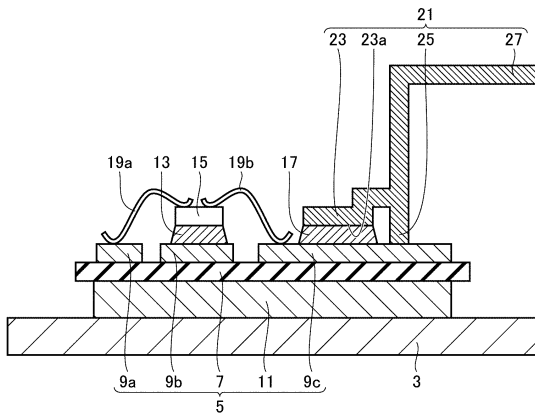
図10



10

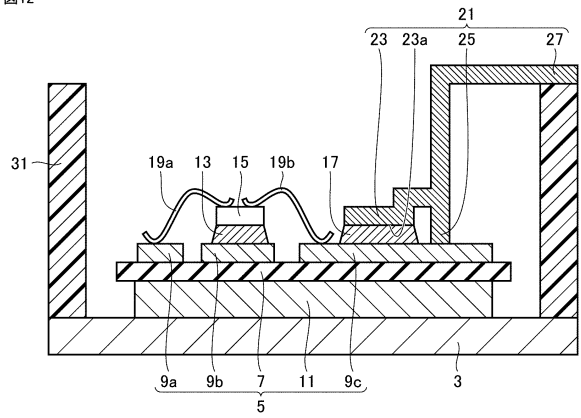
【 図 1 1 】

図11



【 図 1 2 】

図12



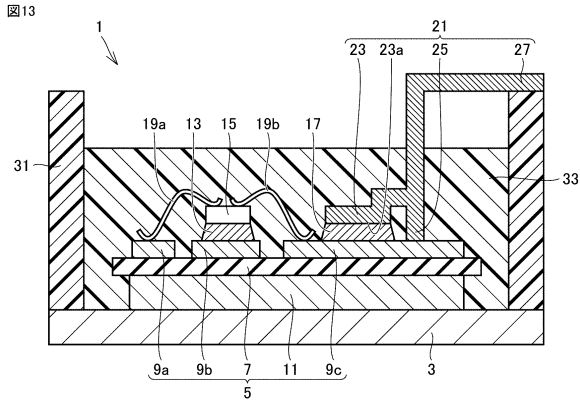
20

30

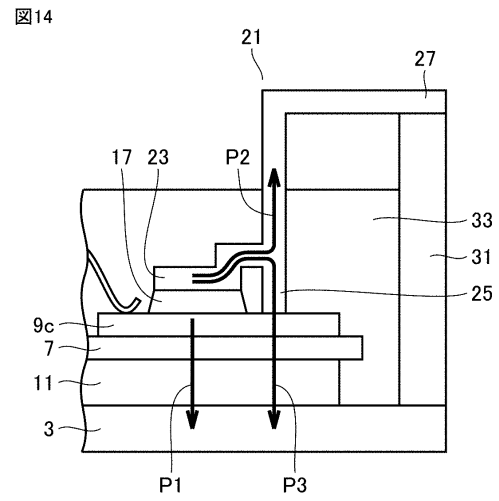
40

50

【 図 1 3 】

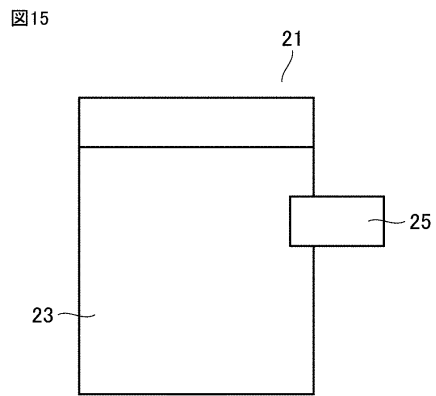


【 図 1 4 】

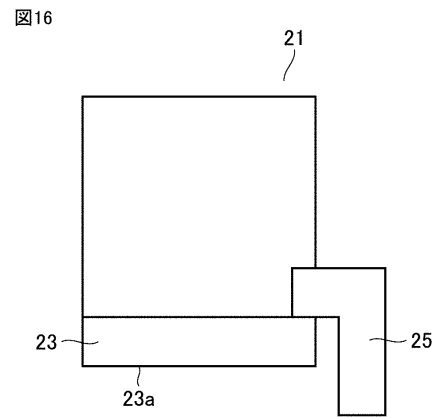


10

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



20

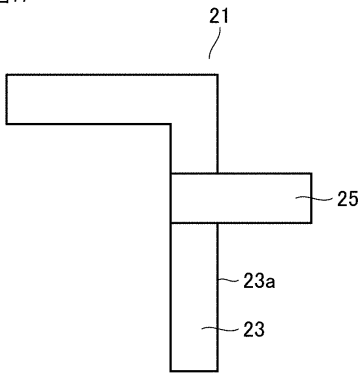
30

40

50

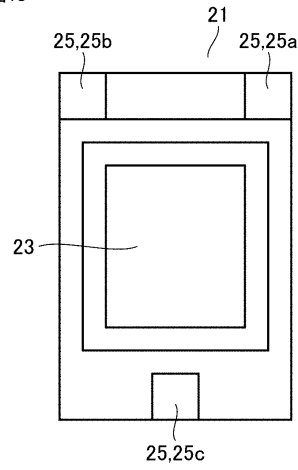
【 図 1 7 】

図17



【 図 1 8 】

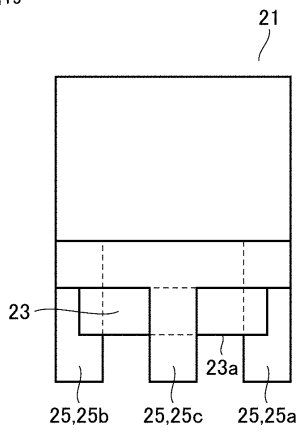
図18



10

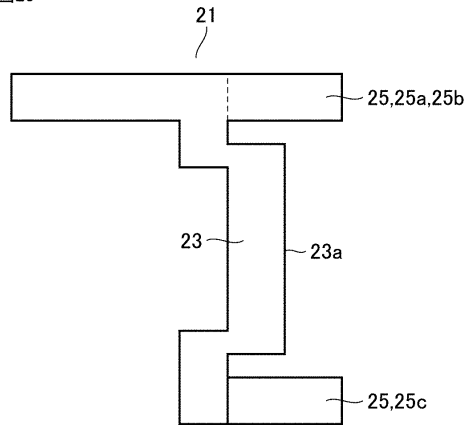
【 図 1 9 】

図19



【 図 2 0 】

図20



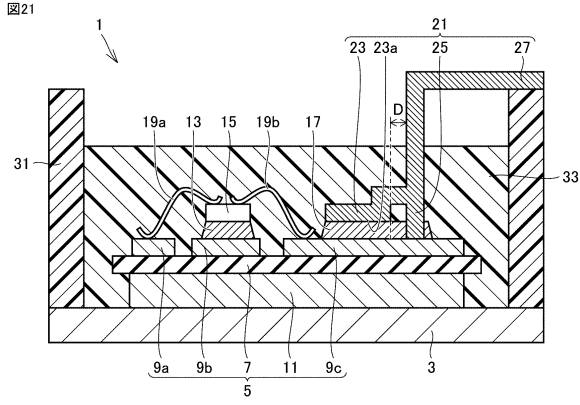
20

30

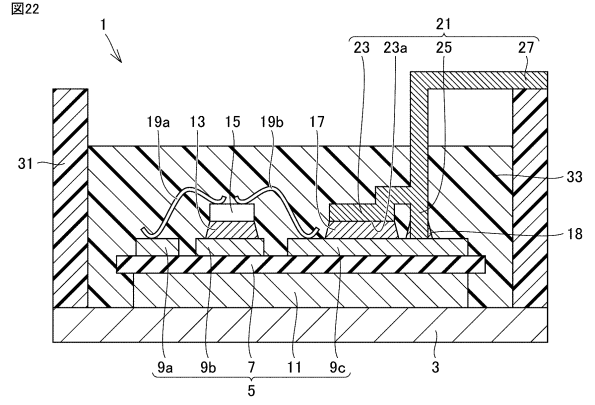
40

50

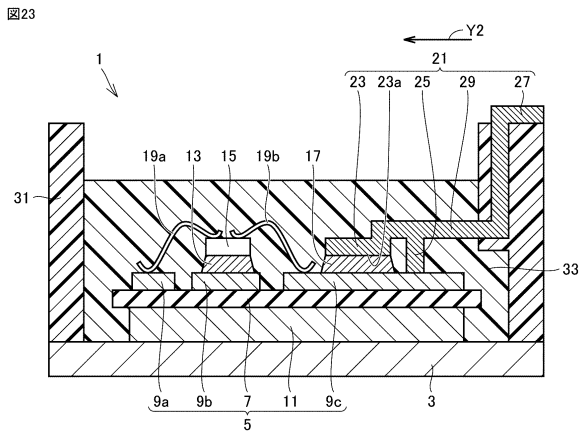
【図 2 1】



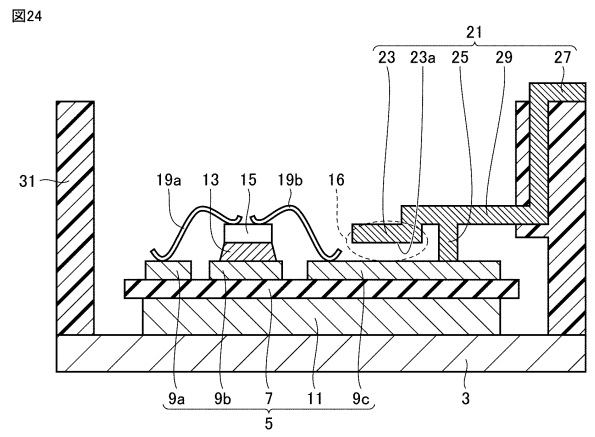
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



10

20

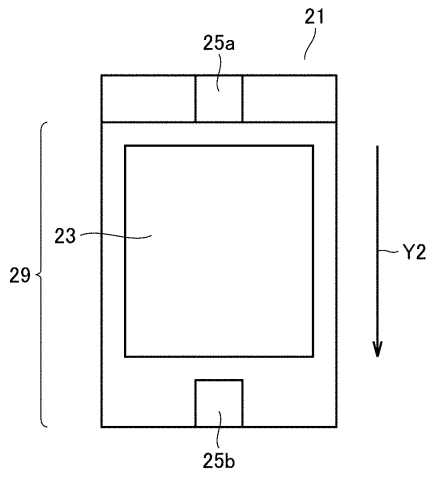
30

40

50

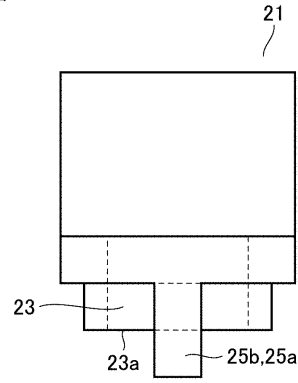
【 図 2 5 】

図25



【 図 2 6 】

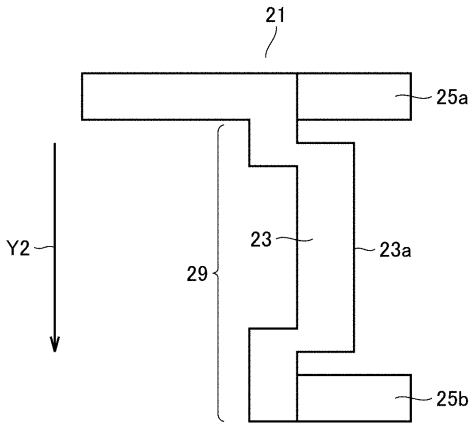
図26



10

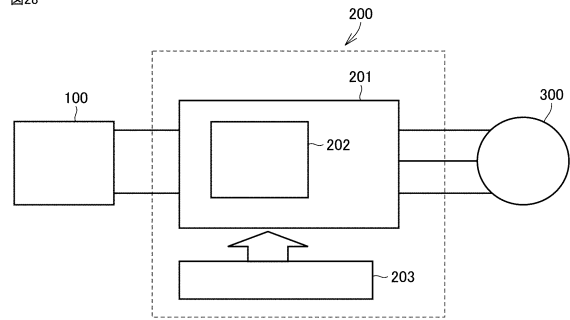
【 図 2 7 】

図27



【 図 2 8 】

図28



20

30

40

50

フロントページの続き

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 伊藤 悠策

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 豊島 洋介

(56)参考文献 特開2019-216214(JP,A)

特開2017-188528(JP,A)

特開2018-160618(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L21/447-21/449

H01L21/60-21/607

H01L23/12-23/15

H01L23/29

H01L23/34-23/36

H01L23/373-23/427

H01L23/44

H01L23/467-23/48

H01L25/00-25/07

H01L25/10-25/11

H01L25/16-25/18