

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7621649号
(P7621649)

(45)発行日 令和7年1月27日(2025.1.27)

(24)登録日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(51)国際特許分類

F I

F 2 8 F 3/04 (2006.01) F 2 8 F 3/04 A

F 2 8 D 9/02 (2006.01) F 2 8 D 9/02

F 2 8 F 3/08 (2006.01) F 2 8 F 3/08 3 0 1 C

請求項の数 6 (全20頁)

(21)出願番号	特願2021-169052(P2021-169052)	(73)特許権者	391002166
(22)出願日	令和3年10月14日(2021.10.14)		株式会社不二工機
(65)公開番号	特開2023-59118(P2023-59118A)		東京都世田谷区等々力7丁目17番24号
(43)公開日	令和5年4月26日(2023.4.26)	(74)代理人	110000062
審査請求日	令和6年2月14日(2024.2.14)		弁理士法人第一国際特許事務所
		(72)発明者	中島 昌樹
			東京都世田谷区等々力7丁目17番24号 株式会社不二工機内
		審査官	柳本 幸雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 熱交換器及びこれを用いた冷却システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1流体と第2流体との間で熱交換を行う熱交換器であって、
複数のプレートを積層したプレート積層部を有し、
前記プレートは、基板と、前記基板の周囲に形成された縁部と、前記基板に形成された少なくとも2つの孔とを有し、
重ねた2枚の前記プレートの間の空間に、一方の前記プレートの前記孔から第1流体または第2流体が供給され、他方の前記プレートの前記孔を介して排出され、
前記基板は、前記孔の中心回りに複数の同心円に沿ってそれぞれ3つ以上並べられた突起を有し、前記孔の中心に近い同心円の前記突起を内方突起とし、前記内方突起よりも前記孔の中心から離間した同心円の前記突起を外方突起としたときに、同じ同心円に沿って間隔をあけて隣接する2つの前記内方突起を、前記孔の中心から放射方向外方に投影すると、投影された前記内方突起は、同一の前記外方突起に重なり、
前記プレートは、第1の孔及び第2の孔と、前記第1の孔の周囲にて前記基板に形成された筒部とを有し、
前記第1の孔及び前記第2の孔は、前記プレートの中心に対して90度をなす角度で形成されており、
隣接する前記プレート同士は、90度の位相差をもって配置されており、一方の前記プレートの前記筒部を、他方の前記プレートの前記第2の孔の周囲に当接させて積層されており、

10

前記基板には、前記プレートを中心を挟んで、前記第 1 の孔とは反対側に第 1 の平面部が形成され、また前記プレートを中心を挟んで、前記第 2 の孔とは反対側に第 2 の平面部が形成されている、

ことを特徴とする熱交換器。

【請求項 2】

前記突起は、前記プレートの軸線方向に見て、前記同心円の接線方向を長手方向軸線と重ねる略長円形状または略長方形形状を有する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の熱交換器。

【請求項 3】

前記第 1 の孔及び第 1 の平面部の近傍に、ボスが形成されており、前記プレートを積層したときに、前記ボスは隣接する前記プレートの前記基板に当接する、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の熱交換器。

【請求項 4】

前記プレートは、プレス成形によって形成される、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の熱交換器。

【請求項 5】

前記プレートは円形であり、前記縁部に切欠が形成されている、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の熱交換器。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の熱交換器が接続されている冷凍サイクルと冷却回路とを含むことを特徴とする冷却システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱交換器及びこれを用いた冷却システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、環境への関心の高まりから、全世界的に BEV (Battery Electric Vehicle)、PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) などの電気自動車 (EV) の需要が徐々に増加している。それに伴い、電気自動車に搭載可能であって、繰り返し充放電可能な二次電池に関する研究が活発に行われている。

【0003】

例えばリチウム電池のような二次電池は、所定温度範囲で使用することで寿命が延びることが知られているが、使用時や充電時に所定温度範囲を超えて発熱することが問題となっている。そこで、寿命を延ばすために、二次電池を冷却するシステムが必要とされる。

【0004】

一般的な二次電池の冷却システムとしては、大きく分けて水冷方式と空冷方式が知られている。従来、電気自動車用二次電池の冷却システムとして、空気を用いた空冷方式が採用されることが多い。空冷方式の冷却システムは、車両の外部または内部の空気を吸入して二次電池を冷却させた後、加熱された空気を車両の外部に排出するものであり、簡素な構成を特徴とする。

【0005】

しかし、航続距離を確保するために、大容量の二次電池を搭載した電気自動車が増えており、それに伴い二次電池の発熱量も大幅に増加することから、空気のみを用いて二次電池を所定温度範囲に冷却する空冷方式には限界がある。特に、車両が停車している場合など、走行風を冷却に用いることができず、二次電池から発生する熱を効果的に車外へと放出して冷却することができないという問題がある。

【0006】

一方、水冷式の冷却システムは、冷却水のような熱交換媒体を用いて二次電池を冷却す

10

20

30

40

50

る技術である。水冷式の冷却システムは、空冷式に比べて冷却効率に優れ、車両停車時にも二次電池を冷却できるというメリットがある。ただし、二次電池として使用されることが多いリチウム電池は、20 ～ 30 の温度範囲が好ましい使用範囲とされているのに対し、二次電池を冷却する冷却水と外気との間で熱交換を行う水冷式の冷却システムは、例えば真夏に30 以下に水温を維持することが困難であり、したがって二次電池の冷却に用いるには不十分である。

【0007】

そこで、空調用の冷媒を使用して二次電池を冷却することが検討されている。しかし、冷媒を直接、二次電池の冷却に使用すると過冷却や絶縁不良等の不具合が生じる恐れがあるため、冷媒により冷却水を冷却し、その冷却水で二次電池を安定して冷却する間接液冷却システムが開発されている。

10

【0008】

特許文献1には、積層した金属板（プレート）の間に冷媒と冷却水とを交互に流すことで、金属板を介して冷媒と冷却水との間で熱交換を行う熱交換器（以下、積層型熱交換器という）が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【文献】米国特許公開第2014 / 0013787号明細書

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ところで、電気自動車に水冷方式の電池冷却システムを搭載することにより、乗車スペースが減少するおそれがあり、また電気自動車の車重が増大して航続距離が短くなるおそれがある。したがって、水冷方式により二次電池を冷却する電池冷却システムにおいては、その効率化や小型化が課題となる。特許文献1の積層型熱交換器は、平面視で長方形のプレートに挟まれた層内を冷媒と冷却水が通過する構成であり、冷媒或いは冷却水はプレートに形成された2つの円形孔を通じて層と層の間を移動するが、円形孔がプレートの同じ長辺側に形成されているため、各層内において当該長辺側の流れに比べて他方の長辺側の流れが停滞し各層における流れが不均一となり、それにより熱交換効率が低いという問題がある。

30

これに対し、2つの円形孔を長方形プレートの対角位置に設けることにより、各層における流れの偏りが減り熱交換効率を高めることができるが、このような構造とすると製造コストが増大するという別の問題が生じる。即ち、各プレートはプレス加工によって成形されるが、対角位置に円形孔を設ける構造にあっては、必然的に隣接するプレートは異なる形状を有することになり、2種類の金属板を交互に積層する必要が生じる。従って、プレートを製造するプレス型もその種類分だけ必要となり、製造コストが増大することとなる。また、熱交換効率を高めるためには、プレートの表面構造をどのようにすべきかという問題もある。

【0011】

40

本発明は、かかる従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、コンパクトでありながら、熱交換効率を高めることができる安価な熱交換器及びこれを用いた冷却システム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】

上記目的を達成するために、本発明による熱交換器は、第1流体と第2流体との間で熱交換を行う熱交換器であって、

複数のプレートを積層したプレート積層部を有し、

前記プレートは、基板と、前記基板の周囲に形成された縁部と、前記基板に形成された少なくとも2つの孔とを有し、

50

重ねた 2 枚の前記プレートとの間の空間に、一方の前記プレートの前記孔から第 1 流体または第 2 流体が供給され、他方の前記プレートの前記孔を介して排出され、

前記基板は、前記孔の中心回りに複数の同心円に沿ってそれぞれ 3 つ以上並べられた突起を有し、前記孔の中心に近い同心円の前記突起を内方突起とし、前記内方突起よりも前記孔の中心から離間した同心円の前記突起を外方突起としたときに、同じ同心円に沿って間隔をあけて隣接する 2 つの前記内方突起を、前記孔の中心から放射方向外方に投影すると、投影された前記内方突起は、同一の前記外方突起に重なり、

前記プレートは、第 1 の孔及び第 2 の孔と、前記第 1 の孔の周囲にて前記基板に形成された筒部とを有し、

前記第 1 の孔及び前記第 2 の孔は、前記プレートの中心に対して 90 度をなす角度で形成されており、

隣接する前記プレート同士は、90度の位相差をもって配置されており、一方の前記プレートの前記筒部を、他方の前記プレートの前記第 2 の孔の周囲に当接させて積層されており、

前記基板には、前記プレートの中心を挟んで、前記第 1 の孔とは反対側に第 1 の平面部が形成され、また前記プレートの中心を挟んで、前記第 2 の孔とは反対側に第 2 の平面部が形成されている、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明により、コンパクトでありながら、熱交換効率を高めることができる安価な熱交換器及びこれを用いた冷却システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】図 1 は、本実施形態における熱交換器を、電池冷却システムに適用した例を模式的に示す図である。

【図 2】図 2 は、第 1 の実施形態の熱交換器の斜視図である。

【図 3】図 3 は、第 1 の実施形態の熱交換器を、軸線を含む断面で切断して示す斜視図である。

【図 4】図 4 は、第 1 の実施形態の熱交換器を、軸線を含む異なる断面で切断して示す斜視図である。

【図 5】図 5 は、プレートの正面図である。

【図 6】図 6 (a) は、プレートの一部を示す正面図であり、図 6 (b) は、図 6 (a) のプレートを A - A 線で切断して側面視して拡大した断面図である。

【図 7】図 7 は、プレート積層部の一部を分解して示す斜視図である。

【図 8】図 8 は、プレート積層部の一部を分解して示す斜視図である。

【図 9】図 9 は、第 2 の実施形態にかかる熱交換器の斜視図である。

【図 10】図 10 は、第 2 の実施形態にかかる熱交換器を、軸線を含む断面で切断して示す斜視図である。

【図 11】図 11 は、第 2 の実施形態にかかる熱交換器を、軸線を含む異なる断面で切断して示す斜視図である。

【図 12】図 12 は、プレートの正面図である。

【図 13】図 13 は、プレート積層部の一部を分解して示す斜視図である。

【図 14】図 14 は、冷媒または冷却水をプレートに流した状態を示す流れのシミュレーション図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を参照して、本発明にかかる熱交換器の実施形態について説明する。以下においては、冷媒と水との間で熱交換を行って水の冷却（ないし温度調整）を行い、この水により電池の冷却（ないし温度調整）を行う電池冷却システムに本発明の熱交換器を適用した実施形態を説明するが、本発明の熱交換器は、異なる流体間（或いは同種の流体間）

10

20

30

40

50

で熱交換を行う用途に広く用いることができる。

【 0 0 1 6 】

図 1 を参照して、本実施形態における熱交換器 1 0 について説明する。図 1 は、本実施形態における熱交換器 1 0 を、電池冷却システム 1 に適用した例を模式的に示す図である。本実施形態では、電池冷却システム 1 は、冷凍サイクル 2 と、電池冷却回路(冷却回路ともいう) 3 とを有する。

【 0 0 1 7 】

冷凍サイクル 2 は、コンプレッサ 2 a と、コンデンサ 2 b と、膨張弁 2 c と、これらを接続する冷媒配管 2 d とを有し、冷媒配管 2 d 内には第 1 流体としての冷媒が注入されて冷凍サイクル 2 内を循環する。熱交換器 1 0 は、膨張弁 2 c と、コンプレッサ 2 a との間に配置される。

10

【 0 0 1 8 】

一方、電池冷却回路 3 は、二次電池を収容する筐体 3 a と、水ポンプ 3 b と、これらを接続する水配管 3 c とを有し、水配管 3 c 内には第 2 流体としての冷却水が注入されて電池冷却回路 3 内を循環する。熱交換器 1 0 は、水ポンプ 3 b と、筐体 3 a との間に配置される。筐体 3 a は、収容された二次電池に接する壁に、水配管 3 c に接続されたウォータージャケットが配設され、筐体 3 a において二次電池と冷却水との間で熱交換が行われる。

【 0 0 1 9 】

(第 1 の実施形態)

次に、熱交換器 1 0 について説明する。図 2 は、熱交換器 1 0 の斜視図である。図 3、4 は、熱交換器 1 0 を、軸線を含む異なる断面で切断して示す斜視図である。熱交換器 1 0 は、第 1 円盤部 1 1 と、第 2 円盤部 1 2 と、第 1 円盤部 1 1 と第 2 円盤部 1 2 とに挟持されるプレート積層部 1 3 とを有する。

20

【 0 0 2 0 】

第 1 円盤部 1 1 には、第 1 冷媒用開口 1 1 a と、第 1 冷却水用開口 1 1 b とが両側面を貫通するようにして形成されている。第 1 冷媒用開口 1 1 a には、冷媒入口用コネクタ 1 1 c が口付けなどにより取り付けられており、第 1 冷却水用開口 1 1 b には、冷却水入口用コネクタ 1 1 d が口付けなどにより取り付けられている。

【 0 0 2 1 】

第 2 円盤部 1 2 には、第 2 冷媒用開口 1 2 a と、第 2 冷却水用開口 1 2 b とが両側面を貫通するようにして形成されている。第 2 冷媒用開口 1 2 a には、冷媒出口用コネクタ 1 2 c が口付けなどにより取り付けられており、第 2 冷却水用開口 1 2 b には、冷却水出口用コネクタ 1 2 d が口付けなどにより取り付けられている。冷却水入口用コネクタ 1 1 d と、冷却水出口用コネクタ 1 2 d は、水配管 3 c に接続され、冷媒入口用コネクタ 1 1 c と、冷媒出口用コネクタ 1 2 c は、冷媒配管 2 d に接続される。

30

【 0 0 2 2 】

プレート積層部 1 3 は、複数枚(ここでは 2 2 枚)のプレート 1 3 a を積層してなり、冷媒と冷却水の熱交換を行う機能を有する。

【 0 0 2 3 】

電池冷却システム 1 の動作時に、コンプレッサ 2 a で加圧された冷媒は、冷媒配管 2 d を通過し、コンデンサ 2 b で液化され、膨張弁 2 c に送られる。また、膨張弁 2 c で断熱膨張された冷媒は、熱交換器 1 0 に送り出され、熱交換器 1 0 にて冷却水との間で熱交換が行われる。熱交換された後の冷媒は、コンプレッサ 2 a へと戻されて再び加圧される。

40

【 0 0 2 4 】

一方、熱交換器 1 0 で冷媒によって冷却された冷却水は、水ポンプ 3 b により水配管 3 c を通して筐体 3 a に送られ、筐体 3 a 内の二次電池を冷却する。二次電池からの熱で加温された冷却水は、再び熱交換器 1 0 に戻り、冷媒により冷却される。冷却水の比熱が比較的大きいことから、冷媒による過冷却が抑制され、二次電池を効率よく安定して冷却することができる。

【 0 0 2 5 】

50

プレート積層部 13 の構造について説明する。図 5 は、プレート 13 a の正面図である。図 6 (a) は、プレート 13 a の一部を示す正面図であり、図 6 (b) は、図 6 (a) のプレート 13 a を A - A 線で切断して側面視して拡大した断面図である。図 7、8 は、プレート積層部 13 の一部を分解して示す斜視図であるが、貫通路を模式化して示しており、また軸線回りの角度を変えて示している。

【 0 0 2 6 】

積層されるプレート 13 a は、例えば平板のアルミニウム材をプレス加工した成形品であって、共通の (同一の) 形状を有する。図に示すように、プレート 13 a は、円形の基板 13 b と、基板 13 b の外周に繋がる円錐壁部 (縁部) 13 c と、を連設してなる。円錐壁部 13 c の端部は、全周にわたって折り返されて折り返し部 13 d を形成している。折り返し部 13 d には、周方向に沿って 90 度ごとに、位置決め基準としての切欠 13 e が形成されている。折り返し部 13 d は、切欠 13 e により途切れていてもよい。

10

【 0 0 2 7 】

図 5 において、基板 13 b の中心 X から、一つの切欠 13 e の中心に向かって直線 L 1 を引き、また直線 L 1 に対して直角に、中心 X から直線 L 2 を引いたとき、直線 L 2 は別の切欠 13 e の中心を通過する。

【 0 0 2 8 】

ここで、中心 X から距離 r_1 である直線 L 1 上の位置 O 1 を孔中心として、第 1 の円形孔 13 f が基板 13 b に形成され、また中心 X から同じ距離 r_2 である直線 L 2 上の位置 O 2 を孔中心として、第 2 の円形孔 13 g が基板 13 b に形成されている。換言すれば、第 1 の円形孔 13 f 及び第 2 の円形孔 13 g は、プレートの中心 X に対して 90 度をなす角度で形成されている。第 1 の円形孔 13 f と、第 2 の円形孔 13 g の内径は等しい。

20

【 0 0 2 9 】

第 2 の円形孔 13 g の周囲は平坦であるが、第 1 の円形孔 13 f の周囲には、円錐壁部 13 c と同じ側に突出するように環状凸部 (筒部) 13 h が形成されている。本実施形態においては、環状凸部 13 h は位置 O 1 を中心とした円環形状を有しており、隣接するプレート 13 a に対して 90 度位相差を付与したときに、他方のプレート 13 a の第 2 の円形孔 13 g と同心円の関係になる。その際に、一方のプレート 13 a の環状凸部 13 h は、隣接するプレート 13 a の第 2 の円形孔 13 g を圍繞するように配置されるが、環状凸部 13 h により圍繞できる面積が第 2 の円形孔 13 g の面積に比べ広い場合、必ずしも第 2 の円形孔 13 g の同心円上に配置される必要はない。

30

【 0 0 3 0 】

図 6 (a) において、第 2 の円形孔 13 g の中心 O 2 に対して、複数本 (ここでは 5 本) の同心円 C 1 ~ C 5 に沿って、それぞれ 3 つ以上の突起 13 i が、間隔をあけて基板 13 b に配設されている。最も外側の同心円 C 5 は、基板 13 b の中心 X より外側を通過しているが、中心 X 上、またはそれより中心 O 2 側を通過してもよい。同心円 C 1 ~ C 5 の径差 Δr は、等しくてもよいし、異なってもよい。また同心円 C 1 ~ C 5 の径差 Δr は、第 2 の円形孔 13 g の内径を ϕ_g とすると、 $\Delta r = 0.3 \sim 0.6$ であると好ましい。なお、ここで述べる値は、プレート 13 a を軸線方向に見たときのものとする。

【 0 0 3 1 】

突起 13 i は、円錐壁部 13 c と同じ側に突出しており、図 6 (a) に示すプレート 13 a の軸線方向に見て略長円形状 (または略長方形形状) を有し、同心円の接線方向にその長手方向軸線を重ねて配置されている。また突起 13 i の全長 L_i は、第 2 の円形孔 13 g の内径を ϕ_g とすると、 $L_i = 0.3 \sim 0.6$ であると好ましい。また、突起 13 i の幅 W_i は、第 2 の円形孔 13 g の内径を ϕ_g とすると、 $W_i = 0.1 \sim 0.3$ であると好ましい。各突起 13 i の長さ及び幅は等しいと好ましいが、基板 13 b の面方向において他の構造物との干渉を回避するときは、短くしてもよい。

40

【 0 0 3 2 】

第 2 の円形孔 13 g と、中心 O 2 から最も近い同心円 C 1 上の突起 13 i との距離 d は、第 2 の円形孔 13 g の内径を ϕ_g とすると、 $d = 0.3 \sim 0.8$ であると好ましい。

50

図 6 (b) に示すように、基板 1 3 b から突起 1 3 i までの高さ H は、基板 1 3 b から環状凸部 1 3 h の高さ h と同等あるいは低くなっており、 $h = 0.3H \sim 1.0H$ であると好ましい。また突起 1 3 i は、幅方向中心が最も高く、両側に向かうにつれて漸次高さが低くなる形状を有していると好ましい。

【 0 0 3 3 】

中心 O 2 から放射方向に見て、一の同心円 (例えば C 1) に沿って隣接して並んだ 2 つの突起 1 3 i (ここでは内方突起という) の間に、その外側に配置された同心円 (例えば C 2) に沿って配設された突起 1 3 i (ここでは外方突起という) が位置すると好ましい。内方突起が位置する同心円と、外方突起が位置する同心円とは、隣接していなくてもよい。

10

【 0 0 3 4 】

より具体的には、中心 O 2 から放射方向外方に向かって、2 つの内方突起 (図 6 (a) の 1 3 i 1、1 3 i 2) を投影したときに、投影された内方突起の双方が、1 つの (同一の) 外方突起 (図 6 (a) の 1 3 i 3) の長手方向両端にそれぞれ重なりと好ましい。図 6 (a) においては、2 つの内方突起 (1 3 i 1、1 3 i 2) の端部にそれぞれ接して中心 O 2 から放射方向に延在する投影線 P L 1、P L 2 を示しており、投影線 P L 1 から外方突起 (1 3 i 3) の一端までの距離、及び投影線 P L 2 から外方突起 (1 3 i 3) の他端までの距離が、それぞれ重なり量となる。このような配置関係とすることにより、2 つの内方突起 (1 3 i 1、1 3 i 2) の間を通過した流体 (冷媒あるいは冷却水) は、外側突起 (1 3 i 3) によりそのまま放射方向外側に直進して流れることが阻害され円周方向両側に分岐することになる。第 2 の円形孔 1 3 g から流入した流体は、このような分岐を繰り返してプレート全域に偏りなく流れることとなり、熱交換効率を向上させることが出来る。なお、すくなくとも一部の突起において上記関係が成立すればよく、必ずしもすべての突起において上記関係が成立する必要はない。

20

【 0 0 3 5 】

外方突起の一方端または他端に対する投影された内方突起の重なり量は、外方突起の全長の 1 0 % 以上、3 0 % 以下であると好ましい。また、隣接する内方突起同士の間隔は、隣接する同心円上における内方突起と外方突起の間隔 (ここでは同心円の径差 突起の幅) $\pm 3 0 \%$ 以内であると好ましい。

【 0 0 3 6 】

30

さらに別の突起 1 3 i が、直線 L 1 及びその延長線を挟んで線対称に、基板 1 3 b に配置されているが、異なる形状としてもよい。

【 0 0 3 7 】

図 5 において、環状凸部 1 3 h 及び円錐壁部 1 3 c の近傍において、円筒状である 2 つのボス 1 3 j が基板 1 3 b に形成されている。基板 1 3 b からボス 1 3 j までの高さは、基板 1 3 b から環状凸部 1 3 h の高さに略等しい。

【 0 0 3 8 】

中心 X を挟んで、環状凸部 1 3 h と対称の位置における基板 1 3 b には、第 1 の平面部 1 3 p が形成されており、第 1 の平面部 1 3 p には突起が形成されていない。ただし、第 1 の平面部 1 3 p の近傍において、中心 X を挟んでボス 1 3 j と対称の位置に、別なボス 1 3 j が形成されている。

40

【 0 0 3 9 】

また中心 X を挟んで、第 2 の円形孔 1 3 g と対称の位置における基板 1 3 b には、第 2 の平面部 1 3 q が形成されており、第 2 の平面部 1 3 q には突起が形成されていない。

【 0 0 4 0 】

プレート 1 3 a は、1 枚の平板をプレス成形することによって、基板 1 3 b、円錐壁部 1 3 c、折り返し部 1 3 d、切欠 1 3 e、第 1 の円形孔 1 3 f、第 2 の円形孔 1 3 g、環状凸部 1 3 h、突起 1 3 i、ボス 1 3 j を一度に形成することができる。より具体的には、プレス型の押圧により、基板 1 3 b に対して、円錐壁部 1 3 c が折り曲げられ、さらに円錐壁部 1 3 c の端部が折り返されて折り返し部 1 3 d が形成される。

50

【 0 0 4 1 】

また、プレス型の押圧により、第1の円形孔13f及び第2の円形孔13gが打ち抜かれ、環状凸部13h、突起13i、ボス13jに対応する型に押圧されて、環状凸部13h、突起13i、ボス13jが円錐壁部13cに囲われる側に突出して形成される。環状凸部13h、突起13i、ボス13jと反対側の面には、これらに対応する凹部が形成される。第1の平面部13pと第2の平面部13qは、プレス成形されることなく、原材の平板状態を維持する。

【 0 0 4 2 】

図7、8に示すように、各プレート13aは、円錐壁部13cが同じ側（ここでは左方）を向くように積層される。円錐壁部13cの折り返し部13d側は、基板13b側よりも径が大きいため、各プレート13aの積層を容易に行うことができる。ただし、一のプレート13aに対し、隣接して重ねるプレート13aは、中心X回りに回転させて積層される。

10

【 0 0 4 3 】

より具体的には、図5のプレート13a（表側プレートという）に対して、その背面側に積層されるプレート（裏側プレートという）は、中心Xを基準に90度、時計回りに相対回転させて（位相差をもって）積層される。これにより、図5に点線で示す、裏側プレートの環状凸部13h'は、表側プレート13aの第2の円形孔13gの周囲における平坦な基板13bに、ハッチングで示すように全周にわたって当接する。言い換えると、裏側プレートの環状凸部13h'は、表側プレート13aの第2の円形孔13gを囲繞した状態で基板13bに当接している。一方、図5に点線で示す、裏側プレートの第2の円形孔13g'は、表側プレート13aの第1の平面部13pに対向する。

20

【 0 0 4 4 】

プレートの積層に当たり、切欠13eを整列させることで、裏側プレートの環状凸部13h'と、表側プレート13aの第2の円形孔13gとの同軸度を精度良く確保できる。この時、裏側プレートのボス13jが、第2の円形孔13gの周囲における平坦な基板13b、及び第2の平面部13qに当接することで、表側プレート13aと裏側プレートとの軸線方向の位置決めがなされ、両者が適切な間隔で保持される。

【 0 0 4 5 】

このように、積層順で1枚目のプレート13aに対して、2枚目のプレート13aを時計回りに90度回転させ、また2枚目のプレート13aに対して、3枚目のプレート13aを時計回りに90度回転させ、以下同様にして22枚のプレート13aが積層される。

30

【 0 0 4 6 】

プレート13aの表面には、比較的低い温度で溶けやすい素材が被覆されており、このようにして積層されたプレート13aを電気炉などに投入して加熱することで、表面の素材が熔融し、プレート13aの当接した表面同士が溶着する。溶着部が冷却して固化することで、密着したプレート13aの部位が接合される。

【 0 0 4 7 】

これにより、表側プレート13aの円錐壁部13cと、裏側プレートの円錐壁部同士が全周で接合されて、内部に閉鎖された空間が生じる（図2、3参照）。また、裏側プレートの環状凸部13h'の先端と、表側プレート13aの第2の円形孔13gの周囲とが全周で接合されて、裏側プレートの環状凸部13h'の内部と、表側プレート13aの第2の円形孔13gとが流体漏れなく連通した状態となる。ここで、上記閉鎖された空間を貫通する環状凸部13h'内を、貫通路という。一方、裏側プレートの第2の円形孔13g'は、表側プレート13aの第1の平面部13pに対向しており、すなわち表側プレート13aと裏側プレートとの間の空間に開放した状態となる。

40

【 0 0 4 8 】

このようにプレート13aを積層することで、プレート積層部13が形成される。形成されたプレート積層部13は、第1円盤部11と第2円盤部12に口ウ付けなどによって接合される。このとき、第1冷媒用開口11a及び第1冷却水用開口11bが、プレート

50

積層部 13 の一方の端部であるプレート 13 a の第 1 の円形孔 13 f と第 2 の円形孔 13 g のいずれかに接続される。また第 2 冷媒用開口 12 a 及び第 2 冷却水用開口 12 b が、他方の端部であるプレート 13 a の第 1 の円形孔 13 f と第 2 の円形孔 13 g のいずれかに接続される。本実施形態では、プレート 13 a の円錐壁部 13 c が、第 2 円盤部 12 に口ウ付けされる。これにより熱交換器 10 が完成する。

【0049】

図 7、8 に示される 6 枚のプレートを区別するため、右方から左方に向かって、プレート 13 a (1) ~ プレート 13 a (6) と符号を付す。また、プレートが積層された状態で、隣接するプレートによって閉鎖される空間に S1 ~ S5 と符号を付す。ただし、プレート 13 a (1) と、その右側のプレート (不図示) とによって閉鎖される空間を S0 とし、プレート 13 a (6) と、その左側のプレート (不図示) とによって閉鎖される空間を S6 とする。

10

【0050】

プレート 13 a (1) とプレート 13 a (2) との間の空間 S1 を、貫通路 P1 が貫通し、プレート 13 a (2) とプレート 13 a (3) との間の空間 S2 を、貫通路 P2 が貫通し、プレート 13 a (3) とプレート 13 a (4) との間の空間 S3 を、貫通路 P3 が貫通し、プレート 13 a (4) とプレート 13 a (5) との間の空間 S4 を、貫通路 P4 が貫通し、プレート 13 a (5) とプレート 13 a (6) との間の空間 S5 を、貫通路 P5 が貫通している。さらに、空間 S0 を貫通路 P0 が貫通し、空間 S6 を貫通路 P6 が貫通している。

20

【0051】

一方、空間 S1 は、プレート 13 a (2) の第 1 の円形孔 13 f と、プレート 13 a (1) の第 2 の円形孔 13 g とに連通している。

空間 S2 は、プレート 13 a (3) の第 1 の円形孔 13 f と、プレート 13 a (2) の第 2 の円形孔 13 g とに連通している。

空間 S3 は、プレート 13 a (4) の第 1 の円形孔 13 f と、プレート 13 a (3) の第 2 の円形孔 13 g とに連通している。

空間 S4 は、プレート 13 a (5) の第 1 の円形孔 13 f と、プレート 13 a (4) の第 2 の円形孔 13 g とに連通している。

空間 S5 は、プレート 13 a (6) の第 1 の円形孔 13 f と、プレート 13 a (5) の第 2 の円形孔 13 g とに連通している。

30

【0052】

すなわち、空間 S0、貫通路 P1、空間 S2、貫通路 P3、空間 S4、貫通路 P5、空間 S6 は、相互に連通して流路を形成していることとなり (図 7 参照)、また、空間 S1、貫通路 P2、空間 S3、貫通路 P4、空間 S5、貫通路 P6 は、相互に連通して流路を形成していることとなり (図 8 参照)、また、これら流路は相互に独立している。

【0053】

ここで、第 1 冷却水用開口 11 b を介して、空間 S0 に冷却水が注入されているものとする。かかる場合、冷却水は、図 7 に図示する白抜き円筒で示すように、空間 S0 から貫通路 P1 を介して空間 S1 を通過することなく、空間 S2 に進入する。また、冷却水は、空間 S2 から貫通路 P3 を介して空間 S3 を通過することなく、空間 S4 に進入する。さらに、冷却水は、空間 S4 から貫通路 P5 を介して空間 S5 を通過することなく、空間 S6 に進入する。その後、冷却水は、空間 S6 に接続された第 2 冷却水用開口 12 b から排出される。

40

【0054】

一方、第 1 冷媒用開口 11 a 及び貫通路 P0 を介して、空間 S0 を通過することなく、空間 S1 に冷媒が注入されているものとする。かかる場合、冷媒は、図 8 に図示する白抜き円筒で示すように、空間 S1 から貫通路 P2 を介して空間 S2 を通過することなく、空間 S3 に進入する。また、冷媒は、空間 S3 から貫通路 P4 を介して空間 S4 を通過することなく、空間 S5 に進入する。さらに、冷媒は、空間 S5 から貫通路 P6 を介して空間

50

S 6 を通過することなく、第 2 冷媒用開口 1 2 a から排出される。このように、各空間を冷媒及び冷却水が直列に通過する方式を、1 パス方式という。

【 0 0 5 5 】

空間 S 0、空間 S 2、空間 S 4、空間 S 6 を通過する冷却水は、これらの空間に交互に隣接する空間 S 1、空間 S 3、空間 S 5 に注入される冷媒に対して、薄肉のプレート 1 3 a を隔てて接しており、しかも複数の突起 1 3 i を設けることで、伝熱面積を増大させるとともに、それぞれの空間を流れる冷却水と冷媒の流れに抵抗を与えて、熱交換効率を高めることができる。特に、図 5 に示すように、表側プレート 1 3 a の第 1 の円形孔 1 3 f と、裏側プレートの第 2 の円形孔 1 3 g ' が中心 X を挟んで反対側に位置しているため、また第 2 の円形孔 1 3 g の中心 O 2 から見て、内方突起の間に外方突起が位置するように配置されているため、基板 1 3 b のほぼ全面にわたって冷却水及び冷媒が流れるようになり、さらに熱交換率が高くなる。これにより、小型でありながら、熱交換効率の高い熱交換器 1 0 を実現できる。なお、プレート積層部 1 3 の軸線に沿った冷媒と冷却水の流れ方向を、相互に対向する方向としてもよい。

10

【 0 0 5 6 】

また本実施形態によれば、同一形状のプレート 1 3 a を相対回転させて積層するのみで、熱交換器 1 0 を形成することができるため、各プレート 1 3 a を共通のプレス型により製造することができ、部品コストを大幅に低減できる。さらに、プレート 1 3 a を円形とすることで、閉鎖空間における冷媒及び冷却水の流れを均一化することができ、安定した熱交換を確保できる。

20

【 0 0 5 7 】

(第 2 の実施形態)

次に、第 2 の実施形態にかかる熱交換器 1 0 A について説明する。本実施形態にかかる熱交換器 1 0 A も、図 1 に示す電池冷却システム 1 に適用することができるが、膨張弁を内蔵可能である。図 9 は、熱交換器 1 0 A の斜視図である。図 1 0、1 1 は、熱交換器 1 0 A を、軸線を含む異なる断面で切断して示す斜視図である。熱交換器 1 0 A は、第 1 円盤部 1 1 A と、第 2 円盤部 1 2 A と、第 1 円盤部 1 1 A と第 2 円盤部 1 2 A とに挟持されるプレート積層部 1 4 A とを有する。

【 0 0 5 8 】

第 1 円盤部 1 1 A には、冷媒用入口開口 1 1 A a と、冷媒用出口開口 1 1 A c と、冷却水用入口開口 1 1 A b と、冷却水用出口開口 1 1 A d とが両側面を貫通するようにして形成されている。冷却水用入口開口 1 1 A b には、冷却水入口用コネクタ 1 1 A e が口ウ付けなどにより取り付けられており、冷却水用出口開口 1 1 A d には、冷却水出口用コネクタ 1 1 A m が口ウ付けなどにより取り付けられている。

30

【 0 0 5 9 】

さらに第 1 円盤部 1 1 A には、冷媒用入口開口 1 1 A a と冷媒用出口開口 1 1 A c とを覆うようにして、流路ブロック 1 1 A f が口ウ付けなどにより取り付けられている。流路ブロック 1 1 A f は、冷媒配管 2 d に接続される冷媒用入口コネクタ部 1 1 A g と、膨張弁 2 c (図 1) を取り付け可能であって冷媒用入口開口 1 1 A a に連通する膨張弁取付部 1 1 A h と、冷媒用入口コネクタ部 1 1 A g と膨張弁取付部 1 1 A h とを連結する連通路 1 1 A i (図 1 に示す冷媒配管 2 d の一部を構成) と、冷媒用出口開口 1 1 A c に連通し冷媒配管 2 d に接続される冷媒用出口コネクタ部 1 1 A j とを有する。

40

【 0 0 6 0 】

第 2 円盤部 1 2 A は、平坦な円盤状である。プレート積層部 1 4 A は、複数枚 (ここでは 3 1 枚) のプレート 1 4 A a を積層してなり、冷媒と冷却水の熱交換を行う機能を有する。

【 0 0 6 1 】

図 1 を参照して、電池冷却システム 1 の動作時に、コンプレッサ 2 a で加圧された冷媒は、冷媒配管 2 d を通過し、コンデンサ 2 b で液化され、流路ブロック 1 1 A f の冷媒用入口コネクタ部 1 1 A g から、連通路 1 1 A i を介して膨張弁取付部 1 1 A h に進入する

50

。ここで、膨張弁 2 c により断熱膨張された冷媒は、冷媒用入口開口 1 1 A a からパイプ 1 1 A k を介してプレート積層部 1 4 A の中間部に送り出され、冷却水との間で熱交換される。熱交換された冷媒は、冷媒用出口開口 1 1 A c を介してコンプレッサ 2 a へと戻されて加圧される。なお、膨張弁 2 c により断熱膨張された冷媒は、冷媒用入口開口 1 1 A a からプレート積層部 1 4 A の端部に供給されてもよい。

【 0 0 6 2 】

熱交換器 1 0 A で冷媒によって冷却された冷却水は、上記と同様に、水ポンプ 3 b により水配管 3 c を通して筐体 3 a に送られ、筐体 3 a 内の二次電池を冷却する。二次電池からの熱で加温された冷却水は、再び熱交換器 1 0 A に戻り、冷媒により冷却される。以上のサイクルを繰り返すことで、二次電池を効率よく安定して冷却することができる。

10

【 0 0 6 3 】

プレート積層部 1 4 A の構造について説明する。図 1 2 は、プレート 1 4 A a の正面図である。図 1 3 は、プレート積層部 1 4 A の一部を分解して示す斜視図であるが、貫通路を模式化して示している。積層されるプレート 1 4 A a は、例えばアルミニウム製であって、共通の形状を有する。図に示すように、プレート 1 4 A a は、円形の基板 1 4 A b と、基板 1 4 A b の外周に繋がる円錐壁部（縁部） 1 4 A c と、を連設してなる。円錐壁部 1 4 A c の端部は、全周にわたって折り返されて折り返し部 1 4 A d を形成している。折り返し部 1 4 A d には、周方向に沿って 9 0 度ごとに、位置決め用の切欠 1 4 A e が形成されている。

【 0 0 6 4 】

20

図 1 2 において、基板 1 4 A b の中心 X を通り、対向する切欠 1 4 A e の中心に向かって直線 L 1 を引き、また直線 L 1 に対して直角に、中心 X から直線 L 2 を引いたとき、直線 L 2 は別の切欠 1 4 A e の中心を通過する。

【 0 0 6 5 】

ここで、中心 X から距離 r である直線 L 1 上の位置 O 1 を孔中心として、第 1 の円形孔 1 4 A f が基板 1 4 A b に形成され、また同じ直線 L 1 上で中心 X から距離 r である反対側の位置 O 3 を孔中心として、第 3 の円形孔 1 4 A s が基板 1 4 A b に形成されている。また中心 X から同じ距離 r である直線 L 2 上の位置 O 2 を孔中心として、第 2 の円形孔 1 4 A g が基板 1 4 A b に形成され、また同じ直線 L 1 上の位置 O 4 を孔中心として、第 4 の円形孔 1 4 A t が基板 1 4 A b に形成されている。第 1 の円形孔 1 4 A f と第 3 の円形孔 1 4 A s の内径 k は等しく、第 2 の円形孔 1 4 A g と第 4 の円形孔 1 4 A t の内径 K は等しい。ここで、 $K > k$ であり、好ましくは $K = 0.6k \sim 1.0k$ である。

30

【 0 0 6 6 】

第 2 の円形孔 1 4 A g 及び第 4 の円形孔 1 4 A t の周囲は平坦であるが、第 1 の円形孔 1 4 A f の周囲には、円錐壁部 1 4 A c と同じ側に突出するように環状凸部（筒部） 1 4 A h が形成され、また第 3 の円形孔 1 4 A s の周囲には、円錐壁部 1 4 A c と同じ側に突出するように環状凸部（筒部） 1 4 A u が形成されている。

【 0 0 6 7 】

本実施の形態においても、複数の突起 1 4 A i が、第 2 の円形孔 1 4 A g の中心 O 2 及び第 4 の円形孔 1 4 A t の中心 O 4 に対して、複数本（ここでは 5 本）の同心円に沿って基板 1 4 A b に配設され、またボス 1 4 A j が第 1 の円形孔 1 4 A f の中心 O 2 及び第 4 の円形孔 1 4 A t の近傍に配置されている。突起 1 4 A i 及びボス 1 4 A j の形状および配置については、上述した実施形態の突起 1 3 i 及びボス 1 3 j と同様であるため、重複説明を省略する。

40

【 0 0 6 8 】

本実施形態のプレート 1 4 A a も、1 枚の平板をプレス成形することによって形成できる。

【 0 0 6 9 】

図 1 3 に示すように、各プレート 1 4 A a は、円錐壁部 1 4 A c が同じ側（ここでは左方）を向くように積層される。円錐壁部 1 4 A c の折り返し部 1 4 A d 側は、基板 1 4 A

50

b側よりも径が大きいため、各プレート14Aaの積層を容易に行うことができる。ただし、一のプレート14Aaに対し、隣接して重ねるプレート14Aaは、中心X回りに回転させて積層される。

【0070】

より具体的には、図13のプレート14Aa（表側プレートという）に対して、その背面側に積層されるプレート（裏側プレートという）は、中心Xを基準に90度、時計回りに相対回転させて（位相差をもって）積層される。これにより、裏側プレート14Aaの円形孔14Af、14Ag、14As、14Atが、中心X回りに90度回転移動し、軸線方向に見て表側プレート14Aaの円形孔に対して一つ分ずれるようにして重ねる。

【0071】

このとき、裏側プレート14Aaの環状凸部14Ah、14Auは、表側プレート14Aaの第2の円形孔14Ag及び第4の円形孔14Atの周囲における平坦な基板14Abに、全周にわたって当接し、表側プレート14Aの第2の円形孔14Ag及び第4の円形孔14Atを囲繞する。一方、裏側プレート14Aaの第2の円形孔14Ag及び第4の円形孔14Atは、表側プレート14Aaの2つの環状凸部14Ah、14Auの裏面側に対向する。すなわち、裏側プレートの環状凸部14Ah、14Auの先端側は、第2の円形孔14Ag及び第4の円形孔14Atの周囲に当接し、表側プレートの環状凸部14Ah、14Auの裏面側（先端とは反対側）では、対向する表側プレートの第2の円形孔14Ag及び第4の円形孔14Atとの間に、隙間が生じることとなる。

【0072】

積層順で1枚目のプレート14Aaに対して、2枚目のプレート14Aaを時計回りに90度回転させ、また2枚目のプレート14Aaに対して、3枚目のプレート14Aaを時計回りに90度回転させ、以下同様にして31枚のプレート14Aaが積層される。

【0073】

このようにプレート14Aaを積層することで、プレート積層部14Aが形成される。形成されたプレート積層部14Aは、第1円盤部11Aと第2円盤部12Aとに口ウ付けなどによって接合される。本実施形態では、最終のプレート14Aaの円錐壁部14Acが、第2円盤部12Aに口ウ付けされる。

【0074】

図13において、6枚のプレートを区別するため、右方から左方に向かって、プレート14Aa(1)～プレート14Aa(6)と符号を付す。また、プレートが積層された状態で、隣接するプレートによって閉鎖される空間にS1～S5と符号を付す。ただし、プレート14Aa(1)と、その右側のプレート（不図示）とによって閉鎖される空間をS0とし、プレート14Aa(6)と、その左側のプレート（不図示）とによって閉鎖される空間をS6とする。

【0075】

さらに、空間S0において、第2の円形孔14Ag及び第4の円形孔14Atの周囲に当接する2つの環状凸部14Ah、14Auの内部を、それぞれ貫通路P01、P02とする。また、空間S1において、第2の円形孔14Ag及び第4の円形孔14Atの周囲に当接する2つの環状凸部14Ah、14Auの内部を、それぞれ貫通路P11、P12とする。

【0076】

さらに、空間S2において、第2の円形孔14Ag及び第4の円形孔14Atの周囲に当接する2つの環状凸部14Ah、14Auの内部を、それぞれ貫通路P21、P22とする。また、空間S3において、第2の円形孔14Ag及び第4の円形孔14Atの周囲に当接する2つの環状凸部14Ah、14Auの内部を、それぞれ貫通路P31、P32とする。

【0077】

さらに、空間S4において、第2の円形孔14Ag及び第4の円形孔14Atの周囲に当接する2つの環状凸部14Ah、14Auの内部を、それぞれ貫通路P41、P42と

10

20

30

40

50

する。また、空間 S 5 において、第 2 の円形孔 1 4 A g 及び第 4 の円形孔 1 4 A t の周囲に当接する 2 つの環状凸部 1 4 A h、1 4 A u の内部を、それぞれ貫通路 P 5 1、P 5 2 とする。

【 0 0 7 8 】

さらに、空間 S 6 において、第 2 の円形孔 1 4 A g 及び第 4 の円形孔 1 4 A t の周囲に当接する 2 つの環状凸部 1 4 A h、1 4 A u の内部を、それぞれ貫通路 P 6 1、P 6 2 とする。

【 0 0 7 9 】

プレート 1 4 A a (1) とプレート 1 4 A a (2) との間の空間 S 1 を、貫通路 P 1 1、P 1 2 が貫通し、プレート 1 4 A a (2) とプレート 1 4 A a (3) との間の空間 S 2 を、貫通路 P 2 1、P 2 2 が貫通し、プレート 1 4 A a (3) とプレート 1 4 A a (4) との間の空間 S 3 を、貫通路 P 3 1、P 3 2 が貫通し、プレート 1 4 A a (4) とプレート 1 4 A a (5) との間の空間 S 4 を、貫通路 P 4 1、P 4 2 が貫通し、プレート 1 4 A a (5) とプレート 1 4 A a (6) との間の空間 S 5 を、貫通路 P 5 1、P 5 2 が貫通している。さらに、空間 S 0 を貫通路 P 0 1、P 0 2 が貫通し、空間 S 6 を貫通路 P 6 1、P 6 2 が貫通している。

【 0 0 8 0 】

一方、空間 S 1 は、プレート 1 4 A a (2) の第 1 の円形孔 1 4 A f 及び第 3 の円形孔 1 4 A s と、プレート 1 4 A a (1) の第 2 の円形孔 1 4 A g 及び第 4 の円形孔 1 4 A t とに連通している。

空間 S 2 は、プレート 1 4 A a (3) の第 1 の円形孔 1 4 A f 及び第 3 の円形孔 1 4 A s と、プレート 1 4 A a (2) の第 2 の円形孔 1 4 A g 及び第 4 の円形孔 1 4 A t とに連通している。

空間 S 3 は、プレート 1 4 A a (4) の第 1 の円形孔 1 4 A f 及び第 3 の円形孔 1 4 A s と、プレート 1 4 A a (3) の第 2 の円形孔 1 4 A g 及び第 4 の円形孔 1 4 A t とに連通している。

【 0 0 8 1 】

空間 S 4 は、プレート 1 4 A a (5) の第 1 の円形孔 1 4 A f 及び第 3 の円形孔 1 4 A s と、プレート 1 4 A a (4) の第 2 の円形孔 1 4 A g 及び第 4 の円形孔 1 4 A t とに連通している。

空間 S 5 は、プレート 1 4 A a (6) の第 1 の円形孔 1 4 A f 及び第 3 の円形孔 1 4 A s と、プレート 1 4 A a (5) の第 2 の円形孔 1 4 A g 及び第 4 の円形孔 1 4 A t とに連通している。

【 0 0 8 2 】

本実施形態では、空間 S 0、貫通路 P 1 1、P 1 2、空間 S 2、貫通路 P 3 1、P 3 2、空間 S 4、貫通路 P 5 1、P 5 2、空間 S 6 は、相互に連通していることとなり、また、空間 S 1、貫通路 P 2 1、P 2 2、空間 S 3、貫通路 P 4 1、P 4 2、空間 S 5、貫通路 P 6 1、P 6 2 は、相互に連通していることとなり、また、これらは相互に独立した流路を形成している。

【 0 0 8 3 】

ここで、冷却水用入口開口 1 1 A b を介して注入された冷却水が、貫通路 P 0 1 を介して空間 S 1 に進入しているものとする。かかる場合、矢印に示すように、冷却水の一部は、貫通路 P 2 1 に向かい、残りは空間 S 1 を通過して、貫通路 P 0 2 側へと向かい、貫通路 P 2 2 を介して戻ってきた冷却水と合流して、貫通路 P 0 2 を通過して冷却水用出口開口 1 1 A d から排出される。

【 0 0 8 4 】

また、貫通路 P 2 1 を介して空間 S 3 に進入した冷却水の一部は、矢印に示すように、貫通路 P 4 1 に向かい、残りは空間 S 3 を通過して、貫通路 P 2 2 側へと向かい、貫通路 P 4 2 を介して戻ってきた冷却水と合流して、貫通路 P 2 2 を介して空間 S 1 に向かう。

【 0 0 8 5 】

10

20

30

40

50

また、貫通路 P 4 1 を介して空間 S 5 に進入した冷却水の一部は、矢印に示すように、貫通路 P 6 1 に向かい、残りは空間 S 5 を通過して、貫通路 P 4 2 側へと向かい、貫通路 P 6 2 を介して戻ってきた冷却水と合流して、貫通路 P 4 2 を介して空間 S 3 に向かう。

【 0 0 8 6 】

これに対し、冷媒用入口開口 1 1 A a 及びパイプ 1 1 A k を介して空間 S 0 に注入された冷媒は、冷却水と同様に、貫通路 P 1 1 を介して空間 S 2 に進入し、ここで冷媒の一部は、貫通路 P 3 1 に向かい、残りは空間 S 2 を通過して、貫通路 P 1 2 側へと向かい、貫通路 P 3 2 を介して戻ってきた冷媒と合流して、貫通路 P 1 2 を通過して、空間 S 0 を介して冷媒用出口開口 1 1 A c から排出される。

【 0 0 8 7 】

また、貫通路 P 3 1 を介して空間 S 4 に進入した冷媒の一部は、貫通路 P 5 1 に向かい、残りは空間 S 4 を通過して、貫通路 P 3 2 側へと向かい、貫通路 P 5 2 を介して戻ってきた冷媒と合流して、貫通路 P 3 2 を介して空間 S 2 に向かう。

【 0 0 8 8 】

また、貫通路 P 5 1 を介して空間 S 6 に進入した冷媒の一部は、不図示の貫通路に向かい、残りは空間 S 6 を通過して、貫通路 P 5 2 側へと向かい、不図示の貫通路を介して戻ってきた冷媒と合流して、貫通路 P 5 2 を介して空間 S 4 に向かう。

【 0 0 8 9 】

本実施の形態では、貫通路 P 0 1、P 2 1、P 4 1、P 6 1 が、冷却水の供給路となり、貫通路 P 0 2、P 2 2、P 4 2、P 6 2 が、冷却水の排出路となっている。また、貫通路 P 1 1、P 3 1、P 5 1 が、冷媒の供給路となり、貫通路 P 1 2、P 3 2、P 5 2 が、冷媒の排出路となっている。このように、各空間を冷媒及び冷却水が並列に通過する方式を、全パス方式という。

【 0 0 9 0 】

本実施形態においても、空間 S 1、空間 S 3、空間 S 5 を通過する冷却水は、これらの空間に交互に隣接する空間 S 0、空間 S 2、空間 S 4、空間 S 6 に注入される冷媒に対して、薄肉のプレート 1 4 A a を隔てて接しており、しかも複数の突起 1 4 A i を設けることで、伝熱面積を増大させるとともに、それぞれの空間を流れる冷却水と冷媒の流れに抵抗を与えて、熱交換効率を高めることができる。特に、図 1 2 に示すように、第 2 の円形孔 1 4 A g と、第 4 の円形孔 1 4 A t が中心 X を挟んで対称に位置しているため、基板 1 4 A b のほぼ全面にわたって冷却水及び冷媒が流れるようになり、さらに熱交換率が高くなる。これにより、小型でありながら、熱交換効率の高い熱交換器 1 0 A を実現できる。

【 0 0 9 1 】

図 1 4 は、第 2 の実施形態に熱交換器 1 0 A のプレート 1 4 a に対して、冷媒または冷却水を供給した場合において、基板 1 4 A b 上を流れる冷媒または冷却水の経路をシミュレーションで示した図である。図 1 4 (a) は、第 2 の円形孔 1 4 A g から第 4 の円形孔 1 4 A t へと冷媒または冷却水が流れる状態を示し、図 1 4 (b) は、第 4 の円形孔 1 4 A t から第 2 の円形孔 1 4 A g へと冷媒または冷却水が流れる状態を示している。

【 0 0 9 2 】

図 1 4 から明らかなように、第 2 の円形孔 1 4 A g から第 4 の円形孔 1 4 A t へと流れる場合でも、第 4 の円形孔 1 4 A t から第 2 の円形孔 1 4 A g へと流れる場合でも、突起 1 4 A i を通過するごとに、冷媒または冷却水の一部が中心 X から離れるように流れの方向が変化する。これにより、冷媒または冷却水を基板 1 4 A b 全体にわたって流すことができるため、熱交換効率を高めることができる。

【 0 0 9 3 】

なお、本発明は上述の実施形態に限定されない。本発明の範囲内において、上述の実施形態の任意の構成要素の変形が可能である。また、上述の実施形態において任意の構成要素の追加または省略が可能である。

【 0 0 9 4 】

例えば、プレートの基板の形状は円形に限られず、各辺が等しく辺の数が 4 の倍数であ

10

20

30

40

50

って、隣接する二辺の交差角が等しい図形の形状（例えば、辺の数が4の倍数の正多角形）であれば足りる。かかる場合、角をプレートの位置決め基準に用いることができるため、必ずしも切欠を設ける必要はない。

【符号の説明】

【0095】

1 電池冷却システム

2 冷凍サイクル

3 電池冷却回路

10、10A 熱交換器

11、11A 第1円盤部

12、12A 第2円盤部

13、14A プレート積層部

10

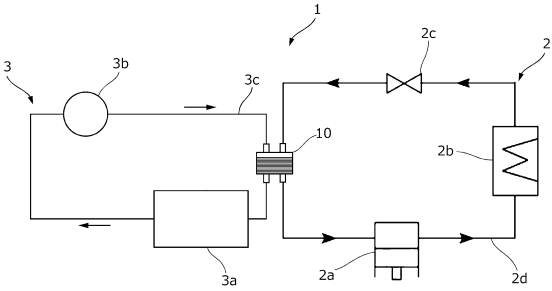
20

30

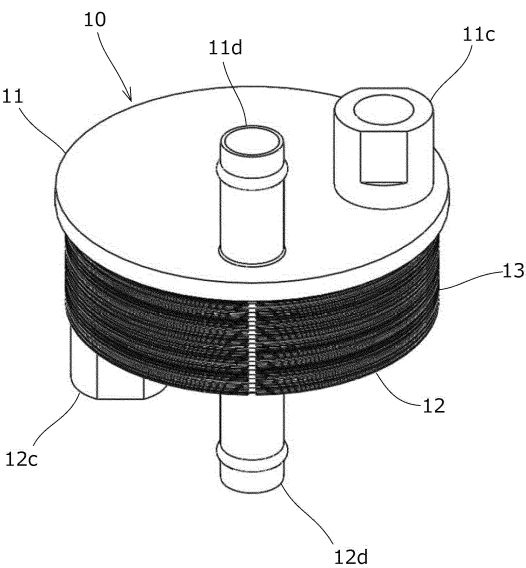
40

50

【図面】
【図 1】



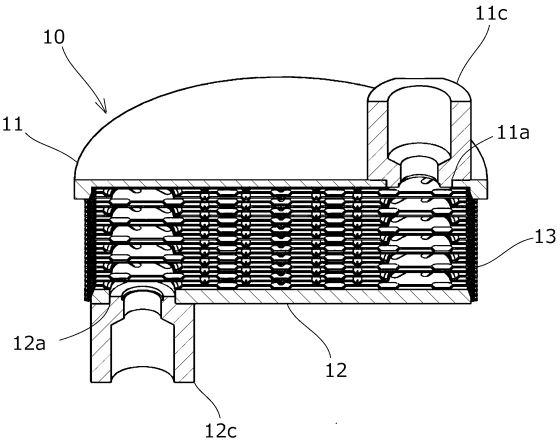
【図 2】



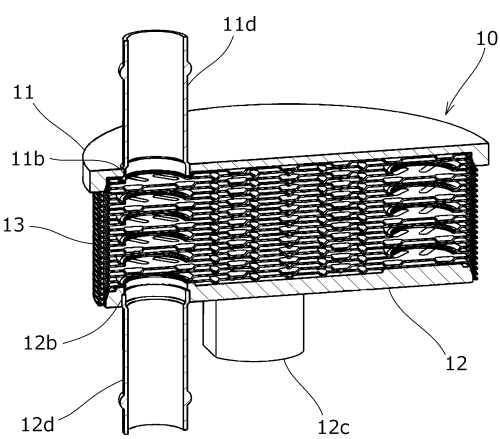
10

20

【図 3】



【図 4】

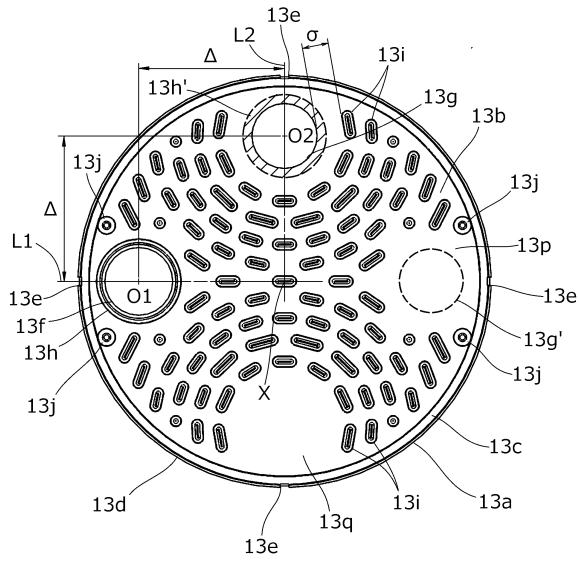


30

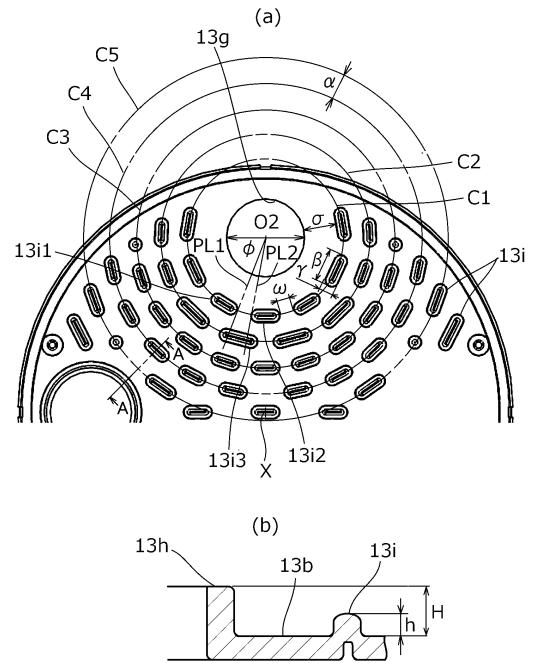
40

50

【 図 5 】



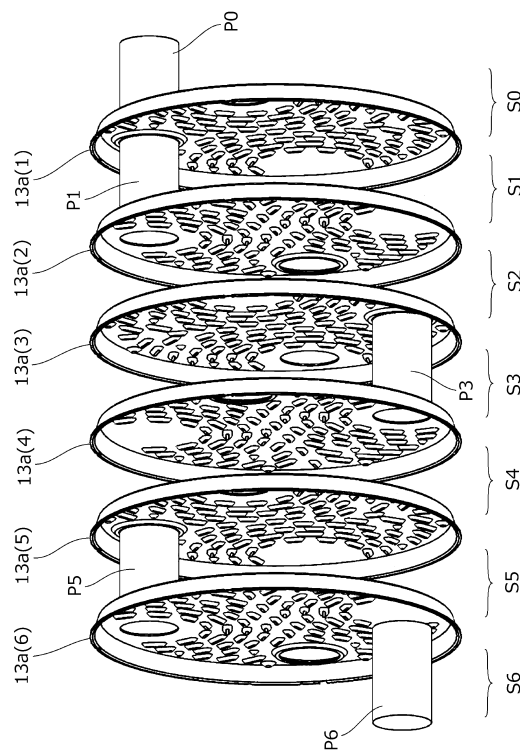
【圖 6】



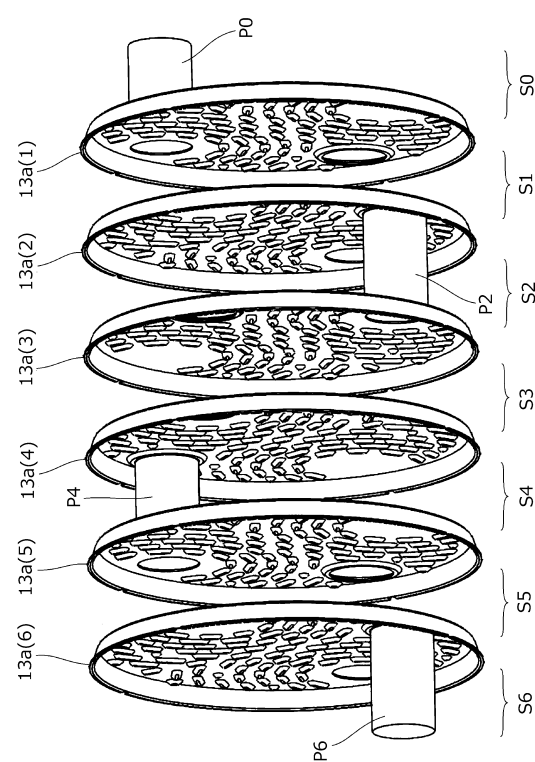
10

20

【圖 7】



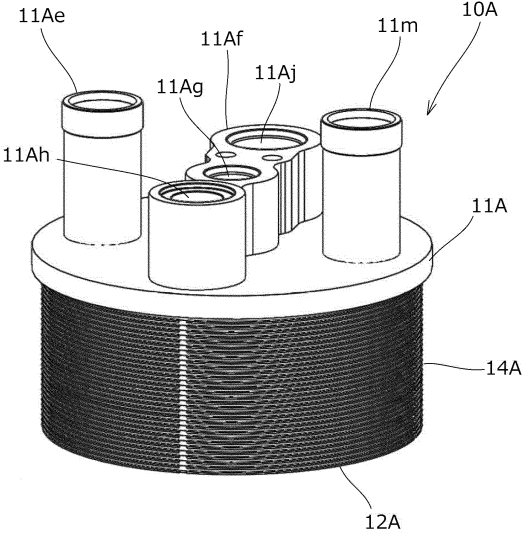
【 図 8 】



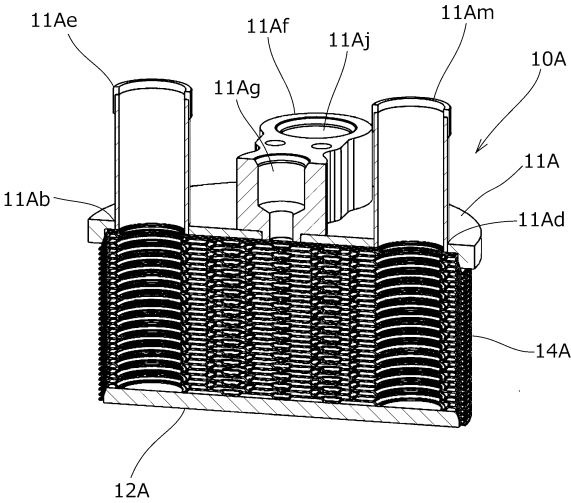
30

40

【図 9】



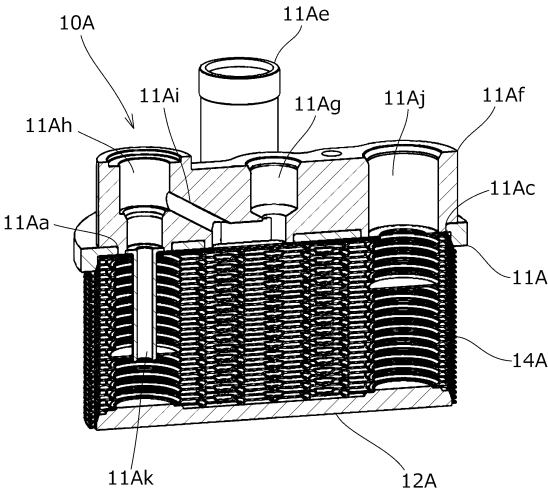
【図 10】



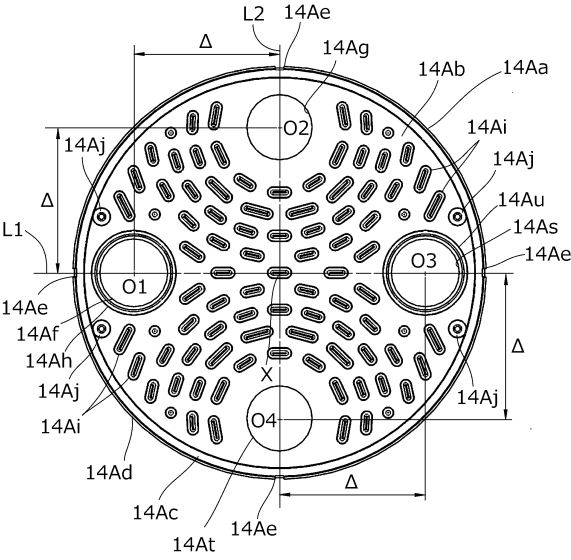
10

20

【図 11】



【図 12】

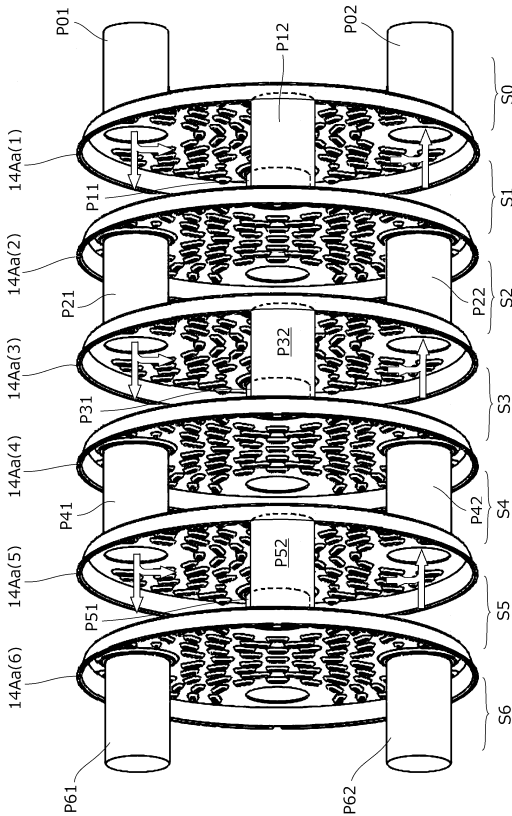


30

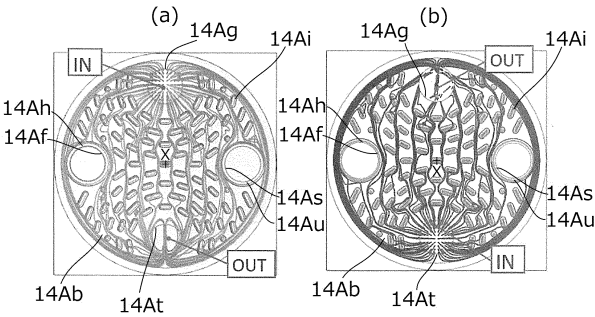
40

50

【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 0 0 7 4 1 0 (J P , A)
 特開 2 0 1 9 - 1 9 0 7 9 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 0 - 1 8 0 0 7 7 (J P , A)
 中国実用新案第 2 1 2 2 0 5 7 6 0 (C N , U)
 特開平 1 0 - 0 9 6 5 9 6 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-------------------|
| F 2 8 F | 3 / 0 4 |
| F 2 4 F | 3 / 0 8 |
| F 2 8 D | 9 / 0 0 - 9 / 0 2 |