

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体素子と、

前記半導体素子が搭載される搭載面を有し、内部に前記半導体素子の冷却用の冷媒が流れる冷媒流路が形成されたヒートシンクと、

前記ヒートシンクにおける前記搭載面と反対側に位置する部分に設けられ、前記冷媒の流れ方向と交差する方向に延在し、前記冷媒流路の壁面から該冷媒流路の内方に向かって突出する突出部とを備え、

前記突出部は、前記半導体素子の近傍であって前記半導体素子の前記冷媒の流れ方向における中心よりも上流側に位置するように設けられる、半導体素子の冷却構造。

10

【請求項 2】

前記搭載面上に搭載される他の半導体素子をさらに備え、

前記半導体素子および前記他の半導体素子は、前記他の半導体素子が前記半導体素子よりも上流側に位置するように前記冷媒の流れ方向に並んで配置され、

前記突出部は、前記他の半導体素子よりも下流側であって前記半導体素子の前記冷媒の流れ方向における中心よりも上流側に位置するように設けられる、請求項 1 に記載の半導体素子の冷却構造。

【請求項 3】

前記ヒートシンクにおける前記突出部と対向する部分に設けられ、前記冷媒の流れ方向と交差する方向に延在し、前記冷媒流路の壁面から該冷媒流路の内方に向かって突出し、前記突出部よりも上流側に位置する他の突出部をさらに備えた、請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体素子の冷却構造。

20

【請求項 4】

半導体素子と、

前記半導体素子が搭載される搭載面を有し、内部に前記半導体素子の冷却用の冷媒が流れる冷媒流路が形成されたヒートシンクとを備え、

前記ヒートシンクは、前記搭載面を含む第 1 部材と、該第 1 部材と対向するように設けられる第 2 部材とを含み、

前記第 1 部材は、前記冷媒流路に沿って形成され前記冷媒流路の壁面から該冷媒流路の内方に向かって突出する複数のフィンを有し、

30

前記第 2 部材は、前記フィンの長手方向の一部において、複数の前記フィンの間に嵌合されるように形成され前記冷媒流路の壁面から該冷媒流路の内方に向かって突出する突出部を有する、半導体素子の冷却構造。

【請求項 5】

前記突出部は、前記冷媒流路を流れる冷媒の流れを前記半導体素子に向けるような位置に設けられる、請求項 4 に記載の半導体素子の冷却構造。

【請求項 6】

前記半導体素子は、車両を駆動する回転電機を制御する制御装置に含まれる、請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の半導体素子の冷却構造。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体素子の冷却構造に関し、特に、冷媒流路を有するヒートシンク上に搭載される半導体素子の冷却構造に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子などの発熱体を冷却するための冷却装置が従来から知られている。たとえば、特開 2004-103936 号公報（特許文献 1）には、半導体素子からの熱を逃がすヒートシンクを備えた半導体装置が記載されている。ここでは、冷媒の流路を構成するカバーの内壁に複数の突起が設けられている。

50

【0003】

また、特開平10-200278号公報（特許文献2）には、冷却風の流通方向に対して波形状に連続して屈曲した形状のフィンを有する冷却装置が記載されている。

【0004】

また、特開2004-119939号公報（特許文献3）には、ヒートシンク内にワイヤのループを設けて冷却効率を向上させることが記載されている。

【0005】

また、特開2001-352025号公報（特許文献4）には、冷媒の流入口からの距離によって流路幅を変化させた冷却装置が記載されている。

【特許文献1】特開2004-103936号公報

10

【特許文献2】特開平10-200278号公報

【特許文献3】特開2004-119939号公報

【特許文献4】特開2001-352025号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ヒートシンク内に形成された冷媒流路に冷媒を流すとき、その冷媒流路の下流側に向かうにつれて冷媒流路の壁面上に境界層が発達する。境界層では冷媒の流速が低いため、境界層の発達は、冷却効率の低下に繋がる。

【0007】

20

冷却効率を向上させる観点からは、たとえば流路を微細化して伝熱面積を増大させることなどが考えられる。しかしながら、流路を微細化した場合、圧損が増大する。

【0008】

また、冷媒が沸騰する沸騰冷却時においては、伝熱面上に気泡膜が形成され、この気泡膜により冷媒による冷却が阻害される場合がある。

【0009】

上記の境界層や気泡膜の発達を妨げるためには、冷媒の流れに乱れを生じさせることが好ましい。しかしながら、上記の特許文献1～4には、必ずしも効果的な乱れを生じさせて冷却効率を向上させることが可能な構成は開示されていない。たとえば、特許文献1では、冷媒流路を構成するケースの内面に突起が形成されているが、この突起は冷媒の流れ方向に沿って延びるものであり、この突起によって必ずしも十分に乱れの発生を促進して冷却効率を向上させることはできない。

30

【0010】

本発明は、上記のような問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、冷却効率の高い半導体素子の冷却構造を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係る半導体素子の冷却構造は、1つの局面では、半導体素子と、半導体素子が搭載される搭載面を有し、内部に半導体素子の冷却用の冷媒が流れる冷媒流路が形成されたヒートシンクと、ヒートシンクにおける搭載面と反対側に位置する部分に設けられ、冷媒の流れ方向と交差する方向に延在し、冷媒流路の壁面から該冷媒流路の内方に向かって突出する突出部とを備え、突出部は、半導体素子の近傍であって半導体素子の冷媒の流れ方向における中心よりも上流側に位置するように設けられる。

40

【0012】

1つの例として、上記半導体素子の冷却構造は、搭載面上に搭載される他の半導体素子をさらに備え、半導体素子および他の半導体素子は、他の半導体素子が半導体素子よりも上流側に位置するように冷媒の流れ方向に並んで配置され、突出部は、他の半導体素子よりも下流側であって半導体素子の冷媒の流れ方向における中心よりも上流側に位置するように設けられる。

【0013】

50

上記構成によれば、冷媒流路の底面から突出する突出部が設けられることにより、半導体素子の近傍において、搭載面側の流速が大きい流速分布を生じさせるとともに、冷媒の流れに乱れを発生させて境界層の成長を抑制することができる。この結果、冷媒による熱伝達効率が向上し、半導体素子の冷却効率が向上する。

【0014】

上記半導体素子の冷却構造は、好ましくは、ヒートシンクにおける突出部と対向する部分に設けられ、冷媒の流れ方向と交差する方向に延在し、冷媒流路の壁面から該冷媒流路の内方に向かって突出し、突出部よりも上流側に位置する他の突出部をさらに備える。

【0015】

上記構成によれば、冷媒流路の上面と底面とに設けられた一对の突出部により、半導体素子の搭載部に向かう冷媒の流れが形成しやすくなるので、半導体素子の冷却効率がさらに向上する。

【0016】

なお、上記構成において「冷媒の流れ方向と交差する方向に延在する」とは、冷媒の流れ方向と交差するように連続的に延在する場合と、冷媒の流れ方向と交差するように断続的に延在する場合とを含む。

【0017】

本発明に係る半導体素子の冷却構造は、他の局面では、半導体素子と、半導体素子が搭載される搭載面を有し、内部に半導体素子の冷却用の冷媒が流れる冷媒流路が形成されたヒートシンクとを備え、ヒートシンクは、搭載面を含む第1部材と、該第1部材と対向するように設けられる第2部材とを含み、第1部材は、冷媒流路に沿って形成され冷媒流路の壁面から該冷媒流路の内方に向かって突出する複数のフィンを有し、第2部材は、フィンの長手方向の一部において、複数のフィンの間に嵌合されるように形成され冷媒流路の壁面から該冷媒流路の内方に向かって突出する突出部を有する。

【0018】

上記構成によれば、冷媒流路の底面から突出する突出部が設けられることにより、半導体素子の近傍において、搭載面側の流速が大きい流速分布を生じさせるとともに、冷媒の流れに乱れを発生させて境界層の成長を抑制することができる。この結果、冷媒による熱伝達効率が向上し、半導体素子の冷却効率が向上する。また、フィンと突出部とを嵌合させるように第1と第2部材を組み合わせることで、ヒートシンクを構成する際の第1と第2部材の位置決めが容易になる。

【0019】

上記半導体素子の冷却構造において、好ましくは、突出部は、冷媒流路を流れる冷媒の流れを半導体素子に向けるような位置に設けられる。

【0020】

1つの例として、上記半導体素子の冷却構造において、半導体素子は、車両を駆動する回転電機を制御する制御装置に含まれる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、半導体素子の冷却効率を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下に、本発明の実施の形態について説明する。なお、同一または相当する部分に同一の参照符号を付し、その説明を繰返さない場合がある。

【0023】

なお、以下に説明する実施の形態において、個数、量などに言及する場合、特に記載がある場合を除き、本発明の範囲は必ずしもその個数、量などに限定されない。また、以下の実施の形態において、各々の構成要素は、特に記載がある場合を除き、本発明にとって必ずしも必須のものではない。また、以下に複数の実施の形態が存在する場合、特に記載がある場合を除き、各々の実施の形態の構成を適宜組み合わせることは、当初から予定され

10

20

30

40

50

ている。

【0024】

図1は、本発明の1つの実施の形態に係る半導体素子の冷却構造が適用されるPCUの主要部の構成を示す回路図である。なお、図1に示されるPCU100は、「車両を駆動する回転電機の制御装置」である。

【0025】

図1を参照して、PCU100は、コンバータ110と、インバータ120、130と、制御装置140と、コンデンサC1、C2とを含んで構成される。コンバータ110は、バッテリーBとインバータ120、130との間に接続され、インバータ120、130は、それぞれ、モータジェネレータMG1、MG2と接続される。

10

【0026】

コンバータ110は、パワートランジスタQ1、Q2と、ダイオードD1、D2と、リアクトルLとを含む。パワートランジスタQ1、Q2は直列に接続され、制御装置140からの制御信号をベースに受ける。ダイオードD1、D2は、それぞれパワートランジスタQ1、Q2のエミッタ側からコレクタ側へ電流を流すようにパワートランジスタQ1、Q2のコレクタ-エミッタ間にそれぞれ接続される。リアクトルLは、バッテリーBの正極と接続される電源ラインPL1に一端が接続され、パワートランジスタQ1、Q2の接続点に他端が接続される。

【0027】

このコンバータ110は、リアクトルLを用いてバッテリーBから受ける直流電圧を昇圧し、その昇圧した昇圧電圧を電源ラインPL2に供給する。また、コンバータ110は、インバータ120、130から受ける直流電圧を降圧してバッテリーBを充電する。

20

【0028】

インバータ120、130は、それぞれ、U相アーム121U、131U、V相アーム121V、131VおよびW相アーム121W、131Wを含む。U相アーム121U、V相アーム121VおよびW相アーム121Wは、ノードN1とノードN2との間に並列に接続される。同様に、U相アーム131U、V相アーム131VおよびW相アーム131Wは、ノードN1とノードN2との間に並列に接続される。

【0029】

U相アーム121Uは、直列接続された2つのパワートランジスタQ3、Q4を含む。同様に、U相アーム131U、V相アーム121V、131VおよびW相アーム121W、131Wは、それぞれ、直列接続された2つのパワートランジスタQ5~Q14を含む。また、各パワートランジスタQ3~Q14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ダイオードD3~D14がそれぞれ接続されている。

30

【0030】

インバータ120、130の各相アームの中間点は、それぞれ、モータジェネレータMG1、MG2の各相コイルの各相端に接続されている。そして、モータジェネレータMG1、MG2においては、U、V、W相の3つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成される。

【0031】

コンデンサC1は、電源ラインPL1、PL3間に接続され、電源ラインPL1の電圧レベルを平滑化する。また、コンデンサC2は、電源ラインPL2、PL3間に接続され、電源ラインPL2の電圧レベルを平滑化する。

40

【0032】

インバータ120、130は、制御装置140からの駆動信号に基づいて、コンデンサC2からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG1、MG2を駆動する。

【0033】

制御装置140は、モータトルク指令値、モータジェネレータMG1、MG2の各相電流値、およびインバータ120、130の入力電圧に基づいてモータジェネレータMG1

50

、MG 2の各相コイル電圧を演算し、その演算結果に基づいてパワートランジスタQ 3～Q 14をオン／オフするPWM (Pulse Width Modulation) 信号を生成してインバータ120、130へ出力する。

【0034】

また、制御装置140は、上述したモータトルク指令値およびモータ回転数に基づいてインバータ120、130の入力電圧を最適にするためのパワートランジスタQ 1、Q 2のデューティ比を演算し、その演算結果に基づいてパワートランジスタQ 1、Q 2をオン／オフするPWM信号を生成してコンバータ110へ出力する。

【0035】

さらに、制御装置140は、モータジェネレータMG 1、MG 2によって発電された交流電力を直流電力に変換してバッテリーBを充電するため、コンバータ110およびインバータ120、130におけるパワートランジスタQ 1～Q 14のスイッチング動作を制御する。

【0036】

PCU 100の動作時において、コンバータ110およびインバータ120、130を構成するパワートランジスタQ 1～Q 14およびダイオードD 1～D 14は発熱する。したがって、これらの半導体素子の冷却を促進するための冷却構造を設ける必要がある。

【0037】

図2は、本実施の形態に係る半導体素子の冷却構造を示す断面図であり、図3は、図2におけるIII-III断面図である。また、図4は、図2、図3に示される冷却構造の分解斜視図である。図2～図4を参照して、本実施の形態に係る半導体素子の冷却構造は、半導体素子1と、半導体素子1が搭載されるヒートシンク2とを含んで構成される。

【0038】

半導体素子1は、たとえば図1におけるパワートランジスタQ 1～Q 14およびダイオードD 1～D 14である。図2の例では、半導体素子1として、複数の半導体素子11、12が示される。半導体素子1(11、12)は、搭載構造1Aを介してヒートシンク2上に搭載される。ヒートシンク2は、たとえば銅やアルミニウムなどの熱伝達率の比較的高い金属により構成される。また、ヒートシンク2は、第1部材21と第2部材22とを含んで構成される。第1と第2部材21、22の間には、冷媒流路20が形成されている。冷媒流路20内に冷媒が流されることにより、半導体素子1の冷却が行なわれる。

【0039】

図3、図4に示すように、第1部材21は、第2部材22に向かって突出する複数のフィン4を有する。フィン4は、冷媒流路20の延在方向、すなわち、冷媒が流れる方向(矢印DR 1方向)に沿って延在している。また、第2部材22は、第1部材21に向かって突出する複数の突出部3を有する。複数の突出部3とフィン4とは、図3に示すように、互いに噛み合うように設けられている。また、フィン4は、冷媒流路20の高さを規定している。なお、ヒートシンク2を形成する際は、図4に示すように、突出部3とフィン4とを嵌合させるように第1と第2部材21、22が矢印β方向に沿って組合わされる。以上のようにして、ヒートシンク2内に、フィン4により仕切られたチャンネル型の冷媒流路20が構成されている。

【0040】

冷媒流路20に冷媒を流して半導体素子1の冷却を行なう際、冷媒流路20の壁面近傍では、境界層が発達し、冷媒の流速が小さくなりやすい傾向にある。また、冷媒が沸騰する沸騰冷却時には、半導体素子1の搭載部の下部に位置する冷媒流路20の上面20B上には、気泡膜が形成される。冷媒流路20の上面20B側において冷媒の流速が低下したり気泡膜が形成されることにより、半導体素子1の冷却効率が低下しやすくなる。

【0041】

本願発明者らは、冷媒の流れ方向(矢印DR 1方向)と交差する方向に延在し、冷媒流路20の底面20Aから冷媒流路20の内方に向けて突出する突出部3(31、32)を形成することで、半導体素子1の冷却効率を向上させることを考案した。再び図2を参照

10

20

30

40

50

して、突出部 3 は、矢印 D R 1 方向に並ぶ突出部 3 1, 3 2 を含む。突出部 3 1, 3 2 は、それぞれ、冷媒流路 2 0 における半導体素子 1 1, 1 2 の近傍に位置する部分に形成される。突出部 3 1, 3 2 は、冷媒の流れ方向と交差する方向（矢印 D R 2 方向）に沿って断続的に延びる（フィン 4 により分断される）ように形成されている。図 2 の例では、半導体素子 1 1, 1 2 の上流側に、それぞれ突出部 3 1, 3 2 が形成されている。なお、図 2 中の矢印 α は、局所的な冷媒の流れを示す。

【0042】

上記のような突出部 3 を設けることにより、半導体素子 1 の搭載位置において、冷媒の流れを偏向させ、乱れを発生させるとともに、半導体素子 1 の搭載面側の冷媒の流速を増大させて、境界層の発達を抑制することができる。以上の結果として、半導体素子 1 の冷却効率が向上する。

10

【0043】

なお、突出部 3 が設けられる位置は、適宜変更可能であるが、典型的には、各半導体素子 1 の上流側に位置するように設けられる。たとえば、図 2 の例では、半導体素子 1 2 の上流側に設けられる突出部 3 2 は、半導体素子 1 1, 1 2 の間（換言すると、半導体素子 1 1 の下流側であって半導体素子 1 2 の上流側）に設けられている。なお、突出部 3 は、半導体素子 1 とオーバーラップするように設けられてもよい。たとえば、図 2 に示される突出部 3 2 は、半導体素子 1 2 の直下に設けられてもよい。このような場合であっても、突出部 3 2 が半導体素子 1 2 の（矢印 D R 1 方向の）中心よりも上流側に設けられている場合には、上記と同様の効果が期待できる。

20

【0044】

また、上記の位置に突出部 3 が設けられることで、冷媒流路 2 0 を流れる冷媒の流れは半導体素子 1 に向けられる。半導体素子 1 に向けられた冷媒の流れが半導体素子 1 の直下に位置する冷媒流路 2 0 の上面 2 0 B に衝突することにより、上述した気泡膜が破壊される。以上の結果として、半導体素子 1 の冷却効率がさらに向上する。

【0045】

図 5 は、図 2 ～図 4 に示される冷却構造の変形例を示す断面図である。図 5 を参照して、本変形例においては、第 2 部材 2 2 から上方に向けて突出する突出部 3 A が設けられるとともに、第 1 部材 2 1 から下方に向けて突出する突出部 2 B が設けられている。換言すると、図 5 の例では、冷媒流路 2 0 の底面 2 0 A から冷媒流路 2 0 の内方に向けて突出する突出部 3 A と、冷媒流路 2 0 の上面 2 0 B から冷媒流路 2 0 の内方に向けて突出する突出部 3 B とが設けられている。なお、図 5 の例においても、突出部 3 A, 3 B は、冷媒の流れ方向と交差する方向に延びるように設けられている。また、図 5 中の矢印 α は、局所的な冷媒の流れを示す。

30

【0046】

上記のような一对の突出部 3 A, 3 B を設けることにより、ヒートシンク 2 における半導体素子 1 の直下に位置する部分（たとえば図 5 中の A 部）に向かう冷媒の流れが、より誘導されやすくなる。したがって、半導体素子 1 の冷却効率のさらなる向上が期待できる。

【0047】

図 2 ～図 5 の例では、第 1 と第 2 部材 2 1, 2 2 により冷媒流路 2 0 を構成する場合について説明したが、ヒートシンク 2 は、たとえば、図 6 に示すように、1 つの部材によりその内部に中空状流路を形成するものであってもよい。なお、図 6 の例では、1 本の扁平管の下面（半導体素子 1 の搭載面に対向する面）に凹み 5 A を設け、上面（半導体素子 1 の搭載面）に凹み 5 B を設けることにより、冷媒流路 2 0 の底面 2 0 A および上面 2 0 B から突出する突出部を形成している。なお、図 6 の例でも、突出部を形成するための凹み 5 A, 5 B は、冷媒の流れ方向（矢印 D R 1 方向）に交差する方向に延びるように形成されている。また、図 6 中の矢印 α は、局所的な冷媒の流れを示す。

40

【0048】

図 6 に示される構成によっても、図 2 ～図 5 と同様に、半導体素子 1 の冷却効率を向上

50

させることができる。また、半導体素子 1 の発熱により、扁平管に生じる応力が増大する場合があるが、上記の凹み 5 A, 5 B を設けることにより、この応力増大を緩和する効果も得ることができる。

【0049】

なお、突出部の形状は、図 2～図 6 において説明した形態に限定されず、たとえば、図 7, 図 8 に示すような三角形の形状を採用することも可能である。

【0050】

図 9 は、上述した冷却構造を構成するヒートシンクを示す斜視図である。また、図 10 は、図 9 に示すヒートシンクに半導体素子を搭載した状態の一例を示す上面図である。図 9, 図 10 を参照して、ヒートシンク 2 は、半導体素子 1 が搭載される搭載面 2 A を有する。図 10 に示すように、コンバータ 110 およびインバータ 120, 130 に含まれる半導体素子 1 (パワートランジスタ Q1～Q14 およびダイオード D1～D14) が搭載面 2 A 上に搭載される。ヒートシンク 2 は、入口部 6 および出口部 7 を有する。ラジエータ (図示せず) において冷却された冷媒は、入口部 6 からヒートシンク 2 内に流入し、ヒートシンク 2 内に形成された冷媒流路 20 を流れる。冷媒流路 20 を流れた冷媒は、出口部 7 から流出し、ラジエータに導かれ、再び冷却される。このようにして、半導体素子 1 の冷却が促進される。

【0051】

上述した内容について要約すると、以下ようになる。すなわち、本実施の形態に係る半導体素子の冷却構造は、半導体素子 12 および「他の半導体素子」としての半導体素子 11 を含む半導体素子 1 と、半導体素子 1 が搭載される搭載面 2 A を有し、内部に半導体素子 1 の冷却用の冷媒が流れる冷媒流路 20 が形成されたヒートシンク 2 と、ヒートシンク 2 における搭載面 2 A と反対側に位置する部分に設けられ、冷媒の流れ方向 (矢印 DR1 方向) と交差する方向 (矢印 DR2 方向) に延在し、冷媒流路 20 の底面 20 A から該冷媒流路 20 の内方に向かって突出する突出部 3 とを備える。図 2～図 4 の例では、半導体素子 11, 12 は、半導体素子 11 が半導体素子 12 よりも上流側に位置するように矢印 DR1 方向に並んで配置され、半導体素子 12 用の突出部 32 は、半導体素子 11 よりも下流側であって半導体素子 12 の矢印 DR1 方向における中心よりも上流側に位置するように設けられる。

【0052】

また、図 2～図 4 の例では、ヒートシンク 2 は、搭載面 2 A を含む第 1 部材 21 と、第 1 部材 21 と対向するように設けられる第 2 部材 22 とを含む。ここで、第 1 部材 21 は、冷媒流路 20 に沿って形成され冷媒流路 20 の上面 20 B から冷媒流路 20 の内方に向かって突出する複数のフィン 4 を有する。また、第 2 部材 22 は、フィン 4 の長手方向の一部において、複数のフィン 4 の間に嵌合されるように形成され冷媒流路 20 の底面 20 A から冷媒流路 20 の内方に向かって突出する突出部 3 を有する。

【0053】

また、図 5 の例では、冷媒の流れ方向と交差する方向に延在し、冷媒流路 20 の底面 20 A から冷媒流路 20 の内方に向かって突出する突出部 3 A と、冷媒の流れ方向と交差する方向に延在し、冷媒流路 20 の上面 20 B から冷媒流路 20 の内方に向かって突出し、突出部 3 A よりも上流側に位置する「他の突出部」としての突出部 3 B とが設けられている。

【0054】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、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】

【0055】

【図 1】 本発明の 1 つの実施の形態に係る半導体素子の冷却構造が適用される PCU の主

要部の構成を示す回路図である。

【図 2】 本発明の 1 つの実施の形態に係る半導体素子の冷却構造を示す断面図である。

【図 3】 図 2 における III-III 断面図である。

【図 4】 図 2, 図 3 に示される冷却構造の分解斜視図である。

【図 5】 本発明の 1 つの実施の形態に係る半導体素子の冷却構造の変形例を示す断面図である。

【図 6】 本発明の 1 つの実施の形態に係る半導体素子の冷却構造の他の変形例を示す断面図である。

【図 7】 図 2 ~ 図 6 に示される冷却構造における突出部の変形例を示す図である。

【図 8】 図 2 ~ 図 6 に示される冷却構造における突出部の他の変形例を示す図である。

【図 9】 本発明の 1 つの実施の形態に係る半導体素子の冷却構造を構成するヒートシンクを示す斜視図である。

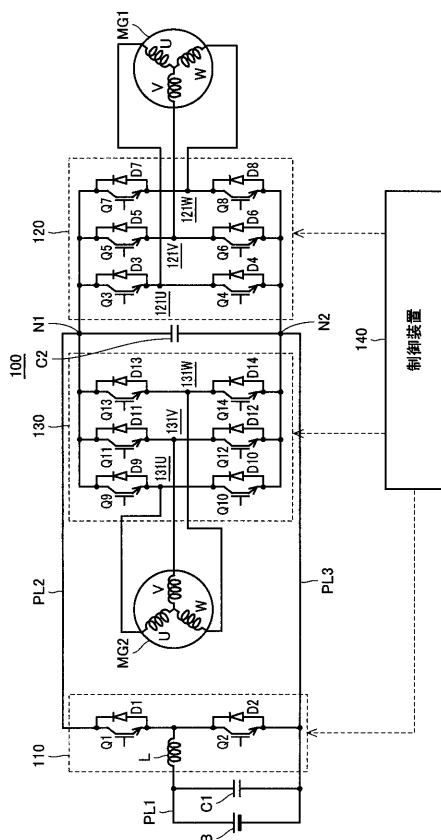
【図 10】 図 9 に示されるヒートシンクに半導体素子を搭載した状態の一例を示す上面図である。

【符号の説明】

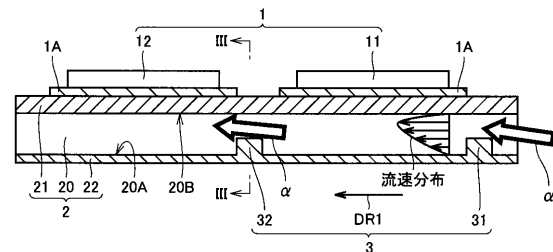
【0056】

1, 11, 12 半導体素子、1A 搭載構造、2 ヒートシンク、2A 搭載面、3, 3A, 3B, 31, 32 突出部、4 フィン、5A, 5B 凹み、6 入口部、7 出口部、20 冷媒流路、20A 底面、20B 上面、21 第 1 部材、22 第 2 部材、100 PCU、110 コンバータ、120, 130 インバータ、121U, 131U U 相アーム、121V, 131V V 相アーム、121W, 131W W 相アーム、140 制御装置、B バッテリ、C1, C2 コンデンサ、D1 ~ D14 ダイオード、L リアクトル、PL1, PL2, PL3 電源ライン、Q1 ~ Q14 パワートランジスタ。

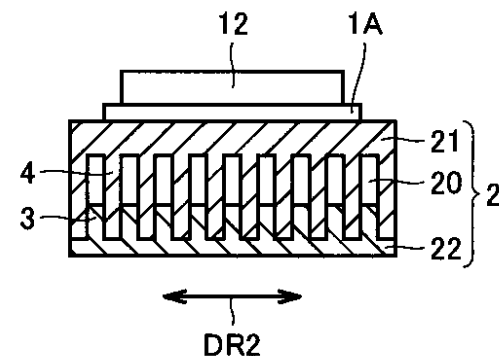
【図 1】



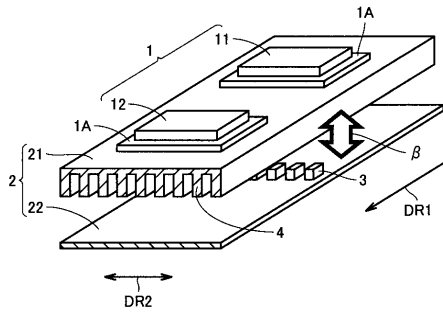
【図 2】



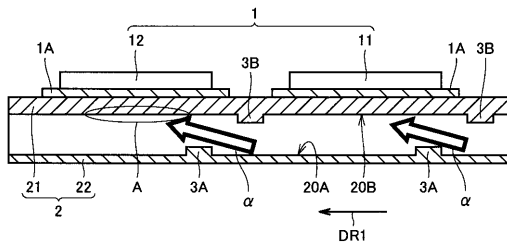
【図 3】



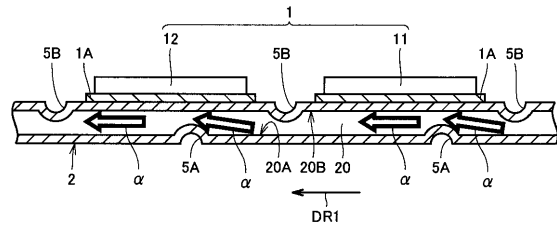
【図 4】



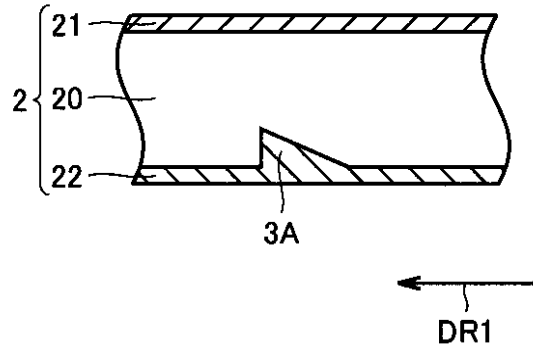
【図 5】



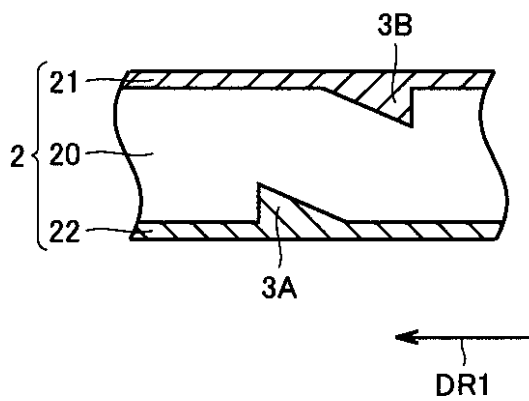
【図 6】



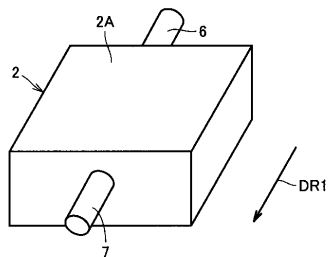
【図 7】



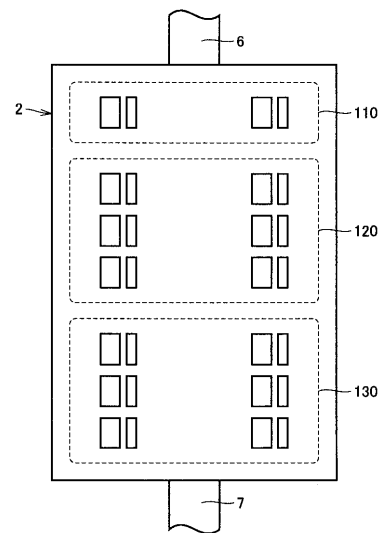
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 横井 豊

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株式会社豊田中央研究所内

Fターム(参考) 5F136 CB06 CB07