

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6546521号
(P6546521)

(45) 発行日 令和1年7月17日 (2019.7.17)

(24) 登録日 令和1年6月28日 (2019.6.28)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 23/473 (2006.01)	H O 1 L 23/46 Z
H O 5 K 7/20 (2006.01)	H O 5 K 7/20 N

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2015-242014 (P2015-242014)	(73) 特許権者	000002004
(22) 出願日	平成27年12月11日 (2015.12.11)		昭和電工株式会社
(65) 公開番号	特開2017-108045 (P2017-108045A)		東京都港区芝大門1丁目13番9号
(43) 公開日	平成29年6月15日 (2017.6.15)	(74) 代理人	100109911
審査請求日	平成30年9月10日 (2018.9.10)		弁理士 清水 義仁
		(74) 代理人	100071168
			弁理士 清水 久義
		(74) 代理人	100099885
			弁理士 高田 健市
		(74) 代理人	100106091
			弁理士 松村 直都
		(74) 代理人	100079038
			弁理士 渡邊 彰
		(74) 代理人	100060874
			弁理士 岸本 瑛之助

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液冷式冷却装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

頂壁、底壁および周壁を有するとともに冷却液入口および冷却液出口が形成されたケーシングを備えており、ケーシング内に、外部から冷却液入口を通して流入した冷却液が冷却液出口に向かって一方向に流れる冷却液流路が設けられ、ケーシング内の冷却液流路に、ケーシングの頂壁外面および底壁外面のうち少なくともいずれか一方に取り付けられる発熱体から発せられる熱を、冷却液流路を流れる冷却液に放熱する放熱器が配置されており、放熱器が、長手方向を冷却液流路における冷却液の流れ方向に向けるとともに幅方向を上下方向に向けた状態で間隔をおいて並列状に配置された複数のプレートフィンに有し、各プレートフィンが、平面から見て波形でかつ一定の長さを有する波形部分を有し、当該波形部分が、左右いずれか一方に突出しかつ丸みを帯びた波頂部、同他方に突出しかつ丸みを帯びた波底部、および隣り合う波頂部と波底部とを連結する直線状傾斜部からなり、冷却液が隣り合う2つのプレートフィン間を蛇行状しつつ流れるようになされている液冷式冷却装置において、

プレートフィンの波頂部および波底部における突出方向外側面の曲率半径を R_1 、同じく突出方向内側面の曲率半径を R_2 、プレートフィンの波頂部の肉厚を T_1 、波底部の肉厚を T_2 、傾斜部の肉厚を T_3 とした場合、 $R_1 > R_2$ 、 $T_1 < T_3$ 、 $T_2 < T_3$ という関係を満たす液冷式冷却装置。

【請求項 2】

$R_2 = T_3$ 、 $2 \times R_2 < R_1 < 6.5 \times R_2$ という関係を満たす請求項 1 記載の液冷式冷却装置。

却装置。

【請求項 3】

R 2 = T 3 という関係を満たす請求項 1 記載の液冷式冷却装置。

【請求項 4】

隣り合う 2 つのプレートフィンからなる組において、両プレートフィンのうちの第 1 のプレートフィンにおける隣り合う 2 つの波頂部、および両波頂部間に位置する波底部を連結する 2 つの傾斜部の第 2 のプレートフィン側を向いた面と、両プレートフィンの上下方向の中間部を通る水平面とからなる 2 つの交線が交わるすべての点が第 1 の直線により結ばれるとともに、当該水平面上において第 1 プレートフィンの両傾斜部の第 2 プレートフィン側を向いた面における第 2 プレートフィン側への延長部が交わる部分に位置しており、前記第 2 プレートフィンにおける隣り合う 2 つの波底部、および両波底部間に位置する波頂部を連結する 2 つの傾斜部の第 1 プレートフィン側を向いた面と前記水平面とからなる 2 つの交線が交わるすべての点が第 2 の直線により結ばれるとともに、当該水平面上において第 2 プレートフィンの両傾斜部の第 1 プレートフィン側を向いた面における第 1 プレートフィン側への延長部が交わる部分に位置している請求項 1 ~ 3 のうちのいずれかに記載の液冷式冷却装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、たとえば半導体素子などの電子部品からなる発熱体を冷却する液冷式冷却装置に関する。

20

【0002】

この明細書および特許請求の範囲において、図 2 の左右を左右といい、図 3 の上下を上下というものとする。

【背景技術】

【0003】

たとえば、電気自動車、ハイブリッド自動車、電車などに搭載される電力変換装置に用いられる IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などのパワーデバイス (半導体素子) を冷却する液冷式冷却装置として、本出願人は、先に、特許文献 1 記載のものを提案した。

30

【0004】

特許文献 1 記載の液冷式冷却装置は、頂壁、底壁および周壁を有するとともに冷却液入口および冷却液出口が形成されたケーシングを備えており、ケーシング内に、外部から冷却液入口を通して流入した冷却液が冷却液出口に向かって一方向に流れる冷却液流路が設けられ、ケーシング内の冷却液流路に、ケーシングの頂壁外面および底壁外面のうち少なくともいずれか一方に取り付けられる発熱体から発せられる熱を、冷却液流路を流れる冷却液に放熱する放熱器が配置されており、放熱器が、長手方向を冷却液流路における冷却液の流れ方向に向けるとともに幅方向を上下方向に向けた状態で間隔をおいて並列状に配置された複数のプレートフィンを有し、各プレートフィンが、平面から見て波形でかつ一定の長さを有する波形部分を有し、当該波形部分が、左右いずれか一方に突出しかつ丸みを帯びた波頂部、同他方に突出しかつ丸みを帯びた波底部、および隣り合う波頂部と波底部とを連結する直線状傾斜部からなり、冷却液が隣り合う 2 つのプレートフィン間を蛇行しつつ流れるようになされており、隣り合う 2 つのプレートフィンからなる組において、両プレートフィンのうちの第 1 のプレートフィンにおける隣り合う 2 つの波頂部、および両波頂部間に位置する波底部を連結する 2 つの傾斜部の第 2 のプレートフィン側を向いた面と、両プレートフィンの上下方向の中間部を通る水平面とからなる 2 つの交線が交わるすべての点が第 1 の直線により結ばれるとともに、当該水平面上において第 1 プレートフィンの両傾斜部の第 2 プレートフィン側を向いた面における第 2 プレートフィン側への延長部が交わる部分に位置しており、前記第 2 プレートフィンにおける隣り合う 2 つの波底部、および両波底部間に位置する波頂部を連結する 2 つの傾斜部の第 1 プレートフィン側

40

50

を向いた面と前記水平面とからなる2つの交線が交わるすべての点が第2の直線により結ばれるとともに、当該水平面上において第2プレートフィンの両傾斜部の第1プレートフィン側を向いた面における第1プレートフィン側への延長部が交わる部分に位置している。特許文献1記載の装置においては、プレートフィンの波頂部および波底部における突出方向外側の曲率半径を R_1 、同じく突出方向内側の曲率半径を R_2 、プレートフィンの波頂部の肉厚を T_1 、波底部の肉厚を T_2 、傾斜部の肉厚を T_3 とした場合、 $R_1 = 2 \times T_1$ 、 $R_1 = 2 \times R_2$ 、 $T_1 = T_2 = T_3$ となっている。

【0005】

ところで、特許文献1記載の液冷式冷却装置においては、冷却性能の低下を抑制した上で、冷却液が冷却液流路を流れる際の圧力損失を低減する効果に限界がある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2013-165298号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

この発明の目的は、上記問題を解決し、冷却性能の低下を抑制した上で、冷却液が冷却液流路を流れる際の圧力損失を低減しうる液冷式冷却装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0008】

本発明は、上記目的を達成するために以下の態様からなる。

【0009】

1) 頂壁、底壁および周壁を有するとともに冷却液入口および冷却液出口が形成されたケーシングを備えており、ケーシング内に、外部から冷却液入口を通して流入した冷却液が冷却液出口に向かって一方向に流れる冷却液流路が設けられ、ケーシング内の冷却液流路に、ケーシングの頂壁外面および底壁外面のうち少なくともいずれか一方に取り付けられる発熱体から発せられる熱を、冷却液流路を流れる冷却液に放熱する放熱器が配置されており、放熱器が、長手方向を冷却液流路における冷却液の流れ方向に向けるとともに幅方向を上下方向に向けた状態で間隔をおいて並列状に配置された複数のプレートフィンを有し、各プレートフィンが、平面から見て波形でかつ一定の長さを有する波形部分を有し、当該波形部分が、左右いずれか一方に突出しかつ丸みを帯びた波頂部、同他方に突出しかつ丸みを帯びた波底部、および隣り合う波頂部と波底部とを連結する直線状傾斜部からなり、冷却液が隣り合う2つのプレートフィン間を蛇行状しつつ流れるようになされている液冷式冷却装置において、

30

プレートフィンの波頂部および波底部における突出方向外側面の曲率半径を R_1 、同じく突出方向内側面の曲率半径を R_2 、プレートフィンの波頂部の肉厚を T_1 、波底部の肉厚を T_2 、傾斜部の肉厚を T_3 とした場合、 $R_1 > R_2$ 、 $T_1 < T_3$ 、 $T_2 < T_3$ という関係を満たす液冷式冷却装置。

【0010】

40

2) $R_2 = T_3$ 、 $2 \times R_2 < R_1 < 6.5 \times R_2$ という関係を満たす上記1)記載の液冷式冷却装置。

【0011】

3) $R_2 = T_3$ という関係を満たす上記1)記載の液冷式冷却装置。

【0012】

4) 隣り合う2つのプレートフィンからなる組において、両プレートフィンのうちの第1のプレートフィンにおける隣り合う2つの波頂部、および両波頂部間に位置する波底部を連結する2つの傾斜部の第2のプレートフィン側を向いた面と、両プレートフィンの上下方向の中間部を通る水平面とからなる2つの交線が交わるすべての点が第1の直線により

50

結ばれるとともに、当該水平面上において第1プレートフィンの両傾斜部の第2プレートフィン側を向いた面における第2プレートフィン側への延長部が交わる部分に位置しており、前記第2プレートフィンにおける隣り合う2つの波底部、および両波底部間に位置する波頂部を連結する2つの傾斜部の第1プレートフィン側を向いた面と前記水平面とからなる2つの交線が交わるすべての点が第2の直線により結ばれるとともに、当該水平面上において第2プレートフィンの両傾斜部の第1プレートフィン側を向いた面における第1プレートフィン側への延長部が交わる部分に位置している上記1)～3)のうちのいずれかに記載の液冷式冷却装置。

【発明の効果】

【0013】

上記1)～4)の液冷式冷却装置によれば、プレートフィンの波頂部および波底部における突出方向外側の曲率半径を R_1 、同じく突出方向内側の曲率半径を R_2 、プレートフィンの波頂部の肉厚を T_1 、波底部の肉厚を T_2 、傾斜部の肉厚を T_3 とした場合、 $R_1 > R_2$ という関係を満たしているので、特許文献1記載の液冷式冷却装置に比べて、放熱器の隣り合うプレートフィン間を冷却液が直線的に流れる。したがって、冷却液が冷却液流路を流れる際の圧力損失を低減することが可能になる。しかも、 $R_1 > R_2$ の場合、プレートフィンの肉厚が全体に一定であると、特許文献1記載の液冷式冷却装置のプレートフィンに比べて伝熱面積が低下するが、 $T_1 < T_3$ 、 $T_2 < T_3$ という関係を満たしているため、プレートフィンの伝熱面積の減少を抑制することができる。したがって、特許文献1記載の液冷式冷却装置に比べて、冷却性能の低下を抑制することが可能になる。

【0014】

上記2)の液冷式冷却装置によれば、 $R_2 = T_3$ 、 $2 \times R_2 < R_1 < 6.5 \times R_2$ という関係を満たしているため、冷却性能の低下率を5%の以下に抑制した上で、冷却液が冷却液流路を流れる際の圧力損失を低減することが可能になる。

【0015】

上記3)の液冷式冷却装置によれば、 $R_2 = T_3$ という関係を満たしているため、プレートフィンの伝熱面積の減少を効果的に抑制することができる。

【0016】

上記4)の液冷式冷却装置によれば、冷却液は波形のフィンに沿って流れやすくなり、フィンにおける伝熱に有効に働く面積が効果的に増大し、冷却性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】この発明の液冷式冷却装置を示す斜視図である。

【図2】図1のA-A線断面図である。

【図3】図2のB-B線断面図である。

【図4】図1の液冷式冷却装置に用いられる放熱器の一部分を示す拡大斜視図である。

【図5】図2の一部分を拡大して示す図である。

【図6】図5の要部拡大図である。

【図7】図1の液冷式冷却装置の放熱器におけるプレートフィンの波頂部および波底部の外側面の曲率半径 R_1 と、圧力損失および熱抵抗との関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、この発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

【0019】

この明細書において、「アルミニウム」という用語には、純アルミニウムの他にアルミニウム合金を含むものとする。

【0020】

また、以下の説明において、冷却液流路における冷却液の流れ方向下流側（図2の上側、図3の右側）を前、これと反対側を後というものとする。

【 0 0 2 1 】

図 1 ~ 図 3 はこの発明による液冷式冷却装置の全体構成を示し、図 4 ~ 図 6 はその要部の構成を示す。

【 0 0 2 2 】

図 1 ~ 図 3 において、液冷式冷却装置(1)は、頂壁(2a)、底壁(2b)および周壁(2c)を有するアルミニウム製ケーシング(2)を備えており、ケーシング(2)の周壁(2c)における左側壁部分の後端部に、左方に開口した冷却液入口(3)が形成され、同じく右側壁部分の前端部に右方に開口した冷却液出口(4)が形成されている。ケーシング(2)内には、後端部に位置しかつ冷却液が冷却液入口(3)を通して外部から流入する入口ヘッダ(5)と、前端部に位置しかつ冷却液が冷却液出口(4)を通して外部に流出する出口ヘッダ(6)と、入口ヘッダ(5)に流入した冷却液を出口ヘッダ(6)に流す冷却液流路(7)とが設けられている。ケーシング(2)内の冷却液流路(7)に、ケーシング(2)の頂壁(2a)外面および底壁(2b)外面のうちのいずれか一方、図示の例では頂壁(2a)外面に設けられた発熱体取付部(8)に取り付けられた発熱体(H)から発せられる熱を、冷却液流路(7)を流れる冷却液に放熱するアルミニウム製放熱器(10)が配置されている。

10

【 0 0 2 3 】

ケーシング(2)は、頂壁(2a)および周壁(2c)の上半部を形成するアルミニウム製上構成部材(11)と、底壁(2b)および周壁(2c)の下半部を形成するアルミニウム製下構成部材(12)とよりなる。上構成部材(11)の周壁(2c)を形成する部分の下端部、および下構成部材(12)の周壁(2c)を形成する部分の上端部に、それぞれ外向きフランジ(11a)(12a)が一体に形成されている。上構成部材(11)および下構成部材(12)は、少なくとも一面にろう材層を有するアルミニウムブレーシングシートを使用して、ろう材層がケーシング(2)内側と、各外向きフランジ(11a)(12a)における他の外向きフランジ(12a)(11a)を向いた面に位置するように形成されたものであり、両構成部材(11)(12)の外向きフランジ(11a)(12a)どうしがろう材層を介して接合(ろう付)されている。

20

【 0 0 2 4 】

発熱体(H)は、I G B Tなどのパワーデバイスや、I G B Tが制御回路と一体化されて同一パッケージに収納されたI G B Tモジュールや、I G B Tモジュールにさらに保護回路が一体化されて同一パッケージに収納されたインテリジェントパワーモジュールなどからなり、絶縁部材(1)を介してケーシング(2)の頂壁(2a)外面の発熱体取付部(8)に取り付けられる。

30

【 0 0 2 5 】

図 2 ~ 図 5 に示すように、放熱器(10)は、長手方向を冷却液流路(7)における冷却液の流れ方向(前後方向)に向けるとともに幅方向を上下方向に向けた状態で左右方向に間隔をおいて配置された複数のアルミニウム製プレートフィン(13)と、プレートフィン(13)の長手方向と交差する方向(左右方向)にのび、かつ全プレートフィン(13)を連結一体化する前後 2 つの棒状連結部材(14)とからなる。

【 0 0 2 6 】

すべてのプレートフィン(13)は、ケーシング(2)の頂壁(2a)内面および底壁(2b)内面のうち少なくとも発熱体取付部(8)が設けられている頂壁(2a)内面、ここでは頂壁(2a)および底壁(2b)の両者の内面にろう付されている。

40

【 0 0 2 7 】

前側の連結部材(14)は、全プレートフィン(13)の上側縁部の前端寄りの部分に形成された切り欠き(15)内に、切り欠き(15)内から突出しないように圧入され、後側の連結部材(14)は、全プレートフィン(13)の下側縁部の後端寄りの部分に形成された切り欠き(15)内に、切り欠き(15)内から突出しないように圧入されており、これにより全プレートフィン(13)が連結部材(14)により連結一体化されている。

【 0 0 2 8 】

プレートフィン(13)の両切り欠き(15)間の部分は平面から見て波形であり、当該波形部分は、冷却液流路(7)における冷却液の流れ方向(前後方向)と直交する左右方向のいずれ

50

か一方(左方)に突出しかつ丸みを帯びた波頂部(16)、同他方(右方)に突出しかつ丸みを帯びた波底部(17)、および隣り合う波頂部(16)と波底部(17)とを連結する直線状傾斜部(18)からなる。なお、図5においては、すべてのプレートフィン(13)のうち、左右方向に隣り合う2つのプレートフィン(13)からなる組において、両プレートフィン(13)のうちの左側の第1プレートフィンを(13A)で示し、右側の第2プレートフィンを(13B)で示すものとする。

【0029】

図5に示すように、左右方向に隣り合う2つのプレートフィン(13A)(13B)からなる組において、第1プレートフィン(13A)における隣り合う2つの波頂部(16)、および両波頂部(16)間に位置する波底部(17)を連結する2つの傾斜部(18)の第2プレートフィン(13B)側を向いた右側面(18a)と、プレートフィン(13A)(13B)の上下方向の中間部を通る水平面(プレートフィン(13A)(13B)の高さ方向と直交する水平面)とからなる2つの交線が交わるすべての点(P1)は、前記水平面上において、当該2つの傾斜部(18)の右側面(18a)における右側への延長部が交わる部分に位置しており、これらの点(P1)は第1の直線(L1)により結ばれている。また、第2プレートフィン(13B)における隣り合う2つの波底部(17)、および両波底部(17)間に位置する波頂部(16)を連結する2つの傾斜部(18)の第1プレートフィン(13A)側を向いた左側面(18b)と前記水平面とからなる2つの交線が交わるすべての点(P2)は、前記水平面上において、当該2つの傾斜部(18)の左側面(18b)における左側への延長部が交わる部分に位置しており、これらの点(P2)は第2の直線(L2)により結ばれている。そして、第1の直線(L1)が第2の直線(L2)よりも第2プレートフィン(13B)側に位置している。

【0030】

図6に示すように、プレートフィン(13)の波頂部(16)および波底部(17)における突出方向外側面(波頂部(16)では左側面、波底部(17)では右側面)の曲率半径を R_1 mm、同じく突出方向内側面(波頂部(16)では右側面、波底部(17)では左側面)の曲率半径を R_2 mm、プレートフィン(13)の波頂部(16)の肉厚を T_1 mm、波底部(17)の肉厚を T_2 mm、傾斜部(18)の肉厚を T_3 mmとした場合、 $R_1 > R_2$ 、 $T_1 < T_3$ 、 $T_2 < T_3$ という関係を満たしている。なお、通常は、 $T_1 = T_2$ である。また、 $R_2 = T_3$ 、 $2 \times R_2 < R_1 < 6.5 \times R_2$ 、 $R_2 = T_3$ という関係を満たしていることが好ましい。

【0031】

$R_1 > R_2$ であると、放熱器(10)の隣り合うプレートフィン(13)間を流れる冷却液の流れが比較的直線的になり、その結果冷却液が冷却液流路(7)を流れる際の圧力損失を低減することが可能になる。しかも、 $R_1 > R_2$ の場合、プレートフィン(13)の肉厚が全体に一定であると、伝熱面積が低下するが、 $T_1 < T_3$ 、 $T_2 < T_3$ という関係を満たしているので、プレートフィン(13)の伝熱面積の減少を抑制することができ、冷却性能の低下を抑制することが可能になる。

【0032】

上述した関係は、1辺の長さが10 mmの正形状で、厚さが1 ~ 5 mmである発熱体を10 ~ 100 Wで発熱させ、15 ~ 18度の水およびエチレングリコール水溶液を隣り合うプレートフィン(13)に流速0.1 ~ 1 m/sで流し、発熱体からプレートフィンまでの温度差により熱抵抗を算出し、さらに冷却液入口(3)と冷却液出口(4)との圧力差により圧力損失を算出するという条件で行ったコンピュータシミュレーション計算の結果から得られた図7に基づいて決められたものである。図7は、プレートフィン(13)の波頂部(16)および波底部(17)における突出方向内側面の曲率半径 R_2 と傾斜部(18)とが等しい場合の、波頂部(16)および波底部(17)における突出方向外側面の曲率半径 R_1 と、圧力損失および熱抵抗との関係を示す。なお、圧力損失および熱抵抗が100%となる条件は、 $R_1 = 2 \times R_2$ という条件である。

【0033】

上述した構成の液冷式冷却装置(1)において、ケーシング(2)の外部から冷却液入口(3)を通して入口ヘッダ(5)内に流入した冷却液は、冷却液流路(7)に配置された放熱器(10)の

隣り合う2つのプレートフィン(13)間を蛇行状に前方に流れて出口ヘッダ(6)内に入り、冷却液出口(4)を通してケーシング(2)の外部に送り出される。発熱体(H)から発せられる熱は、絶縁部材(1)、ケーシング(2)の頂壁(2a)および放熱器(10)の各プレートフィン(13)を経て冷却液流路(7)を流れる冷却液に放熱され、発熱体(H)が冷却される。

【0034】

上記実施形態においては、プレートフィン(13)の長手方向の両端部の所定長さを除いた部分、すなわち両切り欠き(15)間の部分が平面から見て波形であるが、これに限定されるものではなく、全長にわたって平面から見て波形であってもよい。

【0035】

また、上記実施形態においては、放熱器(10)の全プレートフィン(13)は、切り欠き(15)内に圧入された連結部材(14)により連結一体化されているが、これに限定されるものではない。

10

【産業上の利用可能性】

【0036】

この発明による液冷式冷却装置は、電気自動車、ハイブリッド自動車、電車などに搭載される電力変換装置に用いられるIGBTなどのパワーデバイスを冷却するのに好適に用いられる。

【符号の説明】

【0037】

(1)：液冷式冷却装置

20

(2)：ケーシング

(2a)：頂壁

(2b)：底壁

(2c)：周壁

(3)：冷却液入口

(4)：冷却液出口

(7)：冷却液流路

(8)：発熱体取付部

(10)：放熱器

(13)(13A)(13B)：プレートフィン

30

(16)：波頂部

(17)：波底部

(18)：傾斜部

(18a)：傾斜部の右側面

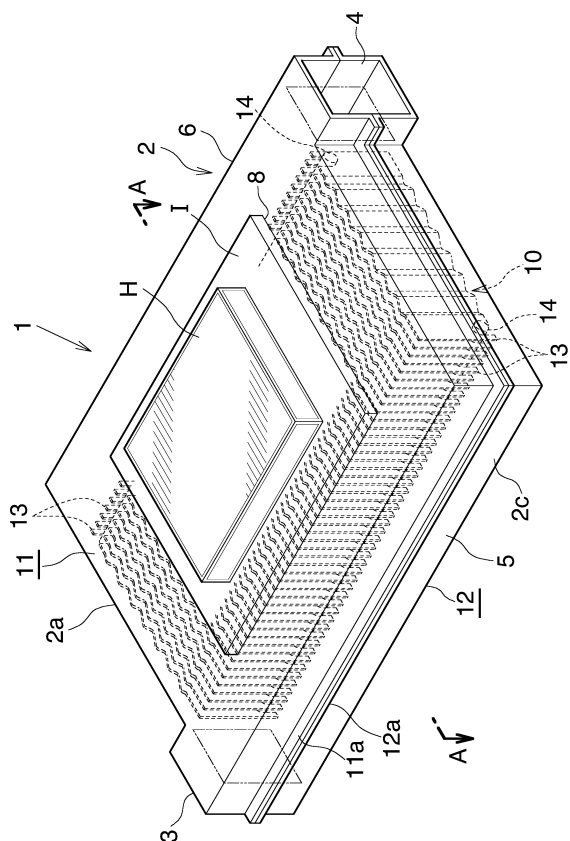
(18b)：傾斜部の左側面

(H)：発熱体

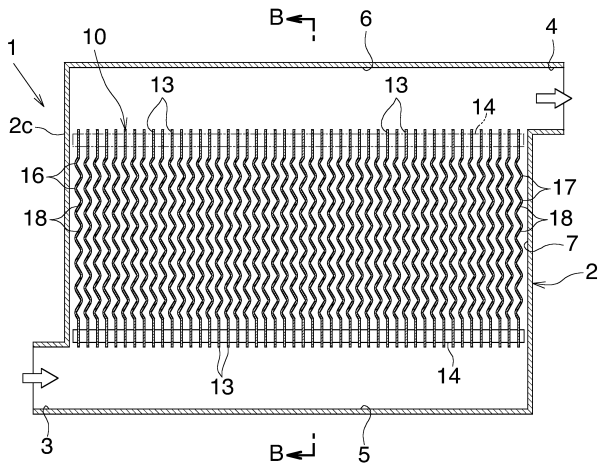
(L1)(L2)：直線

(P1)(P2)：点

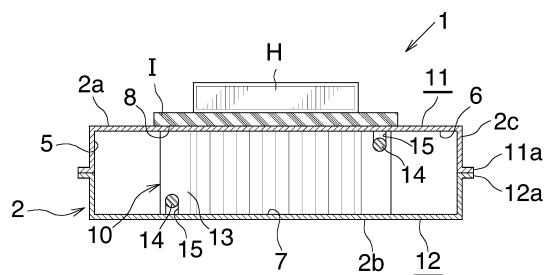
【図 1】



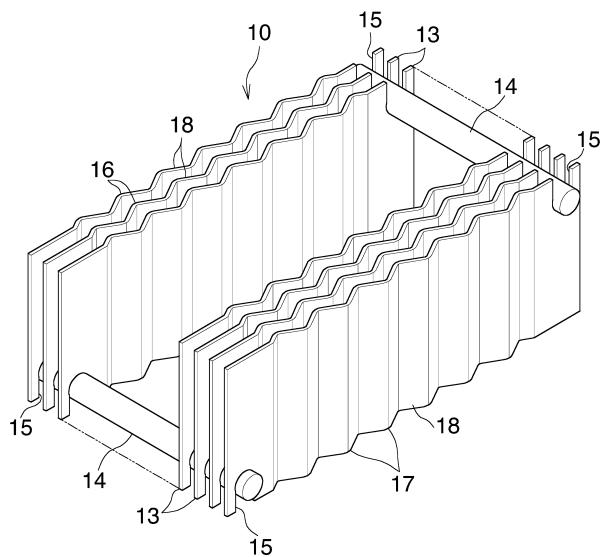
【図 2】



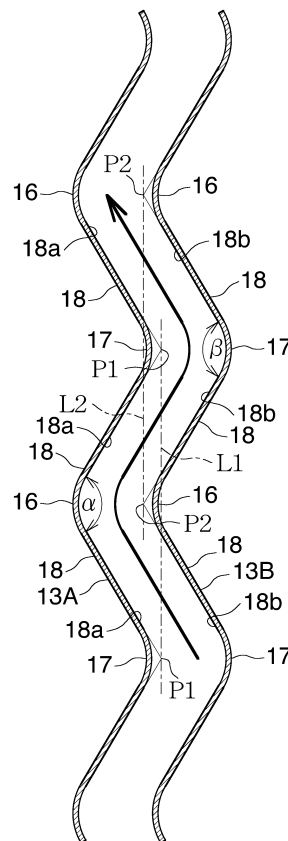
【図 3】



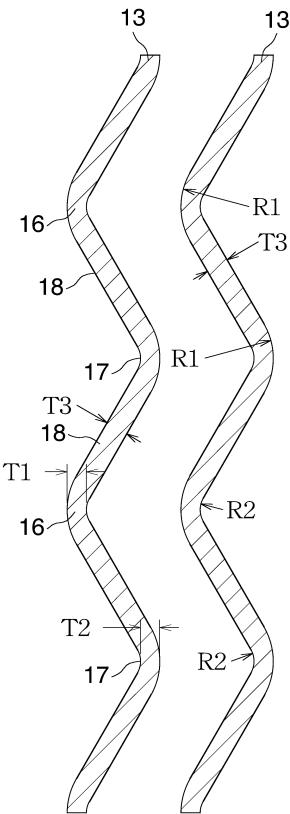
【図 4】



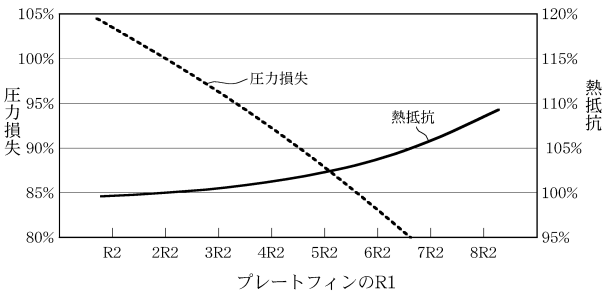
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 松島 誠二

栃木県小山市犬塚1丁目480番地 昭和電工株式会社 小山事業所内

審査官 川原 光司

(56)参考文献 特開2013-165298(JP,A)

特開2011-091301(JP,A)

特開2008-186820(JP,A)

特開2015-225953(JP,A)

特開2015-126050(JP,A)

特開2003-025019(JP,A)

特開昭53-028069(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/29

H01L 23/34 - 23/36

H01L 23/373 - 23/427

H01L 23/44

H01L 23/467 - 23/473

H05K 7/20