

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6520871号
(P6520871)

(45) 発行日 令和1年5月29日(2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日(2019.5.10)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 23/36 (2006.01)	HO 1 L 23/36 D
HO 1 L 23/427 (2006.01)	HO 1 L 23/46 B
HO 1 L 25/07 (2006.01)	HO 1 L 25/04 C
HO 1 L 25/18 (2006.01)	HO 5 K 7/20 N
HO 5 K 7/20 (2006.01)	HO 5 K 7/20 R

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-170027 (P2016-170027)
 (22) 出願日 平成28年8月31日(2016.8.31)
 (65) 公開番号 特開2018-37545 (P2018-37545A)
 (43) 公開日 平成30年3月8日(2018.3.8)
 審査請求日 平成29年12月13日(2017.12.13)

(73) 特許権者 000003609
 株式会社豊田中央研究所
 愛知県長久手市横道41番地の1
 (74) 代理人 110000110
 特許業務法人快友国際特許事務所
 (72) 発明者 庄司 智幸
 愛知県長久手市横道41番地の1 株式会
 社豊田中央研究所内
 (72) 発明者 宮地 幸夫
 愛知県長久手市横道41番地の1 株式会
 社豊田中央研究所内
 審査官 加藤 芳健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷却器上に搭載される半導体モジュールであって、
 冷却器上に配置される半導体素子と、
 前記半導体素子上に配置されている電極板と、
 前記電極板内に埋設されているヒートパイプと、
 前記電極板と前記冷却器の間に配置される伝熱部と、を備えており、
 前記電極板は、前記冷却器と前記半導体素子と前記電極板が積層する積層方向から見た
 ときに、前記半導体素子の一方の側方と他方の側方の間を少なくとも一方向に沿って前記
 半導体素子を超えて伸びており、

前記電極板内に埋設されている前記ヒートパイプは、前記積層方向から見たときに、前
 記半導体素子から前記半導体素子の両側方に向けて前記一方向に沿って伸びる部分を有し
 ており、

前記伝熱部は、

前記半導体素子の前記一方の側方において、前記電極板と前記冷却器の間に配置され
 ており、前記電極板内の前記ヒートパイプの熱を前記冷却器に伝熱するように構成されて
 いる第1伝熱部と、

前記半導体素子の前記他方の側方において、前記電極板と前記冷却器の間に配置され
 ており、前記電極板内の前記ヒートパイプの熱を前記冷却器に伝熱するように構成されて
 いる第2伝熱部と、を有しており、

前記半導体素子は、前記第 1 伝熱部と前記第 2 伝熱部の少なくともいずれか一方と前記電極板を介して外部の配線に電氣的に接続されている、半導体モジュール。

【請求項 2】

前記第 1 伝熱部と前記第 2 伝熱部はそれぞれ、金属ブロックを有する、請求項 1 に記載の半導体モジュール。

【請求項 3】

前記ヒートパイプは、前記積層方向から見たときに、前記半導体素子の前記一方の側方と前記他方の側方の間を前記一方向に沿って前記半導体素子を超えて連続して伸びるように構成されている、請求項 1 又は 2 に記載の半導体モジュール。

【請求項 4】

前記ヒートパイプは、

前記積層方向から見たときに、前記半導体素子から前記半導体素子の前記一方の側方に向けて前記一方向に沿って伸びるように構成されている第 1 ヒートパイプと、

前記積層方向から見たときに、前記半導体素子から前記半導体素子の前記他方の側方に向けて前記一方向に沿って伸びるように構成されている第 2 ヒートパイプと、を有する、請求項 1 又は 2 に記載の半導体モジュール。

【請求項 5】

前記半導体素子と前記電極板と前記ヒートパイプと前記伝熱部で構成される構造を第 1 構造体としたときに、その第 1 構造体と共通形態の第 2 構造体をさらに備えており、

前記第 1 構造体と前記第 2 構造体は、絶縁介挿板を間に置いて前記積層方向に対向するように配置されており、

前記第 1 構造体と前記第 2 構造体の各々は、前記絶縁介挿板側に電極板が位置するように配置されている、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の半導体モジュール。

【請求項 6】

前記積層方向から見たときに、前記第 1 構造体の半導体素子と前記第 2 構造体の半導体素子が、重複する位置関係に配置されていない、請求項 5 に記載の半導体モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書が開示する技術は、冷却器上に搭載される半導体モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、ヒートパイプを利用して半導体素子で発生した熱を冷却器に伝熱する半導体モジュールを開示する。ヒートパイプは、半導体素子上に配置されている電極板内に埋設されており、半導体素子の一方の側方に向けて半導体素子から伸びるように構成されている。ヒートパイプが埋設されている部分の電極板と冷却器の間に金属ブロックが設けられている。これにより、半導体素子で発生した熱は、ヒートパイプと金属ブロックを介して冷却器に伝熱される。ヒートパイプを利用することで、半導体素子で発生した熱を効率的に冷却器まで伝熱させることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】 WO 2011 / 064841

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 の半導体モジュールでは、電極板内に埋設されているヒートパイプが、半導体素子の一方の側方にのみ向けて伸びるように構成されている。このような構成によると、半導体モジュールの姿勢によっては、半導体素子に対応したヒートパイプの一方の端部（高温部）が金属ブロックに対応したヒートパイプの端部（低温部）よりも高い位置とな

10

20

30

40

50

るトップヒート状態となり、冷却効率が低下する。本明細書は、トップヒート状態になることを回避し、高い冷却効率を維持することができる半導体モジュールを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本明細書が開示する半導体モジュールの一実施形態は、冷却器上に搭載して用いられる。半導体モジュールは、冷却器上に配置される半導体素子、半導体素子上に配置されている電極板、電極板内に埋設されているヒートパイプ、及び、電極板と冷却器の間に配置される伝熱部を備える。電極板は、冷却器と半導体素子と電極板が積層する積層方向から見たときに、半導体素子の一方の側方と他方の側方の間を少なくとも一方向に沿って半導体素子を超えて伸びている。電極板内に埋設されているヒートパイプは、積層方向から見たときに、半導体素子から半導体素子の両側方に向けて一方向に沿って伸びる部分を有する。伝熱部は、第1伝熱部と第2伝熱部を有する。第1伝熱部は、半導体素子の一方の側方において、電極板と冷却器の間に配置されており、電極板内のヒートパイプの熱を冷却器に伝熱するように構成されている。第2伝熱部は、半導体素子の他方の側方において、電極板と冷却器の間に配置されており、電極板内のヒートパイプの熱を冷却器に伝熱するように構成されている。この実施形態の半導体モジュールでは、電極板内に埋設されているヒートパイプが、積層方向から見たときに、半導体素子の両側方に向けて伸びるように構成されている。このため、この実施形態の半導体モジュールでは、例えば半導体モジュールの姿勢によって半導体素子の一方の側方側にあるヒートパイプの部分がトップヒート状態になっても、半導体素子の他方の側方側にあるヒートパイプの部分がトップヒート状態にならない。このように、この実施形態の半導体モジュールでは、ヒートパイプがトップヒート状態になることが回避される。したがって、この実施形態の半導体モジュールは、高い冷却効率を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】電力変換装置の回路構成の概要を示す。

【図2】半導体モジュールのうちのU相アームの要部断面図を模式的に示す。

【図3】U相アームの第1構造体の分解斜視図を模式的に示す。

【図4A】電極板内に埋設されているヒートパイプのレイアウトの一例を示す。

【図4B】電極板内に埋設されているヒートパイプのレイアウトの他の一例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、本明細書が開示される技術の特徴を整理する。なお、以下に記載する技術要素は、それぞれ独立した技術要素であって、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組合せに限定されるものではない。

【0008】

本明細書が開示する半導体モジュールの一実施形態は、冷却器上に搭載して用いられる。半導体モジュールは、例えば直流電圧を変圧して出力するコンバータ、直流電圧と交流電圧の間で変換して出力するインバータを構成するために用いられる。半導体モジュールは、冷却器上に配置される半導体素子、半導体素子上に配置されている電極板、電極板内に埋設されているヒートパイプ、及び、電極板と冷却器の間に配置される伝熱部を備えていてもよい。半導体素子の半導体材料は特に限定されないが、一例では、シリコン(Si)、炭化珪素(SiC)又は窒化ガリウム(GaN)が例示される。半導体素子の種類は特に限定されないが、一例では、MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)が例示される。また、半導体素子は、スイッチング素子と還流ダイオードが一体化したチップとして構成されていてもよい。電極板は、冷却器と半導体素子と電極板が積層する積層方向から見たときに、半導体素子の一方の側方と他方の側方の間を少なくとも一方向に沿って半導体素子を超えて伸びている。電極板内に埋設されているヒートパイプは、積層方向から見たときに、半導体素子から半導体素子の両側方に向けて一方向に沿って伸びる部分を有する。ヒ-

トパイプの種類は特に限定されないが、一例では、自励振動を利用するタイプ、毛細管現象を利用するタイプが例示される。伝熱部は、第1伝熱部と第2伝熱部を有する。第1伝熱部は、半導体素子の一方の側方において、電極板と冷却器の間に配置されており、電極板内のヒートパイプの熱を冷却器に伝熱するように構成されている。第2伝熱部は、半導体素子の他方の側方において、電極板と冷却器の間に配置されており、電極板内のヒートパイプの熱を冷却器に伝熱するように構成されている。

【0009】

上記実施形態の半導体モジュールでは、第1伝熱部と第2伝熱部はそれぞれ、金属ブロックを有していてもよい。これにより、ヒートパイプの熱を冷却器に効率的に伝熱することができる。

10

【0010】

上記実施形態の半導体モジュールでは、ヒートパイプが、積層方向から見たときに、半導体素子の一方の側方と他方の側方の間を一方向に沿って半導体素子を超えて連続して伸びるように構成されていてもよい。あるいは、上記実施形態の半導体モジュールでは、ヒートパイプが第1ヒートパイプと第2ヒートパイプを有していてもよい。第1ヒートパイプは、積層方向から見たときに、半導体素子から半導体素子の一方の側方に向けて一方向に沿って伸びるように構成されている。第2ヒートパイプは、積層方向から見たときに、半導体素子から半導体素子の他方の側方に向けて一方向に沿って伸びるように構成されている。いずれの実施形態の半導体モジュールにおいても、ヒートパイプがトップヒート状態になることが回避される。

20

【実施例1】

【0011】

図1に示されるように、半導体モジュール10は、直流電源11と交流モータ13の間に接続されたインバータ回路を構成する。半導体モジュール10は、直流電源11から供給される直流電圧をスイッチングすることにより、その直流電圧を交流電圧に変換して交流モータ13に供給する。

【0012】

半導体モジュール10は、直流電源の低圧側端子11Nに接続可能に構成されている低圧側配線14Nと、直流電源11の高圧側端子11Pに接続可能に構成されている高圧側配線14Pと、低圧側配線14Nと高圧側配線14Pの間で並列に接続されている3つの相アーム10U、10V、10Wを備える。

30

【0013】

U相アーム10Uは、低圧側配線14Nと高圧側配線14Pの間で直列に接続された第1スイッチング素子SW1と第2スイッチング素子SW2を有しており、第1スイッチング素子SW1には第1還流ダイオードD1が並列に接続されており、第2スイッチング素子SW2には第2還流ダイオードD2が並列に接続されている。U相出力配線Uoutの一端が第1スイッチング素子SW1と第2スイッチング素子SW2の接続点に接続されており、U相出力配線Uoutの他端が交流モータ13に接続されている。

【0014】

V相アーム10Vは、低圧側配線14Nと高圧側配線14Pの間で直列に接続された第3スイッチング素子SW3と第4スイッチング素子SW4を有しており、第3スイッチング素子SW3には第3還流ダイオードD3が並列に接続されており、第4スイッチング素子SW4には第4還流ダイオードD4が並列に接続されている。V相出力配線Voutの一端が第3スイッチング素子SW3と第4スイッチング素子SW4の接続点に接続されており、V相出力配線Voutの他端が交流モータ13に接続されている。

40

【0015】

W相アーム10Wは、低圧側配線14Nと高圧側配線14Pの間で直列に接続された第5スイッチング素子SW5と第6スイッチング素子SW6を有しており、第5スイッチング素子SW5には第5還流ダイオードD5が並列に接続されており、第6スイッチング素子SW6には第6還流ダイオードD6が並列に接続されている。W相出力配線Woutの一

50

端が第5スイッチング素子SW5と第6スイッチング素子SW6の接続点に接続されており、W相出力配線Woutの他端が交流モータ13に接続されている。一例として、本実施例では、スイッチング素子SW1~6にはMOSFETが用いられており、還流ダイオードD1~6にはショットキーダイオードが用いられている。

【0016】

以下、U相アーム10Uの形態を詳細に説明するが、他のV相アーム10VとW相アーム10Wも同様の形態を備えている。例えば、半導体モジュール10は、以下で説明するU相アーム10Uと同様のものを3つ用意し、それらを縦方向に積層して構成してもよく、それらを面方向に並べて構成してもよい。あるいは、半導体モジュール10は、各相アームの低圧側(下側)の半導体素子(SW1, 3, 5とD1, 3, 5)を面方向に並べた構造体と高圧側(上側)の半導体素子(SW1, 3, 5とD1, 3, 5)を面方向に並べた構造体を用意し、これらを積層して構成してもよい。半導体モジュール10は、以下で説明する基本ユニットの技術を利用して様々な形態に構築することができる。なお、以下では、第1スイッチング素子SW1と第1還流ダイオードD1が一体化したチップとして構成されており、第2スイッチング素子SW2と第2還流ダイオードD2も一体化したチップとして構成されている例を説明する。以下では、第1スイッチング素子SW1と第1還流ダイオードD1が一体化したチップを第1スイッチング素子SW1として記載し、第2スイッチング素子SW2と第2還流ダイオードD2が一体化したチップを第2スイッチング素子SW2として記載する。

【0017】

図2に示されるように、U相アーム10Uは、第1構造体10Uaと第2構造体10Ubを備える。第1構造体10Uaは、U相アーム10Uのうちの低圧側(下側)に対応する。第2構造体10Ubは、U相アーム10Uのうちの高圧側(上側)に対応する。第1構造体10Uaと第2構造体10Ubは、一对の冷却器22の間に配置されているとともに、絶縁介挿板26を間において対向するように配置されている。絶縁介挿板26は、第1構造体10Uaと第2構造体10Ubの間で挟持されている。絶縁介挿板26を挟持するための力は、例えば、一对の冷却器22に形成されたボルト貫通孔(図示省略)を貫通するボルトをナットを用いて螺合することによって生成してもよい。絶縁介挿板26の材料には、一例として酸化シリコンが用いられてもよい。第1構造体10Uaと第2構造体10Ubは、一方をy軸周りに180度回転させると分かるように、共通の形態を備えていることを特徴とする。

【0018】

第1構造体10Uaと第2構造体10Ubはいずれも、絶縁基板24を有する。絶縁基板24は、例えば、アルミニウムの金属層24aと窒化アルミニウムの絶縁層24bとアルミニウムの回路層24cが冷却器22の表面からこの順で積層された絶縁基板である。

【0019】

第1構造体10Uaは、第1出力バスバーUout1、低圧側バスバー10N、第1スイッチング素子SW1、低圧側電極板32、低圧側ヒートパイプ33、第1低圧側伝熱部34、第2低圧側伝熱部36及び低圧側支持部38を備える。

【0020】

第1出力バスバーUout1は、絶縁基板24上に設けられており、x軸に長手方向を有する概ね平板形状である(図3参照)。第1出力バスバーUout1は、絶縁基板24の回路層24cの表面に口ウ付けによって固定されている。第1出力バスバーUout1は、第1スイッチング素子SW1のドレイン電極及びアノード電極に接続されているとともに(図3参照)、U相出力配線Uout(図1参照)に電氣的に接続される。第1出力バスバーUout1と第1スイッチング素子SW1は、はんだを介して接続されている。

【0021】

低圧側バスバー10Nは、絶縁基板24上に設けられており、x軸に長手方向を有する概ね平板形状である(図3参照)。低圧側バスバー10Nは、絶縁基板24の回路層24cの表面に口ウ付けによって固定されている。低圧側バスバー10Nは、第1低圧側伝熱

10

20

30

40

50

部 3 4 及び低圧側電極板 3 2 を介して第 1 スイッチング素子 S W 1 のソース電極及びカソード電極に電氣的に接続されているとともに、低圧側配線 1 4 N (図 1 参照) に電氣的に接続される。

【 0 0 2 2 】

第 1 出力バスバー Uout 1 と低圧側バスバー 1 0 N は、x 軸方向において、絶縁基板 2 4 から反対向きに延出している。第 1 出力バスバー Uout 1 と低圧側バスバー 1 0 N の材料には、一例として銅 (C u) が用いられてもよい。なお、第 1 スイッチング素子 S W 1 のゲート電極用のバスバーの図示は省略されているが、他のバスバーとの干渉を避けるために、他のバスバーとは異なる方向 (この例では、y 軸方向) に沿って絶縁基板 2 4 から延出するように設けられるのが望ましい。

10

【 0 0 2 3 】

低圧側電極板 3 2 は、第 1 スイッチング素子 S W 1 上に設けられており、積層方向 (z 軸方向) から見たときに、第 1 スイッチング素子 S W 1 の一方の側方と他方の側方の間を x 軸方向に沿って第 1 スイッチング素子 S W 1 を超えて伸びている。低圧側電極板 3 2 と第 1 スイッチング素子 S W 1 は、はんだを介して接続されている。

【 0 0 2 4 】

低圧側ヒートパイプ 3 3 は、低圧側電極板 3 2 内に埋設されており、自励振動式ヒートパイプである。この例に代えて、低圧側ヒートパイプ 3 3 は、毛細管現象を利用するウィック式ヒートパイプであってもよい。低圧側ヒートパイプ 3 3 は、積層方向 (z 軸方向) から見たときに、第 1 スイッチング素子 S W 1 から第 1 スイッチング素子 S W 1 の両側方に向けて x 軸方向に沿って伸びる部分を有する。

20

【 0 0 2 5 】

図 4 A に示されるように、低圧側ヒートパイプ 3 3 は、積層方向 (z 軸方向) から見たときに、第 1 スイッチング素子 S W 1 の一方の側方と他方の側方の間を x 軸方向に沿って第 1 スイッチング素子 S W 1 を超えて連続して伸びるように構成されている。低圧側ヒートパイプ 3 3 は、x 軸方向に沿って往復するように構成されている熱媒体路を有しており、この熱媒体路が x 軸方向に沿って伸びる複数の直線部分を有する。熱媒体路には、作動液が封入されており、この作動液が振動して熱輸送を行う。第 1 スイッチング素子 S W 1 は、低圧側ヒートパイプ 3 3 の中央位置、即ち、熱媒体路の複数の直線部分の中央位置に配置されている。この例に代えて、図 4 B に示されるように、低圧側ヒートパイプ 3 3 は、第 1 ヒートパイプ 3 3 a と第 2 ヒートパイプ 3 3 b を有していてもよい。第 1 ヒートパイプ 3 3 a は、積層方向 (z 軸方向) から見たときに、第 1 スイッチング素子 S W 1 から第 1 スイッチング素子 S W 1 の一方の側方 (図示左側) に向けて x 軸方向に沿って伸びるように構成されている。第 2 ヒートパイプ 3 3 b は、積層方向 (z 軸方向) から見たときに、第 1 スイッチング素子 S W 1 から第 1 スイッチング素子 S W 1 の他方の側方 (図示右側) に向けて x 軸方向に沿って伸びるように構成されている。この例では、第 1 スイッチング素子 S W 1 は、第 1 ヒートパイプ 3 3 a の一方の端部に対応して配置されるとともに、第 2 ヒートパイプ 3 3 b の一方の端部にも対応して配置されている。

30

【 0 0 2 6 】

図 2 及び図 3 に示されるように、第 1 低圧側伝熱部 3 4 は、金属材料を角柱状に形成した金属ブロックで構成されており、第 1 スイッチング素子 S W 1 の一方の側方において、低圧側電極板 3 2 と低圧側バスバー 1 0 N の間、即ち、低圧側電極板 3 2 と冷却器 2 2 の間に配置されている。第 1 低圧側伝熱部 3 4 は、積層方向 (z 軸方向) から見たときに、低圧側電極板 3 2 に埋設されている低圧側ヒートパイプ 3 3 と重複する位置関係に配置されている (図 4 A , 4 B 参照) 。これにより、第 1 低圧側伝熱部 3 4 は、低圧側電極板 3 2 に埋設されている低圧側ヒートパイプ 3 3 の熱を冷却器 2 2 に伝熱するように構成されている。第 1 低圧側伝熱部 3 4 は、低圧側バスバー 1 0 N と低圧側電極板 3 2 の各々に、はんだを介して接続されている。第 1 低圧側伝熱部 3 4 は、低電気抵抗で高熱伝導な材料を用いて構成されている。第 1 低圧側伝熱部 3 4 の材料は、一例として銅 (C u) が用いられてもよい。

40

50

【 0 0 2 7 】

図 2 及び図 3 に示されるように、第 2 低圧側伝熱部 3 6 は、金属材料を角柱状に形成した金属ブロックで構成されており、第 1 スイッチング素子 S W 1 の他方の側方において、低圧側電極板 3 2 と絶縁層 2 4 b の間、即ち、低圧側電極板 3 2 と冷却器 2 2 の間に配置されている。第 2 低圧側伝熱部 3 6 は、第 1 出力バスバー Uout 1 と回路層 2 4 c に形成されている貫通孔内に配置されており、第 1 出力バスバー Uout 1 と回路層 2 4 c から電氣的に絶縁されている。第 2 低圧側伝熱部 3 6 は、積層方向 (z 軸方向) から見たときに、低圧側電極板 3 2 に埋設されている低圧側ヒートパイプ 3 3 と重複する位置関係に配置されている (図 4 A , 4 B 参照)。これにより、第 2 低圧側伝熱部 3 6 は、低圧側電極板 3 2 に埋設されている低圧側ヒートパイプ 3 3 の熱を冷却器 2 2 に伝熱するように構成されている。第 2 低圧側伝熱部 3 6 は、低圧側電極板 3 2 と絶縁層 2 4 b の各々に、はんだを介して接続されている。第 2 低圧側伝熱部 3 6 は、高熱伝導な材料を用いて構成されている。第 2 低圧側伝熱部 3 6 の材料は、一例として銅 (C u) が用いられてもよい。

10

【 0 0 2 8 】

図 2 及び図 3 に示されるように、低圧側支持部 3 8 は、金属材料を角柱状に形成した金属ブロックで構成されており、第 1 スイッチング素子 S W 1 の他方の側方において、第 1 出力バスバー Uout 1 と絶縁介挿板 2 6 の間に配置されている。低圧側支持部 3 8 は、一対の冷却器 2 2 内の第 1 構造体 1 0 U a の位置を安定させるために設けられている。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示されるように、第 2 構造体 1 0 U b は、第 2 出力バスバー Uout 2、高圧側バスバー 1 0 P、第 2 スイッチング素子 S W 2、高圧側電極板 4 2、高圧側ヒートパイプ 4 3、第 1 高圧側伝熱部 4 4、第 2 高圧側伝熱部 4 6 及び高圧側支持部 4 8 を備える。上記したように、第 1 構造体 1 0 U a と第 2 構造体 1 0 U b は共通形態であり、第 2 構造体 1 0 U b の第 2 出力バスバー Uout 2 と高圧側バスバー 1 0 P と第 2 スイッチング素子 S W 2 と高圧側電極板 4 2 と高圧側ヒートパイプ 4 3 と第 1 高圧側伝熱部 4 4 と第 2 高圧側伝熱部 4 6 と高圧側支持部 4 8 はそれぞれ、第 1 構造体 1 0 U a の低圧側バスバー 1 0 N と第 1 出力バスバー Uout 1 と第 1 スイッチング素子 S W 1 と低圧側電極板 3 2 と低圧側ヒートパイプ 3 3 と第 1 低圧側伝熱部 3 4 と第 2 低圧側伝熱部 3 6 と低圧側支持部 3 8 に対応する。第 2 構造体 1 0 U b では、第 2 出力バスバー Uout 2 が U 相出力配線 Uout (図 1 参照) に電氣的に接続され、高圧側バスバー 1 0 P が高圧側配線 1 4 P (図 1 参照) に電氣的に接続される。

20

30

【 0 0 3 0 】

U 相アーム 1 0 U はさらに、導電体部 2 8 を備える。導電体部 2 8 は、第 1 構造体 1 0 U a の第 1 出力バスバー Uout 1 と第 2 構造体 1 0 U b の第 2 出力バスバー Uout 2 の間に設けられており、第 1 出力バスバー Uout 1 と第 2 出力バスバー Uout 2 を電氣的に接続する。一例では、導電体部 2 8 には、発砲金属が用いられている。

【 0 0 3 1 】

次に、U 相アーム 1 0 U の特徴を列記する。

(1) U 相アーム 1 0 U では、電極板 3 2 , 4 2 内に埋設されているヒートパイプ 3 3 , 4 3 が、積層方向 (z 軸方向) から見たときに、スイッチング素子 S W 1 , S W 2 の両側方に向けて伸びるように構成されている (図 4 A , 4 B 参照)。このため、U 相アーム 1 0 U では、例えば U 相アーム 1 0 U の姿勢が y 軸周りに傾斜することによってスイッチング素子 S W 1 , S W 2 の一方の側方側にあるヒートパイプ 3 3 , 4 3 の部分がトップヒート状態になっても、スイッチング素子 S W 1 , S W 2 の他方の側方側にあるヒートパイプ 3 3 , 4 3 の部分がトップヒート状態にならない。このように、U 相アーム 1 0 U では、ヒートパイプ 3 3 , 4 3 がトップヒート状態になることが回避される。U 相アーム 1 0 U は、高い冷却効率を維持することができる。

40

【 0 0 3 2 】

(2) 上記したように、U 相アーム 1 0 U では、第 1 構造体 1 0 U a と第 2 構造体 1 0 U b が共通形態であることを特徴としている。このため、1 種類の基本ユニットである構造

50

体 10Ua, 10Ub を用意しておけば、U相アーム 10U を構築することができ、さらに、V相アーム 10V 及びW相アーム 10W も同様に構築することができる。すなわち、本実施例の技術によると、1種類の基本ユニットである構造体 10Ua, 10Ub を用意しておけば、半導体モジュール 10 を構築することができる。半導体モジュール 10 は、部品点数が少ない簡素な構成であると評価できる。

【0033】

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。また、本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組合せに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成し得るものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

10

【符号の説明】

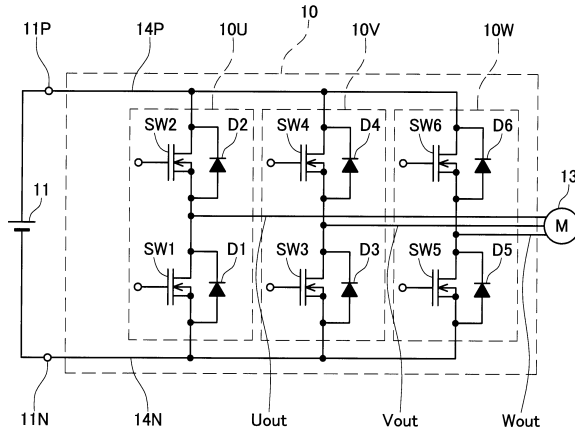
【0034】

- 10 : 半導体モジュール
- 10N : 低圧側バスバー
- 10P : 高圧側バスバー
- 10U : U相アーム
- 10V : V相アーム
- 10W : W相アーム
- 10Ua : 第1構造体
- 10Ub : 第2構造体
- 22 : 冷却器
- 24 : 絶縁基板
- 26 : 絶縁介挿板
- 28 : 導電体部
- 32, 42 : 電極板
- 33, 43 : ヒートパイプ
- 34, 44 : 第1伝熱部
- 36, 46 : 第2伝熱部
- 38, 48 : 支持部

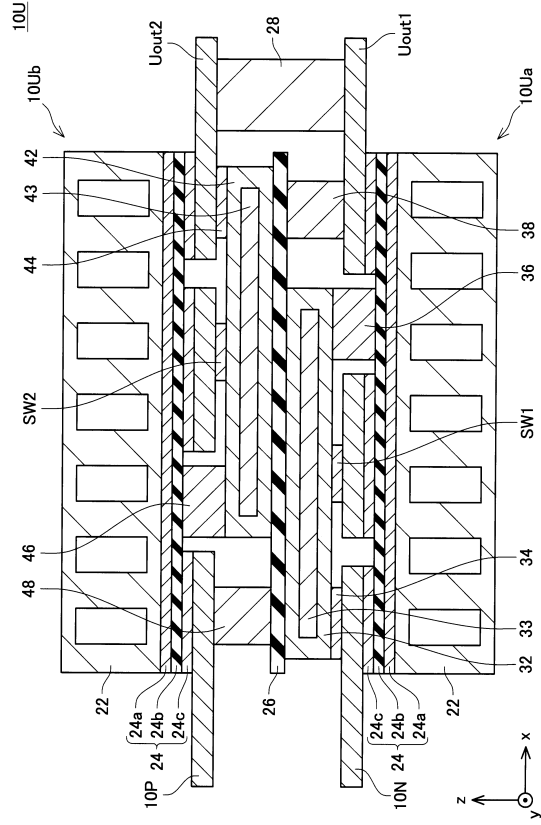
20

30

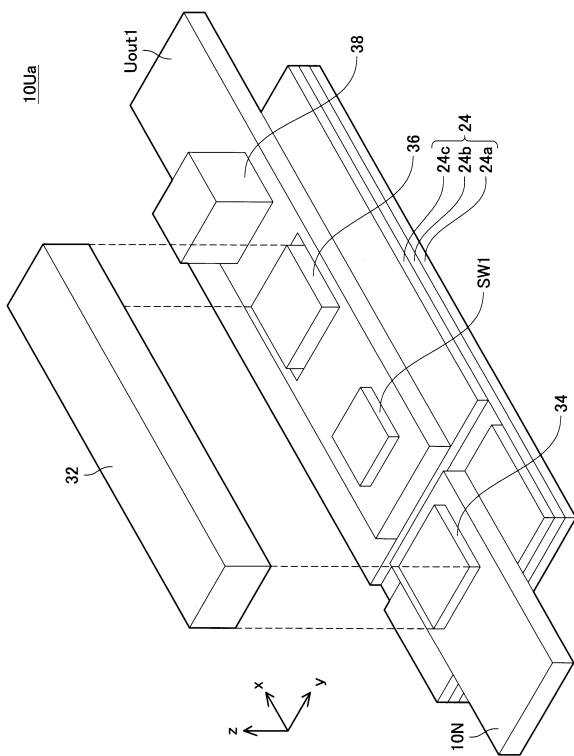
【図1】



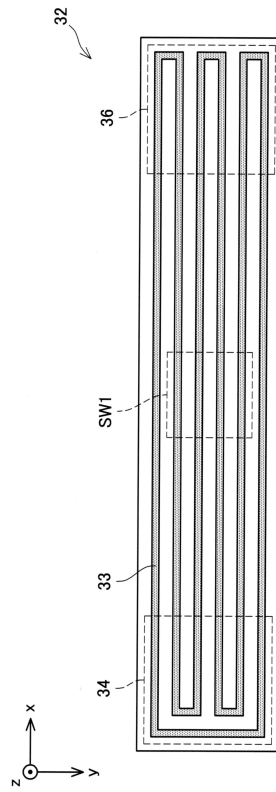
【図2】



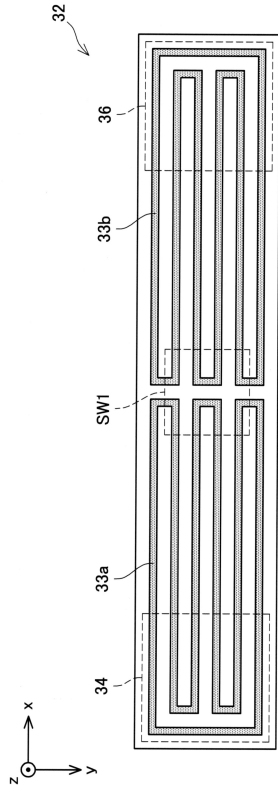
【図3】



【図4A】



【 4 B 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-204707(JP,A)
特開2006-032798(JP,A)
特開2000-304476(JP,A)
特開2014-085055(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/36
H01L 23/427
H01L 25/07
H01L 25/18
H05K 7/20