

(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2016-101071

(P2016-101071A)

(43) 公開日 平成28年5月30日 (2016.5.30)

(51) Int.Cl.
H02M 7/48 (2007.01)

F I
H02M 7/48 Z

テーマコード (参考)
5H007

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2014-239002 (P2014-239002)
(22) 出願日 平成26年11月26日 (2014.11.26)

(71) 出願人 000003218
株式会社豊田自動織機
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(74) 代理人 100105957
弁理士 恩田 誠
(74) 代理人 100068755
弁理士 恩田 博宣
(72) 発明者 増谷 宗彦
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
社 豊田自動織機 内
Fターム(参考) 5H007 BB06 CA01 CB02 CB05 CC23
HA03 HA04 HA06

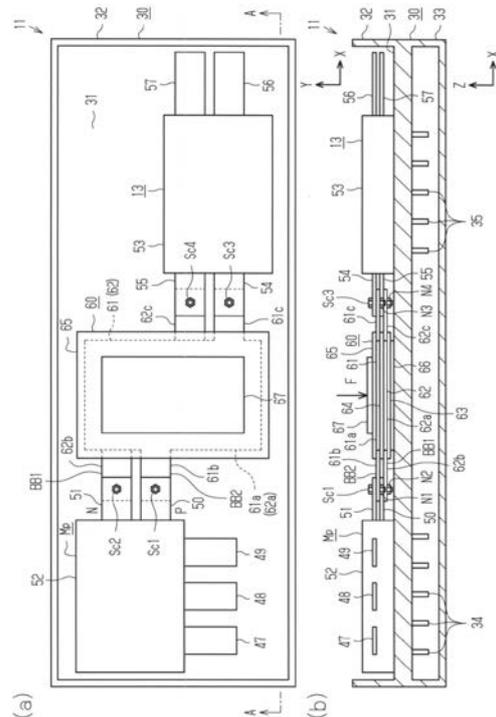
(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 バスバーから電子部品に熱が伝わることを抑制することができる半導体装置を提供する。

【解決手段】 基板に搭載されたパワースイッチング素子に接合される第1のバスバー-B B 1を備える。基板の導体パターンに接合される第2のバスバー-B B 2を備える。基板と平滑コンデンサ1 3との間では、第1のバスバー-B B 1と第2のバスバー-B B 2とは同一方向に並んで配置されるとともに第1のバスバー-B B 1は第2のバスバー-B B 2よりも筐体3 0側に配置される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板に搭載されたパワースイッチング素子に接合される第 1 のバスバーと、
前記基板の導体パターンに接合される第 2 のバスバーと、
前記第 1 のバスバーおよび前記第 2 のバスバーと電氣的に接続される電子部品と、
放熱部材と、
を備える半導体装置であって、
前記基板と前記電子部品との間では、前記第 1 のバスバーと前記第 2 のバスバーとは同一方向に並んで配置されるとともに前記第 1 のバスバーは前記第 2 のバスバーよりも前記放熱部材側に配置されることを特徴とする半導体装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 のバスバーは、前記パワースイッチング素子に接合される第 3 のバスバーと、前記第 3 のバスバーに接続される第 4 のバスバーとを有し、
前記第 2 のバスバーは、前記基板の導体パターンに接合される第 5 のバスバーと、前記第 5 のバスバーに接続される第 6 のバスバーとを有し、
前記基板と前記電子部品との間では、前記第 4 のバスバーと前記第 6 のバスバーとは同一方向に並んで配置されるとともに前記第 4 のバスバーは前記第 6 のバスバーよりも前記放熱部材側に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

20

【0001】

本発明は、半導体装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 においてはパワースイッチング素子が搭載された基板から延びるバスバーを冷却する技術が開示されており、バスバーを往復構造として寄生インダクタンスの増加を抑えながら長さを確保している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

30

【特許文献 1】特開 2013 - 21808 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところで、パワースイッチング素子に直接バスバーが接合される場合においては、パワースイッチング素子の熱がバスバーを伝わりやすく、場合によっては、バスバーに接続される電子部品にパワースイッチング素子の熱が伝わって電子部品の耐熱を超える虞がある。

【0005】

本発明の目的は、バスバーから電子部品に熱が伝わることを抑制することができる半導体装置を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】**【0006】**

請求項 1 に記載の発明では、基板に搭載されたパワースイッチング素子に接合される第 1 のバスバーと、前記基板の導体パターンに接合される第 2 のバスバーと、前記第 1 のバスバーおよび前記第 2 のバスバーと電氣的に接続される電子部品と、放熱部材と、を備える半導体装置であって、前記基板と前記電子部品との間では、前記第 1 のバスバーと前記第 2 のバスバーとは同一方向に並んで配置されるとともに前記第 1 のバスバーは前記第 2 のバスバーよりも前記放熱部材側に配置されることを要旨とする。

【0007】

50

請求項 1 に記載の発明によれば、基板と電子部品との間では、第 1 のバスバーと第 2 のバスバーとは同一方向に並んで配置されるとともに第 1 のバスバーは第 2 のバスバーよりも放熱部材側に配置されるため、第 1 のバスバーを効率よく放熱でき、第 1 のバスバーから電子部品に熱が伝わることを抑制できる。

【 0 0 0 8 】

請求項 2 に記載のように、請求項 1 に記載の半導体装置において、前記第 1 のバスバーは、前記パワースイッチング素子に接合される第 3 のバスバーと、前記第 3 のバスバーに接続される第 4 のバスバーとを有し、前記第 2 のバスバーは、前記基板の導体パターンに接合される第 5 のバスバーと、前記第 5 のバスバーに接続される第 6 のバスバーとを有し、前記基板と前記電子部品との間では、前記第 4 のバスバーと前記第 6 のバスバーとは同一方向に並んで配置されるとともに前記第 4 のバスバーは前記第 6 のバスバーよりも前記放熱部材側に配置されるとよい。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、バスバーから電子部品に熱が伝わることを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】(a) は実施形態の半導体装置の平面図、(b) は(a) の A - A 線での縦断面図。

【図 2】(a) はパワーモジュールの平面図、(b) はパワーモジュールの正面図、(c) はパワーモジュールの右側面図、(d) はパワーモジュールの左側面図。

20

【図 3】車載用インバータ装置の回路構成図。

【図 4】(a) はバスバー積層体の平面図、(b) は(a) の A - A 線での縦断面図、(c) は(a) の B - B 線での縦断面図。

【図 5】別例のバスバー積層体の平面図。

【図 6】別例の半導体装置の正面図。

【図 7】(a) は別例のバスバー積層体の平面図、(b) は別例のバスバー積層体の正面図。

【図 8】別例のバスバー積層体の平面図。

【図 9】比較のための半導体装置の平面図。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明を車載用インバータ装置に具体化した一実施形態を図面に従って説明する。

車載用インバータ装置の電氣的構成について、図 3 を用いて説明する。

【 0 0 1 2 】

図 3 に示すように、車載用インバータ装置(三相インバータ装置) 10 は、半導体装置 11 を有する。半導体装置 11 はインバータ回路 12 と平滑コンデンサ 13 を備えている。インバータ回路 12 は、6 個のパワースイッチング素子 14, 15, 16, 17, 18, 19 が設けられている。各パワースイッチング素子 14 ~ 19 には、IGBT(絶縁ゲートバイポーラ型トランジスタ)が使用されている。各パワースイッチング素子 14 ~ 19 には、それぞれ帰還ダイオード 20, 21, 22, 23, 24, 25 が逆並列接続されている。

40

【 0 0 1 3 】

インバータ回路 12 において、第 1 および第 2 のパワースイッチング素子 14, 15、第 3 および第 4 のパワースイッチング素子 16, 17、第 5 および第 6 のパワースイッチング素子 18, 19 がそれぞれ直列に接続されている。第 1、第 3 および第 5 のパワースイッチング素子 14, 16, 18 が P 極端子と接続され、P 極端子が平滑コンデンサ 13 の一方の端子と接続されるとともに車載バッテリー 26 の正極と接続される。また、第 2、第 4 および第 6 のパワースイッチング素子 15, 17, 19 が N 極端子と接続され、N 極

50

端子が平滑コンデンサ 13 の他方の端子と接続されるとともに車載バッテリー 26 の負極と接続される。

【0014】

U相用の上下のアームを構成するパワースイッチング素子 14, 15 の間の接続点はU相出力端子に接続されている。また、V相用の上下のアームを構成するパワースイッチング素子 16, 17 の間の接続点はV相出力端子に接続されている。さらに、W相用の上下のアームを構成するパワースイッチング素子 18, 19 の間の接続点はW相出力端子に接続されている。U相出力端子、V相出力端子およびW相出力端子は、車載モータとしての3相交流モータ 27 に接続される。

【0015】

パワースイッチング素子 14 ~ 19 がスイッチング制御されることにより、インバータ回路 12 は車載バッテリー 26 から供給される直流を適宜の周波数の3相交流に変換して3相交流モータ 27 の各相の巻線に供給する。即ち、パワースイッチング素子 14 ~ 19 のスイッチング動作により3相交流モータ 27 の各相の巻線が通電されて3相交流モータ 27 を駆動することができる。

【0016】

次に、半導体装置 11 の構造について、図 1, 2 を用いて説明する。

なお、図 1, 2 および後記する図 4 ~ 図 9 において、水平面を、直交する X, Y 方向で規定するとともに、上下方向を Z 方向で規定している。

【0017】

図 1 に示すように、半導体装置 11 は、アルミ製の筐体 30 と、パワーモジュール M p と、平滑コンデンサ 13 と、バスバー積層体 (バスバー組立体) 60 を備えている。

筐体 30 は、四角板状の底板 31 と、底板 31 の周縁部から立設された側壁部 32 と、底板 31 の下に形成された冷却水路部 33 を有する。冷却水路部 33 は、底板 31 の下面に冷却水の流路が区画形成されるように底板 31 の下面を囲っている。

【0018】

筐体 30 の底板 31 の上面には、パワーモジュール M p、平滑コンデンサ 13 およびバスバー積層体 60 が載置されている。図 1 において左側にパワーモジュール M p が配置されるとともに右側に平滑コンデンサ 13 が配置され、バスバー積層体 60 が中央に配置されている。つまり、パワーモジュール M p と平滑コンデンサ 13 との間にバスバー積層体 60 が位置している。

【0019】

放熱部材としての筐体 30 により、パワーモジュール M p、平滑コンデンサ 13、バスバー積層体 60 を冷却することができる。図 1 (b) に示すように、パワーモジュール M p の配置箇所における筐体 30 の底板 31 の下面にはフィン 34 が形成されている。また、平滑コンデンサ 13 の配置箇所における筐体 30 の底板 31 の下面にはフィン 35 が形成されている。

【0020】

パワーモジュール M p は、図 2 に示す構成となっている。図 2 に示すように、パワーモジュール M p は基板 40 を備えており、基板 40 は絶縁基板としてのセラミック基板 41 を有する。セラミック基板 41 の下面には金属層 42 が形成されているとともに、セラミック基板 41 の上面には導体パターン 43, 44, 45, 46 が形成されている。具体的には、例えば、セラミック基板 41 は AlN 基板よりなり、金属層 42 はアルミ層よりなり、導体パターン 43, 44, 45, 46 はアルミ層とその表面の Niめっき層よりなる。そして、図 1 に示すように、筐体 30 の底板 31 の上面にパワーモジュール M p の金属層 42 (図 2 参照) が口ウ付け等により接合されている。

【0021】

図 2 において、各パワースイッチング素子 (チップ) 14 ~ 19 は縦型の素子であって、チップの上面にエミッタ電極が形成されているとともにチップの下面にコレクタ電極が形成されている。パワースイッチング素子 (チップ) 14 ~ 19 および帰還ダイオード (

10

20

30

40

50

チップ) 20 ~ 25 が基板 40 に搭載されている。

【0022】

図 2 に示すように、導体パターン 43 の上面には、パワースイッチング素子 (チップ) 14 および帰還ダイオード (チップ) 20 が接近する位置に、はんだ付け等により接合されている。同様に、導体パターン 43 の上面には、パワースイッチング素子 (チップ) 16 および帰還ダイオード (チップ) 22 が接近する位置に、はんだ付け等により接合されている。また、導体パターン 43 の上面には、パワースイッチング素子 (チップ) 18 および帰還ダイオード (チップ) 24 が接近する位置に、はんだ付け等により接合されている。

【0023】

また、導体パターン 44 の上面には、パワースイッチング素子 (チップ) 15 および帰還ダイオード (チップ) 21 が接近する位置に、はんだ付け等により接合されている。さらに、導体パターン 45 の上面には、パワースイッチング素子 (チップ) 17 および帰還ダイオード (チップ) 23 が接近する位置に、はんだ付け等により接合されている。さらには、導体パターン 46 の上面には、パワースイッチング素子 (チップ) 19 および帰還ダイオード (チップ) 25 が接近する位置に、はんだ付け等により接合されている。

【0024】

これにより、筐体 30 の底板 31 の上面に基板 40 を介してパワースイッチング素子 14 ~ 19 および帰還ダイオード 20 ~ 25 が固定され、パワースイッチング素子 14 ~ 19 および帰還ダイオード 20 ~ 25 は筐体 30 の底板 31 に熱的に結合している。

【0025】

図 2 に示すように、パワースイッチング素子 (チップ) 14 の上面と帰還ダイオード (チップ) 20 の上面とがバスバー 47 に、はんだ付け等により接合されている。バスバー 47 は導体パターン 44 に、はんだ付け等により接合されている (図 2 (d) 参照)。また、パワースイッチング素子 (チップ) 16 の上面と帰還ダイオード (チップ) 22 の上面とがバスバー 48 に、はんだ付け等により接合されている。バスバー 48 は導体パターン 45 に、はんだ付け等により接合されている。さらに、パワースイッチング素子 (チップ) 18 の上面と帰還ダイオード (チップ) 24 の上面とがバスバー 49 に、はんだ付け等により接合されている。バスバー 49 は導体パターン 46 に、はんだ付け等により接合されている。

【0026】

バスバー 47 は、パワースイッチング素子 14 のエミッタ電極およびパワースイッチング素子 15 のコレクタ電極から延びる U 相出力端子として水平に延設されている。バスバー 48 は、パワースイッチング素子 16 のエミッタ電極およびパワースイッチング素子 17 のコレクタ電極から延びる V 相出力端子として水平に延設されている。バスバー 49 は、パワースイッチング素子 18 のエミッタ電極およびパワースイッチング素子 19 のコレクタ電極から延びる W 相出力端子として水平に延設されている。

【0027】

パワースイッチング素子 (チップ) 15, 17, 19 の上面と帰還ダイオード (チップ) 21, 23, 25 の上面とがバスバー 51 に、はんだ付け等により接合されている。バスバー 51 は、パワースイッチング素子 15, 17, 19 のエミッタ電極から延びる N 極端子として水平に延設されている。

【0028】

導体パターン 43 の上面にはバスバー 50 が、はんだ付け等により接合されている。バスバー 50 は、パワースイッチング素子 14, 16, 18 のコレクタ電極から延びる P 極端子として水平に延設されている。

【0029】

また、基板 40、パワースイッチング素子 14 ~ 19、帰還ダイオード 20 ~ 25 及び図示されていないパワースイッチング素子 14 ~ 19 を駆動するための信号端子等が樹脂 52 によりモールドされている。樹脂 52 からバスバー 47, 48, 49, 50, 51 が

10

20

30

40

50

露出している。この樹脂 5 2 から突出するバスバー 4 7 , 4 8 , 4 9 は帯板状をなし、Y 方向に水平に延びている。このバスバー 4 7 , 4 8 , 4 9 の端部は 3 相交流モータ 2 7 と接続される。また、樹脂 5 2 から突出するバスバー 5 0 , 5 1 は帯板状をなし、X 方向においてバスバー積層体 6 0 に向かって水平に延びている (図 1 参照) 。

【 0 0 3 0 】

図 1 に示すように、平滑コンデンサ 1 3 は樹脂 5 3 により一对の電極板がモールドされており、一对の電極板から延びる一对の端子 5 4 , 5 5 が樹脂 5 3 から突出している。端子 5 4 , 5 5 は帯板状をなし、X 方向においてバスバー積層体 6 0 に向かって水平に延びている。また、一对の電極板から延びる一对の端子 5 6 , 5 7 が樹脂 5 3 から突出している。端子 5 6 , 5 7 は帯板状をなし、X 方向においてバスバー積層体 6 0 とは反対側に向かって水平に延びている。端子 5 6 , 5 7 は車載バッテリー 2 6 と接続される。

10

【 0 0 3 1 】

バスバー積層体 6 0 は、図 4 に示すように、P 極用の平板状のバスバー 6 1、N 極用の平板状のバスバー 6 2、平板状の絶縁層 6 3 , 6 4 , 6 5 を備えている。絶縁層 6 3 , 6 4 , 6 5 は、絶縁性板材よりなり、窒化アルミや窒化珪素の板材が用いられる。他にも、絶縁性・熱伝導性を有する絶縁層 6 3 , 6 4 , 6 5 として、シリコンなどの、200 程度の耐熱を有するものとしてもよい。また、絶縁層 6 3 , 6 4 , 6 5 はポリイミド等で構成してもよい。

【 0 0 3 2 】

P 極用のバスバー 6 1 および N 極用のバスバー 6 2 は金属の平板よりなる。詳しくは、導体であるバスバー 6 1 , 6 2 およびバスバー 4 7 , 4 8 , 4 9 , 5 0 , 5 1 の材質は、銅、アルミ等が用いられる。他にも、導体の表面に錫めっきやニッケルめっきを施してもよい。

20

【 0 0 3 3 】

バスバー積層体 6 0 は、下から順に絶縁層 6 3、N 極用のバスバー 6 2、絶縁層 6 4、P 極用のバスバー 6 1、絶縁層 6 5 が積層して配置されることにより構成されている。

各絶縁層 6 3 , 6 4 , 6 5 は長方形をなし、同一形状、同一寸法である。P 極用のバスバー 6 1 は、長方形の本体部 6 1 a と、本体部 6 1 a の一方の長辺から延びる帯板状の端子部 6 1 b と、本体部 6 1 a の他方の長辺から延びる帯板状の端子部 6 1 c からなる。N 極用のバスバー 6 2 は、長方形の本体部 6 2 a と、本体部 6 2 a の一方の長辺から延びる帯板状の端子部 6 2 b と、本体部 6 2 a の他方の長辺から延びる帯板状の端子部 6 2 c からなる。

30

【 0 0 3 4 】

P 極用のバスバー 6 1 の本体部 6 1 a の縦横寸法と N 極用のバスバー 6 2 の本体部 6 2 a の縦横寸法とは同一である。P 極用のバスバー 6 1 の本体部 6 1 a および N 極用のバスバー 6 2 の本体部 6 2 a の縦横寸法よりも絶縁層 6 3 , 6 4 , 6 5 の縦横寸法が大きくなっている。絶縁層 6 3 , 6 4 , 6 5 の一方の長辺から P 極用のバスバー 6 1 の端子部 6 1 b および N 極用のバスバー 6 2 の端子部 6 2 b がずれた位置にて突出して X 方向においてパワーモジュール M p に向かって水平に延びている (図 1 参照) 。また、図 4 において、絶縁層 6 3 , 6 4 , 6 5 の他方の長辺から P 極用のバスバー 6 1 の端子部 6 1 c および N 極用のバスバー 6 2 の端子部 6 2 c がずれた位置にて突出して X 方向において平滑コンデンサ 1 3 に向かって水平に延びている (図 1 参照) 。

40

【 0 0 3 5 】

図 1 に示すように、筐体 3 0 の底板 3 1 の上面に、バスバー積層体 6 0 の絶縁層 6 3 が放熱部材 6 6 を介して配置される。

また、バスバー積層体 6 0 の絶縁層 6 5 の上面の中央部には当て板 6 7 が配置され、当て板 6 7 の上面側に配した付勢手段 (図示略) により当て板 6 7 が下方に付勢され、放熱面を押し付ける力 F が付与される。当て板 6 7 が下方に付勢されることにより、バスバー積層体 6 0 は筐体 3 0 の底板 3 1 に押し付けられ、これによりバスバー積層体 6 0 は筐体 3 0 に熱的に結合されている。バスバー積層体 6 0 を筐体 3 0 の底板 3 1 に押し付ける際

50

に、当て板 67 により、バスバー積層体 60 の損傷を防止している。

【0036】

図 1 に示すように、パワーモジュール Mp のバスバー 50 の端部とバスバー積層体 60 のバスバー 61 の端子部 61b とが、ねじ Sc1 およびナット N1 で締結されている。パワーモジュール Mp のバスバー 51 の端部とバスバー積層体 60 のバスバー 62 の端子部 62b とが、ねじ Sc2 およびナット N2 で締結されている。

【0037】

バスバー積層体 60 のバスバー 61 の端子部 61c と平滑コンデンサ 13 の端子 54 とが、ねじ Sc3 およびナット N3 で締結されている。バスバー積層体 60 のバスバー 62 の端子部 62c と平滑コンデンサ 13 の端子 55 とが、ねじ Sc4 およびナット N4 で締結されている。

10

【0038】

そして、パワースイッチング素子 15, 17, 19 に接合される第 3 のバスバーとしてのバスバー 51 と、バスバー 51 に接続される第 4 のバスバーとしてのバスバー 62 とにより第 1 のバスバー BB1 が構成され、第 1 のバスバー BB1 はパワースイッチング素子 15, 17, 19 に接合される。また、基板 40 の導体パターン 43 に接合される第 5 のバスバーとしてのバスバー 50 と、バスバー 50 に接続される第 6 のバスバーとしてのバスバー 61 とにより第 2 のバスバー BB2 が構成され、第 2 のバスバー BB2 は基板 40 の導体パターン 43 に接合される。さらに、電子部品としての平滑コンデンサ 13 が第 1 のバスバー BB1 および第 2 のバスバー BB2 と電氣的に接続される。

20

【0039】

図 1 に示すように、パワーモジュール Mp の基板 40 と平滑コンデンサ 13 との間では、第 1 のバスバー BB1 と第 2 のバスバー BB2 とは X 方向および Y 方向において同一方向に並んで、即ち、水平方向 (X-Y 平面) に並んで上下方向 (Z 方向) に離間して配置される。また、パワーモジュール Mp の基板 40 と平滑コンデンサ 13 との間では、第 1 のバスバー BB1 は第 2 のバスバー BB2 よりも放熱部材としての筐体 30 の底板 31 側、即ち、下側に配置される。詳しくは、基板 40 と平滑コンデンサ 13 との間では、バスバー 62 とバスバー 61 とは同一方向に並んで配置 (水平方向に並んで上下方向に離間して配置) されるとともにバスバー 62 はバスバー 61 よりも筐体 30 の底板 31 側 (下側) に配置される。

30

【0040】

次に、車載用インバータ装置 10 の作用について説明する。

パワースイッチング素子 14 ~ 19 のスイッチング動作により、車載バッテリー 26 から供給される直流が適宜の周波数の 3 相交流に変換されて 3 相交流モータ 27 の各相の巻線に供給される。このパワースイッチング素子 14 ~ 19 のスイッチング動作に伴いパワースイッチング素子 14 ~ 19 が発熱する。この熱は基板 40 を介して筐体 30 の底板 31 に伝わり冷却水路部 33 において冷却水と熱交換され、パワーモジュール Mp に発生する熱はある程度逃がされる。

【0041】

また、パワーモジュール Mp のバスバー 51 はパワースイッチング素子 15, 17, 19 の動作温度と同程度の温度となっている。そして、パワースイッチング素子 14 ~ 19 で発生した熱はバスバー積層体 60 を介して平滑コンデンサ 13 側に伝達されようとする。ここで、バスバー積層体 60 において熱は筐体の底板 31 に伝わり冷却水路部 33 において冷却水と熱交換される。

40

【0042】

つまり、バスバー積層体 60 は、平滑コンデンサ 13 とパワーモジュール Mp の電氣的接続部位に配され、熱を効果的に放熱しながらお互いを電氣的に接続できるようなバスバー 61, 62 が設けられている。また、インダクタンス的にもできるだけ不利にならないような、P 極用のバスバー 61 および N 極用のバスバー 62 が重ね合された構造となっている。特に、N 極用のバスバー 62 が下方に位置し、積極的に放熱される構造となってい

50

る。さらに、放熱面を押し付ける力 F （図1参照）が付与される。これにより、平滑コンデンサ13の耐熱温度以下になるように、筐体30に放熱される。即ち、パワーモジュールMpが高温動作する場合においても、バスバーを介して平滑コンデンサ13に向かう熱を逃がすべくバスバー積層体60から筐体30側に放熱させる。なお、バスバー積層体60での放熱性能の設計の際に、P極用のバスバー61の本体部61aの縦横寸法およびN極用のバスバー62の本体部62aの縦横寸法は、熱を十分放熱して平滑コンデンサ13が耐熱温度を超えないように最適化すればよい。

【0043】

このように、パワースイッチング素子14～19の駆動に伴いパワースイッチング素子14～19が発熱し、その熱はバスバー50, 51, 61, 62を介して平滑コンデンサ13に伝達されようとするがバスバー積層体60において放熱され、平滑コンデンサ13への熱の伝達が低減される。即ち、バスバー積層体60は熱の伝達を抑制する熱フィルタとなっている。

10

【0044】

図1の本実施形態と図9の比較例とを対比しつつ説明する。

図9の比較例では、パワーモジュール100から延びるバスバー101, 102を用いてパワーモジュール100と平滑コンデンサ103を電氣的に接続している。つまり、車載用インバータ装置において、車載バッテリーから入力された電力が、平滑コンデンサ103を通してスイッチング用のパワーモジュール100に入力される。

20

【0045】

図9に示すように構成した場合においては、パワーモジュール100から外部に引き出されるバスバー101, 102は、動作温度と同程度の温度になっており、平滑コンデンサ103の耐熱温度を超える温度になりうる。この場合において、特に、パワーモジュール100のN極用のバスバー101は、パワースイッチング素子と直接接合されており、パワーモジュール100に設置された放熱部材とは熱的には接続されていない。

【0046】

また、パワーモジュール100が高温動作する場合において、例えばチップ材料としてSiCや接合材としてAg焼結接合材料を使用した場合、平滑コンデンサ103とパワーモジュール100とを接続した部分がパワーモジュール100からの熱により温度が上昇し、平滑コンデンサ103の耐熱温度を超える場合がある。例えば、パワーモジュール100が200℃で動作可能とすると、パワーモジュール100のバスバー101, 102も200℃程度であり、平滑コンデンサ103をフィルムコンデンサで構成した場合には耐熱温度は例えば105℃である。また、平滑コンデンサ103とパワーモジュール100との電氣的接続部分は、インダクタンスが小さいことが求められる。

30

【0047】

本実施形態では、平滑コンデンサとパワーモジュールの電氣的接続部分においてバスバー積層体60を配して下面が放熱面となり熱を効率的に逃がしながら電氣的に接続するようにした。

【0048】

即ち、バスバー積層体60は、P極用のバスバー61とN極用のバスバー62は重ね合わされており、電流の向きが逆で互に向き合わせになり、相互誘導作用によりインダクタンスが低減される。また、N極用のバスバー51は、発熱するパワースイッチング素子15, 17, 19に直接熱的に接続され、P極用のバスバー50は、パワースイッチング素子14～19に直接熱的に接続されておらず、より高温になるN極用のバスバー51につながるバスバー62は放熱面により近い側に配置され、放熱しやすい。これにより、パワースイッチング素子の熱により平滑コンデンサ13の耐熱を超えることを防止することができる。

40

【0049】

上記実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

(1) 半導体装置の構成として、基板40に搭載されたパワースイッチング素子（チッ

50

ブ) 15, 17, 19に接合される第1のバスバーBB1を備える。また、基板40の導体パターン43に接合される第2のバスバーBB2を備える。さらに、第1のバスバーBB1および第2のバスバーBB2と電氣的に接続される電子部品としての平滑コンデンサ13と、放熱部材としての筐体30と、を備える。また、基板40と平滑コンデンサ13との間では、第1のバスバーBB1と第2のバスバーBB2とは同一方向に並んで配置されるとともに第1のバスバーBB1は第2のバスバーBB2よりも筐体30側に配置されている。よって、第1のバスバーBB1を効率よく放熱できるため、第1のバスバーBB1から平滑コンデンサ13に熱が伝わることを抑制できる。

【0050】

(2) 第1のバスバーBB1は、パワースイッチング素子15, 17, 19に接合されるバスバー51と、バスバー51に接続されるバスバー62とを有する。第2のバスバーBB2は、基板40の導体パターン43に接合されるバスバー50と、バスバー50に接続されるバスバー61とを有する。そして、基板40と平滑コンデンサ13との間では、バスバー62とバスバー61とは同一方向に並んで配置されるとともにバスバー62はバスバー61よりも筐体30の底板31側に配置される。よって、実用的である。

10

【0051】

実施形態は前記に限定されるものではなく、例えば、次のように具体化してもよい。

・図1では水冷式の筐体30を放熱部材として用いたが、これに代わり空冷式の筐体を放熱部材として用いてもよい。つまり、図1ではバスバー積層体60やパワーモジュールMp等を水冷方式にて冷却したが、空冷方式にて冷却してもよい。

20

【0052】

・図1においては筐体30の底板31上にバスバー積層体60を載置し、付勢手段でバスバー積層体60を上から押さえ付ける構造とした。これに代わり、図5に示すようにバスバー積層体60において締結用の貫通孔68を設けて、貫通孔68に、ねじを通して筐体30の底板31(放熱部材側)にねじ締結してもよい。

【0053】

・図1では放熱部材としての筐体30の底板31上においてパワーモジュールMp(基板40)と平滑コンデンサ13とバスバー積層体60とが平面方向に並ぶ構成とした。これに代わり、図6に示すように、冷却器(放熱部材)70の上面にパワーモジュール71を配置し、冷却器(放熱部材)70の下面にバスバー積層体72を配置した積層構造としてもよい。

30

【0054】

・図1では、平滑コンデンサ13とパワーモジュールMpとの間にバスバー積層体60を配した(入力電力が平滑コンデンサ13を通してスイッチング用のパワーモジュールMpに入力される)。この構成に加えて、パワーモジュールMpの出力側にもバスバーを放熱できるようにしてもよい。より詳しくは、パワーモジュールMpのバスバー47, 48, 49の先端部付近に電流センサ(図示略)が設置される場合において耐熱温度が低い電流センサを使用する際において電流センサを保護する目的でバスバー47, 48, 49を冷却するとよい。他にも、バスバー47, 48, 49の先端にコネクタを設ける場合において耐熱温度が低いコネクタを使用する際においてコネクタを保護する目的でバスバー4

40

【0055】

・図7に示すように、バスバー積層体80の構造として円形状として、円筒状の放熱部材81の外周面を包むような構造でもよい。つまり、バスバー積層体80は、第1のバスバー(パワースイッチング素子に接合されるバスバー)82と第2のバスバー(基板の導体パターンに接合されるバスバー)83とが間に絶縁層84を介して積層され、第1のバスバー82の内周面に絶縁層85が、第2のバスバー83の外周面に絶縁層86が配されている。そして、このバスバー積層体80を、円筒状の放熱部材81の外周面に巻き付けた構造としてもよい。

【0056】

50

・他にも、図 8 に示すように、バスバー積層体 9 0 の構造として円形状として、円筒状の放熱部材 9 1 の中にバスバー積層体 9 0 を配置する。詳しくは、バスバー積層体 9 0 は、第 1 のバスバー（パワースイッチング素子に接合されるバスバー）9 2 と第 2 のバスバー（基板の導体パターンに接合されるバスバー）9 3 とが間に絶縁層 9 4 を介して積層されている。そして、円筒状の放熱部材 9 1 の内面とバスバー積層体 9 0 との間に電気絶縁性・熱伝導性の樹脂（例えばエポキシ樹脂）9 5 を充填した構成としてもよい。

【 0 0 5 7 】

・図 1 ではバスバー 5 0 とバスバー 6 1 は別体でねじ締結されているとともにバスバー 5 1 とバスバー 6 2 は別体でねじ締結されていたが、溶接されていてもよい。他にも、バスバー 5 0 とバスバー 6 1 は一体化されているとともにバスバー 5 1 とバスバー 6 2 は一

10

【 0 0 5 8 】

・パワーモジュール M p を筐体 3 0 の底板 3 1 の上面に対して放熱グリース等を介して上から押さえつけて固定してもよい。

・パワースイッチング素子 1 4 ~ 1 9 として横型の素子を用いてもよく、この場合はボンディングワイヤにて基板の導体パターンと電氣的に接続する。

【 0 0 5 9 】

・パワースイッチング素子 1 4 ~ 1 9 として I G B T を用いたが、パワースイッチング素子として P O W E R M O S F E T を使用してもよい。

・車載用インバータ装置（三相インバータ装置）1 0 に適用したが、これに限るものではない。例えば、車載以外の機器に適用してもよい。また、インバータ装置以外にも昇圧や降圧といった電圧調整用の D C - D C コンバータに適用してもよい。

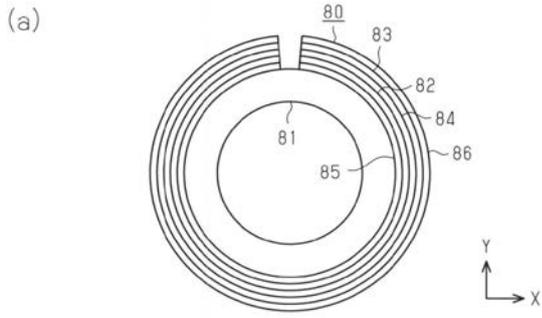
20

【 符号の説明 】

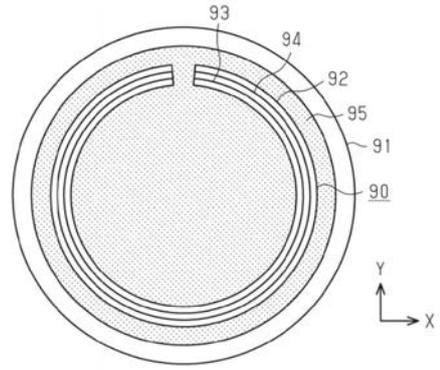
【 0 0 6 0 】

1 1 ... 半導体装置、1 3 ... 平滑コンデンサ、1 5 ... パワースイッチング素子、1 6 ... パワースイッチング素子、1 7 ... パワースイッチング素子、1 8 ... パワースイッチング素子、1 9 ... パワースイッチング素子、3 0 ... 筐体、4 0 ... 基板、4 3 ... 導体パターン、5 0 ... バスバー、5 1 ... バスバー、6 1 ... バスバー、6 2 ... バスバー、B B 1 ... 第 1 のバスバー、B B 2 ... 第 2 のバスバー。

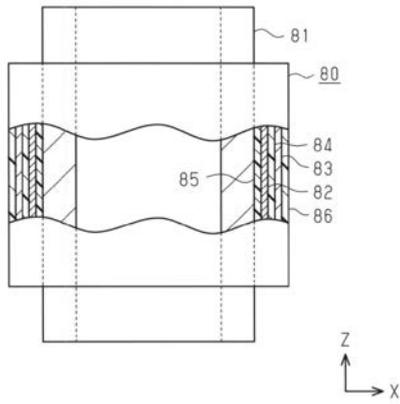
【 図 7 】



【 図 8 】



(b)



【 図 9 】

