

(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
2010年8月26日(26.08.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/095452 A1

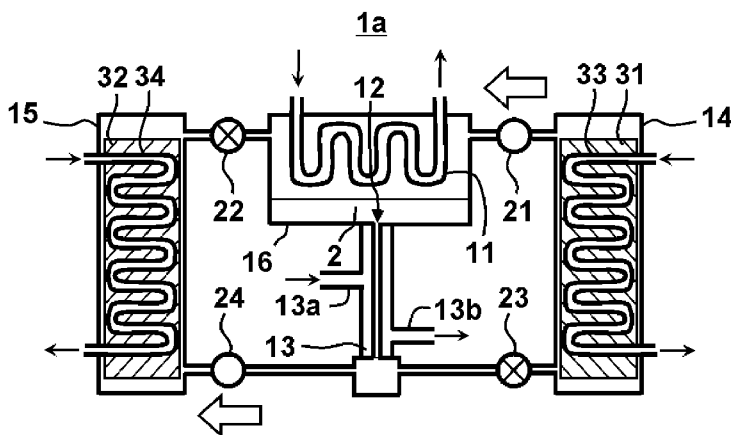
- (51) 国際特許分類:
F25B 17/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/001080
- (22) 国際出願日: 2010年2月19日(19.02.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-036783 2009年2月19日(19.02.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 眞鍋敏夫 (MANABE, Toshio) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 吉田宏章 (YOSHIDA, Hiroaki) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 武井文雄 (TAKEI, Fumio) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 安曾
- 徳康 (ASO, Noriyasu) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 横山 淳一 (YOKOYAMA, Junichi); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号富士通株式会社内 Kanagawa (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) Title: HEAT PUMP

(54) 発明の名称: ヒートポンプ

[図1]



(57) Abstract: Provided is a heat pump for converting thermal energy to cold energy using the transformation of latent heat associated with the phase change of a refrigerant, wherein the amount of heat exchange per volume of an apparatus is large. The heat pump is comprised of a refrigerant accumulating device in which a substance for accumulating a refrigerant is disposed, and a heating means for heating the substance to discharge the refrigerant is provided; a passage, one end of which is connected to the refrigerant accumulating device, to hold the refrigerant discharged from the substance in the refrigerant accumulating device using capillary action; a first heat exchanger provided between the refrigerant accumulating device and the passage and/or around the passage, to exchange the heat of the refrigerant and to condense the refrigerant; and a second heat exchanger provided around the passage, to exchange the cold heat generated by the evaporation of the refrigerant from the other end of the passage.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/095452 A1

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

冷媒の相変化に伴う潜熱の移動を利用して熱エネルギーを冷熱に変換するヒートポンプにおいて、装置の体積あたりの熱交換量が高いヒートポンプを提供する。冷媒を蓄積する物質が配置され、該冷媒を放出するために該物質を加熱する加熱手段を備える冷媒蓄積器と、前記冷媒蓄積器に一端が接続され、前記冷媒蓄積器にて前記物質から放出された前記冷媒を毛細管現象により保持する流路と、前記冷媒蓄積器と前記流路との間及び／又は前記流路の周囲に設けられ、前記冷媒を凝縮させるために前記冷媒と熱交換を行う第 1 熱交換器と、前記流路の周囲に設けられ、前記流路の他端から前記冷媒が蒸発することで生じる冷熱を交換する第 2 熱交換器とを有することを特徴とするヒートポンプ。

明 細 書

発明の名称： ヒートポンプ

技術分野

[0001] 本発明は、冷媒の相変化に伴う潜熱の移動を利用して、熱エネルギーを冷熱に変換するヒートポンプに関するものである。

背景技術

[0002] 地球温暖化防止やエネルギー資源の保全など、環境負荷低減のための技術開発の重要性が近年、急速に増大している。その中で、これまで利用価値がなく捨てていた廃熱を回収および再利用する技術が注目を集めている。

[0003] そのひとつが、吸着式ヒートポンプである。吸着式ヒートポンプは、吸着質（例えば水、メタノール等）が吸着剤（例えばシリカゲル、活性炭等）に対して吸脱着する際に生じる潜熱の移動を利用することで、100℃以下の低質な熱エネルギーを有用な冷熱に変換する技術である。脱着時の温度は、吸着剤によっては60℃程度の比較的低い温度である。このため、種々の低温廃熱からエネルギーを回収できる技術として、吸着式ヒートポンプは多くの研究がなされてきた。

[0004] 吸着式ヒートポンプは、凝縮器および蒸発器を備える。熱を移動させる作動媒体となる吸着質は、吸着剤から脱着した後、凝縮器で冷却され蒸気から液体に相変化する。液体の吸着質は、外部に冷熱を搬送する蒸発器に送られる。蒸発器は、液体の吸着質を気化させることにより冷熱を生成する。これら凝縮器及び蒸発器は、効率やサイズの観点からは必ずしも最適な構造とは言えない。例えば、蒸発器から凝縮器への蒸気の逆流を防ぐために、水が流路を塞ぐように蒸発器と凝縮器との間に液体の吸着質を余分に溜めておく場合が多い。また、冷熱が流路を伝わってロスするのを防ぐために、凝縮器と蒸発器の間は長い管でつなぎ、距離を離して配置する場合が多い。これらの点から、ヒートポンプが大型化する傾向にある。また、熱交換器に冷熱を渡すために蒸発器の近傍に溜めておく液体の吸着質は、液体の水は減圧下で突

沸、飛散するおそれがある。飛散した水滴が壁面等に付着すると、冷熱をロスし、熱変換効率の低下を招く。このように、装置が大型であることや、効率を高めることが難しいことなどから、現状、吸着式ヒートポンプの実用化は限られた用途にとどまっている。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開平05-272832号公報
特許文献2：特開2002-100891号公報
特許文献3：特開平05-52446号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 本発明は、冷媒を相変化させる際の潜熱の移動を利用して熱エネルギーを冷熱に変換するヒートポンプにおいて、装置の体積あたりの熱交換量が大きいヒートポンプを提供する。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の一側面によると、
冷媒を蓄積する物質が配置され、該冷媒を放出するために該物質を加熱する加熱手段を備える冷媒蓄積器と、
前記冷媒蓄積器に一端が接続され、前記冷媒蓄積器にて前記物質から放出された前記冷媒を毛細管現象により保持する流路と、
前記冷媒蓄積器と前記流路との間及び／又は前記流路の周囲に設けられ、前記冷媒を凝縮させるために前記冷媒と熱交換を行う第1熱交換器と、
前記流路の周囲に設けられ、前記流路の他端から前記冷媒が蒸発することで生じる冷熱を交換する第2熱交換器と
を有することを特徴とするヒートポンプが提供される。

発明の効果

- [0008] 本発明は、冷媒を相変化させる際の潜熱の移動を利用して熱エネルギーを

冷熱に変換するヒートポンプにおいて、装置の体積あたりの熱交換量が大きいヒートポンプを提供する。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1] 図 1 は、第 1 実施形態のヒートポンプを示す模式的断面図である。
- [図2] 図 2 は、第 1 実施形態のヒートポンプの一部分を拡大した斜視図である。
- [図3] 図 3 は、毛細管と第 2 熱交換器を用いたシミュレーション条件を示す斜視図である。
- [図4] 図 4 A 及び図 4 B は、上記シミュレーションの結果を示すグラフである。
- [図5] 図 5 は、第 2 実施形態のヒートポンプを示す模式的断面図である。
- [図6] 図 6 は、図 5 に示されるヒートポンプの一部分を拡大した斜視図である。
- [図7] 図 7 は、第 2 実施形態の変形例のヒートポンプを示す模式的断面図である。
- [図8] 図 8 は、図 7 に示されるヒートポンプの一部分を拡大した斜視図である。
- [図9] 図 9 は、第 3 実施形態のヒートポンプを示す模式的断面図である。
- [図10] 図 10 は、第 3 実施形態のヒートポンプの一部分を拡大した斜視図である。
- [図11] 図 11 は、第 3 実施形態のヒートポンプの変形例を示す模式的断面図である。
- [図12] 図 12 は、第 4 実施形態のヒートポンプを示す模式的断面図である。
- [図13] 図 13 は、第 5 実施形態のヒートポンプを示す模式的断面図である。
- [図14] 図 14 は、第 6 実施形態のヒートポンプを示す模式的断面図である。
- [図15] 図 15 A ~ 15 C は、第 6 実施形態のヒートポンプの製造方法を示す模式図である。
- [図16] 図 16 A ~ 16 C は、第 7 実施形態のヒートポンプとその製造方法を

示す模式図である。

[図17] 図17A～17Cは、第8実施形態のヒートポンプとその製造方法を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0010] 図1は、第1実施形態のヒートポンプを示す模式的断面図である。図1に示すヒートポンプは、吸着式ヒートポンプと呼ばれる。吸着式ヒートポンプにおいて、減圧した容器の中に吸着剤と、気化可能であり吸着剤に対して吸脱着が可能な吸着質（冷媒）とが封入されている。気体の吸着質が吸着剤に吸着されることにより雰囲気中の吸着質の蒸気圧が減少し、液体の吸着質が気化される。この気化の際、吸着質は熱を奪われるため、液体の吸着質と熱交換器とを接触させておくことにより冷熱を取り出すことができる。次に、吸着剤に吸着した吸着質は温熱を用いて加熱することにより脱着する。脱着した吸着質は冷却水などを用いて冷やすことにより凝縮して液体に戻る。上記、吸着と脱着の工程を繰り返すことにより、温熱から冷熱を生み出すことができる。

[0011] 図1に示す吸着式ヒートポンプ1aは、気体の吸着質を液体に凝縮可能な第1熱交換器11と、第1熱交換器11で凝縮した吸着質を毛管現象により保持する第1流路12と、第1流路12から冷熱を搬送する第2熱交換器13と、第1流路の両端にそれぞれ接続された2つの吸着器14、15を含んでなる。第1熱交換器11は、第1流路12と吸着器14との間に設けられた凝縮室16の中に設けられている。凝縮室16と吸着器14及び15との間に、凝縮室16と吸着器14、15との間の空間の開閉を行うバルブ21、22が設けられている。また、第1流路12における凝縮室16が設けられた反対側の端部と吸着器14、15との間には、空間の開閉を行うバルブ23、24が設けられている。凝縮室16、第1流路12、吸着器14及び15は、内部に密閉された空間を備える。吸着式ヒートポンプ1aの使用時において、この空間は通常減圧されている。

[0012] 吸着器14及び15は、内部に液体を流すことが可能な管状部材33及び

34がそれぞれ設けられている。また、管状部材33及び34の周囲には、それぞれ吸着剤31及び32が配置されている。

[0013] 吸着剤31及び32は、吸着器14及び15の雰囲気下において、吸着質を吸脱着させることが可能な材料である。吸着剤31及び32の表面において、特定の温度以上で吸着質の脱着が支配的に起こり、それより低い温度では吸着が支配的に起こる。吸着剤31及び32に用いられる材料として、例えば、吸着質が水の場合、シリカゲル、ゼオライト、活性炭などが用いられ、吸着質がメタノールやエタノールなどのアルコールの場合、活性炭が用いられる。これらの吸着剤31及び32の表面から吸着質を脱着させる時に必要な温度は60℃程度である。これらの吸着剤は、例えば100℃以下の比較的低温の廃熱からエネルギーを回収するために好ましく用いられる。

[0014] 管状部材33及び34は、吸着剤31及び32の温度を制御する手段として設けられる。管状部材33及び34には、吸着剤31及び32からの吸着質の脱着が支配的となる温度に制御するための熱移送用媒体としての第1流体、又は吸着質31及び32への吸着質の吸着が支配的となる温度に制御するための熱移送用媒体としての第2流体のうち一方を選択して流す。第1流体は、例えば、廃熱源から生じる熱を搬送し吸着剤を加熱する。吸着剤を加熱した第1流体は、通常、廃熱源の近傍と吸着剤の近傍との間を還流する。第2流体は、例えば水道水であり、吸着剤を冷却する。吸着剤を冷却した第2流体はそのまま排水してもよいし、室外機で冷却して室外機と吸着剤の近傍との間で還流させてもよい。第1流体及び第2流体の種類は特に限定されないが、熱容量及び熱伝導率が高い水が好ましく用いられる。なお、図1において管状部材33及び34は管状であるが、その代わりに、吸着剤31及び32と熱交換する機能を備えるものであればいかなる形状の部材を用いてもよい。例えば、管状部材の外形及び内部形状は円筒形に限定されるものではなく、それぞれ角筒形であってもよい。

[0015] 図1において、バルブ21及び24は開いた状態であり、バルブ22及び23は閉じた状態である。吸着剤31から吸着質が脱着し、吸着剤32に吸

着質が吸着した状態を初期状態とする。このとき、廃熱源から生じる熱を蓄えた第1流体を管状部材33に流すことにより吸着剤31は加熱され、吸着質は吸着剤31から脱着する。一方、吸着剤への吸着が支配的になるように第2流体を管状部材34に流すことにより、吸着質は吸着剤32へ吸着する。

[0016] 第1熱交換器11は、吸着剤から脱着した気体の吸着質を液体へ相変化させるための冷却装置である。第1熱交換器11は凝縮室16の内部に設けられる。図1において、吸着器14から発生した気体の吸着質がバルブ21を經由して凝縮室16に流入する。流入した吸着質は第1熱交換器11によって冷却され、液体へと相変化する。液体の吸着質2は、凝縮室16の下部にたまる。第1熱交換器11は、例えば液体の流路である。(以下、この液体の吸着質の流路を第2流路と称呼することがある。)この流路は、例えば管状部材で構成される。この管状部材内に、熱搬送用媒体として、吸着質の凝縮点よりも低い温度の第3流体を流すことにより、管状部材の表面に吸着質を凝縮させることができる。図1において第1熱交換器11は管状であるが、第1熱交換器11の形状は特に限定されるものではない。例えば、第1熱交換器11の外形及び内部形状は円筒形に限定されるものではなく、それぞれ角筒形であってもよい。

[0017] 第1流路12は、吸着器14及び15に両端を接続され、一端から送られる吸着質を毛細管現象により保持することができる。第1流路12の一端は、凝縮室16を經由して吸着器14及び15に接続されている。図1において、凝縮室16の下部にたまった液体の吸着質2は、毛細管現象により第1流路12へ流入し、第1流路12の内部に保持される。

[0018] 毛細管現象の有無は、第1流路12内部の材質、第1流路12の形状、及び吸着質の種類などによって決まる。例えば、吸着質が水であり、第1流路12の内部がステンレス製で且つ管状である場合、例えば第1流路の径が0.01~1mmのとき毛細管現象が生じる。

[0019] 毛細管現象が生じることは、例えば、吸着質の液面と第1流路12の一端

とを接触させたときに、吸着質が第1流路12内部へ流入することにより確認することができる。また、第1流路12が一方向に伸びる形状であるならば、吸着質を内部に入れた第1流路12が伸びる方向が重力方向と平行な状態で、吸着質が第1流路12の下端から漏れないことにより確認することができる。

[0020] 第1流路12に保持された液体の吸着質は、凝縮室と接続された端部とは反対側の端部から気化し、冷熱を生じる。液体の吸着質の気化は次のようにして起きる。吸着質を脱着した吸着剤32が気体の吸着質を吸着することにより、吸着器15と第1流路12との間の雰囲気における吸着質の分圧が減少する。よって、その雰囲気と流路12に保持された吸着質2との間における吸着質の気液平衡は気体側へと移動する。よって、流路12に保持された液体の吸着質は、凝縮室と接続された端部とは反対側の端部から気化する。

[0021] 第1流路12の形状は特に限定されるものではないが、例えば、管状部材により構成することができる。管状部材で構成される第1流路12は、生じた冷熱を第2熱交換機13へ搬送する効率が高い点から好ましい。また第1流路12の外形及び内部形状は、例えば、それぞれ角筒形であってもよい。

[0022] また、第1流路12は、例えば、管状部材の内部に充填された多孔質体の空孔であってもよい。多孔質体は、毛細管現象により内部に吸着質を保持可能な細い管状部材よりも取り扱いや加工が容易である。毛細管現象は多孔質体の空孔により生じるため、管状部材の形状及び大きさを任意に設定できる。

[0023] 第2熱交換器13は、毛細管現象により第1流路12内に保持された吸着質が第1流路12の凝縮室16と接続された端部と反対側の端部から気化することで生じる冷熱を外部に搬送するために設けられる。第2熱交換器13は、第1流路12の側に設けられる。

[0024] 図2は、第1実施形態のヒートポンプのうち、管状部材で構成される第1流路12、及び第2熱交換器13を拡大した斜視図である。図2において、第2熱交換器13の外壁の一部は省略して描かれている。管状部材で構成さ

れる第1流路12は、例えば、流入口13a及び流出口13bを備える筐体状の第2熱交換器13の中に設けられ、第1流路12と第2熱交換器13の内部とは遮断されている。換言すれば、第2熱交換器13は、例えば、第1流路12を取り囲むように設けられた流路（以下、この流路を第3流路と称呼する。）であり、管状部材で構成される第1流路12の管の内部と、第2熱交換器13の内部とは隔壁18、19により遮断されている。この第3流路に熱搬送用媒体として液体（以下、この液体を第4流体と称呼する。）を流すことにより、第1流路12の端部で生じた冷熱を外部に搬送することができる。この第4流体は、流入口13aから第3流路13へ流入し、更に第3流路13から流出口13bへ流出する。この第4流体により流出口13bから外部に搬送された冷熱は、例えば冷却に用いられる。冷却に用いられた第4流体は、通常、第2熱交換器13へ還流される。図2において第2熱交換器13は管状であるが、第2熱交換器13の形状は特に限定されるものではない。例えば、第2熱交換器13の外形及び内部形状は円筒形に限定されるものではなく、それぞれ角筒形であってもよい。

[0025] 上記毛細管と第2熱交換器を用いて効率的な熱交換を行えるかを、シミュレーションによって検討した。シミュレーション条件は、図3に示されるように、直径0.3mm、肉厚0.1mm（内径0.1mm）、長さ200mmのステンレス製毛細管72の下端に冷熱源73を置き、毛細管72の外側と毛細管72を取り囲む直方体（毛細管の径方向の二辺a、bは0.6mm、長さ方向の辺cは200mm）との間に挟まれた領域に下方向の水を流す。このとき、毛細管72を伝わった熱損失量と外部水流による熱回収量とで、どちらが大きくなるかを調べた。なお、毛細管72の内部には、水が流動することなく保持されている状態とみなし、水を満たした。環境温度は30℃とした。冷熱源73は、既存の蒸発器で得られる単位面積当たりの冷熱出力を参考に、 $-7.8 \times 10^{-5} \text{W}$ 、および $-1.0 \times 10^{-2} \text{W}$ とした。外部水流の流速は0.000001~1m/sの間で変化させた。

[0026] 図4は、上記シミュレーションの結果を示すグラフである。図4A、図4

Bは、冷熱源73の冷熱出力がそれぞれ $-7.8 \times 10^{-5} \text{W}$ 、 $-1.0 \times 10^{-2} \text{W}$ のとき、外部水流の流速 (m/s) と毛細管の上部72t及び下部72bにおける温度 ($^{\circ}\text{C}$) との関係を示すグラフである。いずれの冷熱出力の場合も毛細管の上部72tの温度は変化しなかった。また、冷熱源73に接している毛細管下部72bの温度は、外部水流を流速 1 cm/s 程度以上で流すことにより、環境温度と等しくなった。これにより、冷熱源73で発生した冷熱は毛細管72を伝わって上部に達する前に、外部水流によってほぼすべて回収されることが分かり、毛細管と第2熱交換器とを用いた上記ヒートポンプが効率よく冷熱を外部に搬送可能であることが確認された。

[0027] 第1実施形態のヒートポンプの製造方法は特に限定されない。第1熱交換器11、第1流路12、第2熱交換器13、隔壁18、19、管状部材33、34は、それぞれ、市販の管、板、バルク材料を用い、切削、変形、溶接、ろう接、樹脂製接着剤を用いた接着などの一般的な加工方法により形成できる。また、吸着器14、15、凝縮室16も、市販材料を用い、切削、変形、溶接、ろう接などの一般的な加工方法により形成できる。第1流路12が樹脂で構成される場合、隔壁18は吸着質に不溶の接着剤で構成されてもよい。第1流路12が金属で構成される場合、隔壁18は溶接、ろう接などにより形成される。また、隔壁18と凝縮室16の外壁とが共用されていてもよい。

[0028] 第1実施形態のヒートポンプの運転手順は特に限定されない。例えば、吸着剤31に吸着質が吸着され、吸着剤32から吸着質が脱着した状態を初期状態とする。このとき、管状部材33へ第1流体を搬送し、管状部材34へ第2流体を搬送する。バルブ21及び24は開いた状態にし、バルブ22及び23は閉じた状態にする。すると、吸着器14において吸着剤31は吸着質を脱着し（脱着工程と呼ぶ）、吸着器15において吸着剤32は吸着質を吸着する（吸着工程と呼ぶ）ため、上記説明のとおり、第2熱交換器13から外部へ冷熱を搬送することができる。

[0029] 暫くすると、吸着剤31から脱着可能な吸着質は少なくなり、第1流路1

2への吸着質の供給は少なくなる。一方、吸着剤32への吸着質の吸着能力は低下し、第1流路12の端部において吸着質の気化が生じにくくなり、冷熱を生じにくくなる。このとき、管状部材33へ第2流体を搬送し、管状部材34へ第1流体を搬送する。バルブ22及び23は開いておき、バルブ21及び24は閉じる。すると、吸着器15においては、脱着工程が進行し、一方吸着器14においては吸着工程が進行する。よって、上記説明のように、第2熱交換器13から外部へ冷熱を搬送することができる。

[0030] また、脱着工程と吸着工程とを段階的に行ってもよい。例えば、吸着剤31及び32が吸着質を吸着した状態で、管状部材33及び34に第1流体を流し、バルブ21及び22を開き、バルブ23及び24を閉じることにより、吸着器14及び15の両方で脱着工程が行われる。吸着剤31及び32に吸着した吸着質が少なくなったら（すなわち、凝縮室16における吸着質の凝縮量が少なくなったら）、バルブ21及び22を閉じ、バルブ23及び24を開けた状態にして、吸着器14及び15の両方で吸着工程を行う。このとき、第2熱交換器13から外部へ冷熱を搬送することができる。

[0031] 第1実施形態のヒートポンプにおいて2つの吸着器14及び15が用いられているが、吸着器（冷媒蓄積器）の数は1つでもよいし、3つ以上でもよい。

[0032] なお、後述の第2～第5実施形態のヒートポンプの運転手順も、第1実施形態と同様、特に限定されるものではない。

[0033] 上記第1実施形態のヒートポンプは、第1熱交換器と第2熱交換器との間で熱の交換が起こらないように間をあける必要がないため小型化することができる。また、第1流路を取り囲むように第2熱交換器が設けられるため、第1流路に保持される液体の吸着質と第2熱交換器との接触面積を増やすことができる点、及び第1流路に保持される吸着質の温度ムラが小さくなるため突沸を防止することができる点から、熱交換効率が向上する。

[0034] また、構造上、第2熱交換器に対する吸着質の接触面積を大きくできるので、第2熱交換器に対して液体の吸着質を散布して熱交換効率を向上させる

ためのポンプは不要である。このように構造がシンプルで余分な駆動装置が必要ないため、第1実施形態のヒートポンプは小型化できる。

[0035] 図5は、第2実施形態のヒートポンプ1bを示す模式的断面図である。図6は、図5に示されるヒートポンプ1bのうち、管状部材で構成される第1流路12、第2流路11、及び第3流路13を拡大した斜視図である。図6において、第2熱交換器13の外壁の一部は省略して描かれている。なお、以下の説明において、第1実施形態のヒートポンプ1aと同様の部分については説明を省略する。

[0036] 図5及び図6において、第1熱交換器11は第1流路12の周りに設けられている。管状部材で構成される第1流路12は、例えば、流入口11a及び流出口11bを備える筐体状の第1熱交換器11、及び流入口13a及び流出口13bを備える筐体状の第2熱交換器13の中に設けられ、第1流路12と第1熱交換器11の内部と第2熱交換器13の内部とは遮断されている。換言すれば、第1熱交換器11と第2熱交換器13には、それぞれ流体を流すことが可能な空洞状の第2流路（以下、第2流路11と称呼する場合がある。）と第3流路（以下第3流路13と称呼する場合がある。）が設けられている。第1熱交換器11と第2熱交換器13との間には、第2流路11及び第3流路13にそれぞれ流される第3流体及び第4流体が混ざらないように隔壁17が設けられている。第1流路12は、隔壁17により隔てられておらず、第1流路12の第1熱交換器11側と第2熱交換器13側とは連通している。また、第1流路12の内部と第1熱交換器11の内部とは隔壁18により遮断され、第1流路12の内部と第2熱交換器13の内部とは隔壁19により遮断されている。第3流体は、流入口11aから第2流路11へ流入し、更に第2流路11から流出口11bへ流出する。第4流体は、流入口13aから第3流路13へ流入し、更に第3流路13から流出口13bへ流出する。

[0037] 第3流体が第2流路11を流れると、第1流路12の温度は、吸着質の凝縮点より低く保たれる。吸着器14又は15から第1流路12内へ流入した

吸着質は、第1流路12の内部で気体から液体へ相変化し、第1流路の内部で液体の状態保持される。このように第1流路12の内部で吸着質の凝縮が可能な第2実施形態のヒートポンプ1bは、吸着器14及び15と第1流路12との間に、凝縮した吸着質を溜めておく凝縮室が独立して設けられていない。第1流路12の内部が凝縮室として機能している。第1流路12と、第1熱交換器11と、第2熱交換器13とは一体化されている。ゆえに、ヒートポンプの大きさを更に小さくすることができる。また、第2実施形態のヒートポンプ1bは、第1実施形態のヒートポンプ1aと同様、熱交換効率が向上する。

[0038] 第1流路12の内部における液体の吸着質の流動は、液体の自重により生じるものであってもよいが、第1流路12の第2熱交換器側の端部の雰囲気圧力が、第1流路12の第1熱交換器側の端部の雰囲気圧力よりも小さいことにより生じるものであってもよい。すなわち、上記実施形態のヒートポンプにおいて第1流路12は、その内部に保持される液体の吸着質の移動方向が垂直になるように描かれているが、本発明のヒートポンプにおいて、第1流路は、例えば、その内部に保持される液体の吸着質の移動方向が水平になるように配置されていてもよい。

[0039] 第2実施形態のヒートポンプの製造方法は、第1実施形態のそれと同様、特に限定されるものではなく、第2実施形態のヒートポンプは一般的な加工方法により形成できる。

[0040] 図7は、第2実施形態の変形例のヒートポンプ1cを示す模式的断面図である。図8は、図7に示されるヒートポンプ1cのうち、管状部材で構成される第1流路12、第2流路及び第3流路11、13を拡大した斜視図である。なお、以下の説明において、第2実施形態のヒートポンプ1bと同様の部分については説明を省略する。図8において、第2熱交換器13の外壁の一部は省略して描かれている。

[0041] 図7に示されるヒートポンプ1cは、第1熱交換器11と第2熱交換器13との間に隔壁が設けられていないため、第2流路と第3流路の境界が存在

しない。よって、流入口 1 1 a から流入する第 3 流体と、流入口 1 3 a から流入する第 4 流体とが、第 2 流路及び第 3 流路 1 1、1 3 において混合する。第 3 流体は、通常第 4 流体よりも温度が高いため、第 2 流路及び第 3 流路 1 1、1 3 の上方へ向かう傾向にある。一方、第 4 流体は、通常第 3 流体よりも温度が低いため、第 2 流路及び第 3 流路 1 1、1 3 の下方へ向かう傾向にある。よって、流出口 1 1 b からは主に第 2 流体が流出し、流出口 1 3 b からは主に第 3 流体が流出する。以上より、図 7 に示されるヒートポンプ 1 c は、熱交換効率の点からにおいて図 5 に示される第 2 実施形態のヒートポンプ 1 b より劣るが、ヒートポンプの小型化できる点において優れている。

[0042] 図 9 は、第 3 実施形態のヒートポンプ 1 d を示す模式的断面図である。なお、以下の説明において、第 2 実施形態のヒートポンプ 1 b と同様の部分については説明を省略する。図 9 において、第 1 流路 1 2 は複数存在する。各第 1 流路 1 2 は管状部材（以下、管状部材 1 2 と称呼する場合がある。）からなり、それぞれの両端は、吸着器 1 4 及び 1 5 に接続されている。

[0043] 第 1 熱交換器 1 1 は、吸着質の凝縮点よりも低い温度の第 3 流体を流すために、複数の管状部材 1 2 の間隙に設けられる第 2 流路（以下、第 2 流路 1 1 と称呼する。）である。第 2 熱交換器 1 3 は、第 1 流路 1 2 の端部で生じた冷熱を外部に搬送する第 4 流体を流すために、前記第 2 流路と隔壁 1 7 で隔てられて前記複数の管状部材 1 2 の間隙に設けられる第 3 流路（以下、第 3 流路 1 3 と称呼する。）である。管状部材 1 2 は隔壁 1 7 により隔てられておらず、管状部材 1 2 の第 1 熱交換器 1 1 側と第 2 熱交換器 1 3 側とは連通している。

[0044] 図 1 0 は、第 3 実施形態のヒートポンプ 1 d のうち、複数の管状部材 1 2、第 2 流路 1 1、及び第 3 流路 1 3 を拡大した斜視図である。図 1 0 において、第 2 流路 1 1 及び第 3 流路 1 3 の外壁の一部は省略して描かれている。吸着質の凝縮点よりも低い温度の第 3 流体は、流入口 1 1 a から第 2 流路 1 1 へ流入し、更に第 2 流路 1 1 から流出口 1 1 b へ流出する。

[0045] 第 3 流体が第 2 流路 1 1 を流れると、複数の管状部材 1 2 の内部の温度は

、吸着質の凝縮点より低く保たれる。吸着器 1 4 又は 1 5 から管状部材 1 2 内へ流入した吸着質は、管状部材 1 2 の内部で気体から液体へ相変化し、管状部材 1 2 の内部で液体の状態では保持される。

[0046] このように複数の管状部材 1 2 の内部で吸着質の凝縮が可能な第 3 実施形態のヒートポンプ 1 d は、第 2 実施形態のヒートポンプ 1 b と同様に、吸着器 1 4 及び 1 5 と第 1 流路 1 2 との間に、凝縮した吸着質を溜めておく凝縮室が独立して設けられていない。ゆえに、ヒートポンプの大きさを更に小さくすることができる。更に、第 3 実施形態のヒートポンプ 1 d は、第 2 実施形態のヒートポンプ 1 b よりも、管状部材 1 2 の数が多いため、管状部材 1 2 の内部に保持される吸着質と第 2 熱交換器 1 2 とを介し、より多くの冷熱を外部に搬送することができる。また、複数の管状部材 1 2 を冷却するための第 2 流路 1 1 を、各管状部材 1 2 にそれぞれ設けるのではなく、一つの流路として設けるため、管状部材 1 2 の数が増えてもヒートポンプの体積の増加は僅かである。

[0047] 第 3 実施形態のヒートポンプは、第 1 実施形態のそれと同様、一般的な加工方法により形成できる。隔壁 1 8、1 9 は、例えば以下の方法で形成できる。まず、複数の管状部材の束の一端を筒状容器に入れ、隔壁を構成する充填剤で複数の管状部材の間隙を埋め、充填剤を硬化させる。充填剤の材料は、例えば、管状部材が樹脂製の場合はウレタン樹脂などの樹脂、管状部材が金属製の場合は半田など低融点の金属である。次いで、充填剤で固定された部分を切断することにより、複数の管状部材が固定された隔壁を形成することができる。

[0048] 図 1 1 は、第 3 実施形態の変形例のヒートポンプ 1 e を示す模式的断面図である。なお、以下の説明において、第 3 実施形態のヒートポンプ 1 d と同様の部分については説明を省略する。図 1 1 に示されるヒートポンプ 1 e は、第 1 熱交換器 1 1 と第 2 熱交換器 1 3 との間に隔壁が設けられていないため、第 2 流路 1 1 を流れる第 3 流体と第 2 熱交換器 1 3 を流れる第 4 流体とが混合する。よって、図 1 1 に示されるヒートポンプ 1 e は、熱交換効率の

点からにおいて図9に示される第3実施形態のヒートポンプ1dより劣るが、ヒートポンプの小型化の点で優れている。

[0049] 図12は、第4実施形態のヒートポンプ1fを示す模式的断面図である。なお、以下の説明において、第3実施形態のヒートポンプ1dと同様の部分については説明を省略する。第4実施形態のヒートポンプ1fは、多孔質体52が内部に充填された管状部材51を備える。管状部材51の両端は吸着器14及び15に接続されている。第1流路として、多孔質体52の内部に存在する空孔が用いられる。空孔は、吸着質が第1熱交換器11側から第2熱交換器13側へ移動できるように、多孔質体の上面52aから下面52bに向かって貫通している。多孔質体52の空孔は任意の形状に成型できるため、多孔質体52の内部に無数の第1流路を設けることができる。多孔質体52は、例えば、粒子状の金属や樹脂、スポンジ状の樹脂、繊維状のガラス、繊維状のカーボンなどを用いて形成することができる。

[0050] 多孔質体52の内部に、管状部材51の一端側に第3流体を流すことが可能な細管からなる第1熱交換器11が埋設され、管状部材51の他端側に第4流体を流すことが可能な細管からなる第2熱交換器が埋設されている。第1熱交換器11は、管状部材51の外部から第1熱交換器11へ第3流体を流入するための流入口11aと、第1熱交換器11から管状部材51の外部へ第3流体を流出するための流出口11bとを備える。第2熱交換器13は、管状部材51の外部から第2熱交換器13へ第4流体を流入するための流入口13aと、第2熱交換器13から管状部材51の外部へ第4流体を流出するための流出口13bとを備える。細管からなる第1熱交換器11及び第2熱交換器13の内部と、第1流路として用いられる多孔質体の空孔とは隔てられ、連通していない。細管からなる第1熱交換器11及び第2熱交換器13は、効率よく熱交換させるために、銅、アルミニウムのように熱伝導性が高い材料で構成されることが好ましく、多孔質体52の内部に均等間隔で配置するのが好ましい。多孔質体52の内部に細管からなる第1熱交換器を埋設する方法としては、例えば、管状部材51を構成する容器の内部に細管

を配置しておき、内部にポリエチレンスポンジ等の連続気泡発泡体（空孔が繋がっている発泡体）を充填する方法や、ガラス繊維やカーボン繊維を含有した樹脂を細管の隙間に吹き付ける方法などが挙げられる。

[0051] 吸着器 1 4 からバルブ 2 1 を経由して送られる吸着質は、バルブ 2 1 に近い多孔質体 5 2 の上面 5 2 a から空孔へ流入し、第 1 熱交換器 1 1 で冷却されることにより空孔の内部で気体から液体へと相変化させることができる。液体の吸着質は毛細管現象により空孔の内部に保持される。保持された吸着質は、バルブ 2 4 に近い多孔質体 5 2 の下面 5 2 b において蒸発する。蒸発により生じた冷熱は第 2 熱交換器 1 3 により外部に搬送される。

[0052] 上記第 4 実施形態のヒートポンプ 1 f は、第 3 実施形態のヒートポンプ 1 d と同様に、ヒートポンプの大きさを小さくすることができ、また、多孔質体の空孔からなる第 1 流路が無数に存在するため第 2 熱交換器の熱交換効率が高い。多孔質体 5 2 は、上記第 1～第 3 実施形態で用いられる毛細管現象により内部に吸着質を保持可能な管状部材よりも、成型、取り扱い、加工が容易である。毛細管現象は多孔質体 5 2 の空孔により生じるため、管状部材 5 1 の形状及び大きさを任意に設定することができる。

[0053] 第 4 実施形態のヒートポンプにおいて、細管からなる第 2 熱交換器は、効率よく熱交換させるため、吸着工程を行う吸着器に近い多孔質体の端部（図 1 2 においては、多孔質体の下面 5 2 b）を通るように設けられることが好ましい。多孔質体の端部の近傍で吸着質の蒸発が起こるからである。また、吸着質が水である場合、空孔の表面は水を保持しやすいように親水的であること、熱交換を妨げないように熱伝導性が高いことが好ましい。

[0054] 図 1 3 は、第 5 実施形態のヒートポンプ 1 g を示す模式的断面図である。第 5 実施形態のヒートポンプ 1 g は、いわゆる、吸収式ヒートポンプである。吸収式ヒートポンプは、上記吸着質と吸着剤の代わりに、吸収質（冷媒）を吸収及び放出可能な吸収液が用いられる。なお、以下の説明において、第 1 実施形態のヒートポンプ 1 a と同様の部分については説明を省略する。

[0055] 図 1 3 に示されるヒートポンプ 1 g は、気体の吸収質を液体に凝縮可能な

第1熱交換器11と、第1熱交換器11で凝縮した吸収質を毛管現象により保持する第1流路12と、第1流路12から冷熱を搬送する第2熱交換器13と、第1流路12の第1熱交換器11から遠い一端に接続された吸収器41、第1流路12の第1熱交換器11に近い一端に接続された再生器42を含んでなる。

[0056] 吸収器41と再生器42との間に、流路43、44が設けられている。流路43は、吸収器41から再生器42へ吸収液を送るための流路であり、その途中に吸収器41から再生器42へ吸収液を送るポンプ45が設けられている。また、流路44は再生器42から吸収器41へ吸収液を送るための流路であり、その途中にバルブ（図示せず）が設けられている。

[0057] 第1熱交換器11は、第1流路12と再生器42との間に設けられた凝縮室16の中に設けられている。凝縮室16と再生器42との間に、バルブ21が設けられている。第1流路12と吸収器41との間にバルブ23が設けられている。

[0058] 凝縮室16、第1流路12、吸収器41は、密閉された空間を内部に備える。吸収式ヒートポンプ1の使用時において、この空間は通常減圧されている。

[0059] 吸収器41及び再生器42の内部には、吸収質を吸収可能な吸収液が入られる。吸収液としては、吸収質が水るとき、例えば臭化リチウム（LiBr）水溶液が用いられる。

[0060] 吸収器41は、第1流路12と吸収器42との間の雰囲気中に含まれる吸収質を吸収する吸収液を入れることが可能な容器である。吸収器41に入れられた吸収液は、雰囲気中に含まれる吸収質を吸収する能力を有するため、第1流路12の端部から吸収質が気化し、冷熱が生成される。吸収液は、吸収質を吸収してその濃度が低下すると、吸収質の吸収能力が低下する。吸収能力が低下した吸収液はポンプ45により再生器42へ送られる。吸収器41は、内部に管状部材46からなる熱交換器を備える。管状部材46の内部に流体を流すことにより、吸収液が吸収質を吸収するときに生じる熱を外部

へ搬送する。

- [0061] 再生器 4 2 は、吸収質を吸収する能力が低下した吸収液を加熱するための容器である。再生器 4 2 は、吸収液を加熱する加熱装置 4 5 を備える。加熱装置 4 5 により加熱された吸収液は雰囲気中に気体の吸収質を放出する。例えば、臭化リチウム水溶液を加熱するとき、約 100°C に昇温する。放出された吸収質は第 1 熱交換器 1 1 において凝縮される。一方、加熱により濃度が上昇した吸収液は流路 4 4 を経由して吸収器 4 1 に戻される。
- [0062] なお、本実施形態において、冷媒収容器は、吸収器 4 1、再生器 4 2、流路 4 3 及び 4 4 の集合体に対応する。
- [0063] 第 5 実施形態の吸収式ヒートポンプ 1 g によれば、第 1 実施形態の吸着式ヒートポンプと同様、小型化が可能であり、また熱交換効率が向上させることができる。
- [0064] 第 5 実施形態のヒートポンプは、第 1 実施形態のそれと同様、一般的な加工方法により形成できる。
- [0065] 図 1 4 は第 6 実施形態の吸着式ヒートポンプ 1 h を示す模式的断面図である。なお、以下の説明において、第 4 実施形態のヒートポンプ 1 f と同様の部分については説明を省略する。
- [0066] 管状部材 5 1 の両端は吸着器 1 4 及び 1 5 の両方に接続されている。毛細管現象によって水を保持できる多孔質の材料からなる多孔質体 7 1 (7 1 a、7 1 b) が管状部材 5 1 の内部に充填される。多孔質体 7 1 は、管状部材 5 1 に充填された多孔質体 7 1 の上部と下部とに、それぞれフィン状の突起 6 1 と 6 2 とを含んで構成される。多孔質体フィン状の突起 6 1、6 2 は、多孔質体 7 1 の体積当りの表面積を増加させる。管状の第 1 熱交換器 1 1 は、多孔質体 7 1 のフィン状の突起 6 1 に接し、管状の第 2 熱交換器 1 3 は、多孔質体 7 1 のフィン状の突起 6 2 に接する。
- [0067] 多孔質体 7 1 は、例えば平板状やシート状の多孔質体 7 1 a 及び 7 1 b を含んで形成される。多孔質体 7 1 a の主面の大きさは、多孔質体 7 1 b の主面の大きさよりも小さい。サイズの異なる多孔質体 7 1 a と多孔質体 7 1 b

とを重ね合わせることにより、フィン状の突起61、62が形成される。

[0068] 多孔質体71はその内部に無数の空孔を備える。空孔は、吸着質が第1熱交換器11側から第2熱交換器13側へ移動できるように、少なくとも多孔質体71の上部から下部に向かって貫通している。この空孔を第1流路として用いる。多孔質体71は、例えば、粒子状の金属や樹脂、スポンジ状の樹脂、繊維状のガラス、繊維状のカーボンなどを用いて形成することができる。さらに、多孔質体71は、水を保持しやすいよう表面が親水的であること、熱交換を妨げないように熱伝導性が高いことが好ましい。

[0069] フィン状の突起61に接する管状の第1熱交換器11は、吸着器14からバルブ21を経由して凝縮室16に流入した吸着質を冷却し、液体へと相変化させる。第1熱交換器11は周辺の多孔質体71と熱交換しうするため、多孔質体71の第1熱交換器11の近傍の部分は熱交換器として機能する。第6実施形態において、多孔質体71がフィン状の突起61を備えることにより、表面積が大きく、好適に吸着質の凝縮を行うことができる。フィン状の突起61が前記第1熱交換器11に接していることにより、更に好適に吸着質の凝縮を行うことができる。よって、第6実施形態の吸着式ヒートポンプは熱エネルギーを冷熱に変換するエネルギー変換効率が高い。

[0070] 液化した吸着質は多孔質体のフィン状の突起61が備える空孔に保持される。吸着質は多孔質体71が備える空孔の流路を塞ぐ役割を果たすとともに、重力と空孔内で生じる毛細管現象とによって下方に移動する。

[0071] フィン状の突起61に接する第2熱交換器13は、毛細管現象により空孔内に保持された吸着質が、多孔質体71の第1熱交換器11に近い端部と反対側の端部から気化することで生じる冷熱を外部に搬送するために設けられる。第6実施形態において、多孔質体71はフィン状の突起62を備えることにより表面積が大きい。このため、液体の吸着質は微小領域に分かれて穏やかに蒸発し、突沸を生じない。すなわち、相転移と熱交換の過程が微細な空間内で行われるため、吸着質と第2熱交換器で行われる熱交換の効率が向上する。

- [0072] また、さらに、第2熱交換器13がフィン状の突起62に接するように配置されているため、吸着質の蒸発に伴い生じる冷熱は埋設された第2熱交換器13により速やかに回収される。
- [0073] 以上より、第6実施形態の吸着式ヒートポンプは熱エネルギーを冷熱に変換するエネルギー変換効率が高い。
- [0074] さらに、多孔質体71のフィン状の突起61と第1熱交換器11とに接する伝熱板63が設けられていることが好ましい。伝熱板63は、例えば銅などの熱伝導率が高い金属からなる。伝熱板63は、第4実施形態のヒートポンプ1fにおける第1熱交換器（図12における第1熱交換器11）と同様に、吸着剤から脱着した気体の吸着質を液体へ相変化させるために設けられる。伝熱板63が奪った熱は第1熱交換器11内を流れる熱搬送用媒体により外部に放出される。伝熱板63を設けることにより、気体の吸着質と接触する第1熱交換器の面積が実質的に増加するため、吸着質と第1熱交換器11との熱交換効率が向上する。
- [0075] また、さらに、多孔質体71のフィン状の突起62と第2熱交換器13とに接する伝熱板64が設けられていてもよい。伝熱板64は例えば銅などの熱伝導率が高い金属からなる。伝熱板64は、第4実施形態のヒートポンプ1fにおける第2熱交換器（図12における第2熱交換器13）と同様に、毛細管現象により第1流路（多孔質体71）内に保持された吸着質が第1流路の、下端から気化することで生じる冷熱を外部に搬送するために設けられる。伝熱板64が奪った冷熱は第2熱交換器13内を流れる熱搬送用媒体により外部に放出される。伝熱板64が多孔質体71bの隅々に保持された液体の吸着質を加熱できるため、吸着質と第2熱交換器13との熱交換効率が向上する。
- [0076] 伝熱板64が多孔質体71に覆われているとき、第6実施形態の動作時に伝熱板64を多孔質体71bに保持された吸着質が常に覆った状態となり、第2熱交換器13は蒸発に伴い生成する冷熱を吸収した伝熱板64から効率的に回収することができる。

- [0077] 図15A、15Bは、第6実施形態の吸着式ヒートポンプに設けられる第1熱交換器、第1流路として用いる多孔質体、第2熱交換器を含む部品の斜視図である。図15Cは、第6実施形態の吸着式ヒートポンプにおいて、第1熱交換器、第1流路として用いる多孔質体、第2熱交換器を含む部品の断面図である。図15A～15Cを用いて、第6実施形態の吸着式ヒートポンプの製造方法を説明する。
- [0078] まず、図15Aに示されるように、多孔質プレート81a、81bで伝熱板63及び64を挟み、伝熱板63及び64を挟んだ多孔質体71bを作成する。伝熱板63が多孔質プレート81aと81bとに挟まれる位置は、後工程において配置される第1熱交換器11が接する位置であり、伝熱板64が多孔質プレート81aと81bとに挟まれる位置は、後工程において配置される第2熱交換器13が接する位置である。
- [0079] 例えば、プレス機で、伝熱板63及び64を挟んだ多孔質プレート81a、81bに圧力をかけて多孔質プレート81a、81b、伝熱板63、64を一体化させ、多孔質体71bを得る。
- [0080] 次に、図15Bに示されるように、多孔質体71bと、多孔質体71aとを順に積層した多孔質体71を作成する。多孔質体71aの主面の大きさは、多孔質体71bの主面の大きさよりも小さい。サイズの異なる多孔質体71aと多孔質体71bとを重ね合わせることにより、フィン状の突起61、62を備える多孔質体を得ることができる。
- [0081] 次に、図15Cに示されるように、伝熱板63が埋め込まれた多孔質体71の主面の法線方向にドリル等を用いて貫通孔を形成し、その貫通孔に第1熱交換器11として金属管を配設する。また、伝熱板64が埋め込まれた多孔質体71の主面の法線方向に貫通孔を形成し、その貫通孔に第2熱交換器13として金属管を配設する。その後、金属管を配設した多孔質体71を角管状の容器91に収める。金属管11と多孔質体71a又は71b及び伝熱板63又は64とは接触している。金属管11と多孔質体71a又は71b及び伝熱板63又は64とを固定するため、圧着もしくは接着剤や治具に

より貼り合わせすることができる。

- [0082] 多孔質体の空孔内の吸着質と効率よく熱交換するため、多孔質プレート 81 a、81 b は薄いことが好ましい。例えば、120 mm × 120 mm 角の多孔質プレートの主面に対して、その厚さは 0.5 mm であることが好ましい。フィン状の突起 61、62 の大きさは例えば 30 mm ~ 50 mm 程度である。
- [0083] 第 6 実施形態の吸着式ヒートポンプに関する上記製造方法によれば、毛細管現象により吸着質を内部に保持することが可能な第 1 流路として用いられる多孔質体の空孔の周囲に、管状の第 1 熱交換器 11 を容易に配置することができる。また、例えば、フィン状の突起 61 の主面に対して等間隔に第 1 熱交換器 11 としての金属管が容易に配置され、フィン状の突起 62 の主面に対して等間隔に第 2 熱交換器 13 としての金属管が容易に配置されるため、得られる吸着式ヒートポンプの動作時において、吸着質と第 1 熱交換器 11 及び第 2 熱交換器 13 との熱交換効率を向上させることができる。好ましくは、フィン状の突起 61 及び 62 に対して伝熱板を埋め込むことで、得られる吸着式ヒートポンプの動作時において、さらに吸着質と第 1 熱交換器 11 及び第 2 熱交換器 13 との熱交換効率を向上させることができる。
- [0084] 第 6 実施形態の実施例を以下に示す。
- [0085] 市販のポリエステル繊維からなる多孔質板（ユニチカ株式会社製、商品名「ユニベックス SB」）について、長尺（80 mm × 40 mm、厚さ 0.5 mm）のものを 20 枚、短尺（30 mm × 40 mm、厚さ 2 mm）のものを 9 枚用意した。伝熱用のアルミシート（25 mm × 40 mm、厚さ 0.2 mm）2 枚を用意した。長尺の多孔質板の両端にそれぞれ 1 枚のアルミシートが位置するように、アルミシート 2 枚を長尺の多孔質板 2 枚で挟み、治具で固定した。このアルミシートを挟んだ長尺多孔質板 10 組と短尺の多孔質板 9 枚を交互に積層させることで、両端に 25 mm × 40 mm のフィン状構造を有する多孔質板ユニットを作製した。
- [0086] この多孔質板ユニットのフィン状構造の一端側から水 30 ml を吸収させ

、その一端側、及び側端を密閉した後、フィン状構造の反対端側を下方に向けて減圧容器内に静置した。その結果、多孔質体に吸収された水は、多孔質板ユニットにおいてフィン状構造の一端側と他端側との間で通気を妨げるように多孔質板ユニット内に保持された。さらに、減圧雰囲気下で、ビニール製の容器で覆った多孔質板ユニットにおいて下方のフィン状構造から蒸発することが確認された。また、これに伴い下方のフィン状構造の表面の温度が約6℃低下することが観察され、多孔質板ユニットの下方のフィン構造が第2熱交換器の周囲に配置される多孔質構造の形状として優れていることが確認された。

[0087] 図16A、16Bは、第7実施形態の吸着式ヒートポンプ1iに設けられる第1熱交換器、第1流路として用いる多孔質体、第2熱交換器を含む多孔質ユニットの断面図である。図16Cは、第7実施形態の吸着式ヒートポンプ1iにおいて、第1熱交換器、第1流路として用いる多孔質体、第2熱交換器を含む部品の断面図である。図16A～16Cを用いて、第7実施形態の吸着式ヒートポンプ1iを説明する。なお、以下の説明において、第6実施形態のヒートポンプ1hと同様の部分については説明を省略する。

[0088] 上述の第6実施形態の吸着式ヒートポンプ1hにおいて、角管状の容器91の内部に配置され、伝熱板63及び64が埋め込まれた多孔質体71bに管状の第1熱交換器11を貫通しているのに対し、第7実施形態の吸着式ヒートポンプ1iにおいて、多孔質体71bに、伝熱板63及び64の代わりに第1熱交換器11及び第2熱交換器13が埋め込まれている。管状の第1熱交換器11及び第2熱交換器13は、多孔質体71bの主面に略平行に配置されている。多孔質体71bの隅々まで設けられた第1熱交換器11及び第2熱交換器13が、多孔質体71bの隅々まで保持された液体の吸着質と熱交換を容易に行うことができるため、吸着質と第2熱交換器13との熱交換効率が向上する。

[0089] 図16A～16Cを用いて、第7実施形態の吸着式ヒートポンプの製造方法を説明する。なお、以下の説明において、第6実施形態のヒートポンプ1

hの製造方法と同様の部分については説明を省略する。

- [0090] まず、図16Aに示されるように、多孔質プレート81a、81bで第1熱交換器11及び第2熱交換器13を挟み、第1熱交換器11及び第2熱交換器13を挟んだ多孔質体71bを作成する。
- [0091] 例えば、プレス機で、第1熱交換器11及び第2熱交換器13を挟んだ多孔質プレート81a、81bに圧力をかけて、多孔質プレート81a、81b、第1熱交換器11及び第2熱交換器13を一体化させ、多孔質体71bを得る。
- [0092] 次いで、図16Bに示されるように、多孔質体71bと、多孔質体71aとを順に積層した多孔質体71を作成する。多孔質体71aの主面の大きさは、多孔質体71bの主面の大きさよりも小さい。サイズの異なる多孔質体71aと多孔質体71bとを重ね合わせることにより、フィン状の突起61、62を備える多孔質体を得ることができる。
- [0093] 次いで、図16Cに示されるように、金属管を配設した多孔質体71を角管状の容器91に収める。金属管11と多孔質体71a又は71b及び伝熱板63又は64とは接触している。金属管11と多孔質体71a又は71b及び伝熱板63又は64とを固定するため、圧着もしくは接着剤や治具により貼り合わせることができる。
- [0094] 第7実施形態の吸着式ヒートポンプに関する上記製造方法によれば、毛細管現象により吸着質を内部に保持することが可能な第1流路として用いられる多孔質体の空孔の周囲に、管状の第1熱交換器11及び管状の第2熱交換器13を容易に配置することができる。また、例えば、フィン状の突起61の主面に対して平行方向に等間隔に第1熱交換器11としての金属管が容易に埋め込まれ、フィン状の突起62の主面に対して等間隔に第2熱交換器13としての金属管が容易に埋め込まれるため、得られる吸着式ヒートポンプの動作時において、吸着質と第1熱交換器11及び第2熱交換器13との熱交換効率を向上させることができる。
- [0095] 図17A、17Bは、第8実施形態の吸着式ヒートポンプ1jに設けられ

る第1熱交換器、第1流路として用いる多孔質体、第2熱交換器を含む多孔質ユニットの断面図である。図17Cは、第8実施形態の吸着式ヒートポンプ1jにおいて、第1熱交換器、第1流路として用いる多孔質体、第2熱交換器を含む部品の断面図である。図17A~17Cを用いて、第8実施形態の吸着式ヒートポンプ1jとその製造方法を説明する。なお、以下の説明において、第6実施形態のヒートポンプ1hと同様の部分及び製造工程については説明を省略する。

[0096] 上述の第6実施形態の吸着式ヒートポンプ1hにおいて、角管状の容器91の内部に配置され、伝熱板63及び64が埋め込まれた多孔質体71bに管状の第1熱交換器11を貫通しているのに対し、第8実施形態の吸着式ヒートポンプ1iにおいて、伝熱板63及び64の端部が角管状の容器91に接している。容器91において、伝熱板63の端部が接した面の反対側に第1熱交換器11が設けられている。吸着式ヒートポンプ1iの作動時に、伝熱板63は多孔質体71bの内部にある吸着質と熱交換する。伝熱板63が吸収した熱は容器91と第1熱交換器11から外部へ放出される。伝熱板63は、多孔質体71の空孔内に存在する気体の吸着質と熱交換する。例えば、管状の第1熱交換器11を多孔質体71に埋め込む場合と比較して、多孔質体71内に存在する気体の吸着質との接触面積が大きいため、吸着質と第1熱交換器11との熱交換効率は高い。

[0097] また、吸着式ヒートポンプ1iの作動時に、伝熱板64が多孔質体71bの内部にある吸着質と熱交換し、伝熱板64が吸収した冷熱は容器91と第2熱交換器13を介して外部に放出される。吸着式ヒートポンプ1iの作動時に、伝熱板64は多孔質体71の空孔内に存在する気体の吸着質と熱交換する。伝熱板64が多孔質体71bの隅々に保持された液体の吸着質と容易に熱交換できるため、吸着質と第2熱交換器13との熱交換効率が低い。

[0098] 図17A~17Cを用いて、第8実施形態の吸着式ヒートポンプ1iの製造方法を説明する。なお、以下の説明において、第6実施形態のヒートポンプ1hの製造方法と同様の部分については説明を省略する。

- [0099] まず、図 17A に示されるように、多孔質プレート 81a、81b で伝熱板 63 及び 64 を挟み、伝熱板 63 及び 64 を挟んだ多孔質体 71b を作成する。第 6 実施形態の製造方法と異なる点は、後工程で角管状の容器 91 の内部に配置される際、伝熱板 63 及び 64 が容器 91 に接するような形状及び大きさに作成することである。このため金属板 63 及び 64 の端部は露出している。
- [0100] 次に、図 17B に示されるように、多孔質体 71b と、多孔質体 71a とを順に積層した多孔質体 71 を作成する。サイズの異なる多孔質体 71a と多孔質体 71b とを重ね合わせることにより、フィン状の突起 61、62 を備える多孔質体を得ることができる。
- [0101] 次に、図 17C に示されるように、フィン状の突起 61、62 を備える多孔質体 71 を角管状で熱伝導性の高い金属などで形成された容器 91 に収める。容器 91 に収められた伝熱板 63、64 は、容器 91 と接触している。容器 91 において、伝熱板 63 が接触した部分の近傍に第 1 熱交換器 11 が設けられ、伝熱板 64 が接触した部分の近傍に第 2 熱交換器 13 が設けられる。
- [0102] 第 8 実施形態の吸着式ヒートポンプに関する上記製造方法によれば、毛細管現象により吸着質を内部に保持することが可能な第 1 流路として用いられる多孔質体の空孔の周囲に、第 1 熱交換器 11 として機能する伝熱板を容易に配置することができる。また、フィン状の突起 61 に伝熱板を埋め込まれるため、得られる吸着式ヒートポンプの動作時において、吸着質と第 1 熱交換器 11 及び第 2 熱交換器 13 の一部としてそれぞれ機能する伝熱板 63 及び伝熱板 64 との熱交換効率を向上させることができる。
- [0103] 上記実施形態によれば、ヒートポンプの小型化、及び熱交換の高効率化を図ることができる。上記実施形態のヒートポンプは、自動車やコンピュータなど、低温廃熱を発生する中・小型機械類に広く搭載することが可能である。その結果、廃熱利用による省エネルギー、環境負荷の低減といった効果を期待できる。

[0104] 尚、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

[0105] 上記第1～第3実施形態において、それぞれ、吸着剤31及び32の代わりに、冷媒と化学反応して反応物を形成することによりその冷媒を蓄積し、その反応物を加熱すると冷媒を放出するような物質を用いてもよい。このような物質として、冷媒が水るとき、例えば、酸化カルシウム(CaO)が挙げられる。酸化カルシウムは水和反応し、水酸化カルシウム(Ca(OH)₂)を生成する。反応物である水酸化カルシウムは、加熱により脱水反応し、酸化カルシウムを生成する。なお、水和反応で生じる発熱は温熱としても利用可能である。このように、冷媒と化学物質との可逆反応を利用したヒートポンプは、一般に化学式(ケミカル)ヒートポンプと呼ばれる。

符号の説明

- [0106] 1a～1g ヒートポンプ
- 2 液体の吸着質
 - 11 第1熱交換器
 - 11a 流入口
 - 11b 流出口
 - 12 第1流路
 - 13 第2熱交換器
 - 13a 流入口
 - 13b 流出口
 - 14、15 吸着器
 - 16 凝縮室
 - 17～19 隔壁
 - 21～24 バルブ
 - 31、32 吸着剤

- 3 3、3 4 管状部材
- 4 1 吸収器
- 4 2 再生器
- 4 3、4 4 流路
- 4 5 ポンプ
- 4 6 管状部材
- 4 7 吸収剤
- 5 1 管状部材
- 5 2 多孔質体
- 6 1、6 2 突起
- 6 3、6 4 伝熱板
- 7 1、7 1 a、7 1 b 多孔質体
- 8 1 a、8 1 b 多孔質プレート
- 9 1 容器

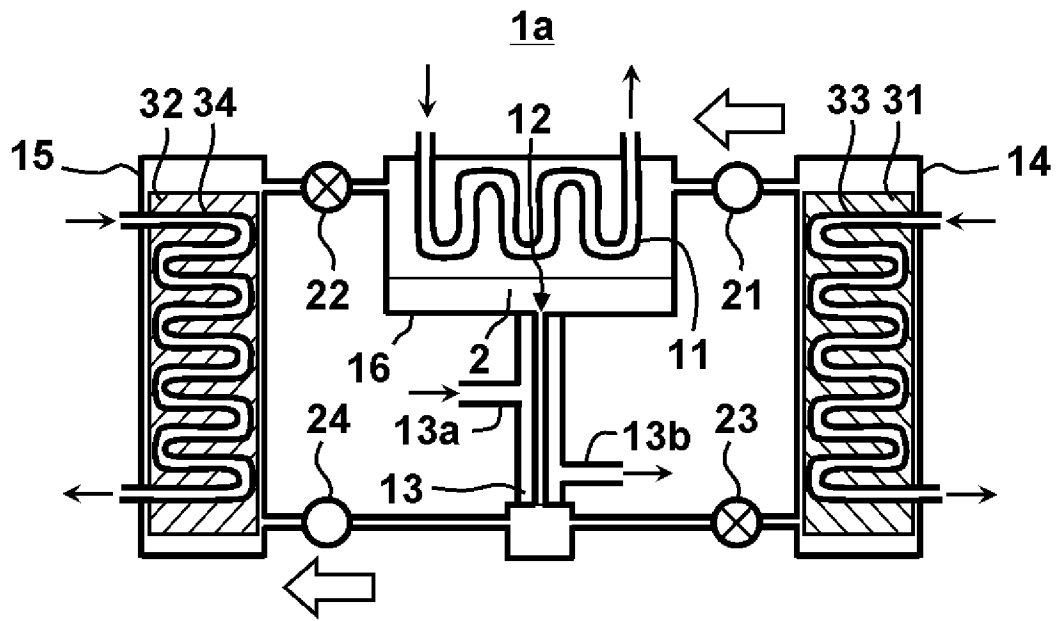
請求の範囲

- [請求項1] 冷媒を蓄積する物質が配置され、該冷媒を放出するために該物質を加熱する加熱手段を備える冷媒蓄積器と、
前記冷媒蓄積器に一端が接続され、前記冷媒蓄積器にて前記物質から放出された前記冷媒を毛細管現象により保持する流路と、
前記冷媒蓄積器と前記流路との間及び／又は前記流路の周囲に設けられ、前記冷媒を凝縮させるために前記冷媒と熱交換を行う第1熱交換器と、
前記流路の周囲に設けられ、前記流路の他端から前記冷媒が蒸発することで生じる冷熱を交換する第2熱交換器と
を有することを特徴とするヒートポンプ。
- [請求項2] 前記流路が管状部材で構成されることを特徴とする請求項1に記載のヒートポンプ。
- [請求項3] 前記第1熱交換器は、前記冷媒が前記流路内で凝縮するように、前記流路の周囲に設けられることを特徴とする請求項1又は2に記載のヒートポンプ。
- [請求項4] 前記流路は多孔質部材により形成されることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のヒートポンプ。
- [請求項5] 前記第2熱交換器は前記多孔質部材を貫通する管状部材を含んで構成されていることを特徴とする請求項4に記載のヒートポンプ。
- [請求項6] 前記第1熱交換器は前記多孔質部材を貫通する管状部材を含んで構成されていることを特徴とする請求項4又は5に記載のヒートポンプ。
- [請求項7] 前記多孔質部材の一端及び／又は他端にそれぞれフィン状の突起部を設けることを特徴とする請求項4乃至6のいずれか一項に記載のヒートポンプ。
- [請求項8] 前記第1熱交換器は、前記多孔質部材の一端に設けた前記フィン状の突起部に接していることを特徴とする請求項7に記載のヒートポン

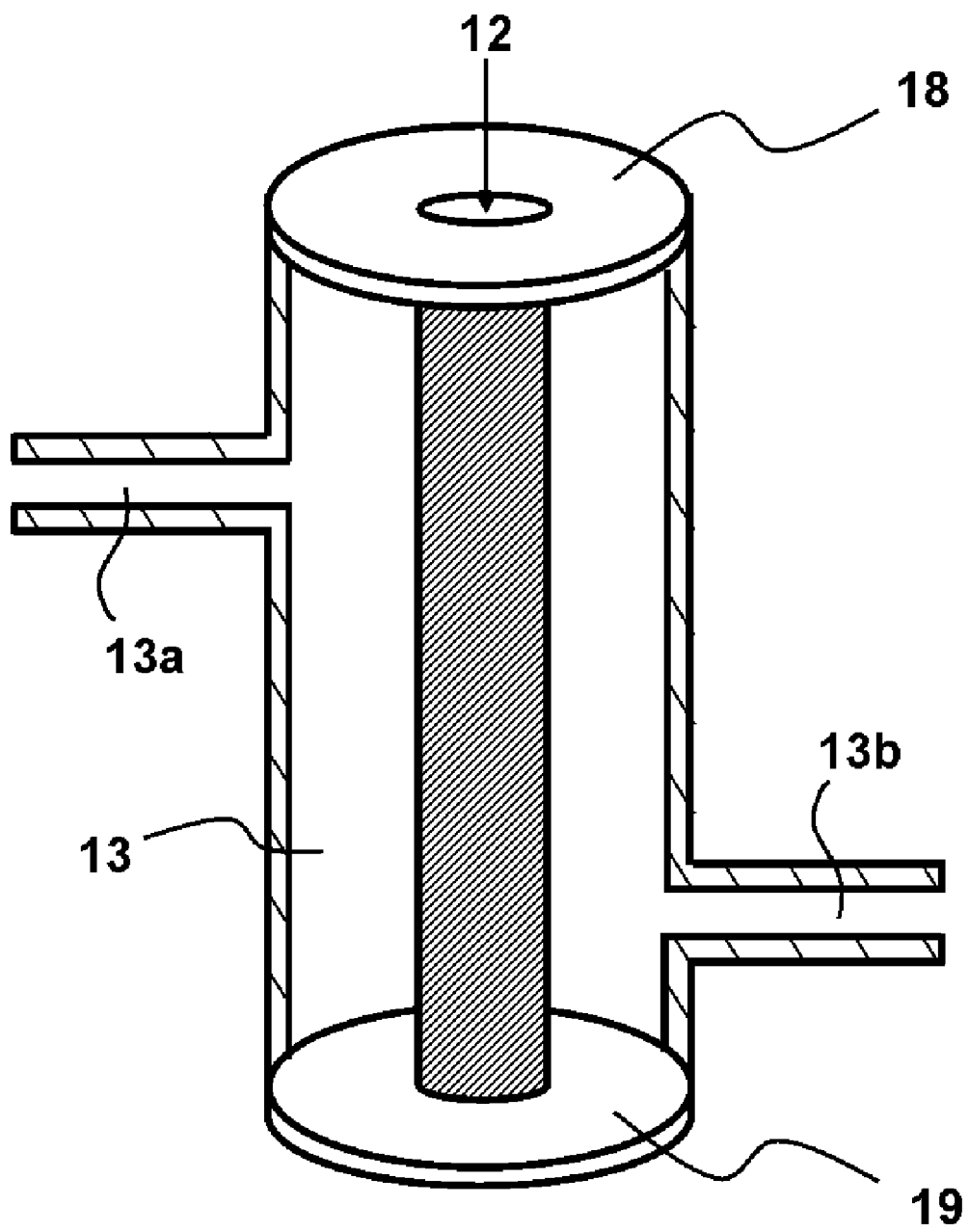
プ。

[請求項9] 前記第2熱交換器は、前記多孔質部材の他端に設けた前記フィン状の突起部に接していることを特徴とする請求項7又は8に記載のヒートポンプ。

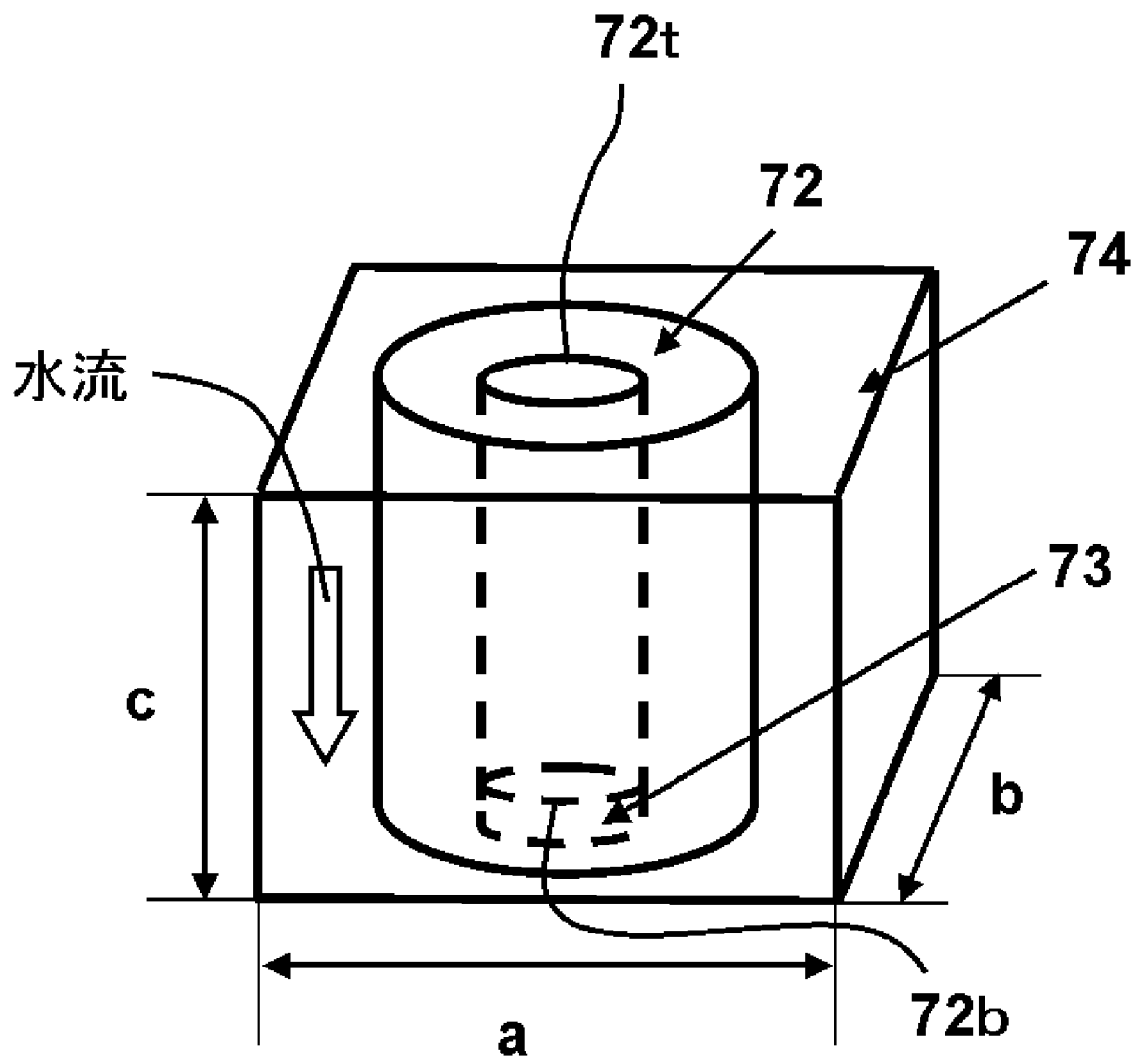
[図1]



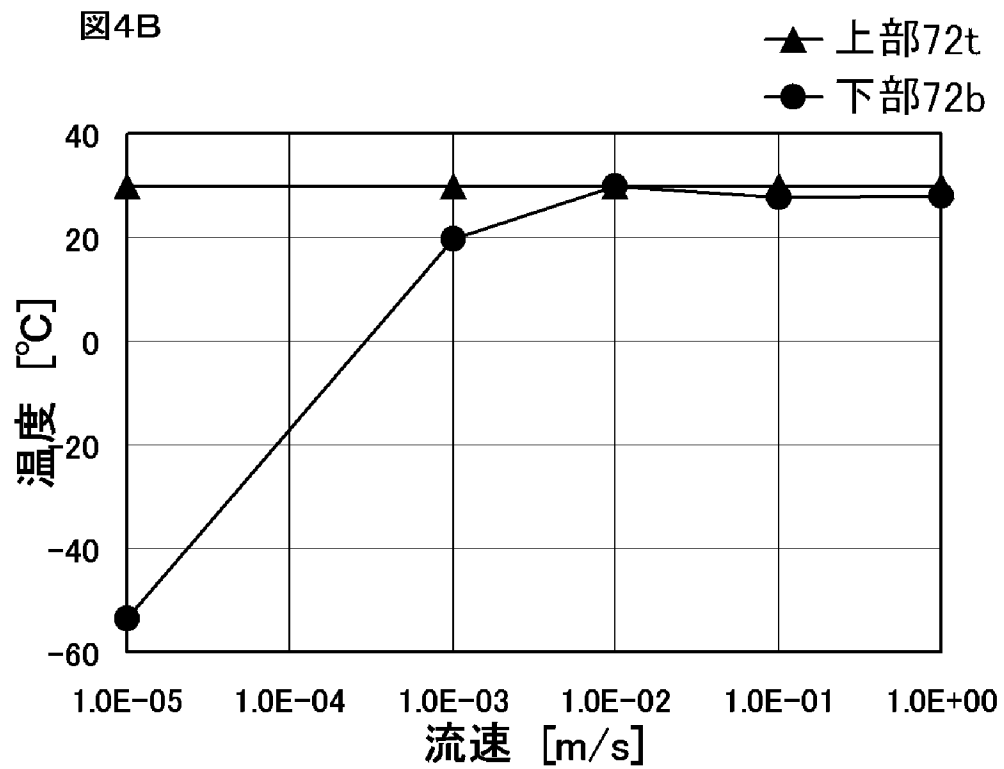
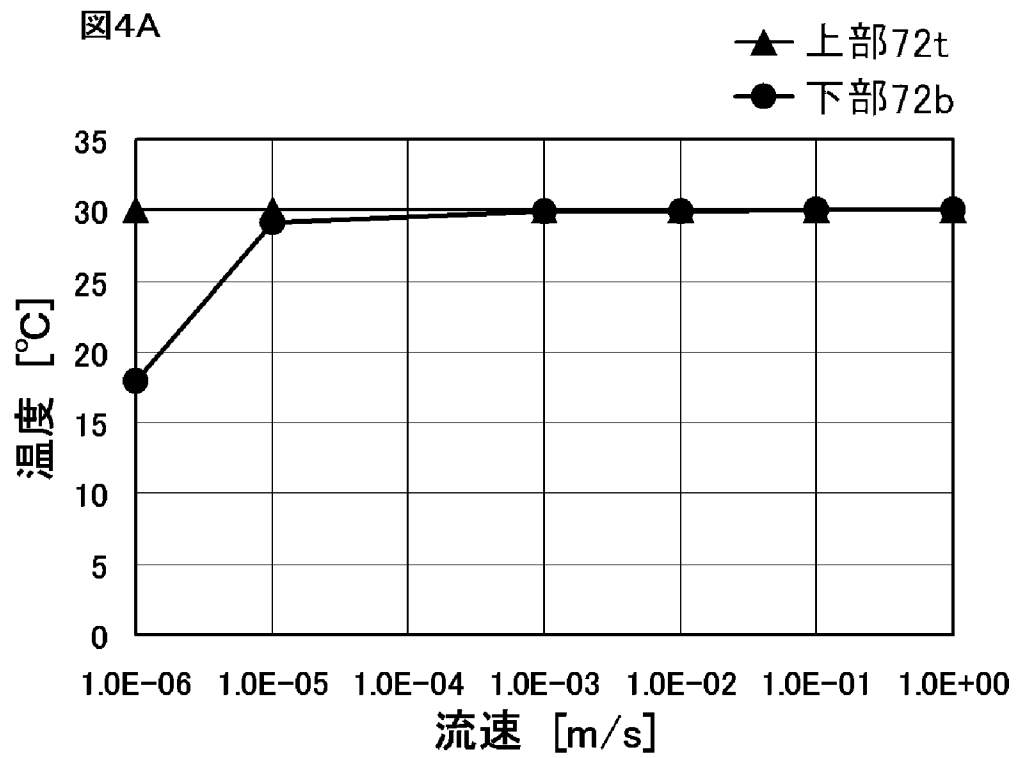
[図2]



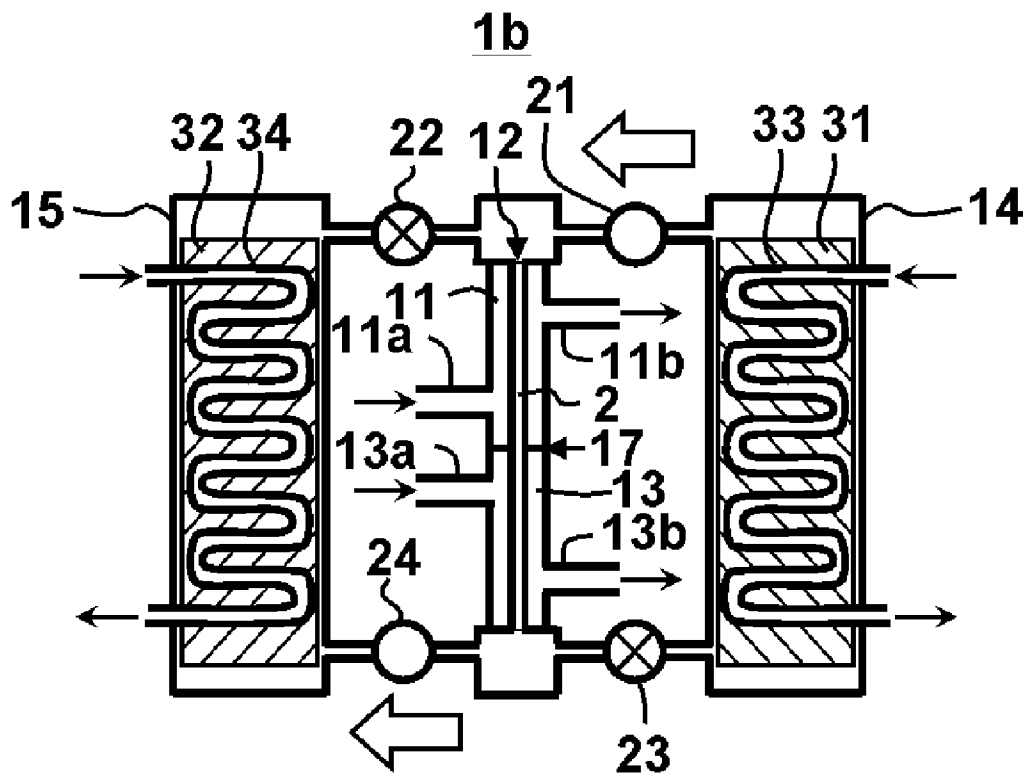
[図3]



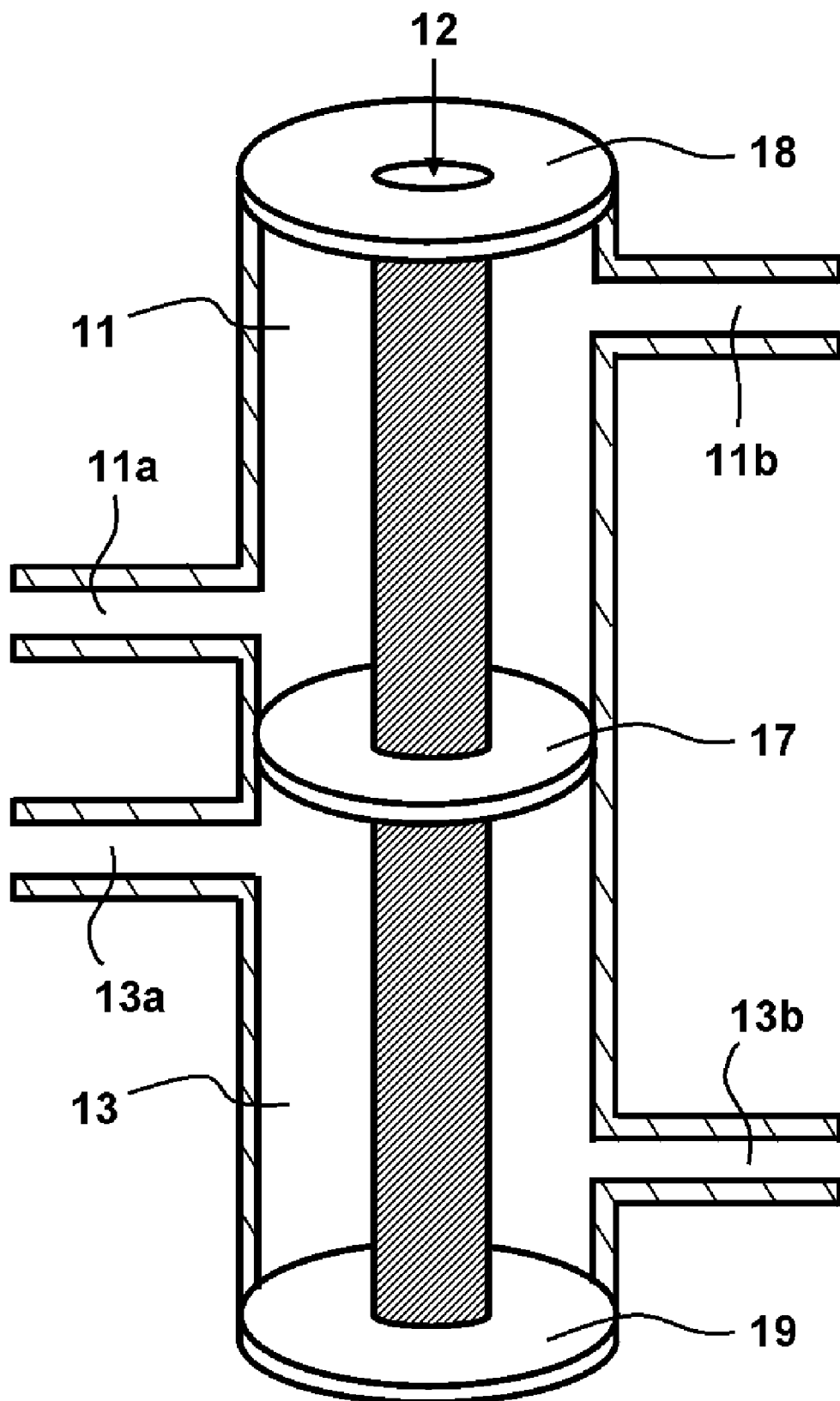
[図4]



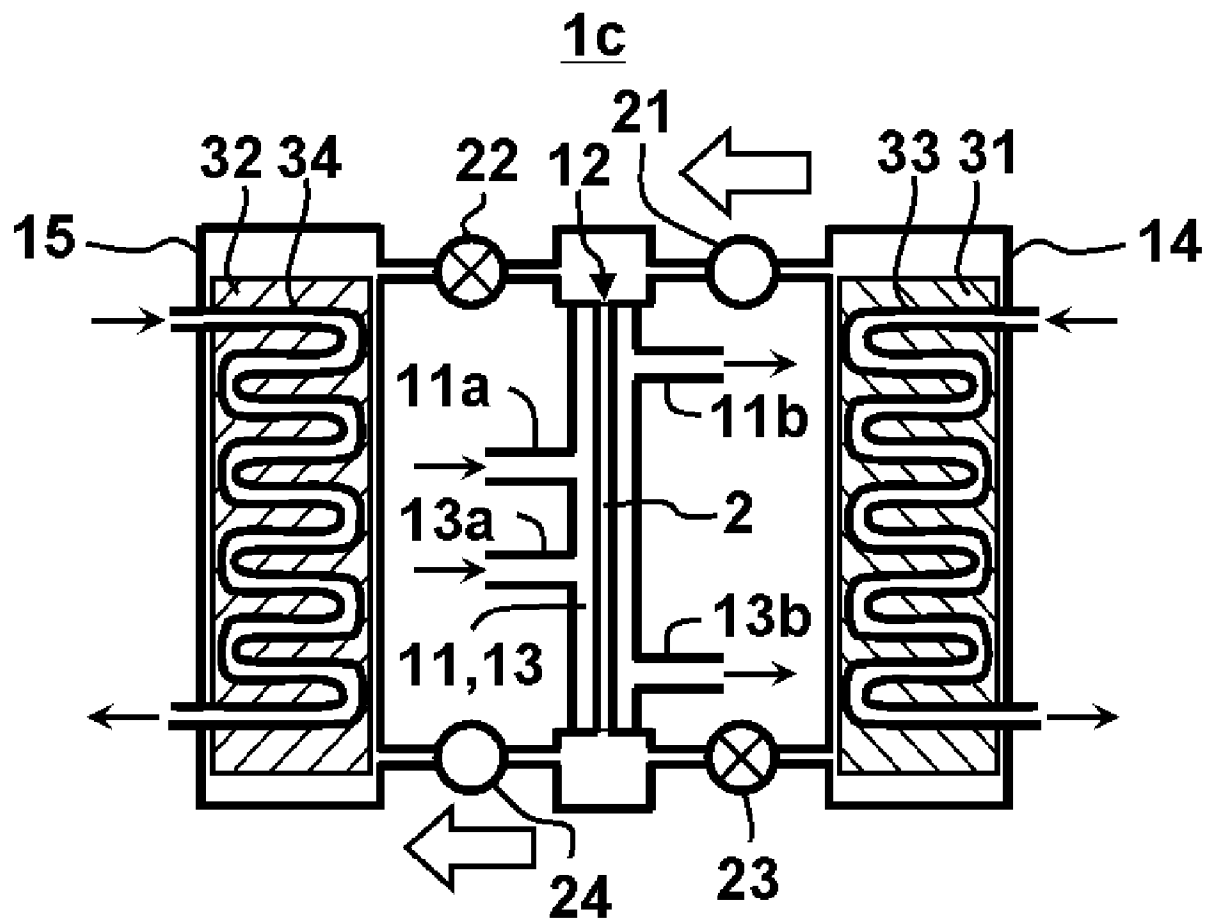
[図5]



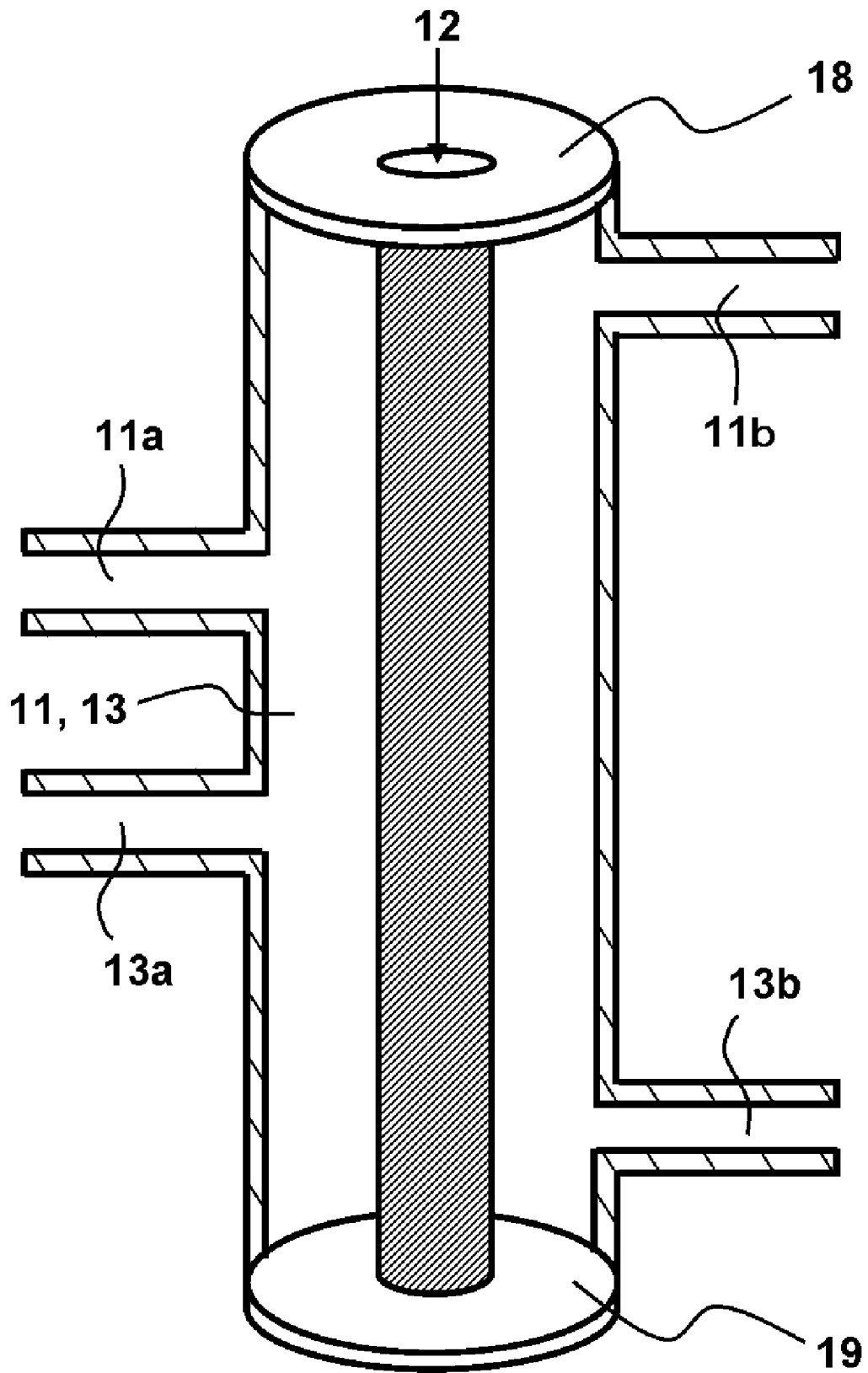
[図6]



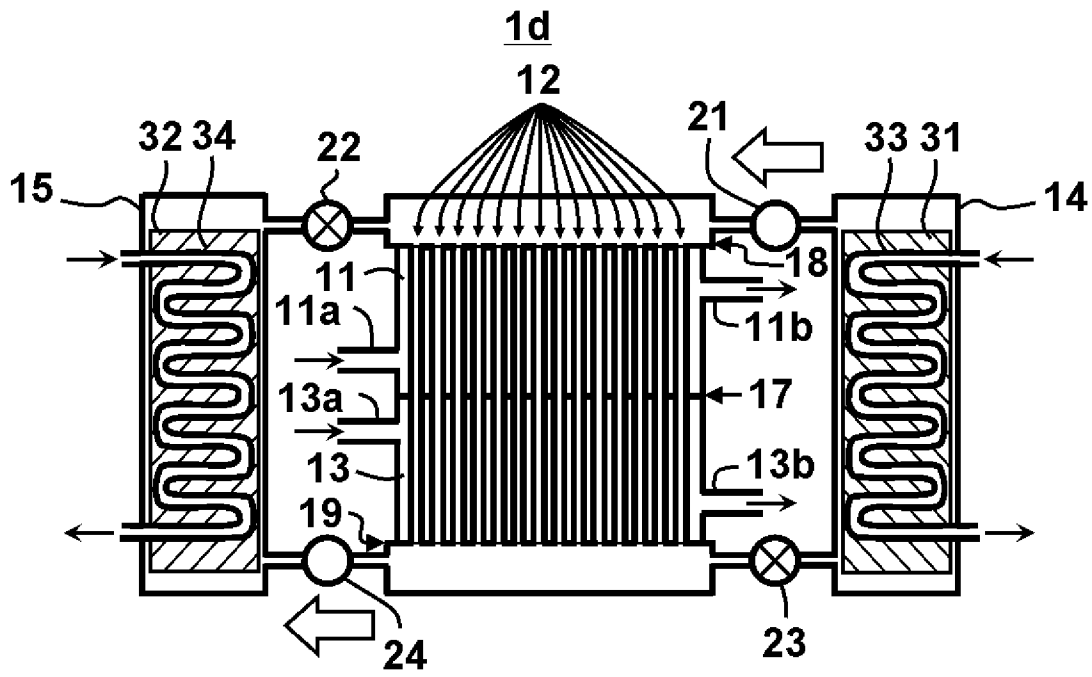
[図7]



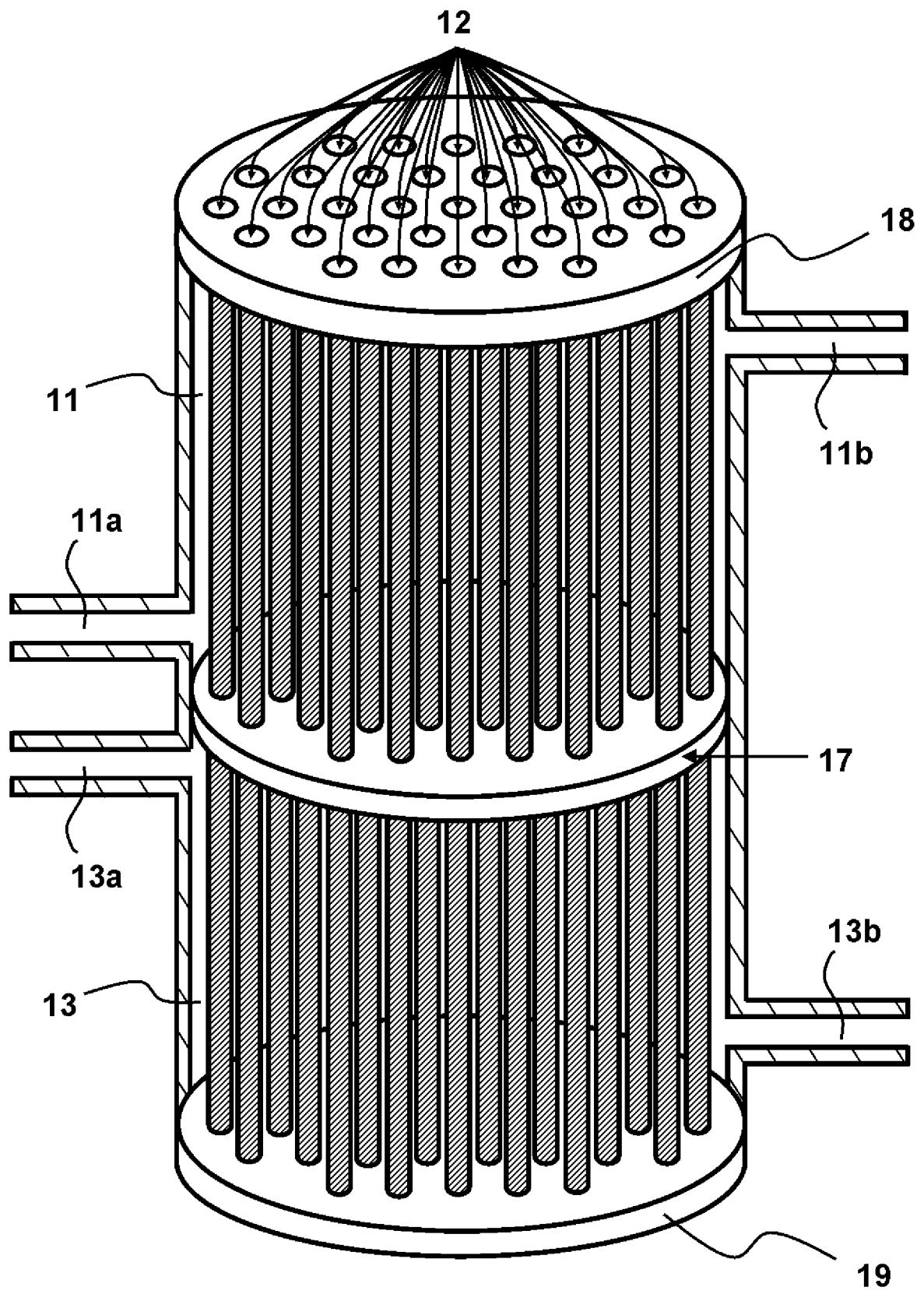
[図8]



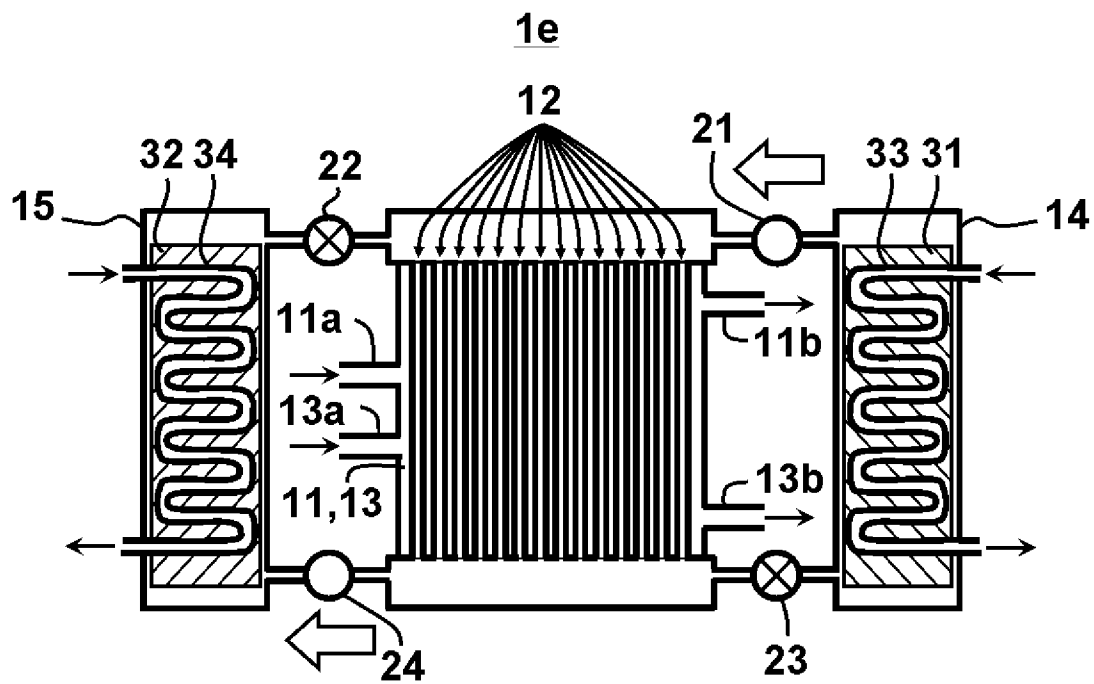
[図9]



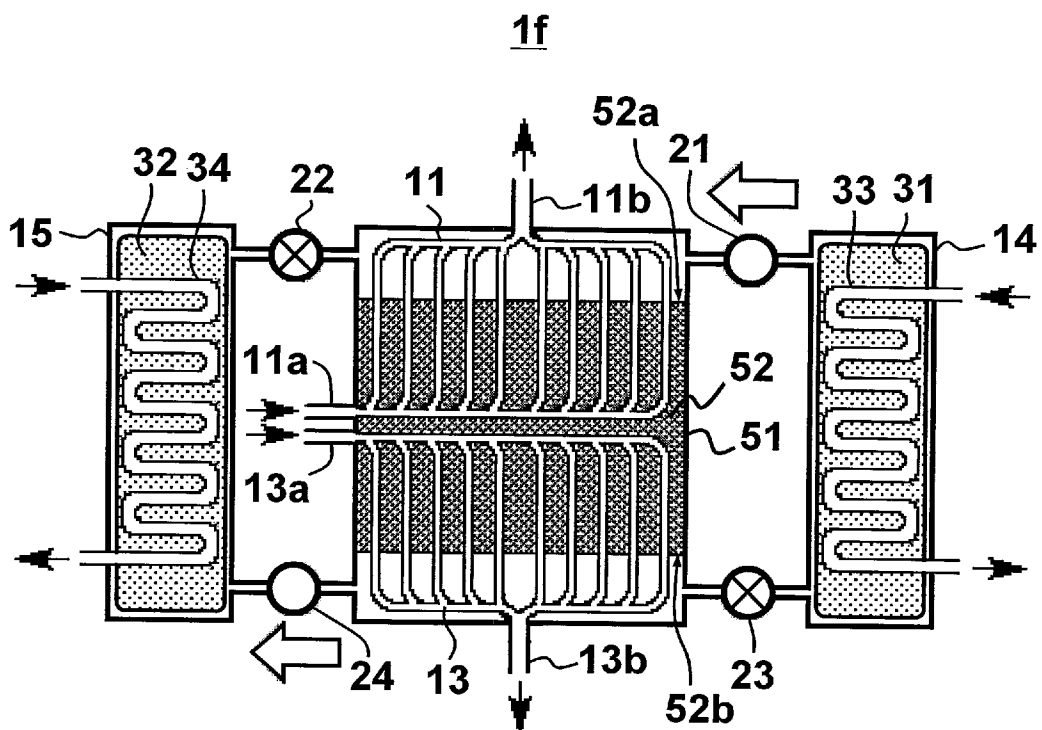
[図10]



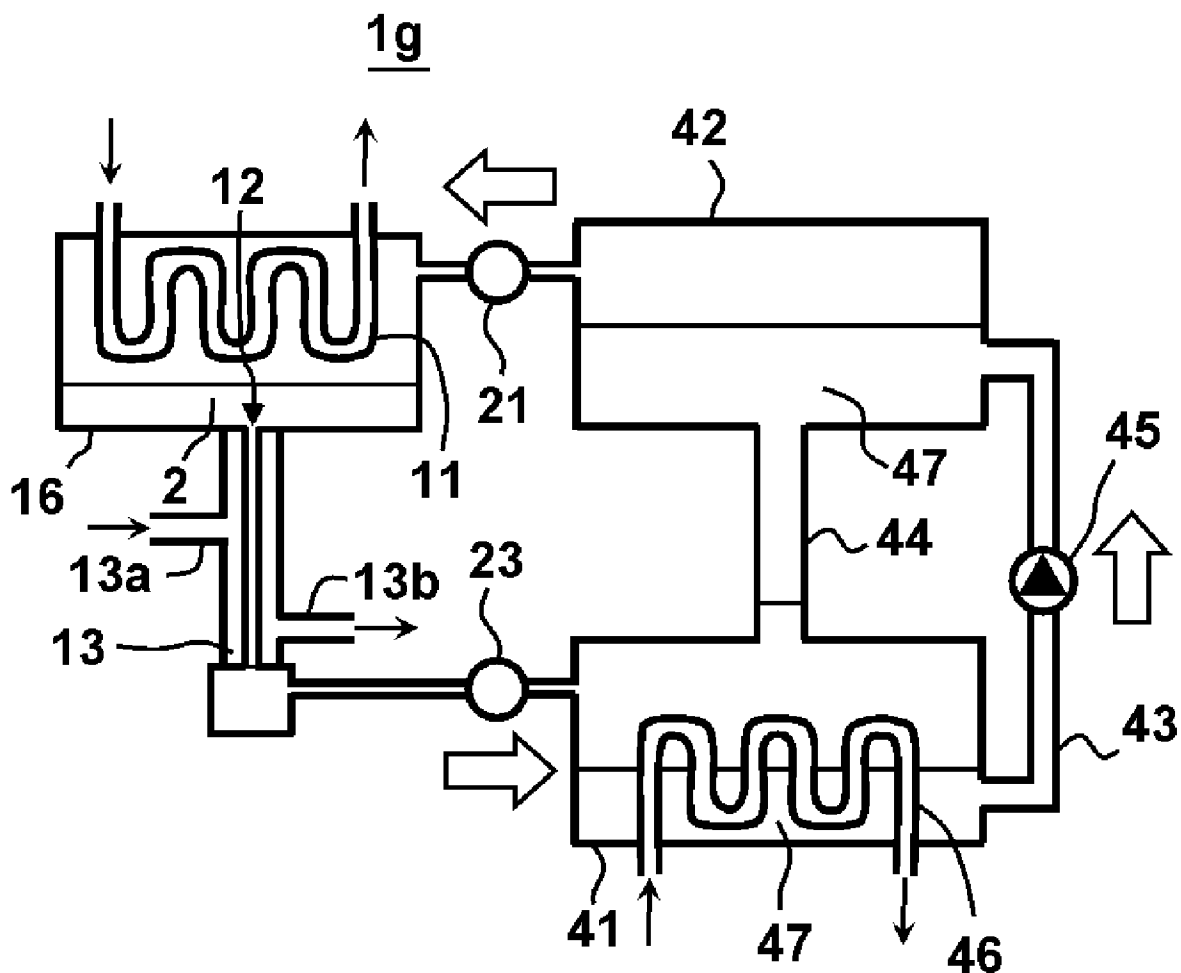
[図11]



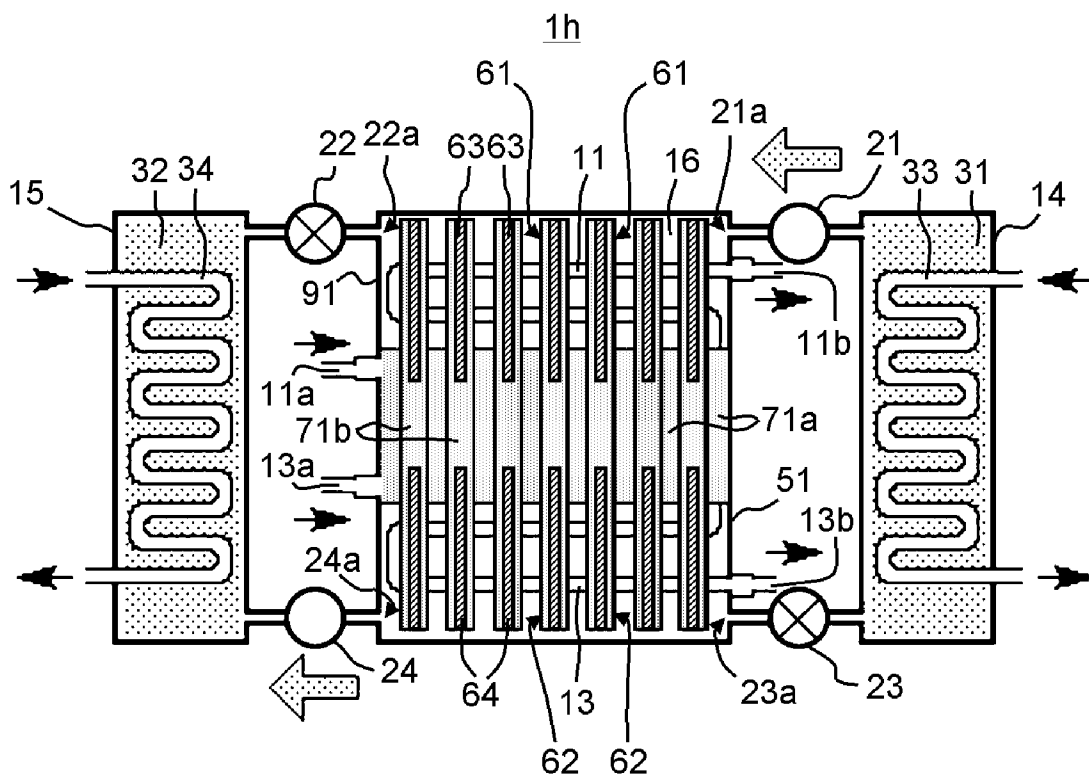
[図12]



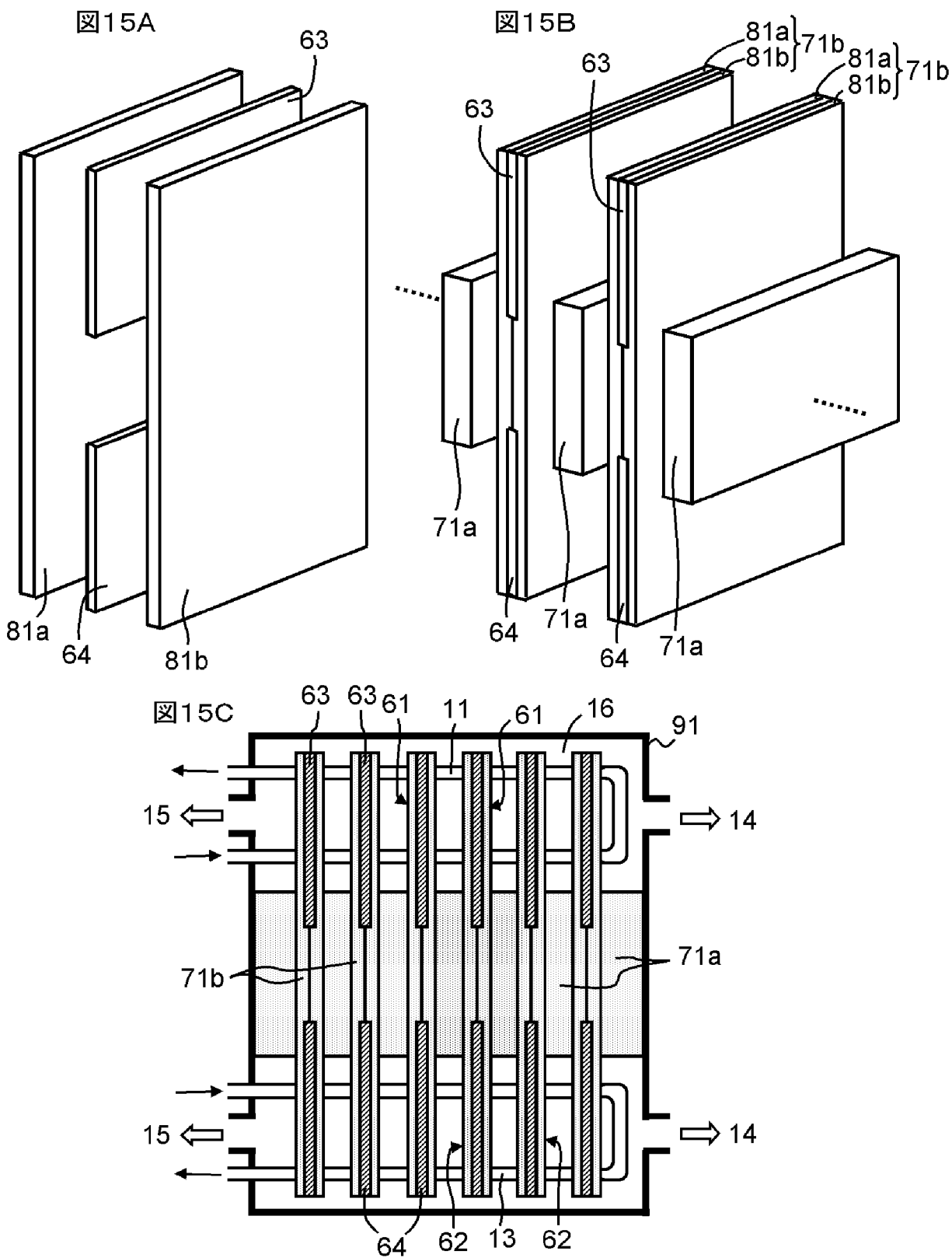
[図13]



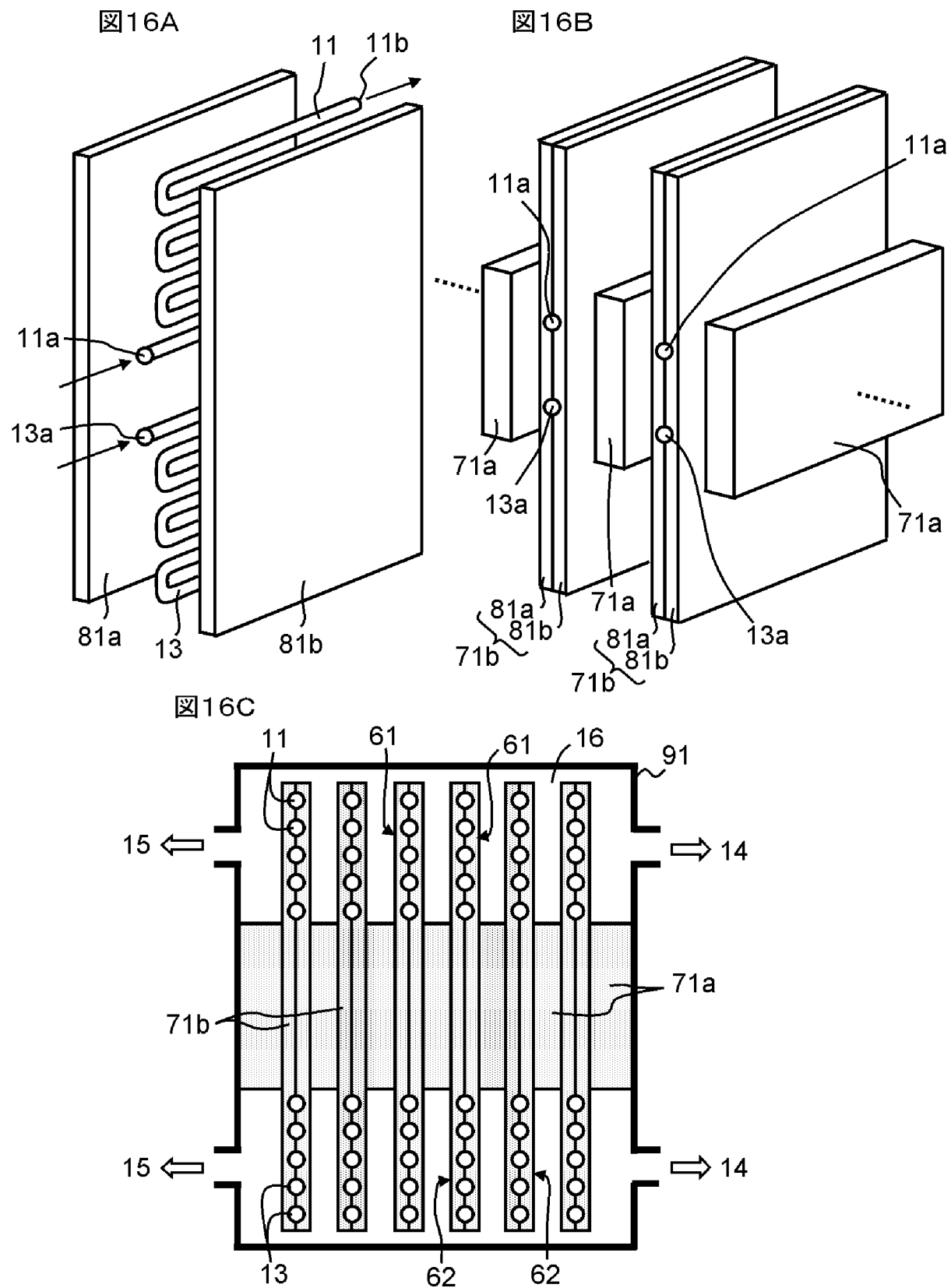
[図14]



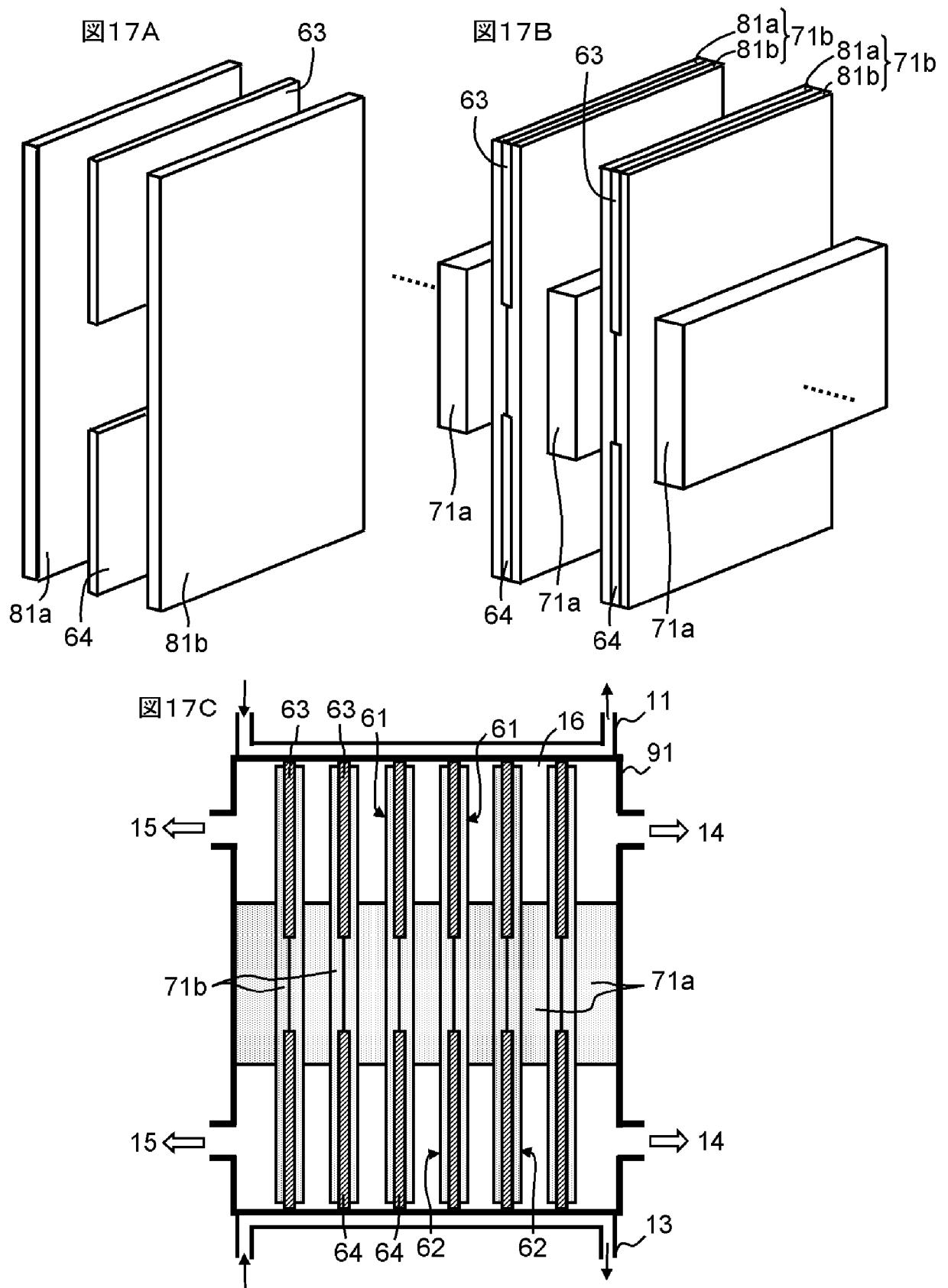
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F25B17/08 (2006.01) i

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)

F25B17/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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	JP 2003-340236 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 02 December 2003 (02.12.2003), claims; paragraphs [0001] to [0072]; fig. 1 to 14	1-9
Y	JP 11-223411 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 17 August 1999 (17.08.1999), claims; paragraphs [0001] to [0076]; fig. 1 to 9	1-9
Y	JP 7-120100 A (Elf Aquitaine), 12 May 1995 (12.05.1995), claims; paragraphs [0001] to [0143]; fig. 1 to 6	1-9

 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
05 April, 2010 (05.04.10)Date of mailing of the international search report
13 April, 2010 (13.04.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001080

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 1-256794 A (Mitsubishi Electric Corp.), 13 October 1989 (13.10.1989), claims; fig. 1 to 5	4-6
Y	JP 1-130728 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 23 May 1989 (23.05.1989), claims; fig. 1	7-9
A	JP 5-272832 A (Nishiyodo Kuchoki Kabushiki Kaisha), 22 October 1993 (22.10.1993), entire text; all drawings	1-9
A	JP 2002-100891 A (Denso Corp.), 05 April 2002 (05.04.2002), entire text; all drawings	1-9
A	JP 5-52446 A (Shin Nippon Air Technologies Co., Ltd.), 02 March 1993 (02.03.1993), entire text; all drawings	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2010/001080

JP 2003-340236 A	2003.12.02	EP 1363085 A1	2003.11.19
		WO 2002/066910 A1	2002.08.29
		CN 1608190 A	2005.04.20
JP 11-223411 A	1999.08.17	(Family: none)	
JP 7-120100 A	1995.05.12	US 5477705 A	1995.12.26
		EP 622593 A1	1994.11.02
		FR 2704631 A1	1994.11.04
		CA 2122184 A1	1994.10.28
JP 1-256794 A	1989.10.13	(Family: none)	
JP 1-130728 A	1989.05.23	(Family: none)	
JP 5-272832 A	1993.10.22	(Family: none)	
JP 2002-100891 A	2002.04.05	(Family: none)	
JP 5-52446 A	1993.03.02	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F25B17/08(2006.01)i		
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)) Int.Cl. F25B17/08		
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 1971-2010年 日本国実用新案登録公報 1996-2010年 日本国登録実用新案公報 1994-2010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	JP 2003-340236 A (三菱化学株式会社) 2003. 12. 02, 【特許請求の範囲】, 【0001】 - 【0072】, 【図1】 - 【図14】	1-9
Y	JP 11-223411 A (株式会社豊田中央研究所) 1999. 08. 17, 【特許請求の範囲】, 【0001】 - 【0076】, 【図1】 - 【図9】	1-9
Y	JP 7-120100 A (エルフ・アキテーヌ) 1995. 05. 12, 【特許請求の範囲】, 【0001】 - 【0143】, 【図1】 - 【図6】	1-9
<input checked="" 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矛盾するものではなく、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 05.04.2010	国際調査報告の発送日 13.04.2010	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 田々井 正吾 電話番号 03-3581-1101 内線 3377	3M 9029

C (続き) . 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	JP 1-256794 A (三菱電機株式会社) 1989. 10. 13, 特許請求の範囲, 第 1 図—第 5 図	4-6
Y	JP 1-130728 A (石川島播磨重工業株式会社) 1989. 05. 23, 特許請求 の範囲, 第 1 図	7-9
A	JP 5-272832 A (西淀空調機株式会社) 1993. 10. 22, 全文, 全図	1-9
A	JP 2002-100891 A (株式会社デンソー) 2002. 04. 05, 全文, 全図	1-9
A	JP 5-52446 A (新日本空調株式会社) 1993. 03. 02, 全文, 全図	1-9

JP 2003-340236 A	2003. 12. 02	EP 1363085 A1 WO 2002/066910 A1 CN 1608190 A	2003. 11. 19 2002. 08. 29 2005. 04. 20
JP 11-223411 A	1999. 08. 17	ファミリーなし	
JP 7-120100 A	1995. 05. 12	US 5477705 A EP 622593 A1 FR 2704631 A1 CA 2122184 A1	1995. 12. 26 1994. 11. 02 1994. 11. 04 1994. 10. 28
JP 1-256794 A	1989. 10. 13	ファミリーなし	
JP 1-130728 A	1989. 05. 23	ファミリーなし	
JP 5-272832 A	1993. 10. 22	ファミリーなし	
JP 2002-100891 A	2002. 04. 05	ファミリーなし	
JP 5-52446 A	1993. 03. 02	ファミリーなし	