

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5805838号  
(P5805838)

(45) 発行日 平成27年11月10日(2015.11.10)

(24) 登録日 平成27年9月11日(2015.9.11)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 L	23/40	(2006.01)	HO 1 L	23/40	E
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	E
HO 5 K	7/20	(2006.01)	HO 5 K	7/20	R
			HO 5 K	7/20	F

請求項の数 13 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2014-198049 (P2014-198049)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成26年9月29日 (2014.9.29)		株式会社日立製作所
審査請求日	平成27年3月26日 (2015.3.26)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
早期審査対象出願		(74) 代理人	110001807
			特許業務法人磯野国際特許商標事務所
		(72) 発明者	松元 大輔
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	三間 彬
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	川島 徹也
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発熱体の冷却構造、電力変換器ユニットおよび電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のピンフィンを突出させて成る、少なくとも一の冷却面を有する発熱体と、  
前記ピンフィンに対向する箇所に前記ピンフィンが遊挿される穴を形成してなる受熱板と、  
前記受熱板を押圧しつつ挟持する一对の挟持部材を有し、前記受熱板を冷却する冷却器と、

前記受熱板に設けられ、前記挟持部材による押圧力が前記発熱体に印加されないように、前記一对の挟持部材の間隔を抑制する空間確保部と  
を備えることを特徴とする発熱体の冷却構造。

10

【請求項 2】

前記発熱体は、対向する二面に前記冷却面を有し、  
前記受熱板は二面の前記冷却面に沿った形状を有し、二面の前記冷却面から各々突出する前記ピンフィンに対向する箇所に前記穴を形成した  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の発熱体の冷却構造。

【請求項 3】

前記ピンフィンと前記受熱板との間に熱伝導剤を充填した  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の発熱体の冷却構造。

【請求項 4】

前記空間確保部によって抑制された前記一对の挟持部材の間隔は、前記ピンフィンを含

20

んだ前記発熱体の厚さよりも大きいこと

を特徴とする請求項 1 に記載の発熱体の冷却構造。

【請求項 5】

前記穴の形状が円柱状であることを特徴とする請求項 1 に記載の発熱体の冷却構造。

【請求項 6】

複数の前記ピンフィンが一の前記穴に遊挿されること

を特徴とする請求項 1 に記載の発熱体の冷却構造。

【請求項 7】

前記受熱板は、複数の前記ピンフィンが遊挿される穴と、一の前記ピンフィンが遊挿される穴との双方を形成して成るものであること

を特徴とする請求項 1 に記載の発熱体の冷却構造。

【請求項 8】

前記冷却器は、放熱フィンと、前記挟持部材と前記放熱フィンとに結合されたヒートパイプとを有すること

を特徴とする請求項 1 に記載の発熱体の冷却構造。

【請求項 9】

前記冷却器は、前記挟持部材に接合された放熱フィンとを有すること

を特徴とする請求項 1 に記載の発熱体の冷却構造。

【請求項 10】

前記冷却器は、前記挟持部材に接合された冷媒の流通経路と、前記流通経路に接合された放熱フィンとを有すること

を特徴とする請求項 1 に記載の発熱体の冷却構造。

【請求項 11】

複数のピンフィンを突出させて成る、少なくとも一の冷却面を有する発熱体と、

前記ピンフィンに対向する箇所に前記ピンフィンが遊挿される穴を形成してなるととも

に、前記発熱体を挟持する一対の挟持部材と、

を有し、

前記挟持部材による押圧力が前記発熱体に印加されないように、前記一対の挟持部材の間隔を抑制する空間確保部を有する

ことを特徴とする発熱体の冷却構造。

【請求項 12】

複数のピンフィンを突出させて成る冷却面を対向する両面に有し、前記冷却面に隣接するひとつの側面に電気端子を有する複数の電力変換装置用半導体装置と、

前記ピンフィンに対向する箇所に前記ピンフィンが遊挿される穴を形成してなり、前記冷却面に各々装着される複数の受熱板と、

前記複数の受熱板を押圧しつつ挟持する挟持部材と、各々が前記各電力変換装置用半導体装置に対して前記電気端子を有する側面と反対側に隣接する複数の放熱フィンと、前記挟持部材と対応する複数の放熱フィンとを接続するヒートパイプとを有し、前記複数の受熱板を各々冷却する冷却器と、

前記複数の受熱板の各々に設けられ、前記挟持部材による押圧力が前記電力変換装置用半導体装置に印加されないように、前記挟持部材の間隔を抑制する複数の空間確保部と

を有し、

前記複数の電力変換装置用半導体装置の前記電気端子を有する側面は、同一面に配置され、前記同一面の裏側から前記複数の放熱フィンに対して送風機から冷却風が送風されることを特徴とする電力変換器ユニット。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の電力変換器ユニットを、前記冷却器が相互に隣接するように複数個並べて配置してなる電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

## 【0001】

本発明は、発熱体の冷却構造および電力変換装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献1は、その段落0001によれば「放熱性および信頼性に優れたパワーモジュールに関する」ものであり、その段落0011には、「扁平状ケースの面積の広い対向する2つの面の一方には放熱部307Aが設けられ、他方の面には放熱部307Bが設けられている。放熱部307Aおよび放熱部307Bはモジュールケース304の放熱壁として機能するものであり、それらの外周面には複数のフィン305が均一に形成されている」と記載されている。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2013-73964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、元々水冷式のものとして設計された半導体モジュール等の発熱体を空冷式のものとして使用したいという要望がある。これは、空冷式を採用すると、冷媒の配管などが不要になり、メンテナンス上有利である等の理由による。空冷式を採用するならば、発熱体にある程度の大きさの外付けの冷却フィン等を装着する必要があるが生じる。しかし、元々水冷式のものとして設計された発熱体は、小型のピンフィン（ピン状に突出したフィン）などを有しているものの、外付けの冷却フィンの取付が想定されていないため、強い押圧力が印加されることは想定されていない。従って、ボルト締めなどによって単純に外付けの冷却フィンを取り付けようとする、発熱体を破損させてしまうおそれがある。

20

この発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、ピンフィンを有する半導体モジュール等の発熱体を、破損を防止しつつ冷却できる発熱体の冷却構造、電力変換器ユニットおよび電力変換装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

30

上記課題を解決するため本発明にあっては、複数のピンフィンを突出させて成る、少なくとも一の冷却面を有する発熱体と、前記ピンフィンに対向する箇所前記ピンフィンが遊挿される穴を形成してなる受熱板と、前記受熱板を押圧しつつ挟持する一对の挟持部材を有し、前記受熱板を冷却する冷却器と、前記受熱板に設けられ、前記挟持部材による押圧力が前記発熱体に印加されないように、前記一对の挟持部材の間隔を抑制する空間確保部とを備える。

## 【発明の効果】

## 【0006】

本発明によれば、ピンフィンを有する発熱体を、破損を防止しつつ冷却できる。

## 【図面の簡単な説明】

40

## 【0007】

【図1】本発明の一実施形態に係る電力変換装置の回路図である。

【図2】電力変換装置のコンバータの回路図である。

【図3】電力変換装置のインバータの回路図である。

【図4】電力変換装置のチョッパの回路図である。

【図5】(a)両面冷却パワーモジュールの外観図、および(b)同回路図である。

【図6】受熱スペーサの斜視図である。

【図7】受熱スペーサの取り付け状態を示す斜視図である。

【図8】図7におけるB部拡大図である。

【図9】図7におけるA-A'断面図である。

50

【図10】空冷型両面冷却パワーユニット620の斜視図である。

【図11】図10におけるC部分解図である。

【図12】単位変換器ユニットの斜視図である。

【図13】単位変換器ユニットの分解図である。

【図14】ラミネートバスバの分解図である。

【図15】単位変換器ユニットの回路図である。

【図16】複数の単位変換器ユニットを配置した電力変換装置の外観図である。

【図17】相間ラミネートバスバの分解図である。

【図18】受熱スペーサの一変形例におけるB部拡大図に相当する図である。

【図19】受熱スペーサの他の変形例におけるB部拡大図に相当する図である。

10

【図20】受熱スペーサの他の変形例におけるB部拡大図に相当する図である。

【図21】受熱スペーサの他の変形例における、図10のC部分解図に相当する図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

<電力変換装置の電気的構成>

次に、本発明の一実施形態による電力変換装置150の構成を説明する。

図1は、本実施形態に係る電力変換装置150の回路図である。図1に示すように、電力変換装置150には、電力系統の受電点107から変圧器105を介して、適当な電圧に調整された交流電力が供給される。供給される交流電力は、コンバータ152に入力され、直流電力に変換される。直流電力はインバータ153に入力され、交流電力に変換される。この交流電力は三相の交流負荷108にて消費される。

20

【0009】

一方、電力系統の不具合等でコンバータ152に電力が供給されない場合、これを上位制御回路109が検知し、チョッパ154が動作する。蓄電池106からチョッパ154に入力される直流電力はチョッパ154で適当な電力に調整され、インバータ153に入力される。インバータ153に入力された直流電力は交流電力へと変換され、三相の交流負荷108にて消費される。

【0010】

以上の動作は上位制御回路109で所望の動作を判定し、コンバータ152への指令信号110C、インバータ153への指令信号110I、チョッパ154への指令信号110Xにより調整される。コンバータ152、インバータ153、チョッパ154はその動作に際して、熱が発生し温度が上昇する。この温度上昇を抑制するために、冷却ファン101（送風機）により発生させた冷却風111を送り込み冷却する。以上で構成された電気システムのうち、冷却ファン101、コンバータ152、インバータ153、チョッパ154、上位制御回路109等が本実施形態における電力変換装置150に収容される。また、必要に応じて、コンバータ152と変圧器105との間、またはインバータ153と交流負荷108との間にフィルタ回路を配置してもよい。

30

【0011】

図2は電力変換装置150のコンバータ152の回路図、図3は電力変換装置150のインバータ153の回路図、図4は電力変換装置150のチョッパ154の回路図である。以下、図2～図4を参照してコンバータ152、インバータ153、チョッパ154の回路について説明する。

40

【0012】

図2に示すコンバータ152は、複数の半導体素子で構成されるレグ253（253R、253S、253T）で構成され、レグ253は、複数のスイッチング素子204（例えば、204RH、204RL）とダイオード素子205（例えば、205RH、205RL）で構成される。以後、個々の要素全体を示す場合は総称として、レグ253、スイッチング素子204、ダイオード素子205を用いる。

【0013】

50

レグ 2 5 3 の両端はコンデンサ 2 0 1 に接続されている。レグ 2 5 3 R の上側アームは、スイッチング素子 2 0 4 R H と、還流用のダイオード素子 2 0 5 R H とで構成される。また、レグ 2 5 3 R の下側アームは、スイッチング素子 2 0 4 R L と、還流用のダイオード素子 2 0 5 R L とで構成される。同様に、レグ 2 5 3 S の上側アームは、スイッチング素子 2 0 4 S H と、還流用のダイオード素子 2 0 5 S H とで構成される。また、レグ 2 5 3 S の下側アームは、スイッチング素子 2 0 4 S L と、還流用のダイオード素子 2 0 5 S L とで構成される。また、レグ 2 5 3 T の上側アームは、スイッチング素子 2 0 4 T H と、還流用のダイオード素子 2 0 5 T H とで構成される。また、レグ 2 5 3 T の下側アームは、スイッチング素子 2 0 4 T L と、還流用のダイオード素子 2 0 5 T L とで構成される。スイッチング素子 2 0 4 R H , 2 0 4 R L , 2 0 4 S H , 2 0 4 S L , 2 0 4 T H , 2 0 4 T L へのスイッチング信号は、下位制御部であるコンバータゲート制御部 2 0 2 で制御される。

10

#### 【 0 0 1 4 】

なお、本実施形態のスイッチング素子には、電流のオン・オフを切り替え可能な素子なら使用することが可能である。例えば、I G B T ( Insulated Gate Bipolar Transistor )、パワー M O S F E T ( Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor ) がある。

#### 【 0 0 1 5 】

図 3 に示すインバータ 1 5 3 は、複数の半導体素子で構成されるレグ 2 5 3 ( 2 5 3 U , 2 5 3 V , 2 5 3 W ) で構成され、レグ 2 5 3 の両端はコンデンサ 3 0 1 に接続されている。レグ 2 5 3 U の上側アームは、スイッチング素子 2 0 4 U H と、還流用のダイオード素子 2 0 5 U H とで構成される。また、レグ 2 5 3 U の下側アームは、スイッチング素子 2 0 4 U L と、還流用のダイオード素子 2 0 5 U L とで構成される。同様に、レグ 2 5 3 V の上側アームは、スイッチング素子 2 0 4 V H と、還流用のダイオード素子 2 0 5 V H とで構成される。また、レグ 2 5 3 V の下側アームは、スイッチング素子 2 0 4 V L と、還流用のダイオード素子 2 0 5 V L とで構成される。また、レグ 2 5 3 W の上側アームは、スイッチング素子 2 0 4 W H と、還流用のダイオード素子 2 0 5 W H とで構成される。また、レグ 2 5 3 W の下側アームは、スイッチング素子 2 0 4 W L と、還流用のダイオード素子 2 0 5 W L とで構成される。スイッチング素子 2 0 4 U H , 2 0 4 U L , 2 0 4 V H , 2 0 4 V L , 2 0 4 W H , 2 0 4 W L へのスイッチング信号は、下位制御部であるインバータゲート制御部 3 0 2 で制御される。

20

30

#### 【 0 0 1 6 】

図 4 に示すチョッパ 1 5 4 は、半導体素子で構成されるレグ 2 5 3 ( 2 5 3 X ) で構成され、レグ 2 5 3 の両端はコンデンサ 4 0 1 に接続されている。レグ 2 5 3 X の上側アームは、スイッチング素子 2 0 4 X H と、還流用のダイオード素子 2 0 5 X H とで構成される。また、レグ 2 5 3 X の下側アームは、スイッチング素子 2 0 4 X L と、還流用のダイオード素子 2 0 5 X L とで構成される。スイッチング素子 2 0 4 X H , 2 0 4 X L の連系点は、リアクトル 4 0 3 を介して蓄電池 1 0 6 ( 図 1 参照 ) に接続されている。スイッチング素子 2 0 4 X H , 2 0 4 X L へのスイッチング信号は、下位制御部であるチョッパゲート制御部 4 0 2 で制御される。

40

#### 【 0 0 1 7 】

制御動作の例として、チョッパゲート制御部 4 0 2 の一例について説明する。

チョッパ 1 5 4 に与えられるスイッチング信号は、昇圧降圧切換回路 ( 図示せず ) を通して与えられる。これらの選択は、コンバータ 1 5 2、インバータ 1 5 3 の間の直流電圧値とコンバータ 1 5 2 ( 整流機能 ) の出力電圧値の大小関係に依存する。そして、チョッパ 1 5 4 の出力がコンバータ 1 5 2 の出力電圧より大きい時、スイッチング素子 2 0 4 X L に P W M ( Pulse Width Modulation ) 信号を送信し、逆の場合は、スイッチング素子 2 0 4 X H に P W M 信号を送信する。

#### 【 0 0 1 8 】

蓄電池 1 0 6 の電力を放電する場合は、スイッチング素子 2 0 4 X L を P W M 信号に従

50

いスイッチングする。スイッチング素子がオンしたときリアクトル 403 にエネルギーを蓄積する。一方、オフしたとき、蓄電池 106 の電圧とリアクトル 403 のエネルギーにより蓄電池 106 の電圧より高い電圧をコンデンサ 401 に、スイッチング素子 204 X H に接続されているダイオード素子 205 X H を介して充電する。

【0019】

蓄電池 106 に電力を充電する場合は、スイッチング素子 204 X H を PWM 信号に従いスイッチングし、スイッチング素子 204 X H がオンしたときリアクトル 403 を介して、コンデンサ 401 の電力を蓄電池 106 に充電する。スイッチング素子 204 X H がオフしているとき、スイッチング素子 204 X L に接続されているダイオード素子 205 X L を介してリアクトル 403 に蓄積したエネルギーを循環させる。これらの動作により、蓄電池 106 の電力を充放電させることができる。

10

【0020】

なお、一般的な電力変換装置では、コンデンサは一括して配置する場合もあるが、本実施形態では、後記する単位変換器ユニット 960 (図 12 参照) の構成を規格化する観点からコンデンサ 201, 301, 401 を分割している。具体的には、コンデンサ 201, 301 は、レグ 253 ごとに更に分割される。

【0021】

図 2 ~ 図 4 に示すレグ 253 のスイッチング素子 204 とダイオード素子 205 による電流の通電と阻止を行うことで、コンバータ 152 では交流から直流変換を、インバータ 153 では直流から交流変換を行っている。通電時にはスイッチング素子 204 とダイオード素子 205 に内蔵する抵抗により損失が発生する。また、通電状態から阻止状態に切り替える際にも損失が発生する。このため、電力変換装置 150 の作動には発熱が伴う。

20

【0022】

<空冷型両面冷却パワーユニット 600 の構成>

次に、本実施形態にて用いられる両面冷却パワーモジュール 600 (発熱体、電力変換装置用半導体装置) について、図 5 (a) の外観図および図 5 (b) の回路図を参照しつつ説明する。図 5 (b) において、両面冷却パワーモジュール 600 には、絶縁体 753 の上にマウントされたスイッチング素子 204 M H, 204 M L とダイオード素子 205 M H, 205 M L とが含まれる。各々の半導体素子間は、レグ 253 (例えば、図 2 参照) を構成するように接続される。また、絶縁体 753 には、P 端子 754 P (直流正極端子)、N 端子 754 N (直流負極端子)、AC 端子 754 A C (交流端子)、スイッチング素子のオンとオフを制御するゲート端子 751 が取り付けられる。

30

【0023】

次に、図 5 (a) において、両面冷却パワーモジュール 600 は、略直方体状の本体部 710 と、本体部 710 の一側面を広げるように形成された略直方体状のフランジ部 720 と、フランジ部 720 において本体部 710 に対向する面から突出した、複数の端子から成る端子部 730 とから構成されている。端子部 730 を構成する端子は、図 5 (b) に示した P 端子 754 P と、N 端子 754 N と、AC 端子 754 A C と、ゲート端子 751 とによって構成されている。

【0024】

本体部 710 の一の面 760 A には、微小円柱状の突起であるピンフィン 762 A が、多数 (合計約 200 以上) 突出している。また、本体部 710 において面 760 A に対向する他の面 760 B においても、同数のピンフィン 762 B (図示せず) が形成されている。以下、ピンフィン 762 A, 762 B を総称して、単に「ピンフィン 762」と呼ぶこともある。両面冷却パワーモジュール 600 は、本来は水冷式にて冷却することを想定したものであり、端子部 730 を上に向け、本体部 710 を下に向けた上で本体部 710 を冷媒槽に浸け、ピンフィン 762 間に冷媒を流通させることが可能になっている。そこで、面 760 A, 760 B を以下「冷却面」と呼ぶ。ピンフィン 762 を除いた本体部 710 の厚さ、すなわち冷却面 760 A, 760 B 間の距離を「d1」とする。

40

【0025】

50

前述の半導体素子が動作する際、端子部730を經由して外部と電氣的な導通を得る一方で、冷却面760A, 760Bを經由して排熱する。すなわち、端子部730は、冷却面760A, 760Bに隣接するひとつの側面に形成され、冷却面760A, 760Bとは電氣的に絶縁されていることから、熱輸送経路と電気経路は独立している。

【0026】

<空冷型両面冷却パワーユニットの機械的構成>

両面冷却パワーモジュール600の冷却面760A, 760Bには、図6に示す一対の受熱スペーサ630A, 630Bが衝合される。受熱スペーサ630Aは、略長方形板状の受熱部631A(受熱板)と、受熱部631Aの両端から受熱スペーサ630Bに向かって突出する、略直方体状の一対の空間確保部632Aとから構成されている。また、受熱部631Aには、円柱状の貫通孔633A(穴)が多数形成されている。これら貫通孔633Aは、冷却面760Aのピンフィン762Aに対向する位置に形成され、かつ、ピンフィン762Aの直径よりも若干大きな直径を有している。本来は、貫通孔633Aがピンフィン762Aに隙間なく嵌合することが理想的であるが、ピンフィン762Aの直径や位置には若干の製造誤差が伴うため、その製造誤差を吸収できる程度まで、貫通孔633Aの直径は広げられている。

10

【0027】

また、受熱スペーサ630Bは、略長方形板状の受熱部631Bと、受熱部631Bの両端から受熱スペーサ630Bに向かって突出する、略直方体状の一対の空間確保部632Bとから構成されている。受熱スペーサ630Bは、受熱スペーサ630Aに対して全体として上下対称の形状を有しているが、受熱部631Bにあつては、両面冷却パワーモジュール600の冷却面760Bから突出するピンフィン762Bに各々対向する位置に、貫通孔633Bが形成されている。

20

【0028】

受熱スペーサ630A, 630Bを両面冷却パワーモジュール600に取り付ける際には、冷却面760A, 760Bに十分に熱伝導グリスを塗布し、各ピンフィン762に貫通孔633A, 633Bの位置を合わせつつ、空間確保部632A, 632Bを衝合させる。このようにして、受熱スペーサ630A, 630Bを両面冷却パワーモジュール600に取り付けた状態を図7に示す。図示のように、本体部710はその端面710aを露出させているが、冷却面760A, 760Bの大部分は受熱スペーサ630A, 630Bによって覆われている。

30

【0029】

図7において、破線で囲まれたB部の拡大平面図を図8に示す。

上述したように、貫通孔633Aの直径は、ピンフィン762Aの直径よりも若干大きいため、ピンフィン762Aは、貫通孔633Aとの間に空隙635を形成しつつ、空隙635に遊挿される。その際、ピンフィン762Aに塗布された熱伝導グリスがこの空隙635内に押し出されるように浸透し、空隙635は、隙間なく熱伝導グリスによって充填される。

【0030】

次に、図7におけるA-A'断面の要部(端部)の拡大図を図9に示す。空間確保部632A, 632Bを衝合させた際、受熱部631A, 631Bは所定の距離を隔てて対向する。この距離をd2とする。両面冷却パワーモジュール600の本体部710の厚さd1よりも距離d2が若干長くなるように、受熱スペーサ630A, 630Bは形成されている。この結果、受熱部631Aと本体部710の間、および受熱部631Bと本体部710の間には、それぞれ空隙637A, 637Bが形成される。両面冷却パワーモジュール600は、受熱スペーサ630A, 630Bに対して遊びを有するため、空隙637A, 637Bの幅は必ずしも同一ではない。

40

【0031】

空間確保部632A, 632Bを衝合する際、ピンフィン762に塗布された熱伝導グリスは、空隙637A, 637B内にも押し出されるように浸透し、空隙637A, 63

50

7 Bも隙間なく熱伝導グリスによって充填される。また、ピンフィン7 6 2 Aの先端からピンフィン7 6 2 Bの先端まで含めた本体部7 1 0の厚さをd4とし、受熱スペーサ6 3 0 A, 6 3 0 Bを衝合させた際の全体の幅をd5とすると、幅d5は厚さd4よりも若干広くなるように、受熱スペーサ6 3 0 A, 6 3 0 Bは形成されている。これにより、図中における受熱スペーサ6 3 0 Aの上面とピンフィン7 6 2 Aの先端との間、および受熱スペーサ6 3 0 Bの下面とピンフィン7 6 2 Bの先端との間には、それぞれ空隙6 3 9 A, 6 3 9 Bが形成される。上述したように、両面冷却パワーモジュール6 0 0は、受熱スペーサ6 3 0 A, 6 3 0 Bに対して遊びを有するため、空隙6 3 7 A, 6 3 7 Bの幅は必ずしも同一ではない。

#### 【0032】

受熱スペーサ6 3 0 A, 6 3 0 Bを冷却器6 1 0（詳細は後述する）に装着する際には、ハッチングを付した矢印で示すような押圧力が印加される。この押圧力は、空間確保部6 3 2 A, 6 3 2 Bの衝合部分に印加される。本実施形態においては、本体部7 1 0と受熱スペーサ6 3 0 A, 6 3 0 Bとの間に空隙6 3 7 A, 6 3 7 Bが形成され、さらにピンフィン7 6 2 A, 7 6 2 Bの各先端部分にも空隙6 3 9 A, 6 3 9 Bが形成されているから、この押圧力が本体部7 1 0に印加されることを防止できる。これにより、両面冷却パワーモジュール6 0 0の破損を未然に防止することが可能である。

#### 【0033】

次に、二の両面冷却パワーモジュール6 0 0を、冷却器6 1 0に装着した状態の斜視図を図10に示す。冷却器6 1 0は、一对の冷却器6 1 0 A, 6 1 0 Bから構成される。冷却器6 1 0 A, 6 1 0 Bは、各々略直方体ブロック状に形成された受熱ブロック6 0 1 A, 6 0 1 Bを有しており、これら受熱ブロック6 0 1 A, 6 0 1 Bに、受熱スペーサ6 3 0 A, 6 3 0 Bをそれぞれ装着した二の両面冷却パワーモジュール6 0 0が挟まれている。

#### 【0034】

受熱ブロック6 0 1 A, 6 0 1 Bは、複数の固定具6 0 4によって相互に締め付けられ、受熱ブロック6 0 1 A, 6 0 1 Bには、ハッチングを付した矢印で示す方向に押圧力が印加される。但し、図9において説明したように、この押圧力は受熱スペーサ6 3 0 A, 6 3 0 Bに印加されるものの両面冷却パワーモジュール6 0 0には印加されない。なお、固定具6 0 4としては、一般的なボルトとナットを用いることができる。

#### 【0035】

図10において、x軸, y軸が成すxy平面（水平面）に対して約10°傾斜して、受熱ブロック6 0 1 Aからy軸方向に4本のヒートパイプ6 0 2が突出している。また、これらヒートパイプ6 0 2の半径方向に、複数の板状の放熱フィン6 0 3が溶接されている。従って、各放熱フィン6 0 3は、x軸, z軸が成すxz平面（鉛直面）に対して、約10°傾斜している。冷却器6 1 0 Bも、冷却器6 1 0 Aと同様に構成されている。以上のようにして、二の両面冷却パワーモジュール6 0 0を冷却器6 1 0に実装することにより、一の空冷型両面冷却パワーユニット6 2 0が構成される。

#### 【0036】

両面冷却パワーモジュール6 0 0が発熱すると、その熱は受熱スペーサ6 3 0 A, 6 3 0 Bを介して受熱ブロック6 0 1 A, 6 0 1 Bに伝搬され、さらにヒートパイプ6 0 2によって後方に（y軸方向に）伝搬される。そして、この空冷型両面冷却パワーユニット6 2 0に対して、下から上に向かう（z軸方向に向かう）冷却風8 5 3を送風すると、冷却風8 5 3は各放熱フィン6 0 3を冷却しつつ上方向に向かって抜けるから、熱が速やかに排出される。このような熱伝搬経路を図中の矢印8 5 1で示す。なお、冷却風8 5 3と直交する方向の熱伝搬は、主にヒートパイプ6 0 2による伝搬である。

#### 【0037】

図10において、破線で囲まれた領域Cの分解図を図11に示す。

図11において、受熱スペーサ6 3 0 Aと受熱ブロック6 0 1 Aとの間、および、受熱スペーサ6 3 0 Bと受熱ブロック6 0 1 Bの間には、それぞれ熱伝導グリス6 0 6が塗

10

20

30

40

50

布される。固定具604によって受熱ブロック601A, 601Bを締め付けると、熱伝導グリス606は、受熱スペーサ630Aと受熱ブロック601Aとの対向面、および、受熱スペーサ630Bと受熱ブロック601Bとの対向面に沿って拡がり、図示のような薄膜層状になる。その際、各ピンフィン762A, 762Bの先端部分の空隙639A, 639B(図9参照)にも熱伝導グリス606が浸透し、各ピンフィン762A, 762Bの外面には隙間なく熱伝導グリス606が浸透する。

#### 【0038】

<単位変換器ユニット960の構成>

次に、本実施形態における単位変換器ユニット960について図12~図15を参照して説明する。図12は単位変換器ユニット960の斜視図、図13は同分解図、図14はP・N・AC積層ラミネートバスバ955の分解図、図15は単位変換器ユニット960の回路図である。

10

#### 【0039】

図12に示す単位変換器ユニット960では、前述の空冷型両面冷却パワーユニット620の電気端子のP端子754P(図5参照)、N端子754N、AC端子754ACがP・N・AC積層ラミネートバスバ955のP層、N層、AC層のそれぞれに接続されている。さらに、電気端子のゲート端子751がゲートドライバ基板954に接続されている。また、複数のコンデンサ951の正極端子952Pと負極端子952NとがP・N・AC積層ラミネートバスバ955のP層とN層とにそれぞれ接続されている。さらに、正極フューズ953Pと負極フューズ953NとがP・N・AC積層ラミネートバスバ955のP層とN層とにそれぞれ接続されている。ただし、ここに示す正極フューズ953Pと負極フューズ953Nは、規定以上の電流が通流する際に機器を保護するために回路を遮断する機能を持つのであって、このような保護機能が必要なければ、フューズを省略することも可能である。

20

#### 【0040】

図13は図12の分解図である。また、図14はP・N・AC積層ラミネートバスバ955の分解図である。図14に示すように、バスバ955は、P層バスバ955P、N層バスバ955N、AC層バスバ955ACで構成されており、各バスバ間は絶縁層955Sで絶縁されている。単位変換器ユニット960において、さらに説明すると、両面冷却パワーモジュールのP端子754P、N端子754N、AC端子754ACは、P層バスバ955P、N層バスバ955N、AC層バスバ955ACにそれぞれ接続される。また、コンデンサ951のP端子をP層バスバ955Pに、N端子をN層バスバ955Nに接続する。以上の構成を電気回路図で示すと図15のようになる。

30

#### 【0041】

<電力変換装置の外観構成>

図16は、複数の単位変換器ユニット960を配置してなる電力変換装置150の外観図である。

電力変換装置150内では、コンバータ152、インバータ153、チョッパ154を横並びに配置している。コンバータ152は、図2に示した3つのLEG253R, 253S, 253Tに対応する単位変換器ユニット960で構成されている。インバータ153は、図3に示した3つのLEG253U, 253V, 253Wに対応する単位変換器ユニット960で構成されている。チョッパ154は1つ単位変換器ユニット960で構成されている。ただし、本実施の形態と異なる順序で、コンバータ152、インバータ153、チョッパ154を並べてもよく、各々のコンバータ152、インバータ153、チョッパ154の中で異なる相順で並べても良い。

40

#### 【0042】

図10において説明したように、本実施形態にける空冷型両面冷却パワーユニット620は、両面冷却パワーモジュール600が発生する熱をヒートパイプ602によって後方(y方向)に伝搬させ、後方に設けられた放熱フィン603を介して熱を排出する。図16に示す構成においては、このような空冷型両面冷却パワーユニット620を装着した複

50

数の単位変換器ユニット960を横方向に配列しているため、メンテナンス性を高めることができる。何れかの単位変換器ユニット960が故障したとき、電力変換装置150からこの故障したユニットを引き出し、スペアのユニットを挿入することが一般的である。その際、故障したユニットを引き出すことも、スペアのユニットを挿入することも、これらユニットを単純にy方向に移動させれば実現でき、速やかに対応することができる。

#### 【0043】

コンバータ152は3つの単位変換器ユニット960を、P・N積層相間ラミネートバスバ1053をそれぞれの正極端子1051と負極端子1052とを接続することで構成する。インバータ153もコンバータ152と同様に構成する。チョッパ154は1つの単位変換器ユニット960で構成されているため、必ずしも、P・N積層相間ラミネートバスバ1053には接続する必要はない。但し、チョッパ154の容量を増設したり、コンバータ152、インバータ153、チョッパ154とからなる一体のシステムとする本実施形態においては、コンバータ152、インバータ153と同時に接続することが好ましい。ここで、図17に示すように、P・N積層相間ラミネートバスバ1053は、相間Pバスバ1053P、相間Nバスバ1053Nを有し、各バスバ間は絶縁層1053Sで絶縁されている。

#### 【0044】

以上のような構成を備えるコンバータ152、インバータ153、チョッパ154において、1レグにつき単位変換器ユニット960を複数個並列に接続することもできる。このため電力変換装置の定格出力容量を大きくすることができる。

#### 【0045】

図16に示す電力変換装置内の単位変換器ユニット960の冷却方法において、図10と同様に、下方から上方に向かって放熱フィン603に対し冷却風853を送風している。これにより、電力変換装置150に単位変換器ユニット960を横並びに密に実装しても、各単位変換器ユニット960間の冷却効果を低減させることがない利点を有する。また、コンバータ152、インバータ153、チョッパ154のそれぞれの半導体素子温度が異なる場合、冷却風853A、853B、853Cの風速などを変更してもよい。

#### 【0046】

<実施形態の効果>

以上のように本実施形態によれば、複数のピンフィン(762)を突出させて成る、少なくとも一の冷却面(760A、760B)を有する発熱体(600)と、冷却面(760A、760B)に沿った形状を有し、各ピンフィン(762)に対向する箇所各ピンフィン(762)が遊挿される穴(633A、633B)を形成してなる受熱板(631A、631B)と、発熱体(600)と受熱板(631A、631B)とを押しつつ挟持する一对の挟持部材(601A、601B)を有し、受熱板(631A、631B)を冷却する冷却器(610)と、受熱板(631A、631B)に設けられ、挟持部材(601A、601B)による押圧力が発熱体(600)に印加されないように、一对の挟持部材(601A、601B)の間隔を抑制する空間確保部(632A、632B)とを備える。

これにより、本実施形態によれば、受熱板(631A、631B)および挟持部材(601A、601B)を介して発熱体(600)の熱を伝搬し冷却することができる。

#### 【0047】

また、本実施形態においては、発熱体(600)は、対向する二面に冷却面(760A、760B)を有し、受熱板(631A、631B)は二面の冷却面(760A、760B)に沿った形状を有し、二面の冷却面(760A、760B)から各々突出する前記各ピンフィン(762)に対向する箇所各穴(633A、633B)を形成している。これにより、二面の冷却面から熱を伝搬することができ、熱伝導効果を一層高めることができる。

#### 【0048】

また、本実施形態においては、ピンフィン(762)と受熱板(631A、631B)

との間に熱伝導剤(606)を塗布したから、発熱体(600)と受熱板(631A, 631B)との間の熱抵抗を低減することができ、冷却器(610)を小型化することができる。

【0049】

また、本実施形態においては、空間確保部(632A, 632B)によって抑制された一对の挟持部材(601A, 601B)の間隔( $d5 + \text{熱伝導グリス}606$ の幅)は、ピンフィン(762)を含んだ発熱体(600)の厚さ( $d4$ )よりも大きいから、発熱体(600)、受熱板(631A, 631B)、空間確保部(632A, 632B)を挟持部材(601A, 601B)に挟持させる際、ピンフィン(762)に押圧力が印加されることを防止でき、発熱体(600)の破損を防止できる。

10

【0050】

また、本実施形態の電力変換装置150においては、複数の電力変換装置用半導体装置(600)の電気端子を有する側面(端子部730)は、同一面に配置され、該同一面の裏側から複数の放熱フィン(603)に対して送風機(101)から送風されるため、P・N積層相間ラミネートバスバ1053によって、電力変換装置用半導体装置(600)間の配線を容易に実現することができる。

【0051】

<変形例>

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、例えば以下のように種々の変形が可能である。

20

(1) 受熱スペーサ630A, 630Bに形成される貫通孔は、実施形態のものに限定されるわけではなく、要するにピンフィン762が遊挿できる貫通孔であれば、種々の形状および寸法を備えるものに変更することができる。例えば、図18に示すように、ピンフィン762Aに対応する位置に矩形状の貫通孔640Aを形成してもよい。この場合、矩形状の貫通孔640Aの一辺の長さが上記実施形態における円形の貫通孔633A(図8参照)の直径と同等であっても、貫通孔の面積を大きくすることができるため、両面冷却パワーモジュール600に受熱スペーサ630Aを取り付ける作業が一層容易になるという利点がある。

【0052】

(2) また、受熱スペーサ630A, 630Bに形成される一の貫通孔は、一のピンフィン762が遊挿されるものに限定されるわけではない。例えば、図19に示すように、四のピンフィン762Aが遊挿される貫通孔642Aを形成してもよい。このように、複数のピンフィン762が遊挿されるように貫通孔642Aを形成すると、形成すべき貫通孔の数を減少させることができるため、寸法の精度を緩和することができるとともに、製造工程を削減できる効果がある。なお、図19の例では、四のピンフィン762Aを一の略平行四辺形状の貫通孔642Aに遊挿しているが、一の貫通孔に遊挿されるピンフィン762の数は、二、三、あるいは五以上であってもよい。また、これに伴って、貫通孔の形状を略平行四辺形以外の形状にしてもよい。

30

【0053】

(3) また、受熱スペーサ630A, 630Bに形成される貫通孔の形状、および貫通孔に遊挿されるピンフィン762の数は、受熱スペーサ630A, 630B上の領域毎に変更してもよい。例えば、図20に示すように、四のピンフィン762Aが遊挿される貫通孔642Aと、一のピンフィン762Aが遊挿される貫通孔633Aとを受熱スペーサ630Aに形成してもよい。前者の貫通孔642Aは、製造工程を削減できる点において貫通孔633Aよりも有利であり、後者の貫通孔633Aは熱抵抗をより削減できる点で貫通孔642Aよりも有利である。そこで、両面冷却パワーモジュール600において放熱量が少ない領域は、複数のピンフィン762Aをまとめて遊挿させる貫通孔642Aを採用し、放熱量の大きい箇所は個々のピンフィン762を遊挿する貫通孔633Aを採用するとよい。これにより、製造容易性と熱性能とを両立することができる。

40

【0054】

50

(4) 上述の実施形態においては、受熱スペーサ630A, 630Bと冷却器610A, 610Bとは別体であったが、受熱スペーサと冷却器とを一体に構成してもよい。例えば、図11に示した受熱ブロック601A, 601Bと、受熱スペーサ630A, 630Bとに代えて、図21に示す受熱ブロック650A, 650Bを適用してもよい。受熱ブロック650Bは、両面冷却パワーモジュール600のピンフィン762に対向する箇所に、円柱状の凹部654Bが複数形成されている。同様に、受熱ブロック650Aにおいても、ピンフィン762に対向する箇所に、円柱状の凹部(図示せず)が複数形成されている。

#### 【0055】

また、受熱ブロック650Bにおいて凹部654Bが形成されている領域を挟むように、略直方体状の一对の空間確保部652が形成されている。なお、この変形例において受熱ブロック650Aの対応箇所には、空間確保部652に相当するものは形成されていない。空間確保部652は、ピンフィン762を含めた本体部710の厚さd4(図9参照)よりも低く、かつ、ピンフィン762を除いた本体部710の厚さd1(図9参照)よりも若干高くなっている。また、受熱ブロック650Bに形成されている凹部654Bの深さ、および、受熱ブロック650Aに形成されている凹部(図示せず)の深さは、ピンフィン762の高さよりも、若干深くなっている。これにより、図21において受熱ブロック650A, 650Bの間に両面冷却パワーモジュール600を挟み、固定具604によって受熱ブロック650A, 650Bを締め付けたとしても、両面冷却パワーモジュール600には押圧力は印加されない。

#### 【0056】

本変形例においては、上記実施形態における受熱スペーサ630A, 630Bおよび受熱ブロック601A, 601Bの機能を、受熱ブロック650A, 650Bが併せ持つから、全体の熱抵抗を一層抑制することが可能である。また、部品点数を削減することができるため、製造管理が一層容易になるという利点もある。なお、本変形例における空間確保部652は、必ずしも受熱ブロック650Bとは一体に形成する必要はなく、別体のものとして形成してもよい。

#### 【0057】

(5) 上記実施形態においては、受熱スペーサ630A, 630Bに貫通孔633A, 633Bを形成したが、貫通孔に代えて、図21に示したような凹部654Bと同様の凹部を形成してもよい。その際においても、凹部の深さがピンフィン762の高さよりも深ければよい。

#### 【0058】

(6) 受熱スペーサ630A, 630Bは、放熱特性の観点からはアルミニウムや銅などの高熱伝導金属から構成することが好ましいが、両面冷却パワーモジュール600と冷却器610とを絶縁する必要がある場合には、受熱スペーサ630A, 630Bとして、樹脂やセラミックスなどを用いてもよい。

#### 【0059】

(7) 上記実施形態において、空間確保部632A, 632Bの衝合面にゴム板などの柔軟な部材を挿入してもよい。これにより、微小な高さ調整や、押圧の緩和を行うことも可能になる。

(8) 上記実施形態においては、冷却器610A, 610Bには、ヒートパイプ602と放熱フィン603とを用いたが、ヒートパイプ602を有さず、受熱ブロック601A, 601Bに放熱フィンを直接的に接合した冷却器を用いてもよい。また、内部に冷媒を流動させる液冷型の冷却器を採用してもよい。すなわち、受熱ブロック601A, 601Bに接合された冷媒の流通経路を形成し、この流通経路に放熱フィンを接合してもよい。

#### 【0060】

(9) 上記実施形態においては、固定具604としてボルトとナットを用いたが、バネ材などを用いてもよい。

(10) 上記実施形態において、熱伝導グリス606に代えて、熱伝導シートを用いても

10

20

30

40

50

よい。

(11) 上記実施形態において、両面冷却パワーモジュール600の冷却面760A, 760Bは平面であり、受熱部631A, 631Bは平板形状であったが、冷却面760A, 760Bは必ずしも平面でなくてもよい。すなわち、受熱部631A, 631Bの形状を、冷却面760A, 760Bに沿った形状にすることにより、上記実施形態と同様の効果を奏することができる。

(12) 上記実施形態の図10において、ヒートパイプ602はxy平面(水平面)に対して約10°傾斜させたが、ヒートパイプ602を傾斜させることなく水平にしてもよい。

【符号の説明】	10
【0061】	
101 冷却ファン	
105 変圧器	
106 蓄電池	
107 受電点	
108 交流負荷	
109 上位制御回路	
110C コンバータへの指令信号	
110I インバータへの指令信号	
110X チョップパへの指令信号	20
111 冷却風	
150 電力変換装置	
152 コンバータ	
153 インバータ	
154 チョップパ	
201 コンデンサ	
202 コンバータゲート制御部	
204 スイッチング素子	
205 ダイオード素子	
253 レグ	30
600 両面冷却パワーモジュール(発熱体)	
601 受熱ブロック	
601A, 601B 受熱ブロック(挟持部材)	
602 ヒートパイプ	
603 放熱フィン	
604 固定具	
606 熱伝導グリス	
610, 610A, 610B 冷却器	
620 空冷型両面冷却パワーユニット	
630A, 630B 受熱スペーサ	40
631A, 631B 受熱部(受熱板)	
632A, 632B 空間確保部	
633A, 633B, 640A, 642A 貫通孔(穴)	
635, 637A, 637B, 639A, 639B 空隙	
650A, 650B 受熱ブロック(挟持部材)	
652 空間確保部	
654B 凹部	
710 本体部	
710a 端面	
720 フランジ部	50

7 3 0	端子部	
7 5 1	ゲート端子	
7 5 3	絶縁体	
7 5 4 N	N端子	
7 5 4 P	P端子	
7 5 4 A C	A C端子	
7 6 0 A , 7 6 0 B	冷却面	
7 6 2 , 7 6 2 A , 7 6 2 B	ピンフィン	
8 5 3	冷却風	
9 5 1	コンデンサ	10
9 5 2 N	負極端子	
9 5 2 P	正極端子	
9 5 3 N	負極フューズ	
9 5 3 P	正極フューズ	
9 5 4	ゲートドライバ基板	
9 5 5	ラミネートバスバ	
9 5 5 P・N・A C	積層ラミネートバスバ	
9 5 5 N	N層バスバ	
9 5 5 P	P層バスバ	
9 5 5 S	絶縁層	20
9 5 5 A C	A C層バスバ	
9 6 0	単位変換器ユニット	
1 0 5 1	正極端子	
1 0 5 2	負極端子	
1 0 5 3	P・N積層相間ラミネートバスバ	

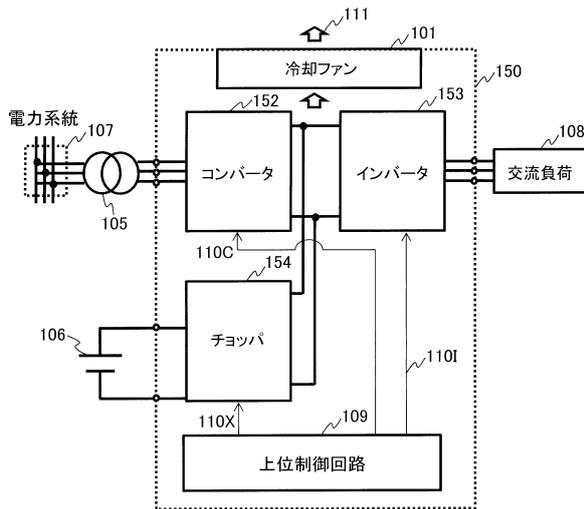
## 【要約】

【課題】ピンフィンを有する半導体モジュール等の発熱体を、破損を防止しつつ冷却する。

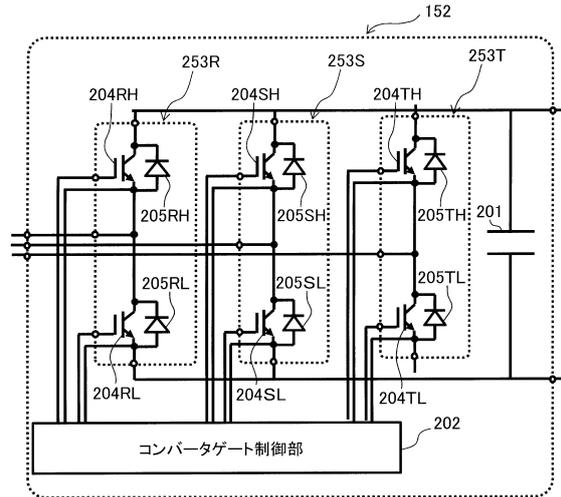
【解決手段】複数のピンフィンを突出させて成る、少なくとも一の冷却面を有する発熱体(600)と、冷却面に沿った形状を有し、各ピンフィンに対向する箇所(633A)に各ピンフィンが遊挿される穴(633A)を形成してなる受熱板(631A)と、発熱体と受熱板とを押しつつ挟持する一対の挟持部材とを有し、受熱板を冷却する冷却器と、受熱板に設けられ、挟持部材による押圧力が発熱体に印加されないように、一対の挟持部材の間隔を抑制する空間確保部(632A, 632B)とを設けた。

【選択図】図7

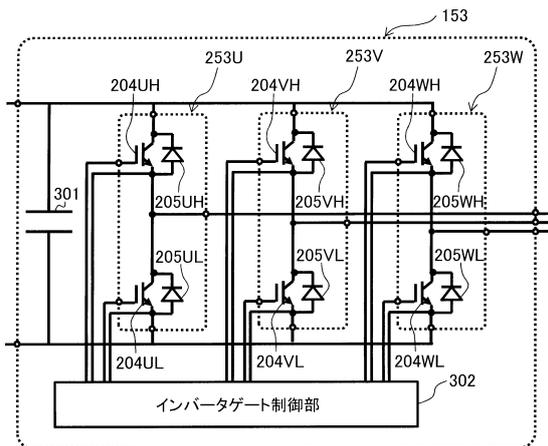
【図 1】



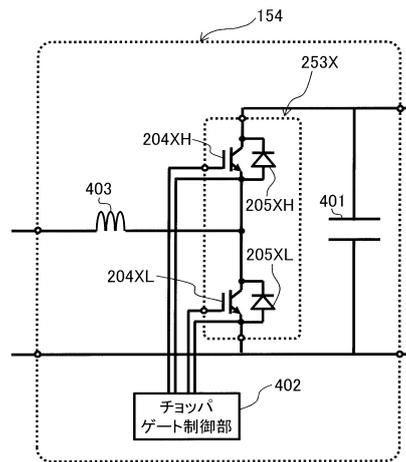
【図 2】



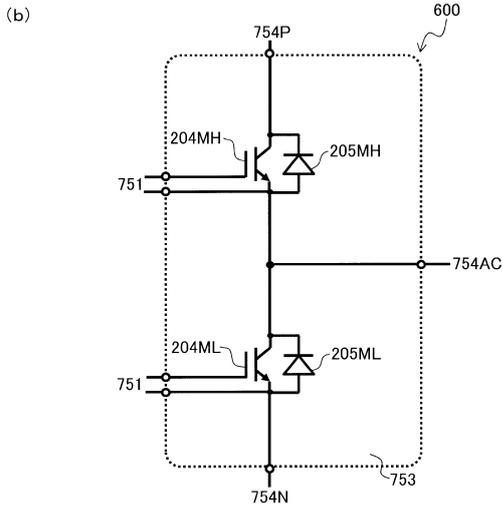
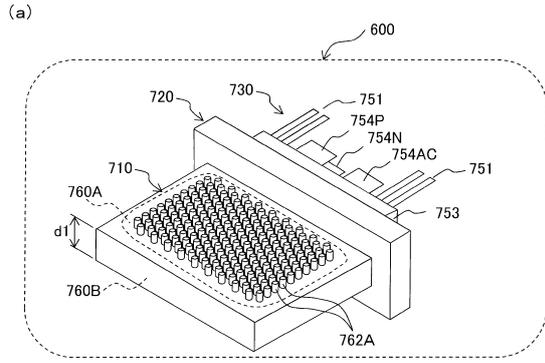
【図 3】



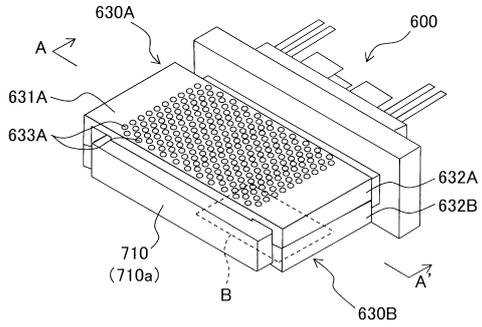
【図 4】



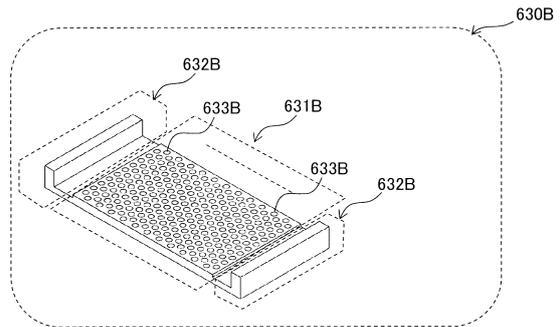
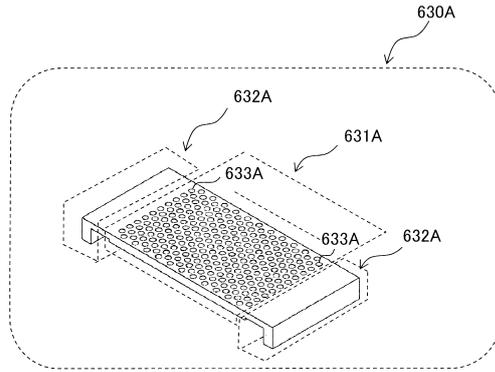
【図5】



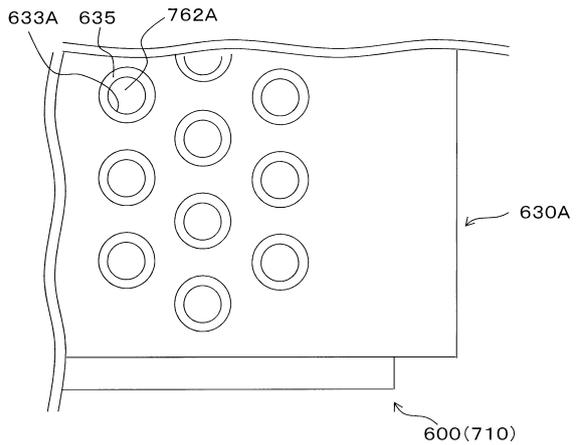
【図7】



【図6】

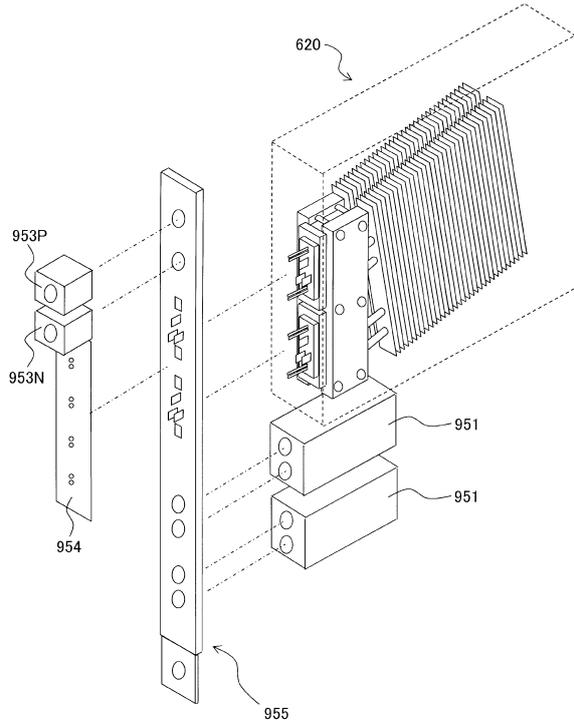


【図8】

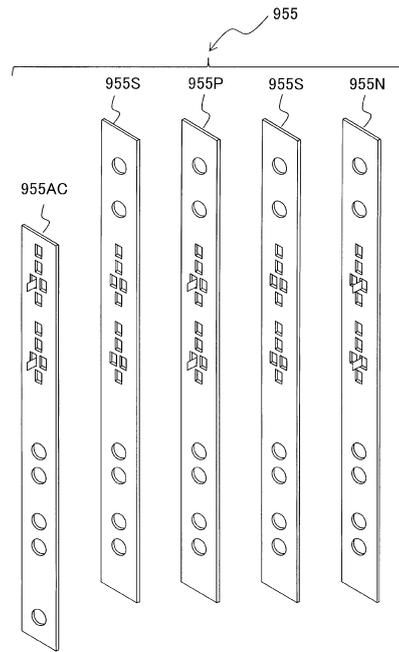




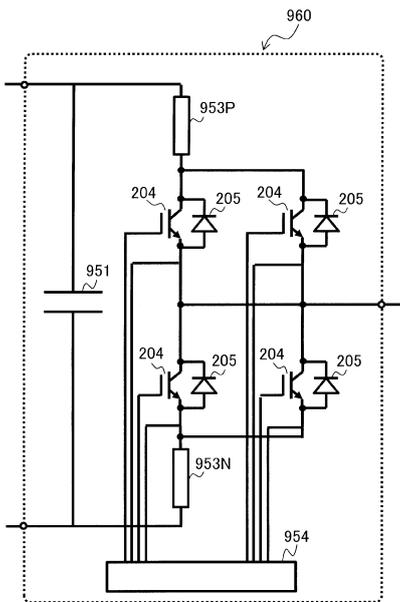
【 図 1 3 】



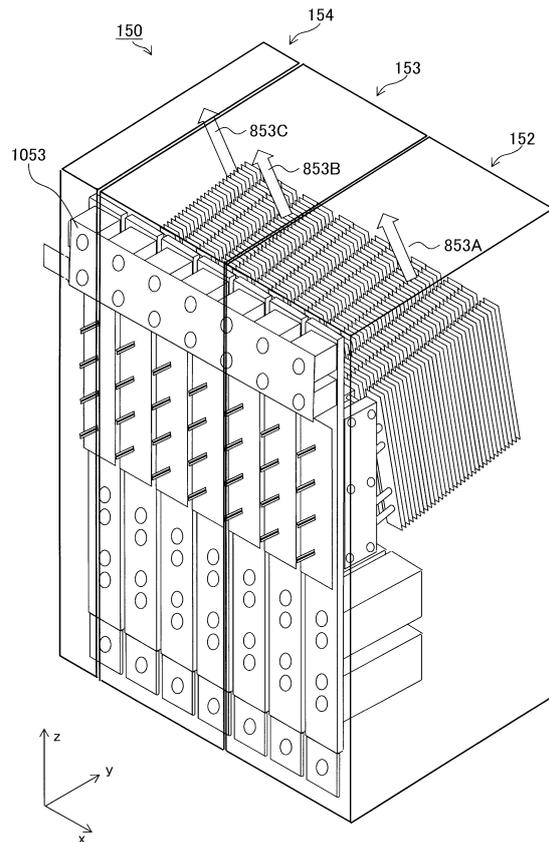
【 図 1 4 】



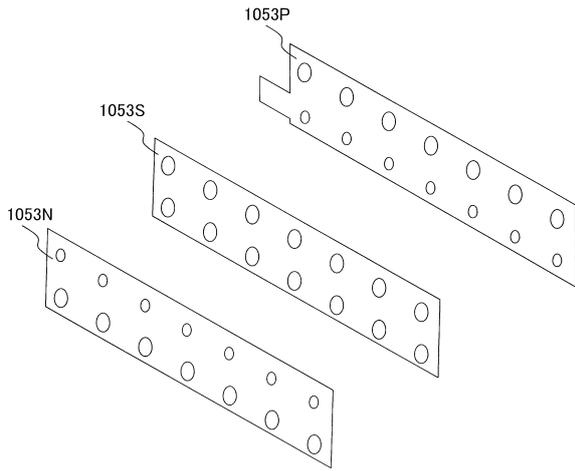
【 図 1 5 】



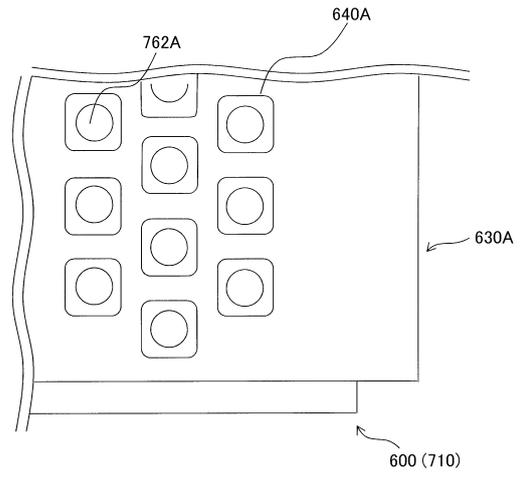
【 図 1 6 】



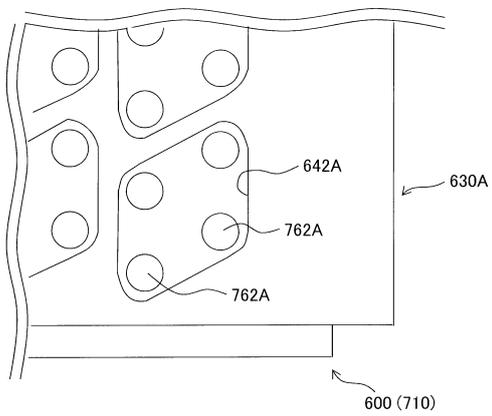
【 図 17 】



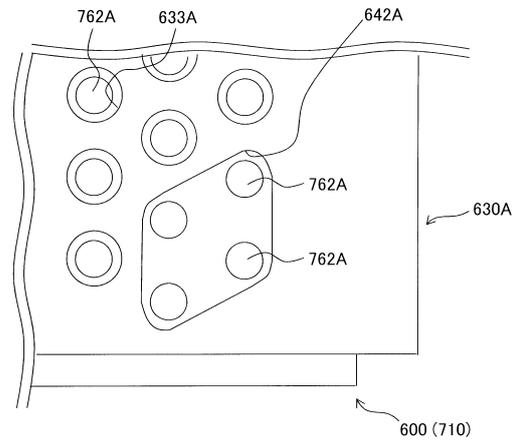
【 図 18 】



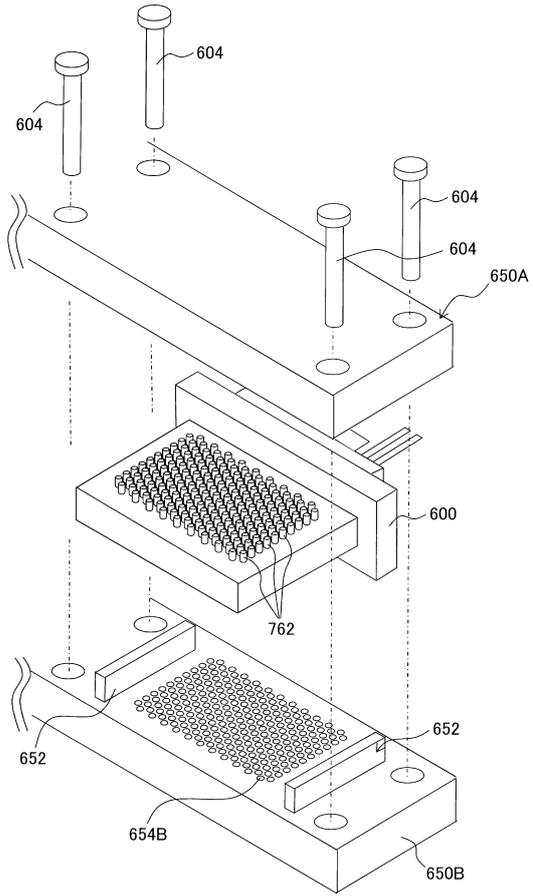
【 図 19 】



【 図 20 】



【図 21】



## フロントページの続き

- (72)発明者 馬淵 雄一  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 服部 幸男  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 上妻 央  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 宮川 良平  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 市川 智教  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 木下 直哉

- (56)参考文献 特開2006-108239(JP,A)  
特開2013-073964(JP,A)  
特開2009-130224(JP,A)  
実開昭62-096855(JP,U)  
米国特許出願公開第2011/0057303(US,A1)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/34 - 23/473  
H01L 25/00 - 25/18  
H05K 7/20