

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4090410号
(P4090410)

(45) 発行日 平成20年5月28日 (2008. 5. 28)

(24) 登録日 平成20年3月7日 (2008. 3. 7)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/60 (2006. 01)

H O 1 L 21/60 3 2 1 E

H O 2 M 7/48 (2007. 01)

H O 2 M 7/48 Z

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-323399 (P2003-323399)
 (22) 出願日 平成15年9月16日 (2003. 9. 16)
 (65) 公開番号 特開2005-93607 (P2005-93607A)
 (43) 公開日 平成17年4月7日 (2005. 4. 7)
 審査請求日 平成18年1月23日 (2006. 1. 23)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
 (73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
 (74) 代理人 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100112715
 弁理士 松山 隆夫
 (74) 代理人 100112852
 弁理士 武藤 正

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】

半導体素子の同一面側に形成された第 1 および第 2 の電極と、
導電性の電極板の前記第 1 および第 2 の電極と接触する一面側に形成された、前記第 1 の電極と電氣的に接続するための第 1 の接続部と、
 前記電極板の前記一面側の前記第 1 の接続部を除く一部領域から前記一面側と対向する他面側に亘って前記電極板表面に形成される絶縁被膜および、前記一面側から前記他面側に亘って前記絶縁被膜の表面に形成されて前記電極板と絶縁された導電体と、
前記導電体のうちの前記一部領域の表面に形成された部分により構成された、前記第 2 の電極と電氣的に接続するための第 2 の接続部とを備える、半導体装置。

【請求項 2】

前記導電体は、導電膜で形成される、請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記第 2 の電極は、制御電極であり、

前記第 1 の電極は、前記制御電極への電氣的入力に応じた電流が生じる電極である、請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記電極板の前記一面側において、前記第 1 および前記第 2 の接続部の間に設けられた中間部位は、前記第 1 および第 2 の電極の配置面との距離が、前記第 1 および前記第 2 の接続部と前記配置面との距離よりも長く確保された形状を有する、請求項 1 記載の半導体

10

20

装置。

【請求項 5】

半導体素子の同一面側に形成された第 1 および第 2 の電極と、
導電性の電極板の前記第 1 の電極と接触する一面側に形成された、前記第 1 の電極と電氣的に接続するための接続部と、

前記電極板の前記一面側と対向する他面側において前記電極板の表面に形成される絶縁被膜および、前記絶縁被膜の表面に形成されて前記電極板と絶縁された導電体と、

前記導電体と前記第 2 の電極との間を電氣的に結合する結合部とを備える、半導体装置。

【請求項 6】

前記結合部は、ワイヤボンディングで構成される、請求項 5 記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記電極板は、一方の面にのみ、前記導電体および前記絶縁被膜が形成された平板状態で作製され、

前記電極板の端部を折り曲げることによって、前記電極板の前記一面側に位置するようになった部分に形成された前記導電体により前記第 2 の接続部が構成される、請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記第 2 の電極は制御電極であり、

前記第 1 の電極は、前記制御電極への電氣的入力に応じた電流が生じる電極であり、

前記導電体には、前記制御電極を駆動する電氣信号を生成する駆動回路と前記制御電極との間を電氣的に接続する信号線が設けられ、

前記駆動回路は、前記電極板の他面側に配置される、請求項 1 または 5 記載の半導体装置。

【請求項 9】

前記第 1 および第 2 の電極は、水平方向に沿って配列され、

前記電極板は、前記水平方向に沿って形成された第 1 の部分と、垂直方向に沿って形成された第 2 の部分とを含み、

前記第 2 の部分は、前記半導体素子以外の素子と電氣的に接続される、請求項 1 または 5 記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記導電体のうちの前記第 2 の部分の前記他面側に形成された領域および制御回路基板を電氣的に接続するための結合部をさらに備える、請求項 9 記載の半導体装置。

【請求項 11】

前記半導体装置は、電力変換器のスイッチング素子として用いられる、請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、半導体装置に関し、より特定的には、スイッチング電源装置などの電力変換器に適用されるパワー半導体モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

パワー半導体モジュールを構成する半導体装置の実装において、各電極に対する所望の電氣的コンタクトを実現するために「電極取出し構造」が必要となる。従来、このような半導体装置の電極取出し構造は、当該半導体装置の電極を、別に設けられた取出し用電極とワイヤボンディングで結合することによって実現されていた（たとえば特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開 2002 - 368192 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 232513 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献3】特開平10-93017号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、ワイヤボンディングによる電極取出し構造では、ワイヤごとの電流容量に制約があることから、半導体装置が比較的大電流を扱う電力変換器に適用される場合には必要なワイヤ本数が増大してしまい、半導体装置の配置スペースが増大するとともに、実装の作業性が低下する。

【0004】

また、半導体装置（トランジスタ）の制御電極に関しては、当該半導体装置の動作を制御する信号を入力する必要があるため、半導体装置外部への取出し構造を効率的に設けることが望まれる。

10

【0005】

この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、配置スペースの縮小および実装の作業性向上が実現される電極取出し構造を備えた半導体装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明による半導体装置は、第1および第2の電極と、導電性の電極板と、絶縁被膜と、導電体を備える。電極板は、第1の電極と電氣的に接続される部位を有する。絶縁被膜は、電極板の第1の電極との接続部位を除く部位の少なくとも一部の表面に形成される。導電体は、絶縁被膜の表面に形成され、絶縁被膜によって電極板と絶縁され、かつ、第2の電極と電氣的に接続される。

20

【0007】

好ましくは、導電体は、導電膜で形成される。

【0008】

また好ましくは、電極板において、絶縁被膜および導電体は、第1の電極との接続部位と反対面側のみでなく、接続部位と同一面側にも設けられ、第2の電極は、同一面側に設けられた導電体と電氣的に接続される。

【0009】

30

あるいは好ましくは、電極板において、第1の電極との接続部位と、導電体を介して第2の電極と接触する接触部位との間に設けられた中間部位は、第1および第2の電極の配置面との距離が、接続部位および接触部位と配置面との距離よりも長く確保された形状を有する。

【0010】

また好ましくは、電極板において、絶縁被膜および導電体は、第1の電極との接続部位と反対面側にのみ設けられ、半導体装置は、導電体と第2の電極との間を電氣的に結合する結合部をさらに備える。

【0011】

さらに好ましくは、結合部は、ワイヤボンディングで構成される。

40

【0012】

あるいは好ましくは、電極板は、第1の電極との接続部位と反対面側にのみ絶縁被膜および導電体が設けられた状態で作製され、第1および第2の電極は、第1の電極との接続部位と同一面側に配列され、電極板の端部を折り曲げることによって、同一面側に位置するようになった部分に形成された導電体が、第2の電極と電氣的に接続される。

【0013】

また好ましくは、第2の電極は制御電極であり、導電体上には、制御電極を駆動する電気信号を生成する駆動回路と制御電極との間を電氣的に接続する信号線が設けられる。

【0014】

あるいは好ましくは、第1および第2の電極は、水平方向に沿って配列され、電極板は

50

、水平方向に沿って形成された第１の部分と、垂直方向に沿って形成された第２の部分とを含み、第２の部分は、半導体装置以外の素子と電氣的に接続される。

【００１５】

さらに好ましくは、半導体装置は、結合部をさらに備え、結合部は、導電体のうちの第２の部分の表面に形成された領域と、制御回路基板とを電氣的に接続する。

【００１６】

特に、半導体装置は、電力変換器のスイッチング素子として用いられる。

【発明の効果】

【００１７】

したがって、この発明による半導体装置では、ボンディングワイヤを用いることなく電極板によって、第１の電極（たとえばエミッタ電極）への電氣的コンタクトを確保するので、半導体装置の配置スペースの縮小や接続の作業性向上を実現できる。さらに、電極板上に絶縁被膜を介して形成された導電体によって、第２の電極（たとえばゲート電極）への電氣的コンタクトについても一体的に確保できるので、電極取出し構造をさらに縮小して装置全体の小型化に寄与できる。

【００１８】

また、導電体を導電膜で形成することにより、電極取出し構造をさらに省スペース化できる。

【００１９】

特に、結合部をさらに設けることで、電極板の接続部位と反対面側にのみ絶縁被膜および導電体を形成する電極取出し構造とすることにより、電極板の形状を簡素化してその作成を容易にするとともに、絶縁被膜および導電体の形成作業についても簡易に行なうことができるので、製造コストの削減を図ることができる。

【００２０】

あるいは、電極板の端部を折り曲げることによって第２の電極との接触部位を確保する電極取出し構造とすることにより、電極板の形状を簡素化してその作成を容易にするとともに、絶縁被膜および導電体の形成作業についても簡易に行なうことができるので、製造コストの削減を図ることができる。

【００２１】

また、制御電極の駆動回路と制御電極との間を電氣的に接続する信号線を導電体上に設けることにより、中継用の信号端子群を設けることなく、制御電極の駆動信号を伝達することができる。

【００２２】

あるいは、電極板に垂直部分を設けることにより、第１の電極（たとえばエミッタ電極）を半導体装置外と容易に接続することができる。

【００２３】

さらに、導電体のうちの垂直部分の表面に形成された領域を制御回路基板と電氣的に接続する結合部をさらに設けることにより、半導体装置ととその外部との間で授受される信号群を効率的に伝達することができる。

【００２４】

特に、この発明による半導体装置の電極取出し構造は、電力変換器のスイッチング素子に適している。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２５】

以下において、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【００２６】

〔実施の形態１〕

図１は、この発明による半導体装置が適用される電力変換器の構成例を示す図である。

【００２７】

図 1 を参照して、電力変換器 10 は、制御装置 40 からの指示に従って、バッテリー 20 から供給される直流電圧を交流電圧に変換して、負荷である交流モータ 30 を駆動制御する。図 1 の例では、交流モータ 30 は、三相モータである。

【0028】

バッテリー 20 は、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池や燃料電池等で構成される。バッテリー 20 の正極側は電源ライン 11 と接続され、負極側はアースライン 12 と接続されて接地される。

【0029】

電力変換器 10 は、平滑コンデンサ 14 と、3 相インバータを構成するスイッチング素子 Q1 ~ Q6 と、スイッチング制御回路 15 と、電流検出部 16 と、スイッチング素子 Q1 ~ Q6 にそれぞれ対応して設けられるゲート駆動回路 GD1 ~ GD6 とを含む。スイッチング素子 Q1 ~ Q6 には、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) に代表されるパワー半導体素子が適用される。スイッチング素子 Q1 ~ Q6 の各々は、この発明による半導体装置に相当し、以下に説明する電極取出し構造を備えている。

【0030】

スイッチング素子 Q1 は電源ライン 11 およびノード 17U の間に接続され、スイッチング素子 Q2 はノード 17U およびアースライン 12 の間に接続される。直列接続されたスイッチング素子 Q1, Q2 は、U 相アームを構成する。

【0031】

スイッチング素子 Q3 は電源ライン 11 およびノード 17V の間に接続され、スイッチング素子 Q4 はノード 17V およびアースライン 12 の間に接続される。直列接続されたスイッチング素子 Q3, Q4 は、V 相アームを構成する。

【0032】

スイッチング素子 Q5 は電源ライン 11 およびノード 17W の間に接続され、スイッチング素子 Q6 はノード 17W およびアースライン 12 の間に接続される。直列接続されたスイッチング素子 Q5, Q6 は、W 相アームを構成する。

【0033】

さらに、各スイッチング素子 Q1 ~ Q6 のコレクタ - エミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すためのダイオード D1 ~ D6 がそれぞれ接続されている。

【0034】

なお、以下においては、スイッチング素子 Q1 ~ Q6 のうち、電源ライン 11 と接続されるスイッチング素子 Q1, Q3, Q5 を「上側アーム素子 QU」とも総称し、アースライン 12 と接続されるスイッチング素子 Q2, Q4, Q6 を「下側アーム素子 QD」とも総称する。

【0035】

電流検出部 16 は、ノード 17U, 17V, 17W の通過電流、すなわち相電流 i_u , i_v , i_w を検出する。ノード 17U, 17V, 17W は、交流モータ 30 の各相コイル (図示せず) と電気的に接続される。

【0036】

制御装置 40 は、電力変換器 10 の外からのモータ指令値および電流検出部 16 によって検出された相電流 i_u , i_v , i_w 等に基づいて、スイッチング素子 Q1 ~ Q6 のオン・オフタイミングを指示する制御信号を生成する。

【0037】

スイッチング制御回路 15 は、制御装置 40 からの制御信号に応じて、スイッチング素子 Q1 ~ Q6 をオン・オフさせるためのゲート信号 S1 ~ S6 を生成する。ゲート駆動回路 GD1 ~ GD6 は、スイッチング制御回路 15 からのゲート信号 S1 ~ S6 にそれぞれ応答して、スイッチング素子 Q1 ~ Q6 のゲートを駆動する。ゲート駆動回路 GD1 ~ GD6 としては、一般的な集積回路 (IC) が用いられる。

【0038】

これにより、スイッチング素子 Q1 ~ Q6 のスイッチング制御によって生成された交流

10

20

30

40

50

電圧が交流モータ 30 へ印加され、交流モータ 30 は、モータ指令値に従って、トルク指令値 T_{ref} によって指定されたトルクを発生するように駆動される。

【0039】

以下に、この発明に従う半導体装置における電極取出し構造について説明するが、まず、比較のために、図 1 に示したスイッチング素子 Q1 ~ Q6 に対する電極取出し構造をワイヤボンディングで実現した比較例を、図 2 から図 4 を用いて説明する。

【0040】

図 2 には、図 1 に示した三相インバータ部分の比較例に従う各相の平面レイアウトが示される。

【0041】

図 2 を参照して、上側アーム素子 QU のコレクタ電極（図示せず）は、導体 75 と電氣的に接続される。導体 75 は、電源ライン 11 と電氣的に接続される正極導体 51 と、ワイヤ 200 によってワイヤボンディングで結合される。同様に、上側アーム素子 QU のエミッタ電極（図示せず）は、ワイヤ 201 によって、導体 70 とワイヤボンディングで結合される。

【0042】

上側アーム素子 QU のベース電極（図示せず）は、ワイヤ 202 によって、信号端子群 65 のうちのゲート信号端子とワイヤボンディングで結合される。信号端子群 65 には、ゲート信号端子の他に、温度検出用端子や電流検出用端子が含まれる。これらの温度検出用端子や電流検出用端子についても、上側アーム素子 QU の所定端子（図示せず）と、ワイヤ 202 によってワイヤボンディングで結合される。

【0043】

導体 70 は、ノード 17（図 1 におけるノード 17U, 17V, 17W を総括的に示したもの）と電氣的に接続される出力導体 53 と、ワイヤ 203 によってワイヤボンディングで結合される。

【0044】

下側アーム素子 QD のコレクタ電極（図示せず）は、導体 70 と接続され、エミッタ電極（図示せず）は、アースライン 12 と電氣的に接続される負極導体 52 と、ワイヤ 204 によってワイヤボンディングで結合される。

【0045】

下側アーム素子 QD のベース電極（図示せず）および所定端子は、ゲート信号端子、温度検出用端子および電流検出用端子を含む信号端子群 66 と、ワイヤ 205 によってワイヤボンディングで結合される。

【0046】

図 3 には、図 2 における P - Q 断面図が示される。

【0047】

図 3 を参照して、正極導体 51 は、絶縁部材 61 によってケース 60 と絶縁される。正極導体 51 は、折り曲げられた板状形状を有し、導体 75 とワイヤ 200 によって結合される部位と、電源ライン 11 と電氣的に接続するために上部に取出された部位とを含む。

【0048】

同様に、負極導体 52 は、絶縁部材 62 によってケース 60 と絶縁される。負極導体 52 は、正極導体 51 と同様の形状を有し、ワイヤ 204 によってワイヤボンディングされる部位と、アースライン 12 と電氣的に接続するために上部に取出された部位とを含む。図示しないが、出力導体 53 も、正極導体 51 および負極導体 52 と同様の形状を有し、ワイヤボンディングされる部位と、上部へ取出された部位とを含む。

【0049】

このようにして、ケース 60 上に配置された各スイッチング素子に対する電極取出し構造がワイヤボンディングによって実現される。

【0050】

図 4 には、図 1 に示した三相インバータ部分の全体の平面レイアウトが示される。すな

10

20

30

40

50

わち、図 4 に示されたレイアウトは、図 2 に示した各相の平面レイアウトを三相分並列配置したものである。

【 0 0 5 1 】

図 4 を参照して、U 相においては、上側アーム素子であるスイッチング素子 Q 1 および下側アーム素子であるスイッチング素子 Q 2 に対して、正極導体 5 1 U、負極導体 5 2 U および出力導体 5 3 U が設けられ、さらに、ワイヤ 2 0 0 U ~ 2 0 5 U によるワイヤボンディングによって、図 1 に示した接続関係が実現される。

【 0 0 5 2 】

同様に、V 相においては、上側アーム素子であるスイッチング素子 Q 3 および下側アーム素子であるスイッチング素子 Q 4 に対して、正極導体 5 1 V、負極導体 5 2 V および出力導体 5 3 V が設けられ、W 相においては、上側アーム素子であるスイッチング素子 Q 5 および下側アーム素子であるスイッチング素子 Q 6 に対して、正極導体 5 1 W、負極導体 5 2 W および出力導体 5 3 W が設けられる。さらに、ワイヤ 2 0 0 V ~ 2 0 5 V , 2 0 0 W ~ 2 0 5 W によるワイヤボンディングによって、図 1 に示した接続関係が実現される。

【 0 0 5 3 】

このように、ワイヤボンディングによる電極取出し構造では、比較的電流容量の大きい三相インバータに適用した場合に、ワイヤ本数が増大して、スイッチング素子（半導体装置）の配置スペースが増大するとともに、接続の作業性が低下する。

【 0 0 5 4 】

図 5 は、この発明の実施の形態 1 による半導体装置の電極取出し構造の平面レイアウトを説明する図である。

【 0 0 5 5 】

図 5 を参照して、実施の形態 1 では、上側アーム素子 Q U および下側アーム素子 Q D に対応して、ボンディングワイヤに代えて、板状の取出し用電極板 1 0 0 および 1 0 0 がそれぞれ設けられる。電極板 1 0 0 および 1 0 0 の表面には、配線群 9 5 のパターンが予め形成された導電膜 9 0 および 9 0 がそれぞれ形成される。

【 0 0 5 6 】

図 2 とは配置方向を左右逆転させて表記しているが、正極導体 5 1、負極導体 5 2 および出力導体 5 3 が、ケース 6 0 の外部との間での電氣的コンタクトを得るために設けられる。また、下側アーム素子 Q D および上側アーム素子 Q U のコレクタ電極（図示せず）は、導体 7 0 および 7 5 とそれぞれ接続される。

【 0 0 5 7 】

導体 7 0 は、ボンディングワイヤを介することなく、出力導体 5 3 とはんだ付け等により電氣的に接続される。同様に、導体 7 5 は、ボンディングワイヤを介することなく、正極導体 5 1 とはんだ付け等により電氣的に接続される。

【 0 0 5 8 】

次に、電極板 1 0 0 について、図 5 における A - B 断面図である図 6 を用いて詳細に説明する。

【 0 0 5 9 】

図 6 を参照して、電力変換器 1 0 を格納するためのケース 6 0 は、伝熱性の高いアルミ等で構成される。ケース 6 0 には、水等の冷却媒体が通過する冷却路 6 0 が少なくとも 1 つ形成されている。

【 0 0 6 0 】

ケース 6 0 の上面には高熱伝導性の絶縁樹脂層 7 1 が設けられ、絶縁樹脂層 7 1 上に、導電性物質（代表的には、金属）により導体 7 5 が形成される。上側アーム素子 Q U のコレクタ電極（図示せず）は、はんだ付け等により導体 7 5 と接続される。図 5 に示されるように、導体 7 5 が正極導体 5 1 と電氣的に接続されているので、上側アーム素子 Q U のコレクタ電極は、電源ライン 1 1 と電氣的に接続される。

【 0 0 6 1 】

電極板 1 0 0 は、折り曲げられた形状を有し、水平方向に形成される水平部分 1 0 1 と

10

20

30

40

50

、垂直方向に形成される垂直部分 1 0 2 とを有する。

【 0 0 6 2 】

上側アーム素子 Q U のエミッタ電極 Q e およびゲート電極 Q g は、水平部分 1 0 1 の下面側に位置する。水平部分 1 0 1 の下面側のうちの接続部位 1 0 3 において、電極板 1 0 0 は、エミッタ電極 Q e とはんだ付け等により電氣的に接続される。

【 0 0 6 3 】

一方、電極板 1 0 0 のうちの接続部位 1 0 3 を除く部位の少なくとも一部の表面には、絶縁被膜 8 0 が形成される。実施の形態 1 では、水平部分 1 0 1 および垂直部分 1 0 2 の上面側、ならびに、水平部分 1 0 1 の下面側のうちのゲート電極 Q g と接する接触部位 1 0 4 の表面には、絶縁被膜 8 0 が形成される。

10

【 0 0 6 4 】

絶縁被膜 8 0 の表面には、さらに導電性物質による導電膜 9 0 が形成される。

【 0 0 6 5 】

なお、導電膜 9 0 の表面には、図 2 における信号端子群 5 5 , 5 6 との間で入出力されるべき、ゲート信号 S 1 ~ S 6 、温度検出信号や電流検出信号を伝達するための配線群 9 5 を構成する配線パターンが予め設けられている。導電膜 9 0 としては、たとえば、上面に当該配線パターンが形成された銅箔を用いることができる。

【 0 0 6 6 】

接触部位 1 4 0 の表面に形成された導電膜 9 0 は、はんだ付け等によりゲート電極 Q g と電氣的に接続される。

20

【 0 0 6 7 】

さらに、垂直部分 1 0 2 の上面側において、導電膜 9 0 上にゲート駆動回路 G D (図 1 に示したゲート駆動回路 G D 1 ~ G D 6 を総称するもの) が配置される。ゲート駆動回路 G D は、導電膜 9 0 上に予め形成された配線群 9 5 を介して、ゲート電極 Q g との間で電氣的にコンタクト可能である。

【 0 0 6 8 】

このように、図 2 ~ 図 4 に示した比較例のように中継用の信号端子群 6 5 , 6 6 を設けることなく、ゲート信号 S 1 ~ S 6 、温度検出信号や電流検出信号をスイッチング素子の外部との間で授受可能である。

【 0 0 6 9 】

30

さらに、水平部分 1 0 1 のうちのエミッタ電極 Q e およびゲート電極 Q g と接続されない部位 1 0 5 , 1 0 6 は、エミッタ電極 Q e およびゲート電極 Q g の配置面との距離が、接続部位 1 0 3 および接触部位 1 0 4 と当該配置面との距離よりも長くなるような形状を有する。

【 0 0 7 0 】

たとえば、部位 1 0 5 , 1 0 6 は、水平部分 1 0 1 を凸状に折り曲げ加工することで設けられる。これにより、電極と接続されない個所について絶縁性を向上できる。また、スイッチング素子の電極接続時における作業性を向上できる。

【 0 0 7 1 】

電極板 1 0 0 を上記のような形状に加工した状態で、導電膜 9 0 が設けられる領域の表面に絶縁材料を静電塗装によって噴き付けることで、絶縁被膜 8 0 を形成できる。さらに、絶縁被膜 8 0 が完全に乾燥する前に、導電膜 9 0 を形成する銅箔を貼り付け、さらに、はんだ付けを行なう個所に合わせてはんだ箔を重ねてリフローさせることにより、電極板 1 0 0 の作製および接続作業を行なうことができる。

40

【 0 0 7 2 】

上側アーム素子 Q U のエミッタ電極 Q e は、電極板 1 0 0 の垂直部分 1 0 2 によって取出され、他の部位と電氣的に接続可能となる。これにより、エミッタ電極 Q e を、スイッチング素子 (半導体装置) 外と容易に接続することができる。また、出力導体 5 3 を設けることなく、垂直部分 1 0 2 をさらに延在させて、ケース 6 0 外の回路部分と直接接続する構成とすることもできる。

50

【 0 0 7 3 】

なお、図示しないが、上側アーム素子Q Uの垂直部分1 0 2は、図5に示した導体7 0ともボンディングワイヤを介することなく電氣的に接続されている。

【 0 0 7 4 】

下側アーム素子Q Dに対応する電極板1 0 0 も、図6に示した電極板1 0 0と同様の構造を有する。なお、下側アーム素子Q Dでは、エミッタ電極（図示せず）は導体7 0とはんだ付け等によって電氣的に接続され、コレクタ電極（図示せず）は、アースライン1 2とはんだ付け等によって電氣的に接続される。

【 0 0 7 5 】

したがって、下側アーム素子Q Dに対応する電極板1 0 0 では、図6の構造における導体7 5が導体7 0に置き換えられる。さらに、垂直部分1 0 2は、図5に示した負極導体5 2とボンディングワイヤを介することなくはんだ付け等により電氣的に接続される。一方、ゲート電極の取出し構造は、図5に示したのと同様である。

10

【 0 0 7 6 】

このように、実施の形態1による電極取出し構造では、ボンディングワイヤを用いることなく、取出し用の電極板1 0 0 , 1 0 0 によって、スイッチング素子Q 1 ~ Q 6の電極（エミッタ電極）への電氣的コンタクトを確保するので、比較的電流容量の大きい三相インバータに適用した場合にも、スイッチング素子（半導体装置）の配置スペースの増大や接続の作業性の低下を回避できる。

【 0 0 7 7 】

20

さらに、取出し用電極板1 0 0 , 1 0 0 上に積層された導電膜によって、スイッチング素子Q 1 ~ Q 6のゲート電極（制御電極）への電氣的コンタクトを確保するので、電極取出し構造のスペースを縮小して装置全体の小型化に寄与できる。

【 0 0 7 8 】

特に、導電膜9 0に配線パターン9 5を形成することによって、ゲート電極（制御電極）や所定信号の出力端子への電氣的コンタクトを効率的に設けることができる。

【 0 0 7 9 】

[実施の形態 2]

図7は、この発明の実施の形態2による半導体装置の電極取出し構造を説明する図である。

30

【 0 0 8 0 】

図7を参照して、実施の形態2による電極板2 0 0は、図6に示した電極板1 0 0と比較して、水平部分1 0 1において、接続部位1 0 3よりも先の部位、すなわち、ゲート電極Q gとの接触部位1 0 4および中間部位1 0 5が省略される点異なる。したがって、電極板2 0 0は、実施の形態1による電極板1 0 0よりも単純な形状を有する。

【 0 0 8 1 】

電極板2 0 0において、絶縁被膜8 0および導電膜9 0は、エミッタ電極Q eとの接続部位1 0 3と反対面側、すなわち、水平部分1 0 1および垂直部分1 0 2の上面側のみに設けられる。これにより、電極板2 0 0では、絶縁被膜8 0および導電膜9 0の形成作業についても、実施の形態1による電極板1 0 0と比較して簡易に行なえる。

40

【 0 0 8 2 】

さらに、導電膜9 0およびゲート電極Q gを電氣的に接続するための結合部2 1 0が設けられる。結合部2 1 0は、たとえばボンディングワイヤで構成され、ゲート信号S 1 ~ S 6を伝達する。より具体的には、結合部2 1 0は、導電膜9 0上に形成された配線群9 5のうちのゲート信号配線をゲート電極Q gと接続する必要がある。なお、I G B Tのゲートは、電圧駆動されるので、結合部2 1 0を流れる電流は小さく、大容量の三相インバータにおいても、結合部2 1 0として多数のワイヤを設ける必要はない。

【 0 0 8 3 】

電極板2 0 0の形状変更および結合部2 1 0の追加を除けば、実施の形態2による電極取出し構造は、実施の形態1と同様である。したがって、実施の形態2による電極取出し

50

構造は、実施の形態 1 による電極取出し構造と同様の効果を、電極板の形状を簡素化して得ることができる。これにより、電極板を容易に作製できるので、製造コストの削減を図ることができる。

【 0 0 8 4 】

[実施の形態 3]

図 8 は、この発明の実施の形態 3 による半導体装置の電極取出し構造を説明する第 2 の図である。

【 0 0 8 5 】

図 8 を参照して、実施の形態 3 による電極板 3 0 0 は、図 6 に示した電極板 1 0 0 と比較して、水平部分 1 0 1 について、中間部分 1 0 5 以降が一様な形状で作成された後、端部 1 0 7 を折り曲げることによって、ゲート電極 Q g と接する接触部位 1 0 4 が形成される点が異なる。すなわち、電極板 3 0 0 は、実施の形態 1 による電極板 1 0 0 よりも単純な形状を有する。

10

【 0 0 8 6 】

したがって、端部 1 0 7 の折り曲げ前の状態で、絶縁被膜 8 0 および導電膜 9 0 は、エミッタ電極 Q e との接続部位 1 0 3 と反対面側、すなわち、水平部分 1 0 1 および垂直部分 1 0 2 の上面側のみに設けられる。これにより、電極板 3 0 0 では、絶縁被膜 8 0 および導電膜 9 0 の形成作業について、実施の形態 1 による電極板 1 0 0 よりも簡易に行なうことができる。

【 0 0 8 7 】

20

電極板 3 0 0 の形状を除けば、実施の形態 3 による電極取出し構造は、実施の形態 1 と同様である。したがって、実施の形態 3 による電極取出し構造は、実施の形態 1 による電極取出し構造と同様の効果を得るとともに、電極板を容易に作製できるので、製造コストの削減を図ることができる。

【 0 0 8 8 】

また、垂直部分 1 0 2 の表面に形成される導電膜 9 0 と制御回路基板 1 1 0 との間を電氣的に接続するための結合部 9 1 をさらに設けることにより、スイッチング素子からの信号をより簡易に取出すことが可能となる。制御回路基板 1 1 0 には、たとえば、図 1 に示したスイッチング制御回路 1 5 や制御装置 4 0 の回路素子が配置される。

【 0 0 8 9 】

30

このような構成とすれば、スイッチング素子とその外部との間で授受される、ゲート信号 S 1 ~ S 6、温度検出用信号および電流検出用信号等を、スイッチング制御回路 1 5 や制御装置 4 0 に対して効率的に伝達することができる。なお、制御回路基板 1 1 0 および結合部 9 1 については、実施の形態 1 および 2 による電極取出し構造においても、同様に配置することが可能である。

【 0 0 9 0 】

なお、本発明の実施の形態においては、三相モータを負荷として、直流 - 交流変換を行なうインバータに用いられるスイッチング素子を半導体装置の代表例として示したが、本願発明の適用はこのような場合に限定されるものではない。すなわち、本願発明は、負荷の種類および電力変換方式を限定することなく、種々の電力変換器にスイッチング素子として用いられる半導体装置に対して共通に適用可能である。

40

【 0 0 9 1 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 2 】

【図 1】この発明による半導体装置が適用される電力変換器の構成例を示す図である。

【図 2】スイッチング素子からの電極取出し構造をワイヤボンディングで実現した比較例

50

における各相の平面レイアウトを示す図である。

【図 3】図 2 における P - Q 断面図である。

【図 4】比較例における三相分の平面レイアウトを示す第 1 の図である。

【図 5】この発明の実施の形態 1 による半導体装置の電極取出し構造を説明する第 1 の図である。

【図 6】この発明の実施の形態 1 による半導体装置の電極取出し構造を説明する第 2 の図である。

【図 7】この発明の実施の形態 2 による半導体装置の電極取出し構造を説明する図である。

【図 8】この発明の実施の形態 3 による半導体装置の電極取出し構造を説明する図である

10

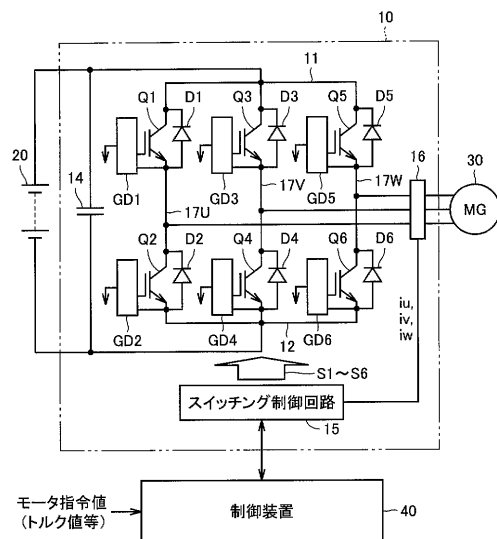
【符号の説明】

【 0 0 9 3 】

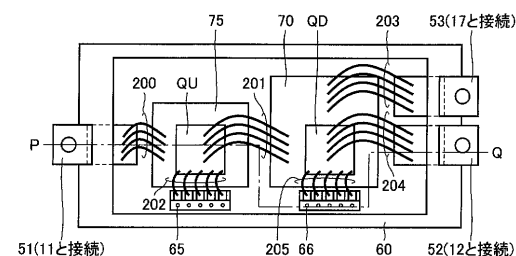
10 電力変換器、11 電源ライン、12 アースライン、14 平滑コンデンサ、15 スwitching 制御回路、20 バッテリ、30 交流モータ、51 正極導体、52 負極導体、53 出力導体、60 ケース、60 冷却路、65, 66 信号端子群、70, 75 導体、71 絶縁樹脂層、80 絶縁被膜、90 導電膜、95 配線パターン、91 結合部、100, 100, 200, 300 電極板、101 水平部分、102 垂直部分、103 接続部位、104 接触部位、105 中間部位、106, 107 端部、110 制御回路基板、210 結合部、GD1 ~ GD6 ゲート駆動回路、Q1 ~ Q6 スwitching 素子、QD 下側アーム素子、QU 上側アーム素子、Qe エミッタ電極、Qg ゲート電極、S1 ~ S6 ゲート信号。

20

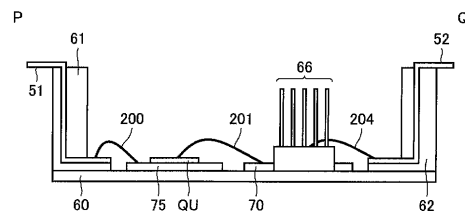
【図 1】



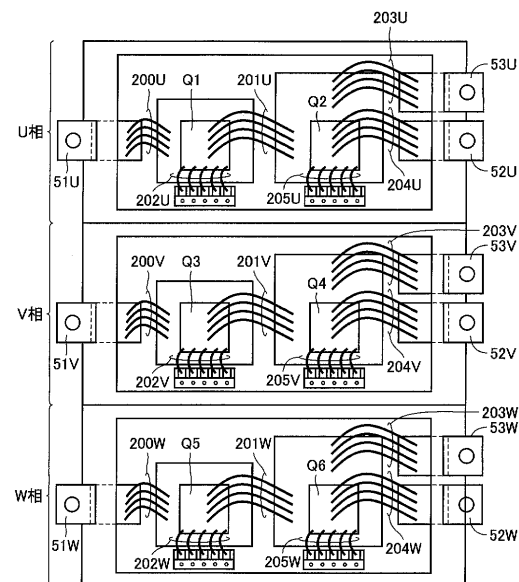
【図 2】



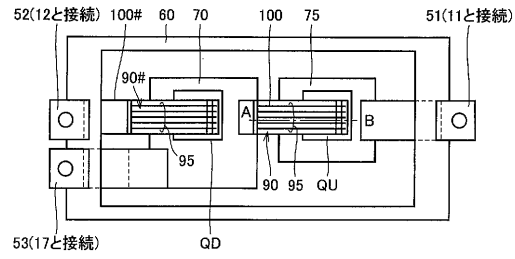
【図 3】



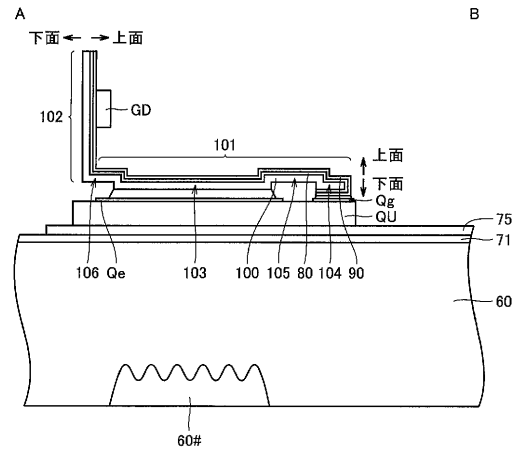
【図 4】



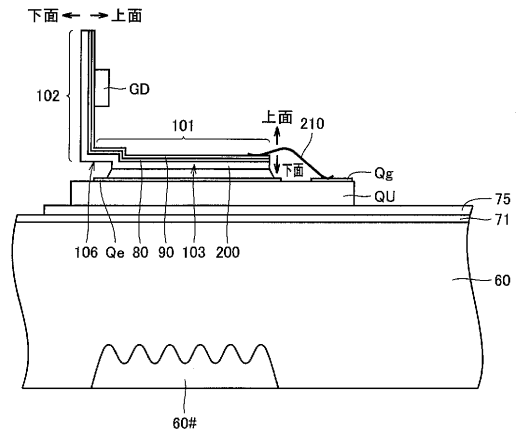
【図 5】



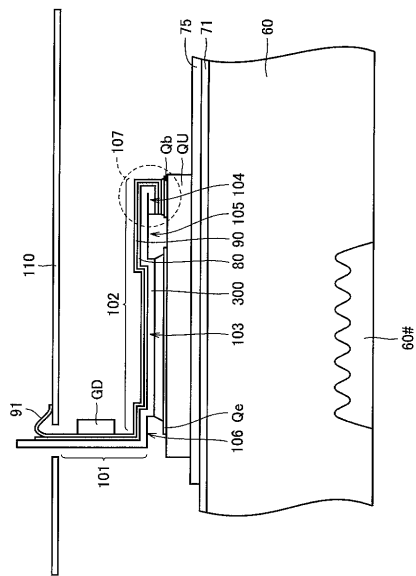
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 久野 裕道

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 鳥井 孝史

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 望月 雄一

愛知県名古屋市中区栄2-9 スカイオアシス栄ビル8F 株式会社インタープロジェクト内

審査官 市川 篤

(56)参考文献 特開平11-121684(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/60