

(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  
2020年12月10日(10.12.2020)



(10) 国際公開番号

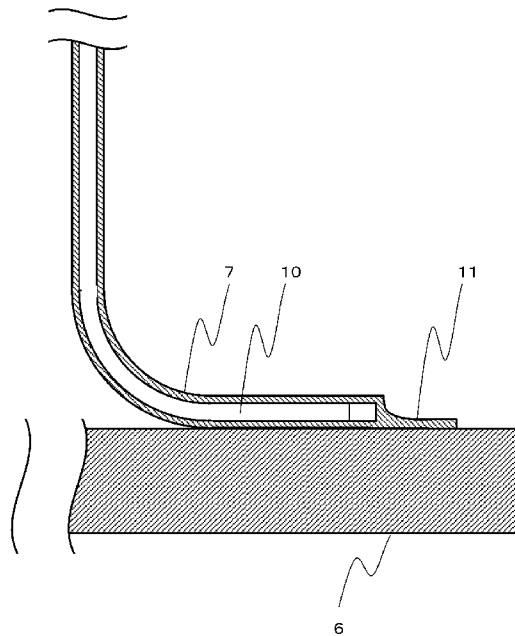
**WO 2020/246240 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*H01L 23/427* (2006.01) *B60L 9/18* (2006.01)  
*F28D 15/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/019905
- (22) 国際出願日: 2020年5月20日(20.05.2020)
- (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 2019-106207 2019年6月6日(06.06.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)  
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 安田 陽介 (YASUDA, Yosuke); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 堀内 敬介 (HORIUCHI, Keisuke); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 鍋島 史花(NABESHIMA, Fumika); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 清野 博光(SEINO, Hiromitsu); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 寺門 秀一(TERAKADO, Shuichi); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 谷村 美佳(TANIMURA, Mika); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社

(54) Title: MOBILE BODY COOLING DEVICE , RAILWAY VEHICLE POWER CONVERSION DEVICE, AND PRODUCTION METHOD FOR MOVING BODY COOLING DEVICE

(54) 発明の名称: 移動体用の冷却装置、鉄道車両用の電力変換装置及び移動体用の冷却装置の製造方法

[図5B]



(57) Abstract: Provided is a structure that is easy to produce and improves the reliability of a self-oscillating heat pipe that is for use in a moving body such as a railway vehicle. A mobile body cooling device 5 that: is to be connected to a semiconductor element 3 that constitutes a power conversion circuit; and is for cooling heat that is generated from the semiconductor element 3. The mobile body cooling device 5 has: a self-oscillating heat pipe 7 that has a closed passage



WO 2020/246240 A1

日立製作所内 Tokyo (JP). 堀野 正也(HORINO, Masaya); 〒1008280 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 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人第一国際特許事務所(PATENT CORPORATE BODY DAI-ICHI KOKUSAI TOKKYO JIMUSHO); 〒1010032 東京都千代田区岩本町三丁目5番12号 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, 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))

10 thereinside and contains a hydraulic fluid that is enclosed in the closed passage 10; and a heat-receiving plate 6 on which the semiconductor element 3 is to be installed. An end part of the self-oscillating heat pipe 7 is sealed by crushing or the like while in contact with the heat-receiving plate 6.

(57) 要約: 鉄道車両等の移動体に使用する自励振動ヒートパイプの信頼性を向上させ、かつ製造しやすい構造を提供する。移動体用の冷却装置5は、電力変換回路を構成する半導体素子3に接続され、前記半導体素子3から発生する熱を冷却するために用いられる。移動体用の冷却装置5は、内部に密閉された流路10を備え、前記密閉された流路10内に作動液を封入した自励振動ヒートパイプ7と、前記半導体素子3を設置する受熱板6とを有しており、前記自励振動ヒートパイプ7の端部は、前記受熱板6と接した状態で圧潰等によって封止されている。

## 明 細 書

発明の名称：

移動体用の冷却装置、鉄道車両用の電力変換装置及び移動体用の冷却装置の製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、移動体用の冷却装置、鉄道車両用の電力変換装置及び移動体用の冷却装置の製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 自励振動ヒートパイプは、一般的に、ミリメートル・オーダーの径を有する細径流路により構成されており、表面張力により液柱と気柱が交互に存在する状態で作動液が封入されている。流路中には、複数の受熱部（高温部）および放熱部（低温部）が交互に設けられており、受熱部における沸騰あるいは蒸発による圧力上昇と、放熱部における凝縮による圧力減少により、液柱と気柱が自励的に振動し、それにより熱の輸送を行うことができる。

[0003] 自励振動ヒートパイプは、一般的なヒートパイプとは異なり、重力による還流を必要としないため、設置姿勢の自由度が高いという利点を持つ。また、一般的なヒートパイプに比べて流路を細径化しても伝熱性能を維持できることから、小型化が可能であるといった利点を持つ。

[0004] 従来の自励振動ヒートパイプ冷却装置として、特許文献1には、多孔扁平管の内部に一筆書き蛇行流路を構成し、流路の端部に接続した作動液注入細管から作動液を注入する構成を持つ自励振動ヒートパイプが開示されている。また、特許文献2には、複数のパワー半導体素子を受熱部材の一方側の面に配置し、受熱部材の他方側の反対面に自励振動ヒートパイプからなる放熱部を設置した構造を持つ電力変換装置が開示されている。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開平9-49692号公報

特許文献2：国際公開第2018/097271号

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0006] 本願発明者は、自励振動ヒートパイプを備えた冷却装置を、鉄道車両等の移動体に搭載する際の課題について鋭意検討した結果、次の知見を得た。
- [0007] 自励振動ヒートパイプを備えた冷却装置を鉄道車両等に搭載する際、走行時に生じる振動による流路の破損や、飛来物等の衝突による流路の破損を抑制することが求められる。例えば特許文献1に記載の自励振動ヒートパイプのように、流路の端部に作動液注入細管を接続する構成では、比較的強度の弱い作動液注入細管が破損しやすいという課題がある。この作動液注入細管が破損すると、流路内の作動液が外部に漏れ出し、自励振動ヒートパイプの性能が悪化することが懸念される。
- [0008] これに対し、作動液注入細管の強度を上げるために、作動液注入細管の外径および肉厚を大きくする対策も考えられる。しかしながら、作動液注入細管は、自励振動ヒートパイプの伝熱性能に寄与する部分ではないことから、外径及び肉厚を大きくした作動液注入細管への作動液の流入量が増えることで、受熱部での作動液量が不足し、冷却性能が悪化することが懸念される。
- [0009] また、特許文献1には、多孔扁平管の端部の隔壁を、一条おき又は複数条おきに所定長さで切除し、端部を圧潰、溶接により密閉する構造が記載されているが、このような構造は製作難易度が高く、製作に手間がかかる。
- [0010] 一方、特許文献2には、作動液を注入、封止するための方法および構造については記載されていない。したがって、自励振動ヒートパイプの伝熱性能を向上させた上で、流路の端部を確実に封止して作動液の漏れを抑制する構造が望まれている。
- [0011] 本発明は、移動体に使用する自励振動ヒートパイプの信頼性を向上させ、かつ製造しやすい、移動体用の冷却装置、鉄道車両用の電力変換装置及び移動体用の冷却装置の製造方法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

[0012] 上記課題を解決するために、代表的な本発明にかかる移動体用の冷却装置の一つは、内部に密閉流路を備え、前記密閉流路内に作動液を封入した自励振動ヒートパイプと、発熱源に接続された受熱板とを備え、

前記自励振動ヒートパイプの端部は、前記受熱板と密着するように圧潰されて封止されている、ことにより達成される。

[0013] 更に代表的な本発明にかかる移動体用の冷却装置の製造方法の一つは、自励振動ヒートパイプの端部近傍を、受熱板に固定し、

自励振動ヒートパイプに作動液を注入し、

型もしくは工具を用いて、前記自励振動ヒートパイプの端部を、前記受熱板と密着するように圧潰して封止する、ことにより達成される。

### 発明の効果

[0014] 本発明によれば、移動体に使用する自励振動ヒートパイプの信頼性を向上させ、かつ製造しやすい、移動体用の冷却装置、鉄道車両用の電力変換装置及び移動体用の冷却装置の製造方法を提供することができる。

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

### 図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、実施形態1における、鉄道車両に搭載された電力変換装置の断面図である。

[図2]図2は、実施形態1における、冷却装置を示す斜視図である。

[図3]図3は、実施形態1における、冷却装置を示す斜視図である。

[図4]図4は、実施形態1における、自励振動ヒートパイプの流路構造を示す、図3におけるA-A断面図である。

[図5A]図5Aは、本実施形態における、自励振動ヒートパイプの製造工程の一部を示す図である。

[図5B]図5Bは、実施形態1における、圧潰部の構造を示す、図4のB-B断面図である。

[図6]図6は、実施形態2における、圧潰部の構造を示す、図4のB-B断面

図である。

[図7]図7は、実施形態3における、圧潰部の構造を示す、図4のB-B断面図である。

[図8]図8は、実施形態3における、圧潰部の溝から圧潰部材を取り除いた状態を示す、図4のB-B断面図である。

[図9]図9は、実施形態4における、溶接封止部の構造を示す、斜視図である。

[図10A]図10Aは、実施形態5における、保護カバーを分解した状態での冷却装置を鉄道車両の進行方向から見た断面図である。

[図10B]図10Bは、実施形態5における、保護カバーを取り付けた冷却装置を鉄道車両の進行方向から見た断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。なお、本明細書中、「圧潰」とは、型や工具により材料を押圧して変形させ、その変形状態が残存することをいう。

[0017] [実施形態1]

図1は、本実施形態における、移動体としての鉄道車両に搭載された電力変換装置の断面図である。電力変換装置1は、鉄道車両2の床下等に設置され、鉄道車両2を駆動する電動機（図示せず）に供給する電力の周波数を変えることにより、電動機の回転速度の制御を行う。電力変換装置1の内部には、電力変換回路を構成する複数の半導体素子3と、電気部品群4が設置される。半導体素子3は、通電時およびON/OFF切替時に熱損失を発生し、この熱損失を外気に放熱することで発熱源となる。そこで、半導体素子3は冷却装置5に取り付けられて冷却が行われる。

[0018] 冷却装置5には、鉄道車両2が走行した際に発生する走行風8が、図1の紙面垂直方向に供給され、半導体素子3から発生する熱損失を放熱する。鉄道車両2は、前後いずれの方向にも移動するので、それに伴う方向に走行風が生じることになる。半導体素子3は、例えば、IGBT (Insulat

ed Gate Bipolar Transistor) や、MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) 等である。

[0019] 冷却装置5について説明する。図2および図3は、本実施形態における、冷却装置5を示す斜視図である。冷却装置5は、受熱板6、自励振動ヒートパイプ7、コルゲートフィン9で構成される。受熱板6、自励振動ヒートパイプ7、コルゲートフィン9は、例えば、アルミニウム合金、銅、等の金属から成る。複数の半導体素子3が、グリース等の部材（図示せず）を介して、ねじ等（図示せず）によって、受熱板6の一方の面に固定される。受熱板6の他方の面には、自励振動ヒートパイプ7がロウ付け等により接合される。

[0020] 自励振動ヒートパイプ7は細長い中空板状の構造をしており、長手方向に向かって交互に折り曲げられて波形を形成している。自励振動ヒートパイプ7は折り曲げることにより向かい合う表面を有し、この表面同士を連結するようにして、コルゲートフィン9がロウ付け等により接合される。このような構成とすることで、自励振動ヒートパイプ7には、受熱板6と接する部分である受熱部と、コルゲートフィン9と接する部分である放熱部とが交互に設けられることとなる。

[0021] 更に、自励振動ヒートパイプを波形に形成するに当たっては、多穴扁平管に対して曲げ工程を用いることなく、同じ長さを持つストレート形状の多穴扁平管を複数本厚み方向に並列に設置することによって構成してもよい。すなわち、複数本厚み方向に並列に設置した多穴扁平管の両端部それぞれを、多穴扁平管側にスリットを備えた端部封止部材のような部材を使用して固定し、このスリットにより多穴扁平管の両端それぞれにおいて隣接する多穴扁平管の端部同士を交互に連通させることにより、作動液の移動を可能にする。このようにして、流路が矩形波状に形成される（多穴扁平管の長手方向に沿って交互に折り返して延在する）密閉流路を持つ自励振動ヒートパイプを形成することができる。

- [0022] 自励振動ヒートパイプ7の内部構造について説明する。図4は、本実施形態における、自励振動ヒートパイプの流路構造を示す、図3のA-A断面図である。図4では、自励振動ヒートパイプ7は、隔壁により仕切られて並行並列に整列し、端部を相互に連通させた流路（密閉流路）10を内部に有する例が図示されている。ただし本発明は、このような流路構造に限定されず、流路10は、隔壁により仕切られて並行並列に整列した、各列で相互に連通の無い密閉された複数の流路として構成されていても良い。また、流路10は部分的に連通していても良い。流路10の断面寸法、および各流路の間隔はミリメートル・オーダーであり、流路長は流路径に比べて十分に長い。
- [0023] 自励振動ヒートパイプ7の流路10内には、作動液（図示せず）が所定量封入される。作動液としては、例えば、水、アルコール類、ブタン等の炭化水素類、ハイドロフルオロカーボン類、ハイドロフルオロエーテル類、ハイドロフルオロオレフィン類、パーフルオロケトン類等を用いる。
- [0024] 自励振動ヒートパイプ7の端部の封止構造について説明する。図5Aは、本実施形態における、自励振動ヒートパイプの製造工程の一部を示す図であり、図5Bは、本実施形態における、自励振動ヒートパイプの圧潰部の構造を示す、図4のB-B断面図である。
- [0025] 製造時において、自励振動ヒートパイプ7の端部近傍の部位18を、受熱板6上にロウ付けにより固定する（第1の工程）。かかる状態で、自励振動ヒートパイプ7の端部19（図5Aに点線で図示）の下面は、受熱板6上に密着した状態になる。この状態で、作動液を自励振動ヒートパイプ7内の流路10に注入する（第2の工程）。
- [0026] 次いで、受熱板6を定盤PL等の上面に載置し、図5Aの上方からプレス機などの型D1を自励振動ヒートパイプ7の端部19に接近させ、高圧力を印加する（第3の工程）。これにより、図5Bに示すように、自励振動ヒートパイプ7の端部が圧潰されて塑性変形し、流路10が密閉される。圧潰された自励振動ヒートパイプ7の端部を圧潰部11とする（図5B）。
- [0027] 実施形態1の効果について説明する。自励振動ヒートパイプ7の端部を、

受熱板6に接した状態で圧潰し、流路10を密閉することで、該端部が薄い先細形状になることから、破損の原因となる飛来物等が正面から衝突しづらくなる。

[0028] また、自励振動ヒートパイプ7の端部と受熱板6が接した状態となっているので、自励振動ヒートパイプ7の端部が受熱板6から離間した構成と比べ、走行する鉄道車両2から振動を受けた際に、受熱板6と自励振動ヒートパイプ7の接合部に生じる応力を小さく抑えることができる。

[0029] また、特許文献1に記載されているような作動液注入細管を有しないことから、伝熱性能に寄与しない部分への作動液の流入を回避でき、作動液の使用量を抑えつつ自励振動ヒートパイプ7の十分な伝熱性能を確保することができる。

[0030] また、圧潰により自励振動ヒートパイプ7が潰れることで、受熱板6と自励振動ヒートパイプ7の端部の接合面積が拡大するため、圧潰部11の伝熱性能が向上する。

[0031] 以上の効果は、受熱板6に接した状態で自励振動ヒートパイプ7の端部を圧潰することのみで得られるため、製作性が良い。

[0032] さらに、作動液の効果について説明する。電気鉄道車両用の電力変換装置の冷却装置に自励振動ヒートパイプを適用する場合に、作動液としては、ハイドロフルオロオレフィン（以下、HFOという）類である冷媒番号R1336mzz（Z）を用いることが望ましい。以下に、冷媒番号R1336mzz（Z）を用いる利点について述べる。

[0033] （a）冷媒番号R1336mzz（Z）は臨界温度が170℃程度であることから、パワー半導体モジュールを170℃程度まで上昇させて使用する際にも、自励振動ヒートパイプ7の伝熱性能を維持することができる。

[0034] （b）冷媒番号R1336mzz（Z）は塩素を含有していないことから、アルミニウム合金に対し化学的に安定しており、自励振動ヒートパイプ7の材質としてアルミニウム合金を用いる際には、流路内から自励振動ヒートパイプ7を腐食させることなく、長期間にわたり伝熱性能を維持することがで

きる。

[0035] (c) 冷媒番号 R 1 3 3 6 m z z (Z) は不燃性、低毒性であることから、飛来物の衝突等により一部の流路が破損し、作動液が大気中に放出された場合においても安全性を確保することができる。

[0036] (d) 冷媒番号 R 1 3 3 6 m z z (Z) は他の一部の作動液で必要な脱気工程を必要としないため、自励振動ヒートパイプ 7 を製造する際の工程を少なくすることができる。

[0037] なお、作動液として、冷媒番号 R 1 3 3 6 m z z (Z) の代わりに、冷媒番号 R 1 2 2 4 y d (Z)、R 1 2 3 4 y f、R 1 2 3 4 z e (E)、R 1 1 2 3、R 1 2 3 4 z e (Z)、R 1 3 3 6 m z z (E)、R 1 2 3 3 z d (Z) または R 1 2 3 3 z d (Z) などの H F O 類を用いてもよい。H F O 類は地球温暖化係数およびオゾン層破壊係数が低いことから、飛来物の衝突等により一部の流路が破損し作動液が大気中に放出された場合においても環境への影響を小さくすることができる。

[0038] [実施形態 2]

図 6 は、実施形態 2 における、圧潰部の構造を示す、図 4 の B - B 断面図である。本実施形態は、実施形態 1 に対し、受熱板 6 の上の圧潰部 1 1 に当たる位置に、突起部 1 2 を設けたものである。このような突起部 1 2 は、受熱板 6 を機械加工で削り出すことによって形成できる他、溶接などで受熱板 6 上に隆起を形成した後に、機械加工で整形することによって得ることができる。

[0039] 自励振動ヒートパイプ 7 の端部は、受熱板 6 および突起部 1 2 に接した状態で、プレス機の型 (図 5 A 参照) などにより上方から高圧力で押圧され、圧潰して圧潰部 1 1 が形成され、流路 1 0 が密閉される。

[0040] 突起部 1 2 を設けることで、実施形態 1 における効果に加え、圧潰の際に、プレス機の型と突起部 1 2 との間で挟持される自励振動ヒートパイプ 7 の端部に応力が集中し、小さなプレス圧でも適切に圧潰できるようになるため、圧潰部 1 1 の密封性が向上する。

[0041] なお、図6に図示される突起部12が圧潰部11に接する面は曲面で構成されているが、突起部12に平面である部分があっても同様の効果を得られる。それ以外の構成は、上述した実施形態と同様であるため、重複説明を省略する。

[0042] [実施形態3]

図7は、実施形態3における、圧潰部の構造を示す、図4のB-B断面図である。本実施形態は、実施形態2で図示した突起部12の代わりに、受熱板6の上に設けた溝13に、受熱板6とは別部材である圧潰部材14を設置したものである。SUSなどの鉄系の素材からなる圧潰部材14は、溝13に圧入などで固定されて受熱板6の一部を構成するものであり、受熱板6に突起部を形成するよりも低コストで形成できる。

[0043] 自励振動ヒートパイプ7の端部近傍が受熱板6に接し、その端部が圧潰部材14に接した状態で、プレス機の型（図5A参照）などにより上方から高圧力で押圧され、圧潰して圧潰部11が形成され、流路10が密閉される。

[0044] 圧潰部材14を用いることで、実施形態2と同様に、小さなプレス圧でも適切に圧潰できるようになるため、圧潰部11の密封性が向上する。

[0045] なお、図7に図示される圧潰部材14が圧潰部11に接する面は曲面で構成されているが、圧潰部材14に平面である部分があっても同様の効果を得られる。

[0046] (変形例)

図8は、実施形態3における、圧潰部の溝から圧潰部材を取り除いた状態を示す、図4のB-B断面図である。この変形例では、自励振動ヒートパイプ7の端部の圧潰後に、圧潰部材14を溝13から取り除いている。これにより、鉄道車両2が走行した際の振動等により、溝13内で圧潰部材14が振れて騒音等が発生することを防止することができる。

[0047] なお、図8に点線で示すように、圧潰部材14を溝13から取り除いた後に、圧潰部11を折り曲げて溝13内に一部が密着するまで折り込むようにすれば、飛来物等が圧潰部11に衝撃することを有効に抑制できる。

## [0048] [実施形態4]

図9は、実施形態4における、溶接封止部の構造を示す、斜視図である。本実施形態は、摩擦攪拌接合などの溶接により、自励振動ヒートパイプ7の端部を封止する構造である。受熱板6には、自励振動ヒートパイプ7の端部が収まる深さ、幅を有する溝13が設けられており、自励振動ヒートパイプ7の端部は溝13の中に設置される。

[0049] この状態で、自励振動ヒートパイプ7の端部に、回転する工具を接近させ、工具から自励振動ヒートパイプ7の端部を溝13に押圧力を付与しつつ、自励振動ヒートパイプ7の幅方向の相対移動させることで、当接部に発生した摩擦熱により自励振動ヒートパイプ7の端部を受熱板6に溶接することができる。このため、自励振動ヒートパイプ7の端部および受熱板6には、溶接痕15が残る。

[0050] 本実施形態によれば、実施形態1と同様の効果を得ることができる他、自励振動ヒートパイプ7の端部が受熱板6に溶着することで、より強固な接合が可能であり、また熱伝導率も高まる。

## [0051] [実施形態5]

図10A、10Bは、実施形態5における、保護カバーを備えた冷却装置を、鉄道車両の進行方向から見た断面図である。本実施形態の冷却装置は、自励振動ヒートパイプ7の全体を覆い、受熱板6に取り付けられる筐体状の保護カバー16を設けている。保護カバー16は、自励振動ヒートパイプ7に対し、冷却風の流れ方向（鉄道車両の進行方向前後方向）から見た投影面上に、所定寸法の通風孔17を複数設けている。鉄道車両2の走行時に生じる走行風8（図1）は、通風孔17を通過して自励振動ヒートパイプ7およびコルゲートフィン9に供給される。

[0052] このように保護カバー16を設けることで、自励振動ヒートパイプ7への飛来物の衝突を抑制することができ、自励振動ヒートパイプ7の信頼性が向上する。また、適切な寸法の通風孔17を設けることで、保護カバー16の飛来物に対する強度と、走行風8の通風性とを両立することができる。

[0053] また、図10に記載の保護カバー16には、上下面にも通風孔17が設けられている。このような構成とすることで、鉄道車両2が走行して冷却装置5が温度上昇し、その後停車した際に、自然対流により保護カバー16の下面の通風孔17から上面の通風孔17に向かう空気の流れが促進される。この効果により、その後、鉄道車両2が走行を再開する前に冷却装置5の温度がより低くなるため、走行中に達する最高温度を下げるができる。

[0054] 一方、図10に記載の保護カバー16において、受熱板6に接している側とは反対側（対向する側）の面16aには、通風孔17は設けられていない。この面16aは、走行風8および自然対流の流れ方向と直交していることから、冷却風の取り込み量よりも飛来物に対する強度を優先した方が鉄道車両2に搭載した際に好適であり、冷却性能を損なうことなく信頼性を向上させることができる。また、この面16aに通風孔17などの開口を設けないことにより、太陽光が冷却装置5に直接照射されるのを防ぎ、晴天時の冷却装置5の温度上昇を小さくすることができる。

[0055] なお、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施の形態における構成の一部を他の実施の形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施の形態の構成に他の実施の形態の構成を加えることも可能である。また、各実施の形態における構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることも可能である。例えば、本発明は鉄道車両のみならず、自動車、航空機、船舶などの移動体用の冷却装置に適用可能である。

## 符号の説明

- [0056] 1：電力変換装置  
2：鉄道車両  
3：半導体素子  
4：電気部品群

- 5 : 冷却装置
- 6 : 受熱板
- 7 : 自励振動ヒートパイプ
- 8 : 走行風
- 9 : コルゲートフィン
- 10 : 流路
- 11 : 圧潰部
- 12 : 突起部
- 13 : 溝
- 14 : 圧潰部材
- 15 : 溶接痕
- 16 : 保護カバー
- 16 a : 保護カバーの、受熱板に接している側とは反対側（対向する側）の面
- 17 : 通風孔
- 18 : 自励振動ヒートパイプの端部近傍の部位
- 19 : 自励振動ヒートパイプの端部

## 請求の範囲

- [請求項1] 内部に密閉流路を備え、前記密閉流路内に作動液を封入した自励振動ヒートパイプと、発熱源に接続された受熱板とを備え、  
前記自励振動ヒートパイプの端部は、前記受熱板と密着するように圧潰されて封止されている、  
ことを特徴とする、移動体用の冷却装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の移動体用の冷却装置において、  
前記自励振動ヒートパイプの端部近傍は、前記受熱板とロウ付けされている、  
ことを特徴とする、移動体用の冷却装置。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の移動体用の冷却装置において、  
前記自励振動ヒートパイプの端部は塑性変形して、前記受熱板と接している、  
ことを特徴とする、移動体用の冷却装置。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか一項に記載の移動体用の冷却装置において、  
、  
前記受熱板は、前記自励振動ヒートパイプの端部と接する位置に、突起部を備えている、  
ことを特徴とする、移動体用の冷却装置。
- [請求項5] 請求項1～3のいずれか一項に記載の移動体用の冷却装置において、  
、  
前記受熱板には、前記自励振動ヒートパイプの端部と対応する位置に、溝を備え、前記溝内に圧潰部材を配置している、  
ことを特徴とする、移動体用の冷却装置。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか一項に記載の移動体用の冷却装置において、  
、  
前記自励振動ヒートパイプに対し、冷却風の流れ方向から見た投影面上に通風孔を備えた保護カバーを設けている、

ことを特徴とする、移動体用の冷却装置。

[請求項7]

請求項6に記載の移動体用の冷却装置において、  
前記保護カバーには、前記自励振動ヒートパイプに対し上面および  
下面に通風孔を備えている、  
ことを特徴とする、移動体用の冷却装置。

[請求項8]

請求項1～7のいずれか一項に記載の移動体用の冷却装置において  
、  
前記作動液が、ハイドロフルオロオレフィン類である、  
ことを特徴とする、移動体用の冷却装置。

[請求項9]

請求項1～8のいずれか一項に記載の移動体用の冷却装置と、  
前記発熱源である半導体素子を含む電力変換回路と、を備えた、  
ことを特徴とする鉄道車両用の電力変換装置。

[請求項10]

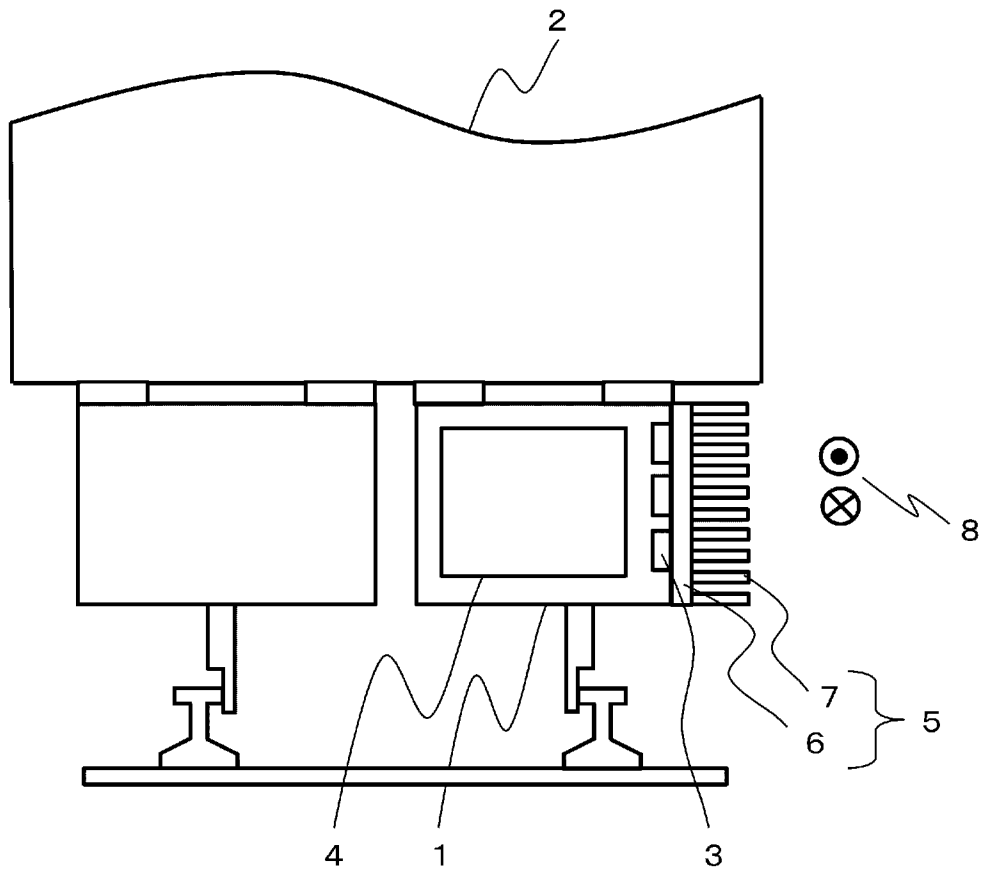
自励振動ヒートパイプの端部近傍を、受熱板に固定し、  
自励振動ヒートパイプに作動液を注入し、  
型もしくは工具を用いて、前記自励振動ヒートパイプの端部を、前  
記受熱板と密着するように圧潰して封止する、  
ことを特徴とする、移動体用の冷却装置の製造方法。

[請求項11]

請求項10に記載の移動体用の冷却装置の製造方法において、  
前記工具を回転させながら、前記自励振動ヒートパイプの端部を介  
して前記受熱板に押圧し、前記端部を前記受熱板に溶接する、  
ことを特徴とする、移動体用の冷却装置の製造方法。

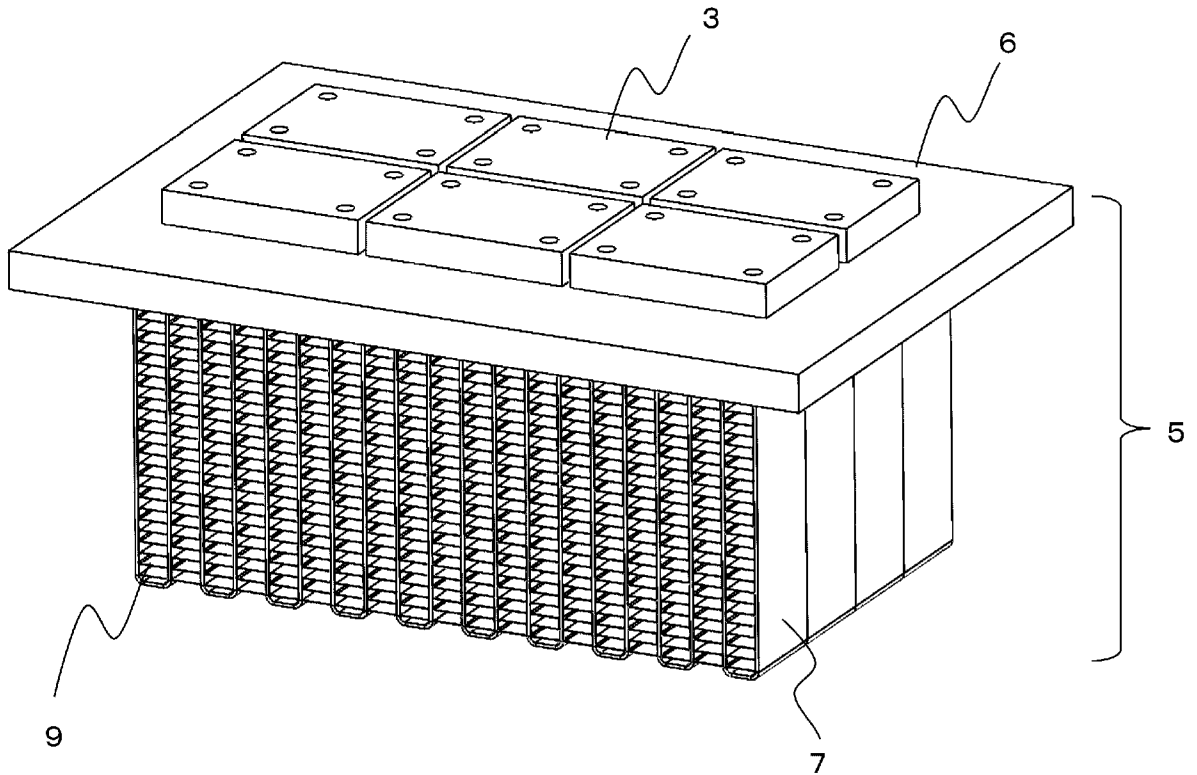
[図1]

図1



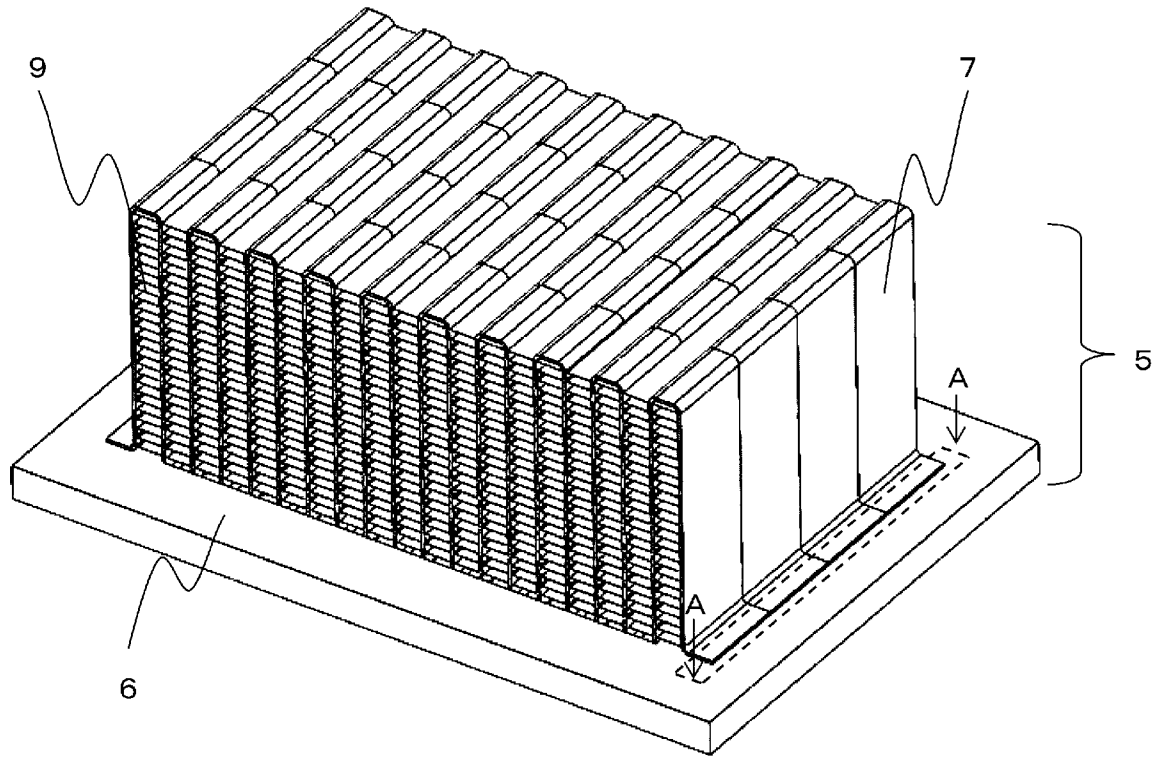
[図2]

図2



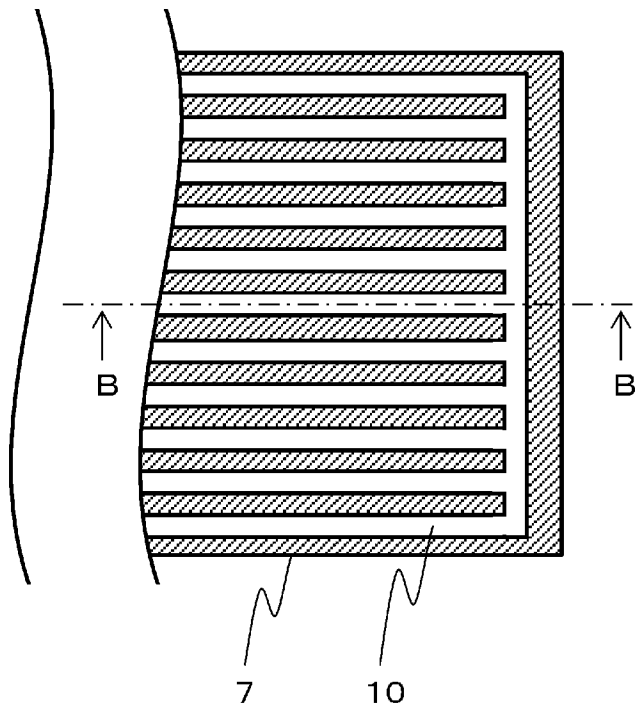
[図3]

図3



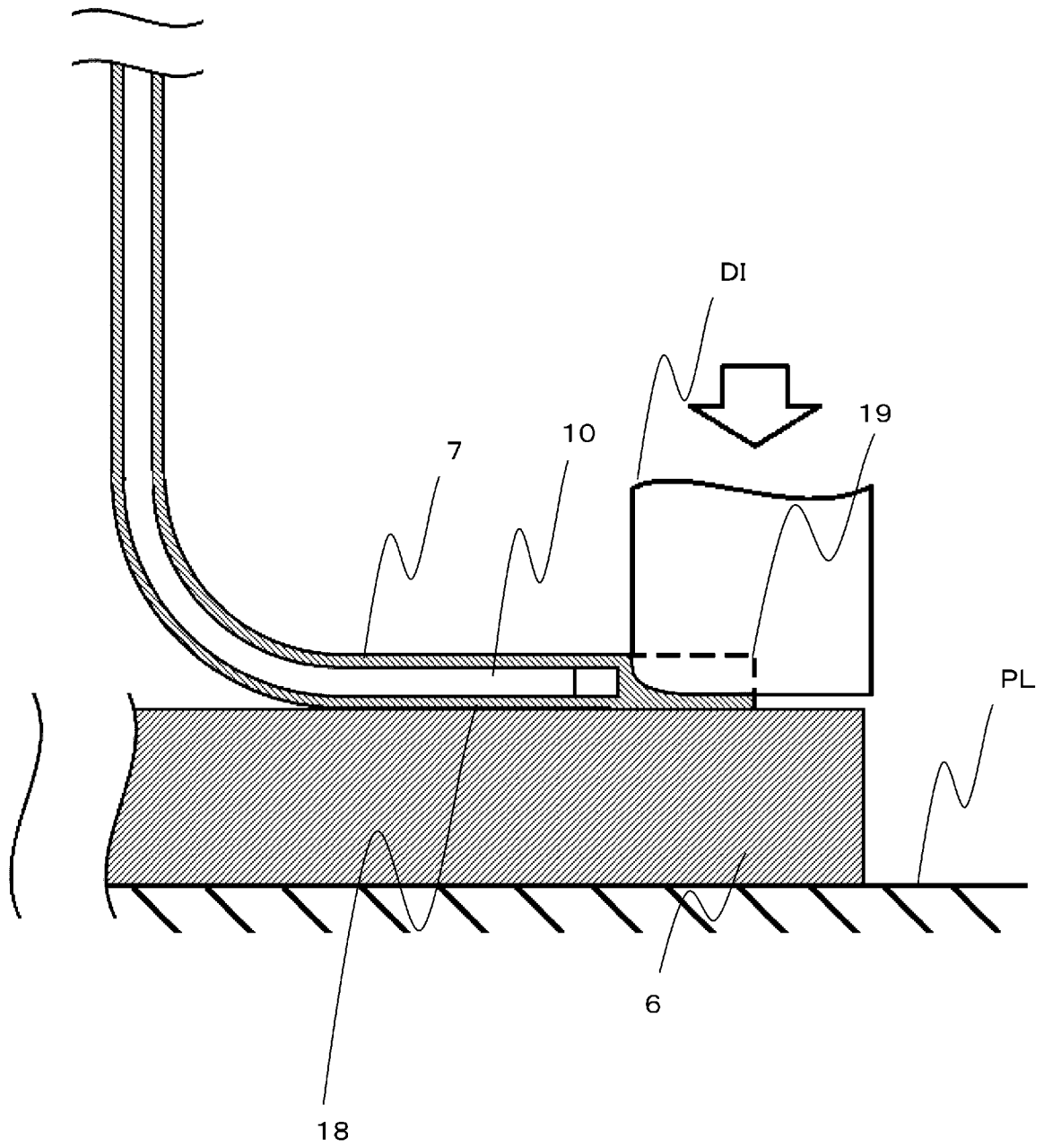
[図4]

図4



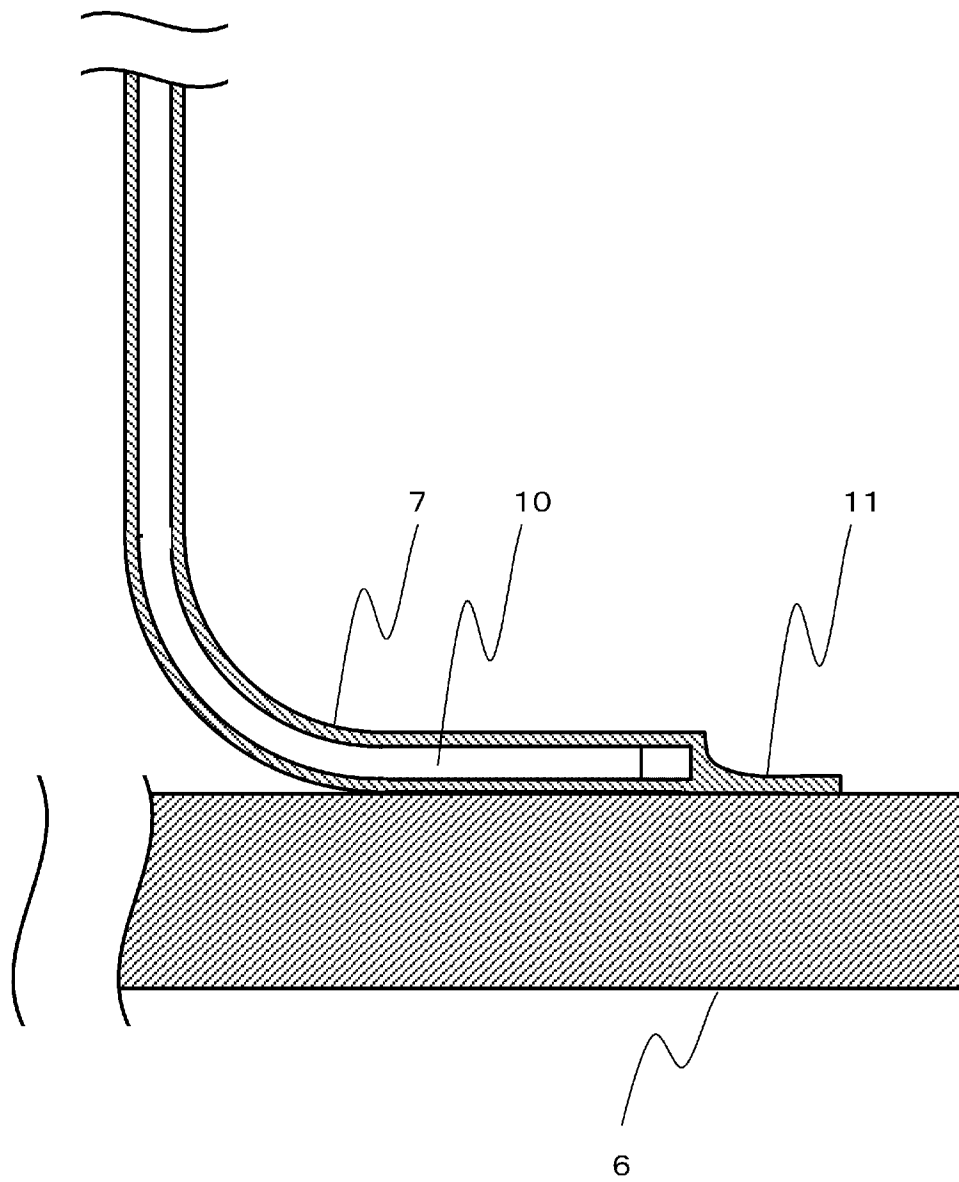
[図5A]

図5A



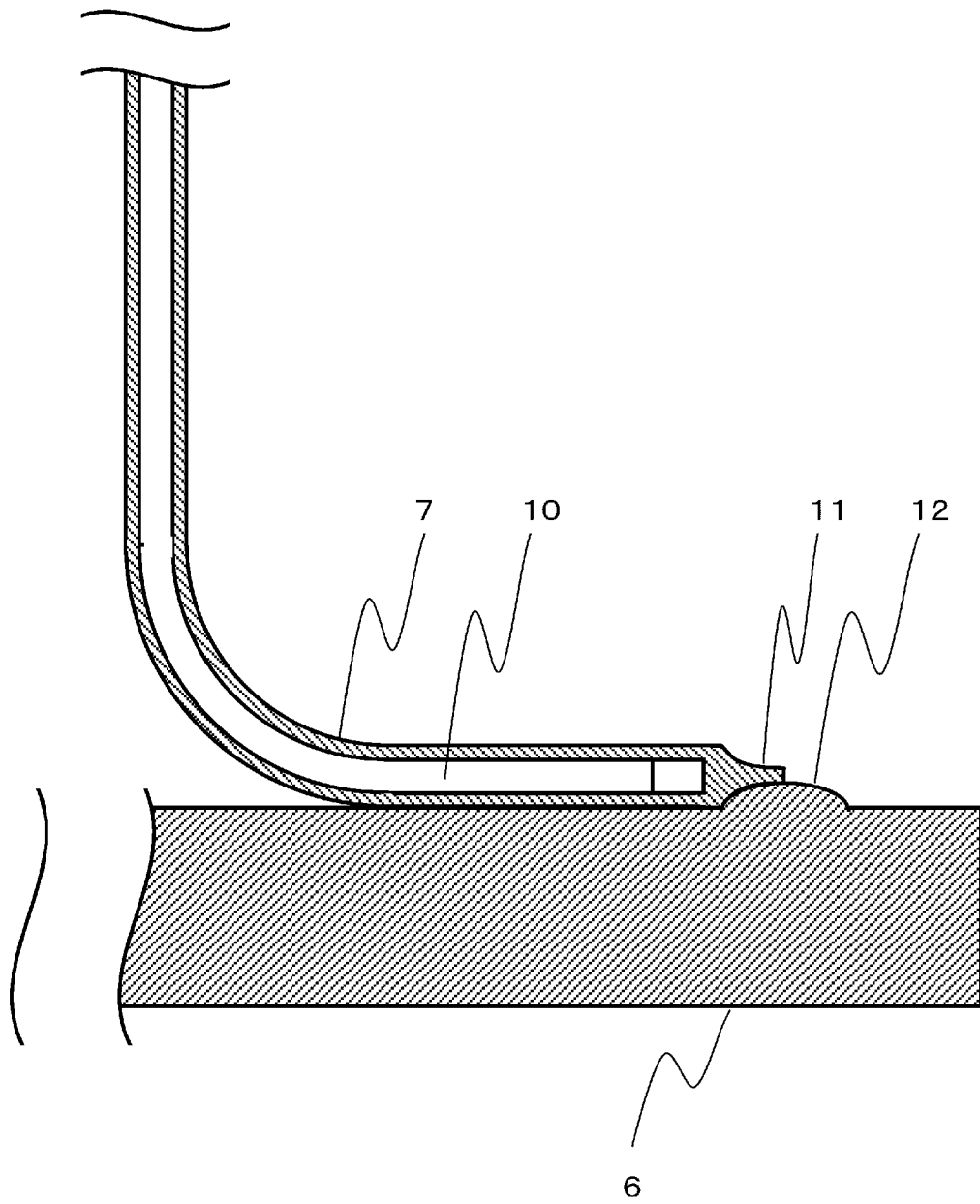
[図5B]

図5B



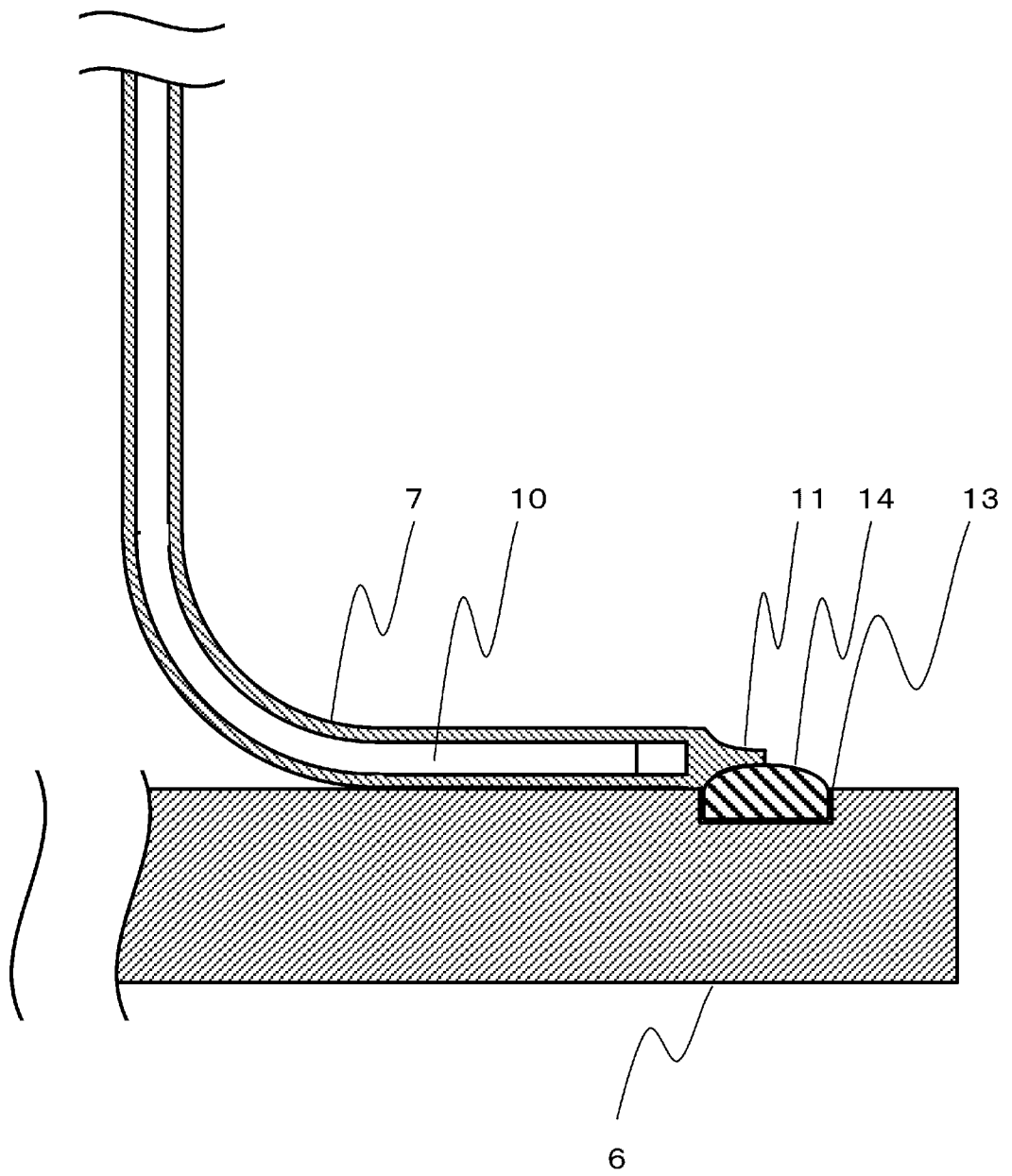
[図6]

図6



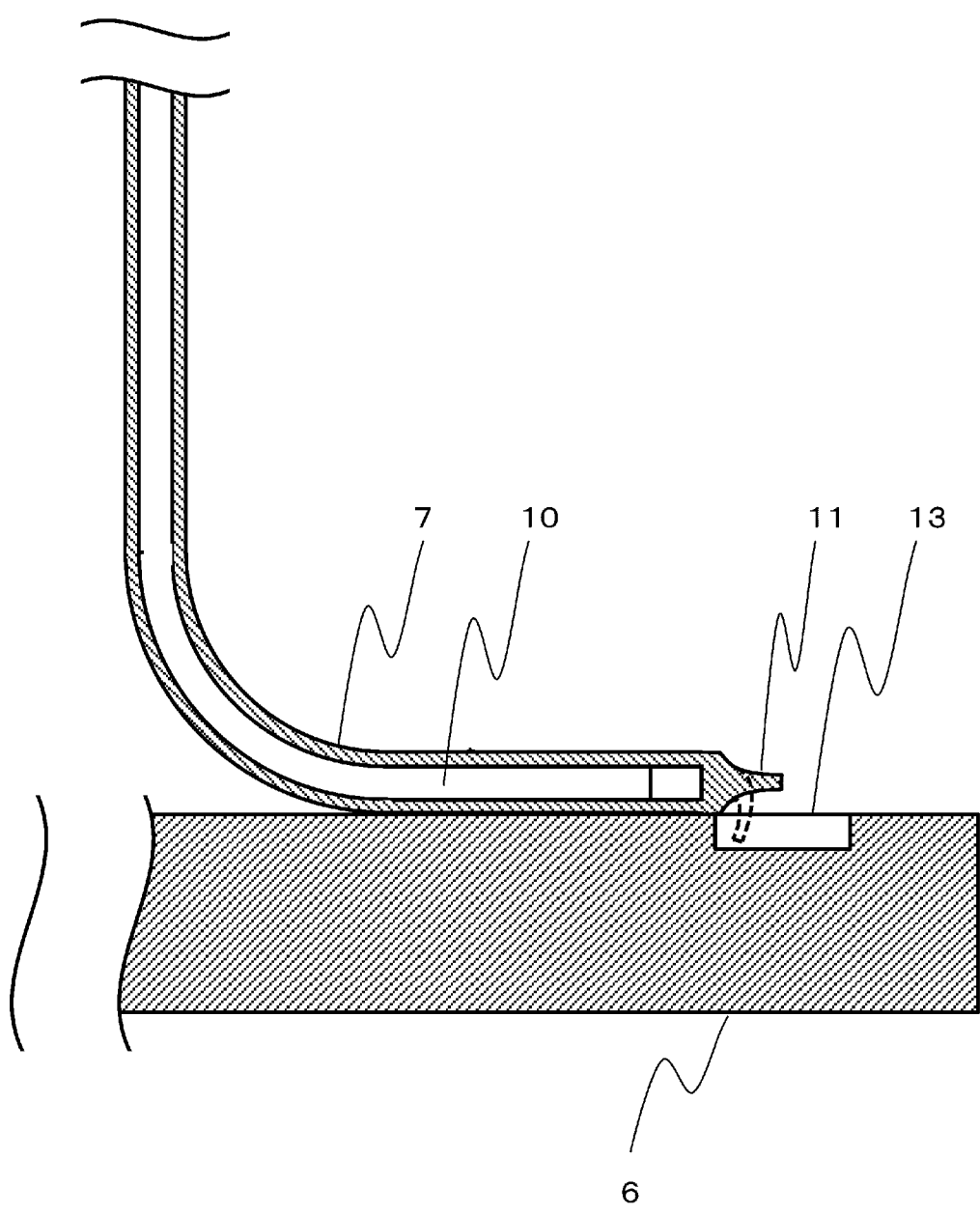
[図7]

図7



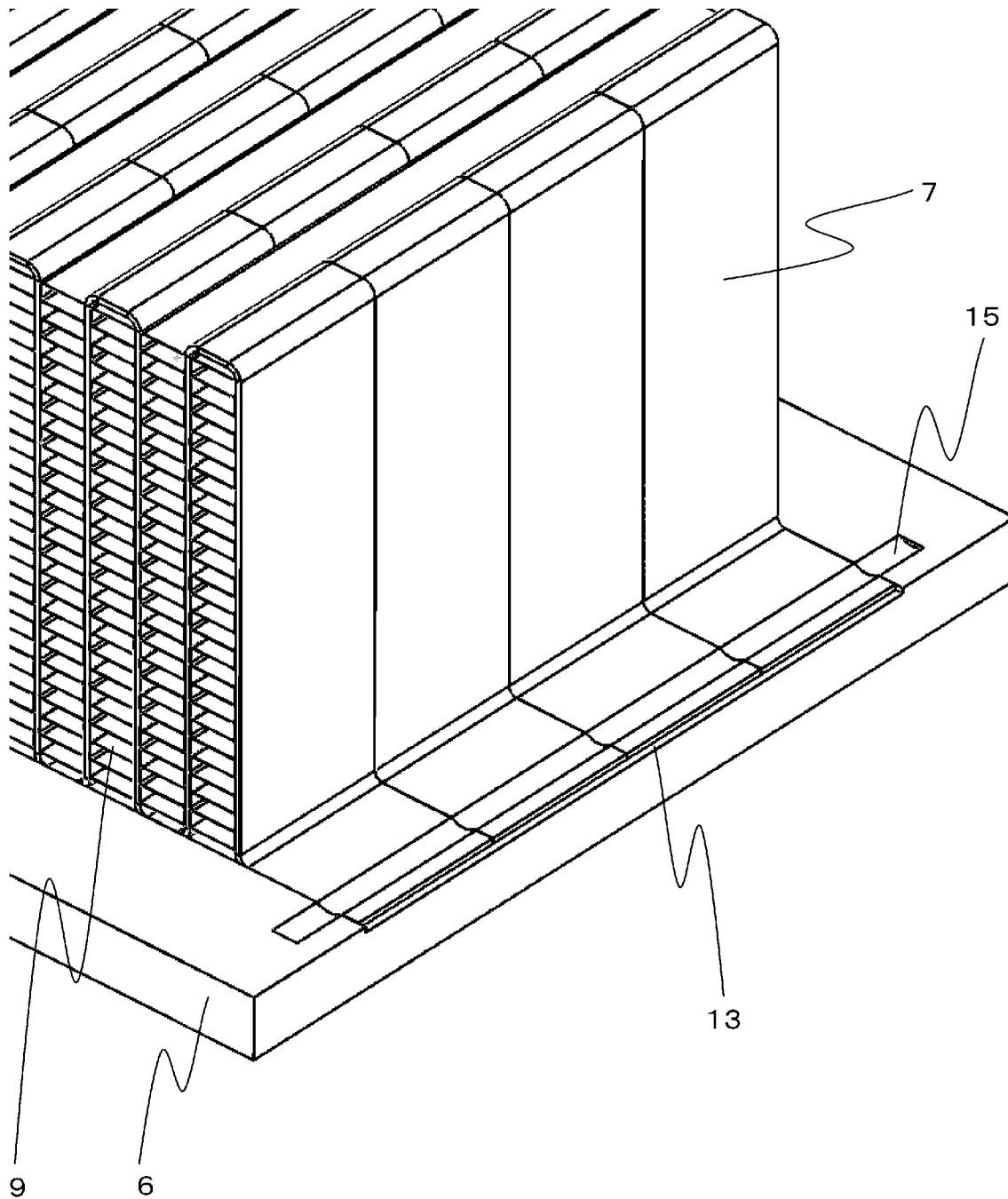
[図8]

図8



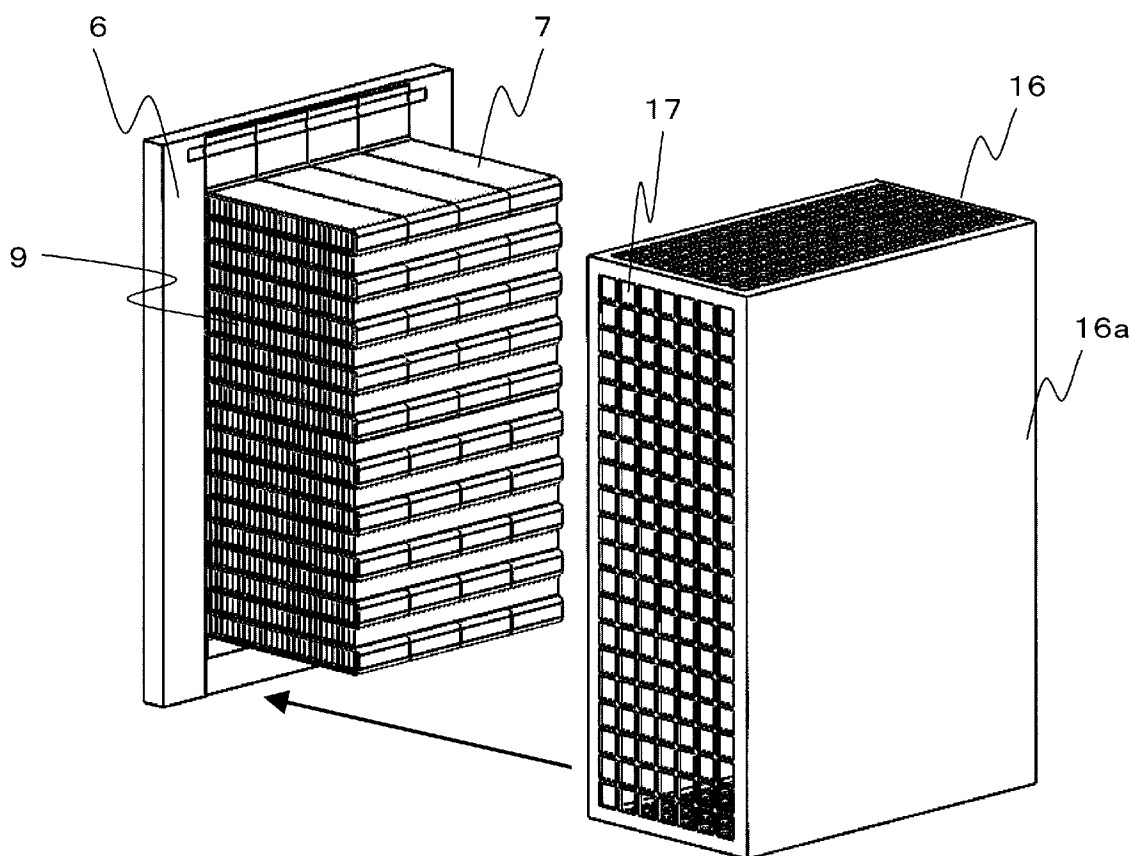
[図9]

図9



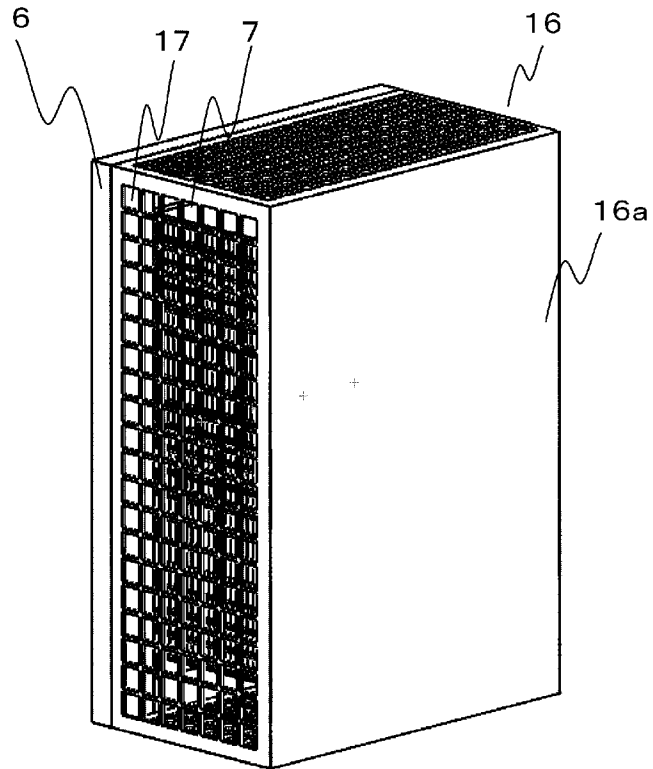
[図10A]

図10A



[図10B]

図10B



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/019905

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. H01L23/427(2006.01) i, F28D15/02(2006.01) i, B60L9/18(2006.01) i  
 FI: F28D15/02101Z, F28D15/02L, F28D15/02101G, F28D15/02101H, F28D15/02106Z,  
 H01L23/46B, B60L9/18A

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. H01L23/427, F28D15/02, B60L9/18

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
Y A	JP 2018-88744 A (HITACHI, LTD.) 07.06.2018 (2018-06-07), paragraphs [0027], [0029], [0039]-[0042], fig. 12	1-3, 6-10 4-5, 11
Y A	JP 6-109383 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 19.04.1994 (1994-04-19), paragraphs [0011], [0020], fig. 6	1-3, 6-10 4-5, 11
Y A	JP 2016-210263 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 15.12.2016 (2016-12-15), paragraphs [0014]-[0016], [0024], fig. 1-3, 7	6-9
Y A	WO 2017/169969 A1 (NEC CORPORATION) 05.10.2017 (2017-10-05), paragraph [0040]	8-9
A	JP 2000-74582 A (SHOWA ALUMINUM CORPORATION) 14.03.2000 (2000-03-14), paragraphs [0015]-[0034], fig. 1-8	1-11

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  
17.07.2020

Date of mailing of the international search report  
28.07.2020

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 REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/019905

JP 2018-88744 A	07.06.2018	EP 3546272 A1 paragraphs [0032], [0035], [0054]-[0058], fig. 12 WO 2018/097271 A1
JP 6-109383 A	19.04.1994	(Family: none)
JP 2016-210263 A	15.12.2016	(Family: none)
WO 2017/169969 A1	05.10.2017	(Family: none)
JP 2000-74582 A	14.03.2000	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/427(2006.01)i; F28D 15/02(2006.01)i; B60L 9/18(2006.01)i FI: F28D15/02 101Z; F28D15/02 L; F28D15/02 101G; F28D15/02 101H; F28D15/02 106Z; H01L23/46 B; B60L9/18 A		
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）） H01L23/427; F28D15/02; B60L9/18 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 - 2020年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2020年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2020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
Y A	JP 2018-88744 A (株式会社日立製作所) 07.06.2018 (2018 - 06 - 07) 段落[0027], [0029], [0039]-[0042], 図12	1-3, 6-10 4-5, 11
Y A	JP 6-109383 A (古河電気工業株式会社) 19.04.1994 (1994 - 04 - 19) 段落[0011], [0020], 図6	1-3, 6-10 4-5, 11
Y	JP 2016-210263 A (三菱電機株式会社) 15.12.2016 (2016 - 12 - 15) 段落[0014]-[0016], [0024], 図1-3, 7	6-9
Y	WO 2017/169969 A1 (日本電気株式会社) 05.10.2017 (2017 - 10 - 05) 段落[0040]	8-9
A	JP 2000-74582 A (昭和アルミニウム株式会社) 14.03.2000 (2000 - 03 - 14) 段落[0015]-[0034], 図1-8	1-11
<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 17.07.2020		国際調査報告の発送日 28.07.2020
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） 西塚 祐斗 3L 1144 電話番号 03-3581-1101 内線 3337

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/JP2020/019905

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-88744	A	07.06.2018	EP 3546272 A1 段落[0032], [0035], [0054]- [0058], 図12 WO 2018/097271 A1	
JP	6-109383	A	19.04.1994	(ファミリーなし)	
JP	2016-210263	A	15.12.2016	(ファミリーなし)	
WO	2017/169969	A1	05.10.2017	(ファミリーなし)	
JP	2000-74582	A	14.03.2000	(ファミリーなし)	