

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年9月23日(23.09.2021)



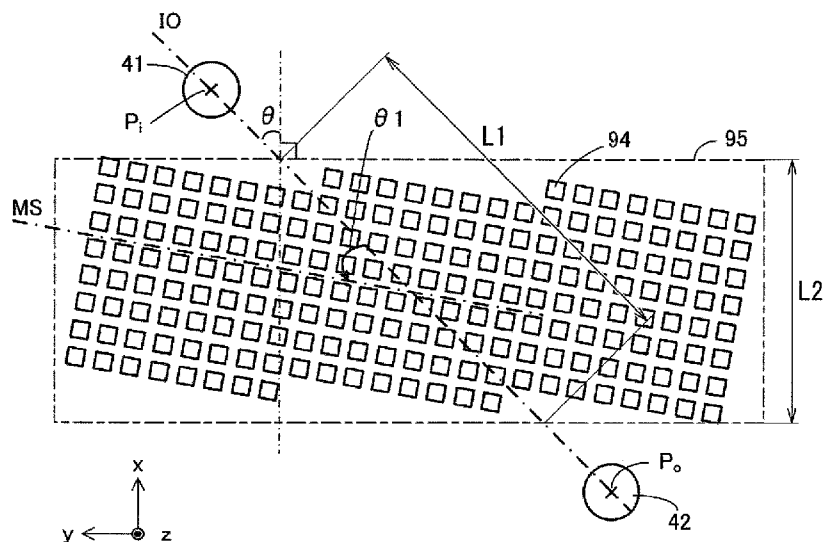
(10) 国際公開番号

WO 2021/186891 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/473 (2006.01) *H01L 25/18* (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/002072
- (22) 国際出願日: 2021年1月21日(21.01.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-047766 2020年3月18日(18.03.2020) JP
- (71) 出願人: 富士電機株式会社 (FUJI ELECTRIC CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 立石 義博 (TATEISHI Yoshihiro); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 浅井 竜彦 (ASAI Tatsuhiko); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 小山 貴裕 (KOYAMA Takahiro); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 郷原 広道 (GOHARA Hiromichi); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 廣瀬 一, 外 (HIROSE Hajime et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目3番1

(54) Title: SEMICONDUCTOR MODULE

(54) 発明の名称: 半導体モジュール



(57) Abstract: Provided is a semiconductor module with which it is possible to decrease the flow velocity distribution of refrigerant in a cooling device. The semiconductor module comprises a cooling device provided with: a top plate; a side wall connected to the top plate; a bottom plate opposing the top plate and connected to the side wall; a plurality of polygonal pin fins (94) having one end connected to a rectangular fin region (95) of the face of the top plate facing the bottom plate which is spaced apart from the side wall, the plurality of polygonal pin fins (94) being spaced apart from each other and arranged in a matrix in plan view; a refrigerant entry (41) having a flow path centered at a position (Pi) proximate a part of one long side of the fin region (95) in plan view; and a refrigerant exit (42) having a flow path centered at a position (Po) proximate a part of the other long side of the fin region (95) in plan view. The direction of the matrix



WO 2021/186891 A1

号 城山トラストタワー 3 2 階 特許業務法人日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

of the plurality of pin fins (94) forms an angle to a straight line (IO) connecting the position (Pi) and the position (Po), and the length (L1) of a line segment of the straight line (IO) traversing the fin region (95) is longer than the length (L2) of a short side of the fin region (95).

(57) 要約 : 冷却装置における冷媒の流速分布を小さくすることができる半導体モジュールを提供する。冷却装置を備える半導体モジュールであって、冷却装置は、天板と、天板に接続された側壁と、天板に対面し側壁に接続された底板と、天板の底板に対面する面の側壁と離間した長方形のフィン領域 (95) に一端が接続され、平面視で行列状に離間して配置された複数の多角形のピンフィン (94) と、平面視でフィン領域 (95) の一方の長辺の一部と近接する位置 (Pi) に流路の中央が配置された冷媒の入口 (41) と、平面視でフィン領域 (95) の他方の長辺の一部と近接する位置 (Po) に流路の中央が配置された冷媒の出口 (42) を備え、複数のピンフィン (94) の行列方向が、位置 (Pi) および位置 (Po) を結ぶ直線 (IO) に対して角度をなし、直線 (IO) のフィン領域 (95) を横切る線分の長さ (L1) が、フィン領域 (95) の短辺の長さ (L2) より長い。

明 細 書

発明の名称：半導体モジュール

技術分野

[0001] 本発明は半導体モジュールに関する。

背景技術

[0002] 従来、冷却フィンを含む冷却装置を備える半導体モジュールが知られている（例えば特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2012/157247号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の半導体モジュールでは、冷却装置における冷媒の流速分布が十分に小さくなかった。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するために、本発明の態様においては、冷却装置を備える半導体モジュールであって、冷却装置は、天板と、天板に接続された側壁と、天板に対面し、側壁に接続された底板と、天板の底板に対面する面の側壁と離間した長方形のフィン領域に一端が接続され、平面視で行列状に離間して配置された複数の多角形のピンフィンと、平面視でフィン領域の一方の長辺の一部と近接する位置に流路の中央が配置された冷媒の入口と、平面視でフィン領域の他方の長辺の一部と近接する位置に流路の中央が配置された冷媒の出口とを備え、複数のピンフィンの行列方向が、入口の位置および出口の位置を結ぶ直線に対して角度をなし、直線のフィン領域を横切る線分の長さが、フィン領域の短辺の長さより長い、半導体モジュールを提供する。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]本発明の一つの実施形態に係る半導体モジュール100の一例を示す模式的な斜視図である。

[図2]本発明の一つの実施形態に係る半導体モジュール100の冷却装置10の一例を示す模式的な斜視図である。

[図3]本発明の一つの実施形態に係る半導体モジュール100の一例を示す模式的な断面図である。

[図4]本発明の一つの実施形態に係る半導体モジュール100における、冷却装置10のフィン領域95およびアセンブリ70U、70V、70Wの配置、ピンフィン94の形状、ならびに冷媒の流れ方向の一例を示す図である。

[図5]冷却装置10における、フィン領域95、入口41、出口42およびピンフィン94の配置の例を示す図である。

[図6]冷却装置10における、フィン領域95、入口41、出口42およびピンフィン94の配置の例を示す図である。

[図7]冷却装置10における、フィン領域95、入口41、出口42およびピンフィン94の配置の参考例を示す図である。

[図8]直線10と主流方向MSがなす角 $\theta 1$ （度）と冷媒の流速の関係を示すグラフである。

[図9]冷却装置10における、フィン領域95、入口41、出口42およびピンフィン94の配置の変形例を示す図である。

[図10]ピンフィン94の拡大図である。

[図11]別の例のピンフィン94の拡大図である。

[図12]図3における領域Aの部分拡大図である。

[図13]本発明の一つの実施形態に係る車両200の概要を示す図である。

[図14]本発明の一つの実施形態に係る半導体モジュール100の主回路図である。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中

で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0008] 図1は、本発明の一つの実施形態に係る半導体モジュール100の一例を示す模式的な斜視図であり、図2は、半導体モジュール100の冷却装置10の一例を示す模式的な斜視図である。また、図3は、本発明の一つの実施形態に係る半導体モジュール100の一例を示す模式的な断面図であり、図4は、本発明の一つの実施形態に係る半導体モジュール100における、冷却装置10のフィン領域95および半導体装置70の配置、ピンフィン94の形状、ならびに冷媒の流れ方向の一例を示す図である。図3では、図1に示す半導体モジュール100におけるU相アセンブリ70Uの半導体チップ78と、図2に示す冷却装置10の出口42との両方をx-z平面で仮想的に切断した状態を示している。図4では、図1に示すU相アセンブリ70U、V相アセンブリ70VおよびW相アセンブリ70Wを破線で示している。なお、図3に破線で示す領域[A]は、後述する図12において拡大して示す領域である。

[0009] 図1～図4に示すように、半導体モジュール100は冷却装置10を備える。本例の冷却装置10には半導体装置70が載置されている。本実施形態の説明では、半導体装置70が載置されている冷却装置10の面をx-y面とし、x-y面と垂直な軸をz軸とする。x-y-z軸は右手系をなす。本実施形態の説明では、z軸方向において冷却装置10から半導体装置70に向かう方向を上、逆の方向を下と称するが、上および下の方向は、重力方向に限定されない。また本実施形態の説明では、各部材の面のうち、上側の面を上面、下側の面を下面、上面および下面の間の面を側面と称する。本実施形態の説明において、平面視は、z軸正方向から半導体モジュール100を見た場合を意味する。

[0010] 半導体装置70は、半導体チップ78と、半導体チップ78を実装する回路基板76とを有する。本例の半導体装置70は、3枚の回路基板76を含んでもよく、各回路基板76には2つの半導体チップ78が搭載されてもよ

い。本例の半導体装置70は、パワー半導体装置であって、回路基板76および半導体チップ78-1および半導体チップ78-4を含むU相アセンブリ70Uと、回路基板76および半導体チップ78-2および半導体チップ78-5を含むV相アセンブリ70Vと、回路基板76および半導体チップ78-3および半導体チップ78-6を含むW相アセンブリ70Wを有してもよい。本例の半導体モジュール100は、三相交流インバータを構成する装置として機能してもよい。なお、U相アセンブリ70U、V相アセンブリ70VおよびW相アセンブリ70Wの各半導体チップ78は、半導体モジュール100が動作した場合に熱を生じる発熱源となる。

[0011] 半導体チップ78は縦型の半導体素子であり、上面電極および下面電極を有する。半導体チップ78は、一例として、シリコン等の半導体基板に形成された絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（IGBT）、MOS電界効果トランジスタ（MOSFET）および還流ダイオード（FWD）等の素子を含む。半導体チップ78は、IGBTおよびFWDが一枚の半導体基板に形成された逆導通IGBT（RC-IGBT）であってもよい。RC-IGBTにおいてIGBTとFWDは逆並列に接続されてよい。

[0012] 半導体チップ78の下面電極は、回路基板76の上面に接続されている。半導体チップ78の上面電極はエミッタ、ソースあるいはアノード電極であってよく、下面電極はコレクタ、ドレインあるいはカソード電極であってよい。半導体チップ78における半導体基板は、炭化ケイ素（SiC）や窒化ガリウム（GaN）であってもよい。

[0013] IGBTやMOSFETなどのスイッチング素子を含む半導体チップ78は制御電極を有する。半導体モジュール100は半導体チップ78の制御電極に接続される制御端子を有してもよい。スイッチング素子は、制御端子を介し、外部の制御回路により制御され得る。

[0014] 回路基板76は、一例として、上面と下面を有する絶縁板と、絶縁板の上面に設けられた回路層と、下面に設けられた金属層とを順に含む積層基板である。回路基板76は、上面および下面を有し、下面が冷却装置10の上面

に配置される。回路基板76は、一例として、金属層を介して半田等によって冷却装置10の上面に固定されている。また、回路基板76の上面側には、一例として、回路層を介して2つの半導体チップ78が固定されている。

[0015] 回路基板76は、例えば、DCB (Direct Copper Bonding) 基板やAMB (Active Metal Brazing) 基板であってよい。絶縁板は、アルミナ (Al_2O_3)、窒化アルミニウム (AlN)、窒化ケイ素 (Si_3N_4) 等のセラミックス材料を用いて形成されてよい。回路層および金属層は、銅あるいは銅合金などの導電材料を含む板材であってよい。回路層は、半田やろう等によって絶縁板の上面側に固定されている。回路層の上面には、半導体チップ78が半田等によって電氣的、機械的に接続され、すなわち電気回路的に直接接続されている。なお、半導体チップ78および回路層は、ワイヤー等により、主端子など他の導電部材と電氣的に接続されてもよい。

[0016] 冷却装置10は、ベースプレート40と、底板64とを有する。ベースプレート40は、半導体装置70が実装される天板20と、天板20に接続される側壁36と、天板20に接続される複数のピンフィン94とを含む。複数のピンフィン94の一端は、天板20の底板64に対面する面の、側壁36と離間した長方形のフィン領域95に接続されている。複数のピンフィン94は、平面視で行列状に離間して配置される。

[0017] 天板20は、 x y 平面に広がる主面を有する、板状の部材である。本例の天板20は、平面視において、長辺および短辺を有する略長方形である。また、本例の天板20は、短辺が x 軸に平行であり、長辺が y 軸に平行である。天板20は、半導体モジュール100が実装される外部の装置と締結するための締結部21を含む。締結部21は、平面視において、天板20に接続される側壁36よりも外側に位置し、外部の装置のボルトなどが挿入される貫通孔80を有する。本例の締結部21は、略長方形の天板20の四隅のそれぞれに1つずつ、計4つの貫通孔80を有する。

[0018] 側壁36は、略一定の厚みを有し、冷却装置10の側面を構成する。本例

の側壁36は、 x - y 平面において、長辺および短辺を有する略長方形の輪郭を有する。側壁36が冷却装置10の側面を構成することから、平面視において、側壁36の輪郭の短辺が x 軸に平行であり、長辺が y 軸に平行である。また、本例の側壁36は、平面視において、天板20の締結部21よりも内側に位置し、天板20から z 軸負方向に延在する。

[0019] フィン領域95に複数のピンフィン94が設けられる。ピンフィン94の配列により冷媒の流路が画定される。ピンフィン94はそれぞれ、 x - y 平面における断面形状が実質的に菱形である。以降の説明において、1または複数のピンフィン94を、単にピンフィン94と称する場合がある。ピンフィン94は、天板20から z 軸負方向に延伸している。ピンフィン94は、平面視において、側壁36よりも内側に位置し、側壁36によって囲まれている。複数のピンフィン94は、フィン領域において、等間隔に設けられてよい。ピンフィンの間隔は、例えば、0.6mm以上2.0mm以下であってよい。

[0020] 図2の冷却装置10では、簡略化のため、ピンフィン94を図示する代わりに、ピンフィン94が設けられた領域であるフィン領域95をドットで示している。フィン領域95は、平面視において長方形であってよく、短辺が x 軸に平行であり、長辺が y 軸に平行であってもよい。

[0021] 本例のベースプレート40において、天板20、側壁36およびピンフィン94は一体的に形成されている。例えば、天板20、側壁36およびピンフィン94は、連続した一枚の板部材から一体的に形成してもよい。例えば、連続した一枚の板部材に対して、天板20、側壁36およびピンフィン94の形状に対応する金型を用いた打ち抜き加工を行うことによって、天板20、側壁36およびピンフィン94を一体的に形成してもよい。他の例として、インパクトプレスなどを用いる常温環境下での冷間鍛造や、高温環境下での温間鍛造、熱間鍛造、溶湯鍛造などの任意の鍛造法を用いた成型を行うことによって、あるいは鋳造による成型を行うことによって、天板20、側壁36およびピンフィン94を一体的に形成してもよい。本実施形態の半導

体モジュール100は、天板20、側壁36およびピンフィン94を一体的に形成することにより、別個に形成されたものを互いに固着する形態に比べて部品点数を削減することができる。

[0022] 底板64は、板状の部材である。本例の底板64は、平面視において、長辺および短辺を有する略長方形である。また、本例の底板64は、短辺がx軸に平行であり、長辺がy軸方向に平行である。底板64は、冷媒流通部92の底面を構成する。底板64は、側壁36に接続され、天板20に対面する。

[0023] 天板20、側壁36および底板64によって、冷媒を流通させるための冷媒流通部92が画定される。換言すると、側壁36は、xy面において、冷媒流通部92を囲んで配置され、天板20および底板64は、z軸方向において、冷媒流通部92を挟んで互に対面して配置される。よって、xy平面における冷媒流通部92の輪郭は、側壁36の内周によって画定され、冷媒流通部92は、xy平面において長辺および短辺を有する略長方形を有する。

[0024] また、本例の底板64には、冷媒流通部92に冷媒を導入するための貫通孔である入口41と、冷媒流通部92から冷媒を導出するための貫通孔である出口42とが形成されている。なお、入口41及び出口42は底板64に設けられていなくてもよい。例えば、入口41及び出口42はベースプレート40の側壁36に設けられていてもよい。また、本例の底板64は、一例として、天板20に対面する側において、側壁36を固着する位置を決めるための段差部65を有してもよい。平面視において、本例の段差部65の輪郭は、底板64の輪郭よりも小さく、底板64と同様に、長辺および短辺を有する略長方形であってよい。また、本例の段差部65は、短辺がx軸に平行であり、長辺がy軸方向に平行であってよい。なお、底板64は、図2から4等に図示する段差部65に代えて、側壁36を固着する位置を決めることが可能な他の任意の段差を有してもよい。また、底板64は、段差部65を有さなくてもよい。

- [0025] 入口41および出口42は、それぞれ外部の冷媒供給源に連通するパイプが接続され得、換言すると、冷却装置10は、2本のパイプによって外部の冷媒供給源に接続され得る。従って、冷却装置10は、入口41を介して一方のパイプから冷媒を搬入され得、冷媒は冷媒流通部92内部を循環した後に出口42を介して他方のパイプへと搬出され得る。底板64と冷媒供給源は、入口41および出口42の周りに配置されるシーリング材を介し接続されてもよい。
- [0026] 入口41および出口42は、x軸方向において、冷却装置10の一側と、一側の反対の他側にそれぞれ位置し、且つ、y軸方向において、冷却装置10の一側と、一側の反対の他側にそれぞれ位置する。すなわち、入口41および出口42は、xy平面において略長方形を有する冷媒流通部92の対角線方向で、冷媒流通部92の対向する両端に位置する。平面視において、入口41および出口42はそれぞれ、第1のヘッダー30-1および第2のヘッダー30-2に設けられてよい。入口41および出口42はそれぞれ、フィン領域95の外側の位置PiおよびPoに設けられてよい。出口42は、入口41に対し、フィン領域95の反対側に、フィン領域の長辺方向に離れて設けられてよい。位置Piおよび位置Poを結ぶ直線l0のフィン領域95を横切る線分の長さL1は、フィン領域95の短辺93の長さL2より長い。直線l0は、フィン領域95の短辺方向に対し、30°以上60°以下の角度を、好ましくは実質的に45°の角度をなしてよい。入口41および出口42は、平面視において、円形、角丸長方形または楕円形の開口を有してよい。位置PiおよびPoはそれぞれ、入口41および出口42の開口の中心により定義される。入口41は、平面視でフィン領域95の一方の長辺96の一部と近接する位置Piに流路の中央が配置されている。出口42は、平面視でフィン領域95の他方の長辺96の一部と近接する位置Poに流路の中央が配置されている。
- [0027] 本実施形態の半導体モジュール100は、冷却装置10の上面でy軸方向に並べられた各半導体チップ78から生じた熱を、冷却装置10の入口41

を介して冷媒流通部 92 に流入し、冷媒流通部 92 内を全体に亘って拡散し、出口 42 を介して流出する冷媒によって効率的に冷却する。半導体チップ 78 は、例えば平面視で矩形（長方形）であり、半導体チップ 78 の長手方向がフィン領域 95 の短手方向と一致するように平面視でフィン領域 95 内の一部に重なるように配置されている。

[0028] 図 3 に示す通り、天板 20 は、 x y 面と平行な上面（おもて面） 22 および下面（裏面） 24 を有する。天板 20 は、一例として金属で形成され、より具体的な一例としてアルミニウムを含む金属で形成されている。天板 20 は、表面にニッケルなどのめっき層が形成されてもよい。天板 20 の上面 22 には、半導体装置 70 が載置される。この場合、天板 20 の上面 22 には、半導体装置 70 の回路基板 76 が半田等によって直接固定されてもよい。天板 20 には、各半導体チップ 78 において発生した熱が伝達される。天板 20、回路基板 76 および半導体チップ 78 は、 z 軸正方向に向かってこの順に配置される。天板 20 および回路基板 76 の間、ならびに、回路基板 76 および半導体チップ 78 の間は、熱的に接続されてよい。それぞれの部材間が半田で固定されている場合は、当該半田を介して熱的に接続される。

[0029] 半導体装置 70 は追加的に、收容部 72 を有してもよい。收容部 72 は、例えば熱硬化型樹脂、紫外線硬化型樹脂等の絶縁材料で形成された枠体であり、天板 20 の上面 22 において回路基板 76 等が配置された領域を囲んで設けられてよい。收容部 72 は、天板 20 の上面 22 に接着されてもよい。收容部 72 は、半導体チップ 78、回路基板 76 およびその他の回路要素を收容し得る内部空間を画定する。收容部 72 は、内部空間において、半導体装置 70 の回路基板 76 および半導体チップ 78 を含む各構成要素を收容してもよい。收容部 72 の内部空間には、半導体チップ 78、回路基板 76 およびその他の回路要素を封止する封止部 74 が充填されてよい。封止部 74 は、例えばシリコーンゲルまたはエポキシ樹脂等の樹脂を含む絶縁部材である。なお、図 1 においては、説明の簡略化を目的として、收容部 72 および封止部 74 の図示を省略してある。

- [0030] 冷媒流通部 92 は、天板 20 の下面 24 側に配置されている。図 4 に示す通り、冷媒流通部 92 は、天板 20 の主面に平行な断面において、長辺 96 および短辺 93 を有する略長方形である。
- [0031] 冷媒流通部 92 には、LLC (Long Life Coolant ; 不凍液) や水等の冷媒が流通する。冷媒流通部 92 において、冷媒は、短辺 93 の方向の一の側に連通する入口 41 から導入されて短辺 93 の方向の他の側に連通する出口 42 から導出される。冷媒は、回路基板 76 が配置される天板 20 の下面 24 およびピンフィン 94 に接触し、半導体装置 70 を冷却する。
- [0032] 冷媒流通部 92 は、天板 20、側壁 36 および底板 64 のそれぞれに接する密閉空間であってよい。底板 64 は、側壁 36 の z 軸負方向の下端に直接または間接に密着して配置され、天板 20、側壁 36 および底板 64 によって冷媒流通部 92 を密閉している。なお、間接に密着とは、側壁 36 の下端と底板 64 との間に設けられた、シール材、接着剤、ロウ材、または、その他の部材である固着剤 98 を介して、側壁 36 の下端と底板 64 とが密着している状態を指す。密着は、冷媒流通部 92 の内部の冷媒が、当該密着部分から漏れ出ない状態を指す。側壁 36 の下端と底板 64 とは、好ましくはロウ付けされる。なお、ベースプレート 40 および底板 64 は同一組成の金属で形成され、ロウ材はベースプレート 40 等よりも融点の低い金属、例えばアルミニウムを含む金属で形成されてよい。
- [0033] ピンフィン 94 は、冷媒流通部 92 において、フィン領域 95 に配置され、天板 20 と底板 64 との間に延在する。本例のピンフィン 94 はそれぞれ、天板 20 および底板 64 のそれぞれの主面とフィンの軸が実質的に直交するように、z 軸方向に延在する。本例のピンフィン 94 は、図 4 に示す通り、x y 面において格子状に配置され、天板 20 および底板 64 のそれぞれの主面と略直交するように z 軸方向に延在する。
- [0034] ピンフィン 94 は、x y 平面の断面において、菱形、正方形、長方形等の四角形や六角形等の多角形である。例えば、本例のピンフィン 94 は、x y

平面の断面において、実質的に菱形であってよい。ピンフィン94はそれぞれ90°の角を有してよい。菱形の一对の対角線の長さは、互いに同じであってもよいし異なってもよい。

[0035] 複数のピンフィン94は、等間隔に、かつ、それぞれの一の辺が主流方向MSに平行になるように設けられる。主流方向MSは、直線10に対し、 -45° より大きく 45° 未満の角をなす方向である。複数のピンフィン94の行列方向は、直線10に対して角度をなすように配置されている。複数のピンフィン94の行列方向に平行な複数のピンフィン94のそれぞれの一の辺は、直線10に対して、 -40° 以上 -20° 以下または 10° 以上 40° 以下である。

[0036] 図5～7は、冷却装置10における、フィン領域95、入口41、出口42およびピンフィン94の配置の例を示す図である。図5の例において、複数のピンフィン94は、主流方向MSが直線10と約 35° の角 θ_1 をなすように配置されている。図6の例において、複数のピンフィン94は、主流方向MSが直線10と約 -35° の角 θ_1 をなすように配置されている。図7の例において、複数のピンフィン94は、主流方向MSが直線10と 0° の角をなすように配置されている。

[0037] 図8は、入口41および出口42の中心を結んだ直線10と冷媒の主流方向MSがなす角 θ_1 （度）と、冷媒の流速との関係を示すグラフである。冷媒の流速は、図4に示すようにy軸方向に配置した6つの半導体チップ78の直下における流速の最低値である。冷媒の流速は熱流体シミュレーションにより求めた。グラフから明らかなように、主流方向MSが -40° 以上 -20° 以下または 10° 以上 40° 以下であるとき、主流方向MSが 0° の場合に比べて、冷媒の最低流速が向上し、主流方向MSが -40° 以上 -30° 以下または 30° 以上 40° 以下であるとき、更に冷媒の最低流速が向上する。

[0038] また、6つの半導体チップ78の直下における熱抵抗値を評価した別のシミュレーションによれば、主流方向MSが 35° である半導体モジュール1

0では、主流方向MSが 0° である場合に対し、熱性能が改善され、さらに、圧力損失も低減されることが明らかとなった。

[0039] 図9は、冷却装置10における、フィン領域95、入口41、出口42およびピンフィン94の配置の変形例を示す図である。複数の菱形ピンフィン94はそれぞれ、 $x-y$ 面において、長さの異なる対角線と 60° より大きく 90° 未満の角とを有してよい。

[0040] 図10、11は、ピンフィン94の拡大図である。図10は $x-y$ 面において角 α が 90° の菱形ピンフィン94を示す。複数のピンフィン94は、互いが間隔 g で等間隔に、かつ、それぞれの辺が主流方向MSと平行になるよう設けられる。ピンフィン94は $x-y$ 面において正格子上に配置される。このときピンフィン94の対角線は配列方向ADと平行になる。図11は $x-y$ 面において角 β が 60° より大きく 90° 未満の菱形ピンフィン94を示す。複数のピンフィン94は、互いが間隔 g で等間隔に、かつ、それぞれの辺が主流方向MSと平行になるよう設けられる。ピンフィン94は $x-y$ 面において斜格子上に配置される。このときピンフィン94の対角線は配列方向ADと平行になる。

[0041] ピンフィン94の間隔 g は、例えば 0.6 mm 以上 2.0 mm 以下であり、好ましくは 0.9 mm 以上 1.5 mm 以下である。ピンフィン94を切削で製造して、切削された側面の角がそのままでもよいし、ピンフィン94の角が面取りされてもよい。面取りする場合のR寸法は例えば 0.5 mm 以下である。ピンフィン94の $x-y$ 平面の断面積は、例えば 1 mm^2 以上 9 mm^2 以下である。ピンフィン94が平面視で正方形であれば、ピンフィン94の1辺の長さは 1 mm ～ 3 mm 程度である。ピンフィン94の高さは、例えば 4 mm 以上 6 mm 以下である。

[0042] ピンフィン94は、 z 軸方向において対向する上端と下端とを有し、上端が天板20の下面24に熱的および機械的に接続され、天板20の下面24から冷媒流通部92に向かって延在する。ピンフィン94が天板20と一体的に形成されている場合は、ピンフィン94の上端が天板20の下面24か

ら一体的に突出し、天板 20 の下面 24 から冷媒流通部 92 に向かって延在する。本例のピンフィン 94 の下端は、固着剤 98 によって底板 64 に固着されている。ピンフィン 94 の下端は、底板 64 から離れていてもよい。ピンフィン 94 と底板 64 との間に隙間があれば、底板 64 に反り等が生じて、ピンフィン 94 と底板 64 との間で応力が生じ難い。各半導体チップ 78 が発した熱は、ピンフィン 94 の近傍を通過する冷媒に移動する。これにより、各半導体チップ 78 を冷却する。

[0043] 図 4 において破線で示す通り、冷媒流通部 92 のフィン領域 95 は、平面視において、短辺 93 の方向よりも長辺 96 の方向に長い長方形である。ピンフィン 94 は、単位長さにおいて、冷媒流通部 92 の長辺 96 の方向に短辺 93 の方向よりも数多く配されてもよい。一例として、フィン領域 95 において、冷媒流通部 92 の長辺 96 の方向に配されたピンフィン 94 の本数と、冷媒流通部 92 の短辺 93 の方向に配されたピンフィン 94 の本数との比は所定の範囲であってもよい。フィン領域 95 には、ピンフィン 94 が設けられた領域と、ピンフィン 94 間の流路とが含まれる。また、図示の通り、本例のフィン領域 95 においては、ピンフィン 94 は正方配列されているが、これに代えて、千鳥配列されてもよい。なお、隣接するピンフィン 94 同士の間隔は、ピンフィン 94 自体の幅よりも狭くてもよい。なお、図 4 に示す通り、本例の U 相アセンブリ 70U、V 相アセンブリ 70V および W 相アセンブリ 70W は何れも、フィン領域 95 の内側に配されているが、一部がフィン領域 95 の外側に配されてもよい。

[0044] また、冷媒流通部 92 は、平面視において、フィン領域 95 を挟んで配置された第 1 のヘッダー 30-1 および第 2 のヘッダー 30-2 を含む。ヘッダー 30 は、冷媒流通部 92 において、所定の高さ（z 軸方向の長さ）以上の高さを有する空間を指す。所定の高さとは、天板 20 および底板 64 の間の距離であってよい。

[0045] 第 1 のヘッダー 30-1 は、フィン領域 95 よりも短辺 93 の方向の一の側に設けられ、位置 P_i に配置された入口 41 に連通し、長辺 96 の方向に

延在する。第2のヘッダー30-2は、フィン領域95よりも短辺93の方向の他の側に設けられ、位置P_oに配置された出口42に連通し、長辺96の方向に延在する。第1のヘッダー30-1および第2のヘッダー30-2が延在する方向は、フィン領域95の長辺96の方向と平行であってもよい。なお、第1のヘッダー30-1は一の連通領域の一例であり、第2のヘッダー30-2は他の連通領域の一例である。

[0046] 図4に示すように、主流方向MSに複数のピンフィン94を配列することにより、フィン領域95の外縁に沿って、複数のピンフィン94による段差STが形成されてもよい。段差STにより冷媒の流れを調整でき、フィン領域の長辺方向（y軸方向）における冷媒流速の分布を改善できる。段差STはフィン領域95の外縁に沿って複数設けられてもよく、隣り合う段差STの長さは同じであっても異なってもよい。

[0047] 以上の構成を備える本実施形態の半導体モジュール100によれば、半導体装置70に実装される冷却装置10において、xy平面における断面が略長方形の冷媒流通部92内を流れる冷媒の主たる流れ方向が、略長方形の短辺93の方向であり、冷媒流通部92に配置されるピンフィン94のxy平面における断面形状が菱形を有する。これにより、本実施形態の半導体モジュール100によれば、半導体モジュール100の動作中に発熱する半導体装置70の複数の熱源を一様に冷却しつつ、冷媒流通部92内を流れる冷媒の流速損失を小さくして放熱効率を向上できる。

[0048] 更に、本実施形態の半導体モジュール100によれば、冷却装置10における入口41および出口42は、xy平面において略長方形を有する冷媒流通部92の対角線方向で、冷媒流通部92の対向する両端に位置する。冷媒流通部92のフィン領域95は、ピンフィン94が、冷媒流通部92の長辺96の方向に短辺93の方向よりも数多く配され、短辺93の方向よりも長辺96の方向に長い略長方形を有する。冷媒流通部92は、平面視において、フィン領域95を挟んで配置された第1のヘッダー30-1および第2のヘッダー30-2を含み、第1のヘッダー30-1は、フィン領域95より

も短辺 93 の方向の一の側に位置して入口 41 に連通し、長辺 96 の方向に延在する。第 2 のヘッダー 30-2 は、フィン領域 95 よりも短辺 93 の方向の他の側に位置して出口 42 に連通し、長辺 96 の方向に延在する。

[0049] このような構成を備える本実施形態の半導体モジュール 100 によれば、入口 41 から冷媒流通部 92 内へ流入した冷媒は、フィン領域 95 のピンフィン 94 に衝突して、第 1 のヘッダー 30-1 内で拡散しつつ、冷媒流通部 92 の対角線方向において入口 41 の反対に位置する出口 42 へ向かって進んでいき、出口 42 から排出される。これにより、本実施形態の半導体モジュール 100 によれば、冷媒の流入口と流出口とが冷媒流通部 92 の短辺 93 の方向で冷媒流通部 92 の対向する両端に位置する場合 ($\theta = 0^\circ$) に比べて、半導体モジュール 100 の動作中に発熱する半導体装置 70 の複数の熱源を、より一層効率的に一様に冷却できる。

[0050] 図 12 は、図 3 における領域 A の部分拡大図である。ただし、図 12 では、図 3 における領域 A を 180 度回転させた状態を図示している。また、図 12 では、天板 20 の締結部 21 の z 軸方向の厚みを T1 で示し、天板 20 のフィン領域 95 における z 軸方向の厚みを T2 で示し、側壁 36 の x 軸方向の厚みを T3 で示し、底板 64 の z 軸方向の厚みを T4 で示してある。

[0051] 図 12 に示す通り、本例の冷却装置 10 において、締結部 21 の厚み T1 は、天板 20 におけるフィン領域 95 の厚み T2 よりも厚くてもよい。天板 20 におけるフィン領域 95 の厚みを薄くすることによって、天板 20 の上面 22 に配置される半導体装置 70 からの熱を、冷媒流通部 92 内を流れる冷媒へと効率的に移動させることができる一方で、締結部 21 の強度を高めることによって、半導体モジュール 100 を外部の装置とボルトなどで強固に締結する場合に印加され得る強い締結力によって締結部 21 が破損してしまうことを抑止できる。

[0052] また、側壁 36 の厚み T3 は、天板 20 におけるフィン領域 95 の厚み T2 よりも厚くてもよい。天板 20 におけるフィン領域 95 の厚みを薄くすることによって、上記と同様に冷却効率を高めることができる一方で、天板 2

0と接続されている側壁36の強度を高めることによって、天板20におけるフィン領域95が機械的または熱的な影響によって捩じれなどの変形を起こすことを抑止できる。

[0053] また、底板64の厚みT4は、天板20の少なくともフィン領域95における厚みT2および側壁36の厚みT3の何れの厚みよりも厚くてもよく、更に、天板20の締結部21の厚みT1よりも厚くてもよい。上述した通り、入口41および出口42はそれぞれ、底板64に形成されている。貫通孔である入口41および出口42を、厚みが最も大きい底板64に形成することで、冷却装置10の強度を向上でき、且つ、冷却装置10の加工を容易化することができる。

[0054] また、図12において、平面視における底板64の輪郭をC1で示し、側壁36の輪郭をC2で示してある。本例の冷却装置10において、底板64の輪郭C1は、側壁36の輪郭C2よりも内側に位置していてもよい。

[0055] また、本例の段差部65は、底板64の底板64の主面から突出し、平面視において、側壁36の内周よりも僅かに小さく、側壁36の内周と略一致する輪郭を有する。これにより、段差部65は、底板64と側壁36とを固着するとき異なる少なくとも2つの面で側壁36と接触し、底板64に対して側壁36を固着する位置を決めるように機能する。

[0056] また、本例の底板64は、平面視における輪郭における、側壁36と固着される側の角部が面取りされていてもよい。以降の説明において、底板64における当該面取りされた箇所を面取り部66と称する場合がある。ロウなどの固着剤98によって底板64と側壁36とを固着する場合、固着した領域の外側にロウだれが生じる可能性がある。これに対して、底板64が上記の面取り部66を有するように面取り加工しておき、固着剤98が凝固するまで図示のように底板64を側壁36に対して重力方向の上側にし、底板64と側壁36とを固着することで、固着剤98がフィレットを形成する領域を有するようになり、ロウだれが生じることを防止できる。

[0057] なお、面取り部66は、C面取り加工されていてもよく、R面取り加工さ

れていてもよい。なお、同様の目的で、側壁36およびピンフィン94のz軸負方向の下端の角部も面取りされていてもよい。

[0058] 図13は、本発明の一つの実施形態に係る車両200の概要を示す図である。車両200は、少なくとも一部の推進力を、電力を用いて発生する車両である。一例として車両200は、全ての推進力をモーター等の電力駆動機器で発生させる電気自動車、または、モーター等の電力駆動機器と、ガソリン等の燃料で駆動する内燃機関とを併用するハイブリッド車である。

[0059] 車両200は、モーター等の電力駆動機器を制御する制御装置210（外部装置）を備える。制御装置210には、半導体モジュール100が設けられている。半導体モジュール100は、電力駆動機器に供給する電力を制御してよい。

[0060] 図4に示す実施形態において、冷却装置10の側壁36および冷却装置11の側壁37の内面はそれぞれ、平面視において、八角形であってよい。両実施形態において、側壁36、37により画定される冷媒流通部92において、フィン領域95の短辺方向の一の側に第1のヘッダー30-1を、他の側に第2のヘッダー30-2を並置し、第1のヘッダー30-1および第2のヘッダー30-2の間にピンフィン94を配置してよい。さらに両実施形態において、ピンフィン94は、格子状に、好ましくは斜格子状あるいは菱形格子状に配置されてよい。両実施形態において、入口41および出口42は、冷媒流通部92において、フィン領域95と隣接し、対角線上に設けられてよい。入口41および出口42の開口は、平面視において、長辺99方向の長さが短辺91方向の長さより大きくてよい。

[0061] 図14は、本発明の複数の実施形態に係る半導体モジュール100の主回路図である。半導体モジュール100は、出力端子U、VおよびWを有する三相交流インバータ回路として機能し、車両のモーターを駆動する車載用ユニットの一部であってよい。

[0062] 半導体モジュール100において、半導体チップ78-1、78-2および78-3は上アームを、半導体チップ78-4、78-5および78-6

は下アームを構成してよい。一組の半導体チップ78-1、78-4はレグ（U相）を構成してよい。一組の半導体チップ78-2、78-5、一組の半導体チップ78-3、78-6も同様にレグ（V相、W相）を構成してよい。半導体チップ78-4において、エミッタ電極が入力端子N1に、コレクタ電極が出力端子Uに、それぞれ電氣的に接続してよい。半導体チップ78-1において、エミッタ電極が出力端子Uに、コレクタ電極が入力端子P1に、それぞれ電氣的に接続してよい。同様に、半導体チップ78-5、78-6において、エミッタ電極がそれぞれ入力端子N2、N3に、コレクタ電極がそれぞれ出力端子V、Wに、電氣的に接続してよい。さらに、半導体チップ78-2、78-3において、エミッタ電極がそれぞれ出力端子V、Wに、コレクタ電極がそれぞれ入力端子P2、P3に、電氣的に接続してよい。

[0063] 各半導体チップ78-1から78-6は、対応する制御端子に入力される信号により交互にスイッチングされてよい。本例において、各半導体チップ78はスイッチング時に発熱してよい。入力端子P1、P2、P3は外部電源の正極に、入力端子N1、N2、N3は外部電源の負極に、出力端子U、V、Wは負荷にそれぞれ接続してよい。入力端子P1、P2、P3は互いに電氣的に接続されてよく、また、他の入力端子N1、N2、N3も互いに電氣的に接続されてよい。

[0064] 半導体モジュール100において、複数の半導体チップ78-1から78-6は、それぞれRC-IGBT（逆導通IGBT）半導体チップであってよい。また、半導体チップ78-1から78-6は、それぞれMOSFETやIGBTなどのトランジスタとダイオードとの組み合わせを含んでよい。

[0065] 以上の複数の実施形態の説明において、例えば「略同じ」、「略一致」、「略一定」、「略対称」、「略菱形」などのように、「略」との言葉を一緒に用いて特定の状態を表現している場合があるが、これらは何れも、厳密に当該特定の状態であるものだけでなく、実質的に当該特定の状態であるものを含む意図である。

- [0066] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。
- [0067] 例えば、上記の実施形態においては、ベースプレート40、45において、天板20、25、側壁36、37、35およびピンフィン94は一体的に形成されている構成として説明したが、これに代えて、天板20等、側壁36等およびピンフィン94は、それぞれ個別に形成された後に固着剤98などで互いに固着されてもよく、天板20等および側壁36等が一体的に形成されて、別個に形成されたピンフィン94が天板20等に固着されてもよく、天板20等およびピンフィン94が一体的に形成されて、別個に形成された側壁36等が天板20等に固着されてもよい。
- [0068] また、例えば、上記の実施形態においては、ピンフィン94は、天板20等と一体的に形成され、底板64、67に向かって延在する構成として説明したが、これに代えて、ピンフィン94は、底板64等と一体的に形成され、底板64等から天板20等に向かって延在してもよい。なお、この場合において、ピンフィン94の先端と天板20等との間が固着剤98などで固着されてもよい。
- [0069] また、例えば、上記の実施形態においては、ピンフィン94は、天板20等と底板64、67との間を、天板20の主面の法線方向に延在する、すなわち天板20等および底板64等に対して垂直に延在する構成として説明したが、これに代えて、ピンフィン94は、天板20等と底板64等との間を、天板20等の主面の法線方向に対して角度を有するように斜めに延在してもよい。また、ピンフィン94のx y平面における断面の寸法は、z軸方向において一定であってもよく、変化してもよく、より具体的な一例として、先端に向かって先細りになるように、天板20等および底板64等の何れか一方から他方へと延在してもよい。

[0070] また、例えば、上記の実施形態においては、半導体装置70は、冷却装置10、11、12、13の天板20等の上面22に直接固定される構成として説明したが、これに代えて、半導体装置70は、收容部72の下面に露出するベース板を有し、当該ベース板の上面に回路基板76が固定され、当該ベース板が天板20等の上面22に固定されていてもよい。

[0071] 特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

符号の説明

[0072] 10、11、12、13 冷却装置、20、25 天板、21 締結部、22 上面、24 下面、26 支持ピン、30 ヘッダー、30-1 第1のヘッダー、30-2 第2のヘッダー、36、37、35 側壁、35-1、36-1、37-1 スロープ面、37-2 非スロープ面、38 ピン、39 溝、40、45 ベースプレート、41 入口、42 出口、50 スロープ部、51 溝、64、67 底板、65 段差部、66 面取り部、68 穴、70 半導体装置、70U U相アセンブリ、70V V相アセンブリ、70W W相アセンブリ、72 收容部、74 封止部、76 回路基板、78 半導体チップ、80 貫通孔、92 冷媒流通部、91 短辺、93 短辺、96 長辺、94、97 ピンフィン、95 フィン領域、98 固着剤、99 長辺、100 半導体モジュール、200 車両、210 制御装置、221 ポンプ、222 入口配管、223 出口配管

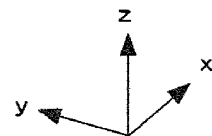
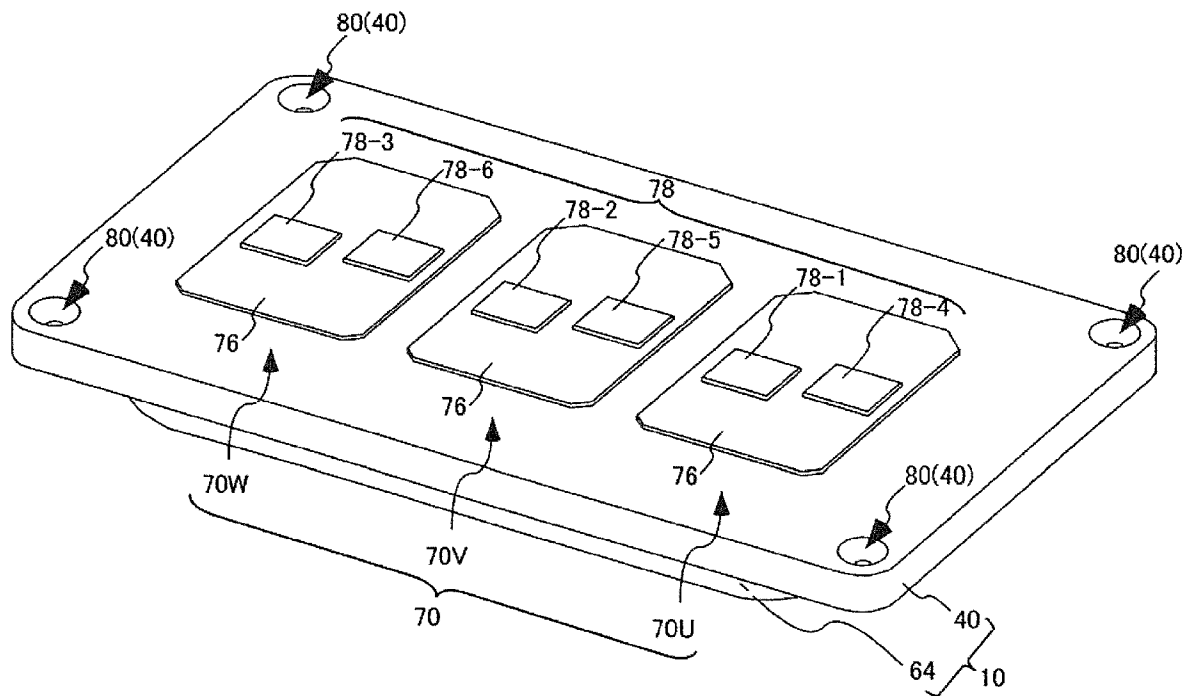
請求の範囲

- [請求項1] 冷却装置を備える半導体モジュールであって、
前記冷却装置は、
天板と、
前記天板に接続された側壁と、
前記天板に対面し、前記側壁に接続された底板と、
前記天板の前記底板に対面する面の前記側壁と離間した長方形のフィン領域に一端が接続され、平面視で行列状に離間して配置された複数の多角形のピンフィンと、
平面視で前記フィン領域の一方の長辺の一部と近接する位置に流路の中央が配置された冷媒の入口と、
平面視で前記フィン領域の他方の長辺の一部と近接する位置に流路の中央が配置された冷媒の出口と、
を備え、
複数の前記ピンフィンの行列方向が、前記入口の位置および前記出口の位置を結ぶ直線に対して角度をなし、
前記直線の前記フィン領域を横切る線分の長さが、前記フィン領域の短辺の長さより長い、
半導体モジュール。
- [請求項2] 前記複数のピンフィンのそれぞれの一の辺が、前記直線に対し、 -40° 以上 -20° 以下または 10° 以上 40° 以下である請求項1に記載の半導体モジュール。
- [請求項3] 前記ピンフィンが平面視で菱形である請求項1又は2に記載の半導体モジュール。
- [請求項4] 前記ピンフィンの角が平面視で 90° である請求項1又は2に記載の半導体モジュール。
- [請求項5] 前記ピンフィンの断面積は、 1 mm^2 以上 9 mm^2 以下である請求項1～4のいずれか1項に記載の半導体モジュール。

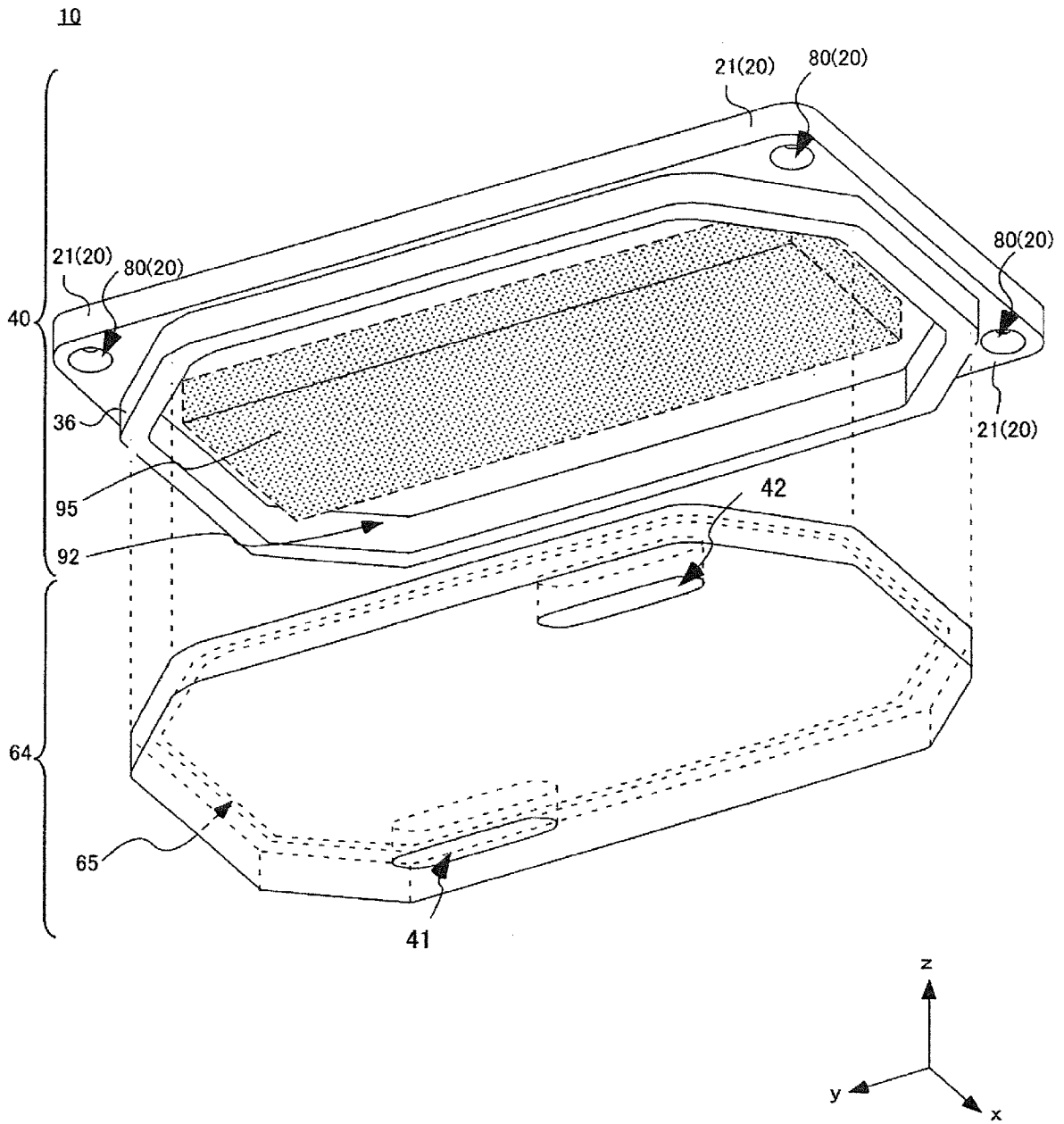
- [請求項6] 前記ピンフィンの高さは、4 mm以上6 mm以下である請求項1～5のいずれか1項に記載の半導体モジュール。
- [請求項7] 前記複数のピンフィンの間隔は、等間隔である請求項1～6のいずれか1項に記載の半導体モジュール。
- [請求項8] 複数の前記ピンフィンの間隔が、0.6 mm以上2.0 mm以下である請求項1～7のいずれか1項に記載の半導体モジュール。
- [請求項9] 前記ピンフィンは、断面のそれぞれの角部において、曲率半径が0.5 mm以下の丸みを有する請求項1～8のいずれか1項に記載の半導体モジュール。
- [請求項10] 前記直線は、前記フィン領域の短辺方向に対し、30°以上60°以下の角度をなす請求項1～9のいずれか1項に記載の半導体モジュール。
- [請求項11] 前記天板、前記側壁および前記ピンフィンは一体的に形成されている請求項1～10のいずれか1項に記載の半導体モジュール。
- [請求項12] 前記ピンフィンの他端は前記底板に接続されている、請求項1～10のいずれか1項に記載の半導体モジュール。
- [請求項13] 前記底板は、前記入口及び出口を有する、請求項1～12のいずれか1項に記載の半導体モジュール。
- [請求項14] 前記底板は、前記天板および前記側壁の何れの厚みよりも厚い、請求項1～13のいずれか1項に記載の半導体モジュール。
- [請求項15] 前記天板上に、長方形の半導体チップが実装された回路基板を有し、
前記半導体チップは、該半導体チップの長手方向が前記フィン領域の短手方向と一致するように平面視で前記フィン領域内の一部に重なるように配置されている請求項1～14のいずれか1項に記載の半導体モジュール。

[図1]

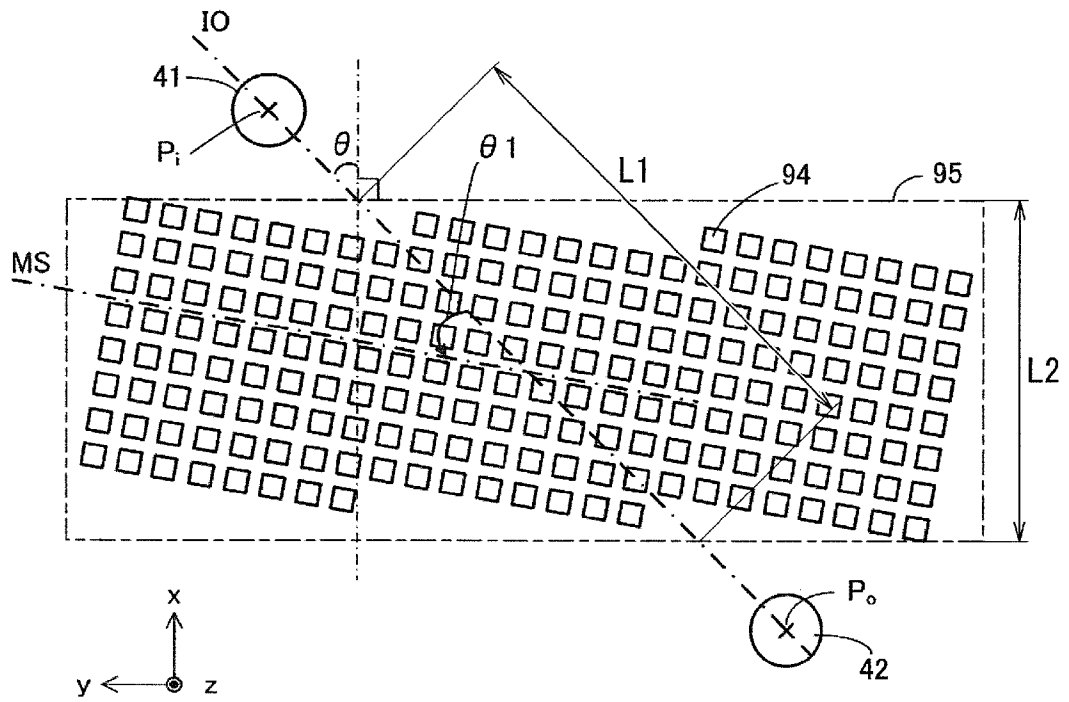
100



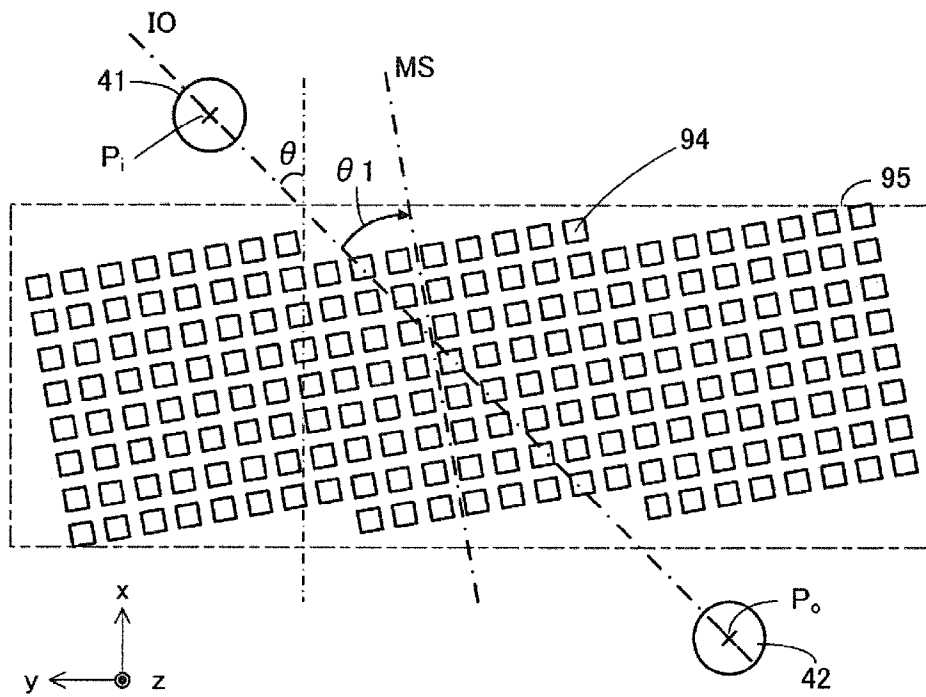
[図2]



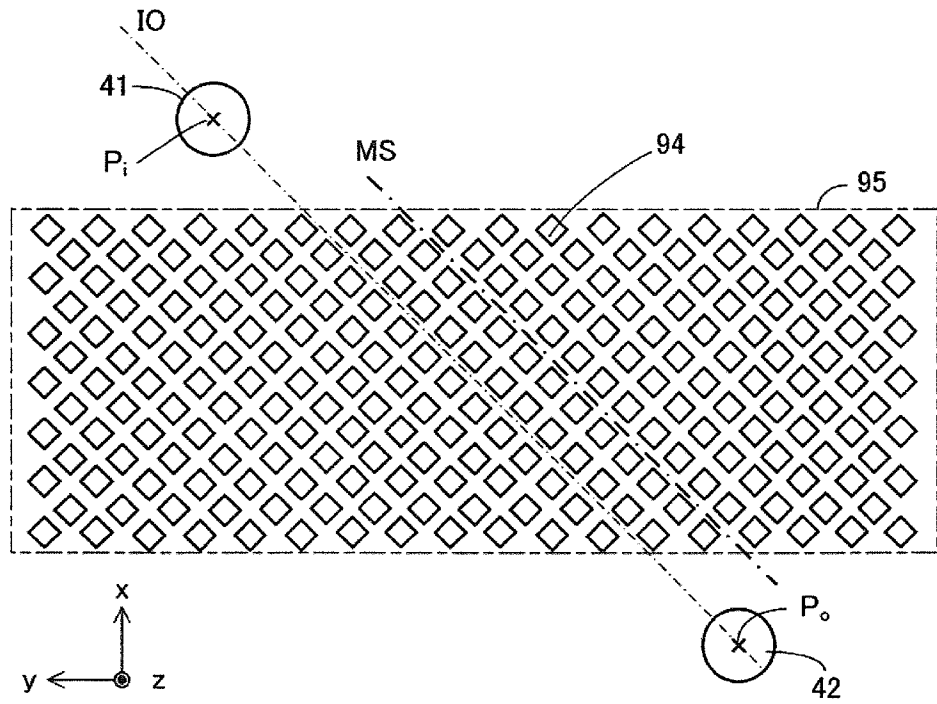
[図5]



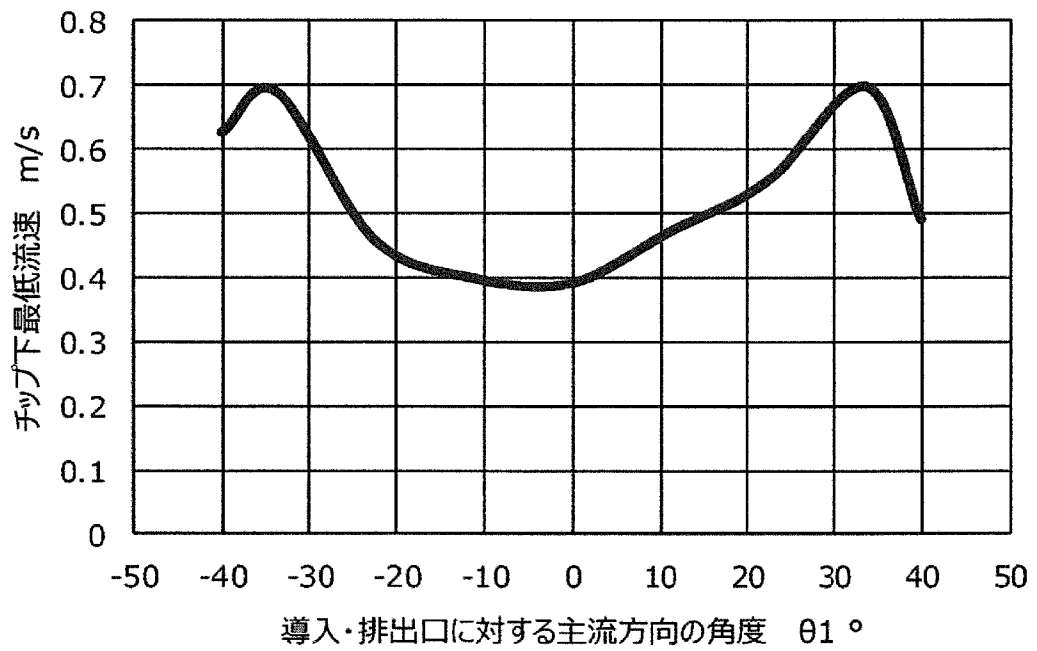
[図6]



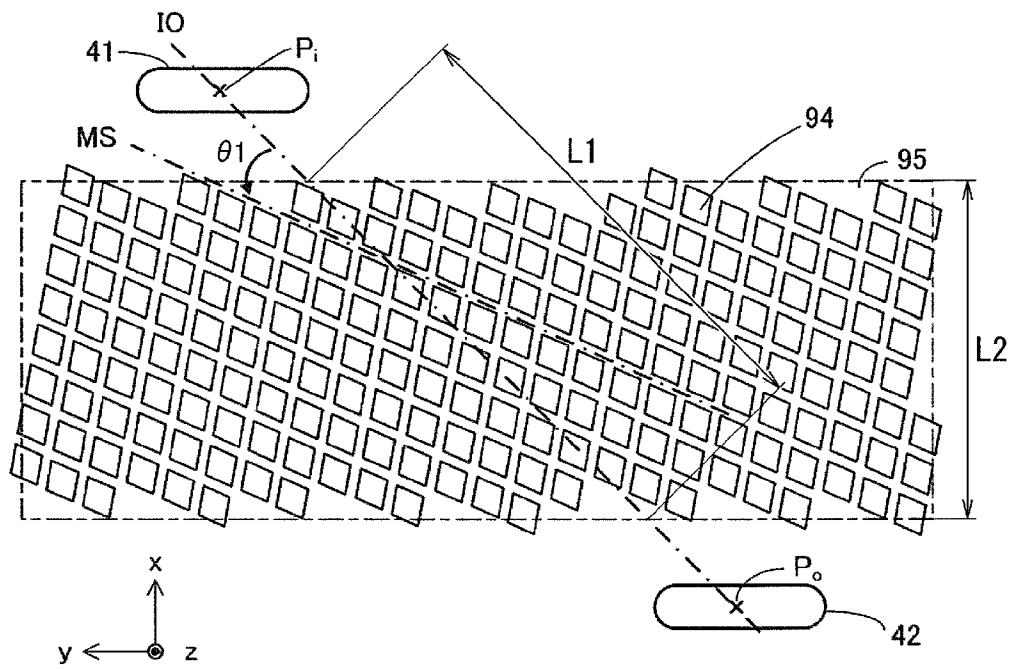
[図7]



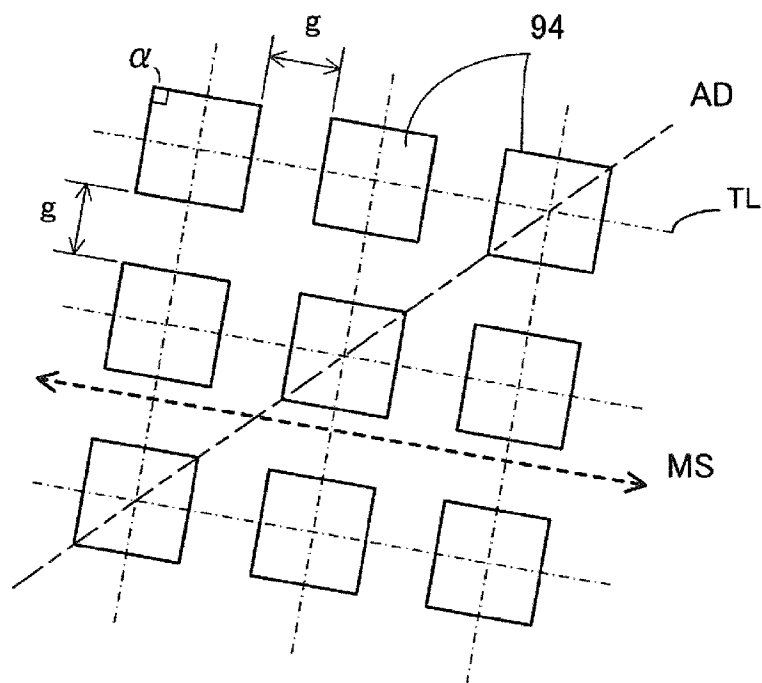
[図8]



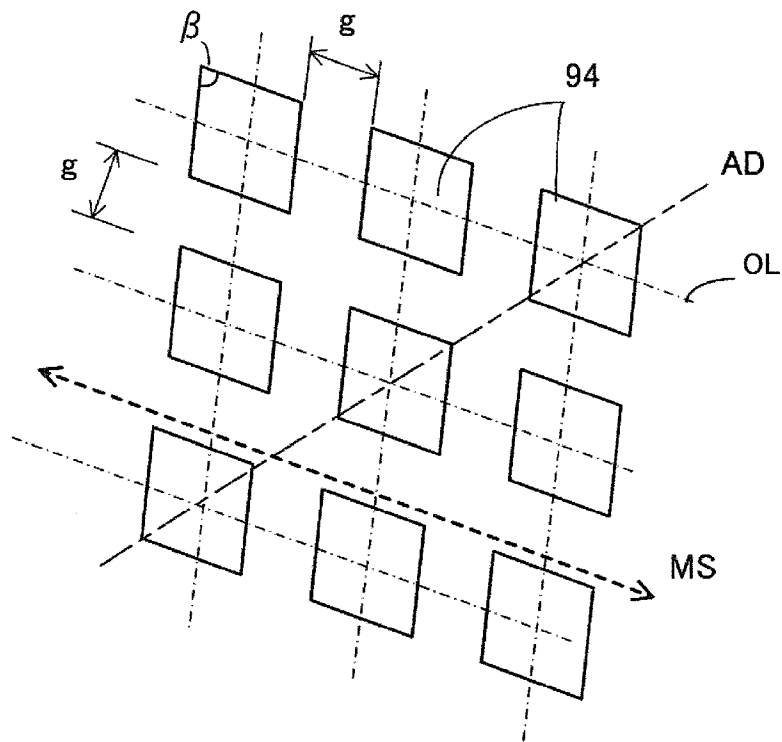
[図9]



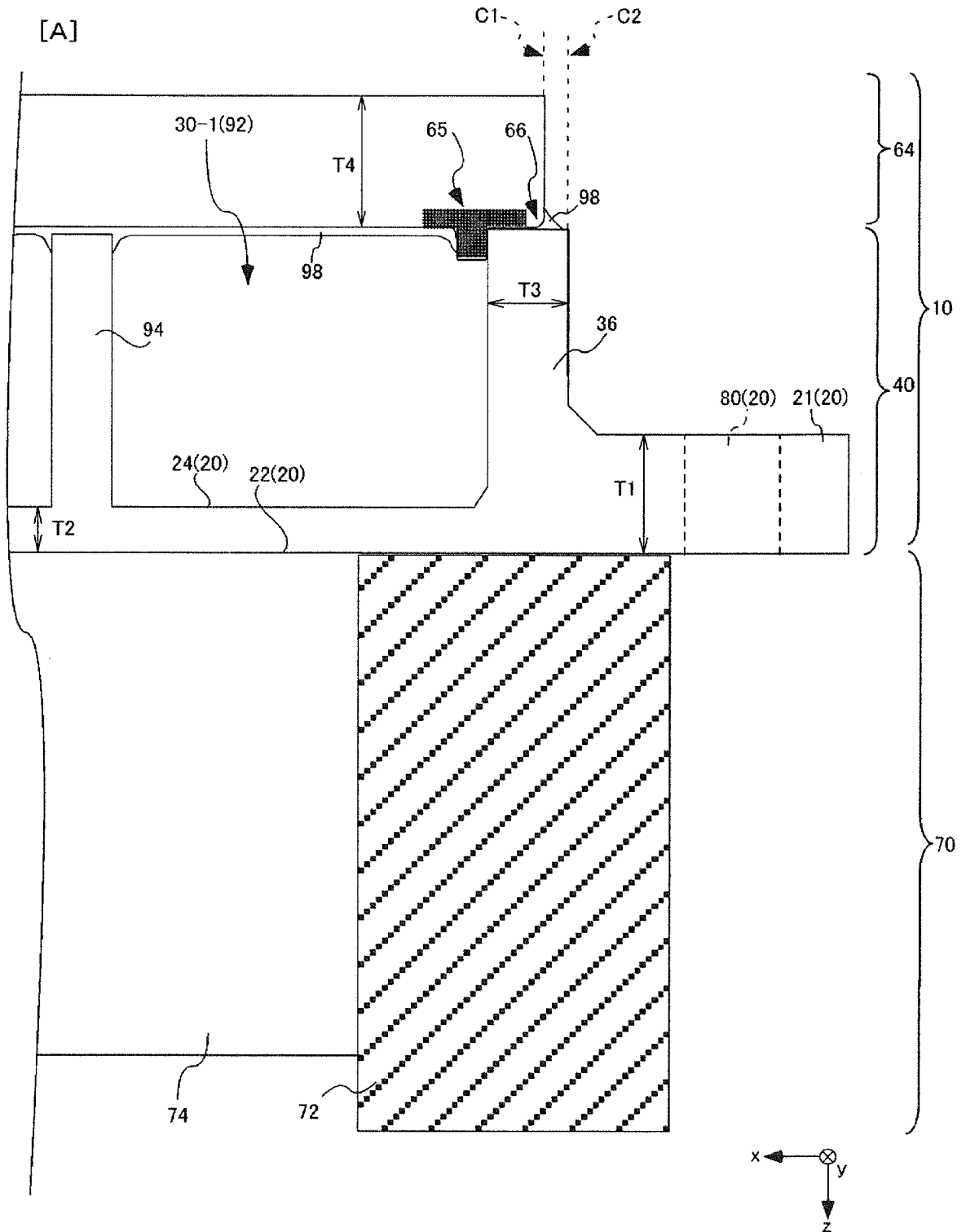
[図10]



[図11]

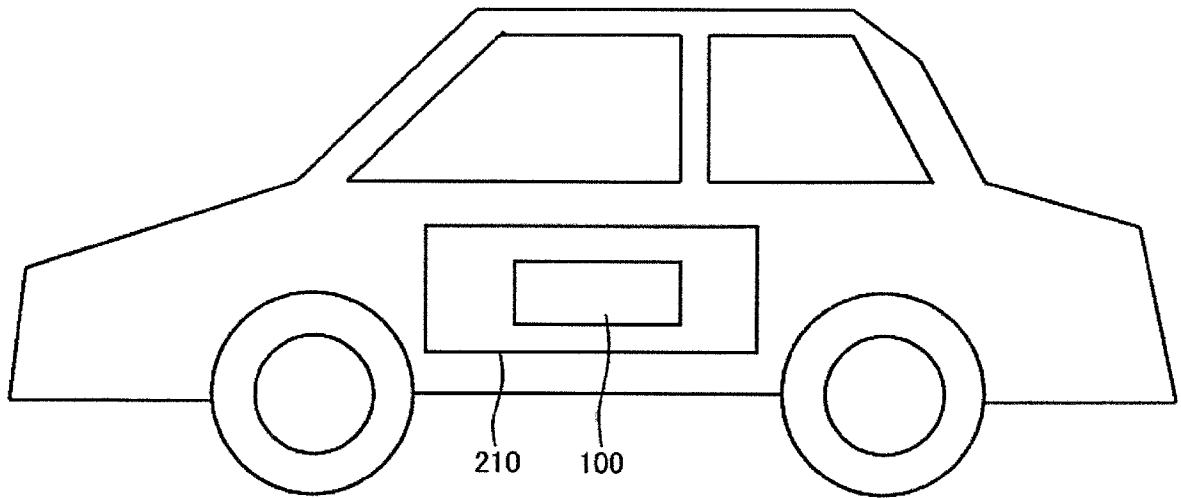


[図12]

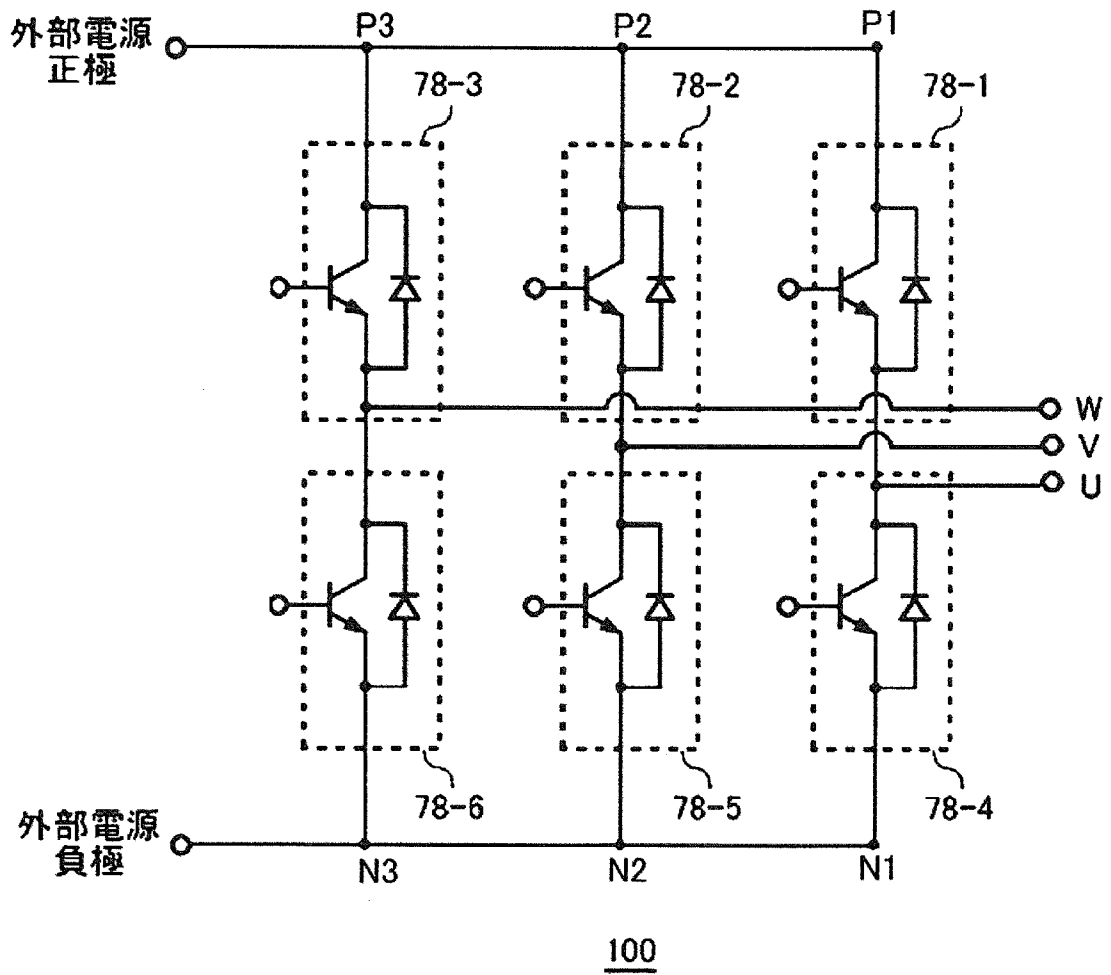


[図13]

200



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/002072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 Int. Cl. H01L23/473 (2006.01) i, H01L25/07 (2006.01) i, H01L25/18 (2006.01) i,
 H05K7/20 (2006.01) i
 FI: H01L23/46 Z, H01L25/04 C, H05K7/20 N
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 Int. Cl. H01L23/473, H01L25/07, H01L25/18, H05K7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2019-204922 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 28 November 2019, paragraphs [0022]-[0079], fig. 1-11	1, 2, 5-8, 10, 13, 15
Y		3, 4, 9, 11, 12, 14
Y	JP 2018-133350 A (UACJ CORP.) 23 August 2018, paragraphs [0014], [0078], fig. 2, 4	3, 9
Y	WO 2012/157247 A1 (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 22 November 2012, paragraphs [0033], [0034], fig. 15, 16	4
Y	WO 2016/042903 A1 (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 24 March 2016, paragraphs [0017]-[0020], fig. 1	11, 12, 14

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
--	--

Date of the actual completion of the international search 25.03.2021	Date of mailing of the international search report 13.04.2021
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2021/002072

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-35927 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 05 March 2020, entire text, all drawings	1-15
A	JP 2009-176881 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 06 August 2009, entire text, all drawings	1-15
P, A	JP 2020-92250 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 11 June 2020, entire text, all drawings	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/002072

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-204922 A	28.11.2019	US 2019/0363036 A1 paragraphs [0040]- [0097], fig. 1-11 EP 3573097 A1 CN 110534486 A	
JP 2018-133350 A	23.08.2018	(Family: none)	
WO 2012/157247 A1	22.11.2012	US 2014/0054762 A1 paragraphs [0068], [0069], fig. 15, 16 EP 2711983 A1 CN 103477432 A JP 2015-216409 A	
WO 2016/042903 A1	24.03.2016	US 2016/0358864 A1 paragraphs [0030]- [0033], fig. 1 CN 106062949 A	
JP 2020-35927 A	05.03.2020	(Family: none)	
JP 2009-176881 A	06.08.2009	(Family: none)	
JP 2020-92250 A	11.06.2020	US 2020/0170147 A1 entire text, all drawings DE 102019216778 A1 CN 111211099 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/473(2006.01)i; H01L 25/07(2006.01)i; H01L 25/18(2006.01)i; H05K 7/20(2006.01)i FI: H01L23/46 Z; H01L25/04 C; H05K7/20 N		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01L23/473; H01L25/07; H01L25/18; H05K7/20 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2019-204922 A (富士電機株式会社) 28.11.2019 (2019 - 11 - 28) 段落[0022]-[0079], 図1-11	1, 2, 5-8, 10, 13, 15
Y		3, 4, 9, 11, 12, 14
Y	JP 2018-133350 A (株式会社UACJ) 23.08.2018 (2018 - 08 - 23) 段落[0014], [0078], 図2, 4	3, 9
Y	WO 2012/157247 A1 (富士電機株式会社) 22.11.2012 (2012 - 11 - 22) 段落[0033], [0034], 図15, 16	4
Y	WO 2016/042903 A1 (富士電機株式会社) 24.03.2016 (2016 - 03 - 24) 段落[0017]-[0020], 図1	11, 12, 14
A	JP 2020-35927 A (富士電機株式会社) 05.03.2020 (2020 - 03 - 05) 全文、全図	1-15
A	JP 2009-176881 A (日産自動車株式会社) 06.08.2009 (2009 - 08 - 06) 全文、全図	1-15
P, A	JP 2020-92250 A (富士電機株式会社) 11.06.2020 (2020 - 06 - 11) 全文、全図	1-15
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 25.03.2021		国際調査報告の発送日 13.04.2021
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 正山 旭 5F 9276 電話番号 03-3581-1101 内線 3516

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/002072

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-204922 A	28.11.2019	US 2019/0363036 A1 段落[0040]-[0097], 図1-11 EP 3573097 A1 CN 110534486 A	
JP 2018-133350 A	23.08.2018	(ファミリーなし)	
WO 2012/157247 A1	22.11.2012	US 2014/0054762 A1 段落[0068], [0069], 図15, 16 EP 2711983 A1 CN 103477432 A JP 2015-216409 A	
WO 2016/042903 A1	24.03.2016	US 2016/0358864 A1 段落[0030]-[0033], 図1 CN 106062949 A	
JP 2020-35927 A	05.03.2020	(ファミリーなし)	
JP 2009-176881 A	06.08.2009	(ファミリーなし)	
JP 2020-92250 A	11.06.2020	US 2020/0170147 A1 全文、全図 DE 102019216778 A1 CN 111211099 A	