



OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ
門一丁目1番18号 ヒューリック
虎ノ門ビル 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, 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, 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, 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))

明 細 書

発明の名称： 空気調和機

技術分野

[0001] 本発明は、熱交換器を備える空気調和機に関する。

背景技術

[0002] 従来から空気調和機を構成する熱交換器の熱交換効率を高めるために、様々なことが提案されている。

たとえば、特許文献1には、水平方向に沿った複数の伝熱管を垂直方向に所定の間隔を空けて配置し、これら伝熱管の両端に上下方向に沿ったヘッダパイプを設置する形態の熱交換器に関することが提案されている。ヘッダパイプは、その内部が、仕切板によって複数の区画に分割されている。このため、熱交換器内を循環する冷媒は、伝熱管を通じて、ヘッダチューブ間の往復を繰り返しつつ、ヘッダチューブ内を下降していく。また、伝熱管間には、波板形状のコルゲートフィンが配置されており、冷媒は、伝熱管内を通過する間に、コルゲートフィンを通過する空気流との間で、熱の授受（熱交換）を行う。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-53812号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、前述のような熱交換器を凝縮器として使用する場合、ガス状の冷媒（ガス冷媒）が、空気流に放熱し（冷却され）、液状の冷媒（液冷媒）に凝縮する。

液冷媒は、冷却しても、それ以上は体積が小さくはならないため、伝熱管内に液状冷媒の液溜まりが生じることで、相対的にガス冷媒が放熱し、凝縮する領域が狭くなり、熱交換効率が低下してしまう。そこで、液冷媒の液溜

まりを抑制することが望まれる。

[0005] また、封入される冷媒の量について、量が足りなければ、所望する熱交換性能を得ることができないが、量が多すぎれば、製造コストの高騰を招いてしまう。

さらに、使用される冷媒の温暖化係数GWP(Global Warming Potential)を考慮すると、冷媒の封入量を不必要に増やすことは避けることが望ましい。

[0006] 本発明は上記に鑑みてなされたものであり、熱交換器内部での液溜まりを抑制して、熱交換効率を改善しつつ、適正量の冷媒を封入することができる空気調和機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

[0007] 前記の目的を達成するために、本発明に係る空気調和機は、水平方向に沿って配置されつつ、上下方向に所定の間隔を空けて配置され、内部を熱媒体が流通する複数の伝熱管と、該熱媒体が外部から流入する該伝熱管で構成される流入パスの出口側と、該熱媒体が外部へ流出する該伝熱管で構成される流出パスの入口側とを連通し、管内の水力直径が4 mm以上に設定された接続配管と、を有し、該熱媒体の循環量 G_r [kg/s] と、該接続配管の数 N [本] との関係が、 $0.003 \leq G_r / N \leq 0.035$ を満たす熱交換器を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、熱交換器内部での液溜まりを抑制して、熱交換効率を改善しつつ、適正量の冷媒を封入することができる空気調和機を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本実施形態の空気調和機における冷凍サイクル系統図である。

[図2]本実施形態の空気調和機を構成する熱交換器を示す斜視図である。

[図3]熱交換器が熱交換部とヘッダに分かれた状態を示す分解斜視図である。

[図4]熱交換器を構成する伝熱管を示す斜視図である。

[図5]本実施形態の熱交換器の構成を示す概略図である。

[図6]本実施形態の熱交換器の折返しヘッダと熱交換部との接続部分を示す断面図である。

[図7]パス 1 本あたりの冷媒循環量と圧力損失の関係を示す図である。

[図8]パス 1 本あたりの冷媒循環量とフルード数の関係を示す図である。

[図9]接続配管内部の水力直径と圧力損失の関係を示す図である。

[図10]接続配管内部の水力直径とパス 1 本あたりの冷媒保有量との関係を示す図である。

[図11]本実施形態の熱交換器の折返しヘッダと熱交換部との接続部分の別態様を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。説明において、同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0011] <空気調和機の構成>

本願発明の熱交換器 101 が採用される空気調和機 1 の冷凍サイクルを図 1 に示す。

空気調和機 1 は、室外機 10 と室内機 30 とを備えている。

室外機 10 は、圧縮機 11、四方弁 12、室外熱交換器 13、室外送風機 14、室外膨張弁 15、アキュムレータ 20 を備えている。

室内機 30 は、室内熱交換器 31、室内送風機 32、および室内膨張弁 33 を備えている。

室外機 10 の各機器と、室内機 30 の各機器とは、冷媒配管 2 によって接続され、冷凍サイクルが形成されている。冷媒配管 2 には、熱媒体としての冷媒が封入されており、冷媒が、冷媒配管 2 を通じて、室外機 10 と室内機 30 との間で循環する。

[0012] 次に、室外機 10 を構成する各機器について説明する。

圧縮機 11 は、吸入した気体の冷媒（ガス冷媒）を圧縮して、吐出する。

四方弁 12 は、圧縮機 11 への冷媒の流れの向きは変えずに、室外機 10

と室内機 30 との間の冷媒の流れの向きを変える。そして、四方弁 12 は、冷媒の流れの向きを変えることで、冷房運転と暖房運転の切換えを行う。

室外熱交換器 13 は、本願発明の熱交換器 101 で構成され、冷媒と屋外の外気との間で熱交換を行う。

室外送風機 14 は、室外熱交換器 13 に対して、外気を供給する。

室外膨張弁 15 は、液体の冷媒（液冷媒）を断熱膨張させ、気化させる絞り弁である。

アキュムレータ 20 は、過渡時の液戻りを貯留するために設けられており、圧縮機 11 に供給されるガス冷媒に混在する液冷媒を分離して、冷媒を適度な乾き度に調整する。

[0013] 次に、室内機 30 を構成する各機器について説明する。

室内熱交換器 31 は、本願発明の熱交換器 101 で構成され、冷媒と室内の空気との間で熱交換を行う。

室内送風機 32 は、室内熱交換器 31 に対して、室内空気を供給する。

室内膨張弁 33 は、液体の冷媒（液冷媒）を断熱膨張させ、気化させる絞り弁である。また、室内膨張弁 33 は、その絞り量を変化させることにより室内熱交換器 31 を流れる冷媒の流量を変化させることが可能である。

[0014] <空気調和機の働き>

次に、室内に冷風が供給される冷房運転を行う際の空気調和機 1 の働きについて説明する。

図 1 における実線の矢印が、冷房運転時における冷媒の流れを示し、四方弁 12 は、実線で示すように切り替わる。

圧縮機 11 で圧縮され、高温高圧となったガス冷媒は、四方弁 12 を経由して、室外熱交換器 13 に流入する。

室外熱交換器 13 に流入したガス冷媒は、室外熱交換器 13 内を通過する間に、室外送風機 14 によって供給される外気に放熱して凝縮し、低温高圧の液冷媒となる。

つまり、室外熱交換器 13 は、冷房運転時に、凝縮器として機能する。

[0015] ガス冷媒から凝縮した液冷媒は、室外膨張弁 15 を経由して、室内機 30 へ送られる。なお、このとき、室外膨張弁 15 は、膨張弁としては機能しないため、冷媒は断熱膨張せずに、液冷媒のまま通過する。

室内機 30 に流入した液冷媒は、室内膨張弁 33 で断熱膨張しつつ、室内熱交換器 31 に流入する。

液冷媒は、室内送風機 32 によって供給される室内空気から蒸発潜熱を奪って気化し、低温低圧のガス冷媒となる。

つまり、室内熱交換器 31 は、冷房運転時に、蒸発器として機能する。

そして、蒸発潜熱を奪われた室内空気は、相対的に冷却されたことになり、冷風が室内に送風される。

[0016] 液冷媒から気化したガス冷媒は、室外機 10 に送られる。

室外機 10 に戻ったガス冷媒は、四方弁 12 を通過して、アキュムレータ 20 に流入する。

アキュムレータ 20 に流入したガス冷媒は、混在する液冷媒がアキュムレータ 20 で分離され、所定のかわき度に調整されて、圧縮機 11 へ供給され、再度圧縮される。

以上のように、冷凍サイクルを実線の矢印の方向へ冷媒が循環することで、室内に冷風を供給する冷房運転が実現する。

つまり、冷房運転時には、室外熱交換器 13 が、凝縮器として機能し、室内熱交換器 31 が、蒸発器として機能する。

[0017] 次に、室内に温風が供給される暖房運転を行う際の空気調和機 1 の働きについて説明する。

図 1 における破線の矢印が、暖房運転時における冷媒の流れを示し、四方弁 12 は、破線で示すように切り替わる。

圧縮機 11 で圧縮された高温高圧のガス冷媒は、四方弁 12 を経由して、室内機 30 に流入する。

室内熱交換器 31 に流入したガス冷媒は、室内熱交換器 31 内を通過する間に、室内送風機 32 によって供給される室内空気に放熱して凝縮し、低温

高圧の液冷媒となる。

つまり、室内熱交換器 31 は、暖房運転時に、凝縮器として機能する。

そして、受熱した室内空気は、相対的に加熱されたことになり、温風が室内に送風される。

[0018] ガス冷媒から凝縮した液冷媒は、室内膨張弁 33 を通過して、室外機 10 へ送られる。なお、このとき、室内膨張弁 33 は、膨張弁としては機能しないため、冷媒は断熱膨張せずに、液冷媒のまま通過する。

室外機 10 に流入した液冷媒は、室外膨張弁 15 で断熱膨張しつつ、室外熱交換器 13 に流入する。

液冷媒は、室外送風機 14 によって供給される外気から蒸発潜熱を奪って気化し、低温低圧のガス冷媒となる。

つまり、室外熱交換器 13 は、暖房運転時に、蒸発器として機能する。

[0019] 室外熱交換器 13 から流出した冷媒は、四方弁 12 を通過して、アキュムレータ 20 に流入する。

アキュムレータ 20 に流入した冷媒は、混在する液冷媒がアキュムレータ 20 で分離され、所定のかわき度に調整されて、圧縮機 11 へ供給され、再度圧縮される。

以上のように、冷凍サイクルを破線の矢印の方向へ冷媒が循環することで、室内に温風を供給する暖房運転が実現する。

つまり、暖房運転時には、室内熱交換器 31 が、凝縮器として機能し、室外熱交換器 13 が、蒸発器として機能する。

[0020] 次に、前述の室外熱交換器 13、および室内熱交換器 31 を構成する本実施形態の熱交換器 101 について説明する。

なお、前述の空気調和機 1 では、本願発明の熱交換器 101 が室外熱交換器 13 と室内熱交換器 31 の両方を構成しているが、どちらか一方のみを構成する場合であっても、構成された熱交換器は本願発明の効果を発揮する。

図 2、図 3 に示すように、本実施形態の熱交換器 101 は、フィンチューブ型の熱交換器からなり、熱交換部 110 とヘッダ 130 とを備えている。

[0021] 熱交換部 110 は、空気と冷媒との間で熱の授受を行う部位で、複数の伝熱フィン 111 と、複数の伝熱管 112 とで構成されている（図 3 参照）。

伝熱フィン 111 は、長方形形状の板状部材で構成されている。また、伝熱フィン 111 は、板状部材の長手方向が上下方向に沿いつつ、板面が対向した状態で、水平方向に所定の間隔を空けつつ、積層配置されている。そして、積層された伝熱フィン 111 の間の隙間を、屋外の外気、または室内の空気が通過する。

[0022] 伝熱管 112 は、図 4 に示すように、断面が略長円状の扁平管形状を備え、内部が仕切壁 113 によって、長手方向に沿った複数の流路 114 に分割された管状部材で構成されている。また、伝熱管 112 は、長円形状の平坦部が上下方向に面しつつ、水平方向に沿った状態で、上下方向に所定の間隔を空けつつ、配置されている。そして、伝熱管 112 は、積層された各伝熱フィン 111 を貫通しつつ、各伝熱フィン 111 に接合されている。

また、各伝熱管 112 の両端部には、ヘッダ 130 が連通されている。

各伝熱管 112 の中で、熱交換器 101 を凝縮器として使用する際に、外部から冷媒（ガス冷媒）が流入する伝熱管 112 は、流入パス 121 に設定され、外部へ冷媒（液冷媒）が流出する伝熱管 112 は、流出パス 122 に設定されている。

[0023] 本実施形態の熱交換器 101 では、図 5 に示すように、流入パス 121 と流出パス 122 とは、上下方向に交互に設定される。但し流入パス 121、および流出パス 122 の配置は、重力の影響を受けにくくする配置であれば必ずしも上下方向に交互である必要はない。

凝縮器では、熱交換部 110 の上流側ではガス冷媒の比率が高く、下流側へ行くに従って液冷媒の比率が高くなる。つまり、流出パス 122 側の冷媒の体積は、流入パス 121 側の冷媒の体積よりも小さい。また、図 6 では図を簡略化するため各流入パス 121 と各流出パス 122 とは、それぞれが同じ数の伝熱管 112 で構成するように示している。しかしながら、各パスを流れる冷媒の凝縮ないし蒸発の状態から必要な流速となるように、伝熱管の

本数を選択されるのが望ましい。

流入パスを出た冷媒は、まだ完全に凝縮しきっていない気液 2 相状態の冷媒である。流入パスを出た冷媒を接続配管 1 5 1 に流入させ、下降ないし上昇させることにより、各パス間での重力の影響を低減し、下部のパスでの液溜まりを抑制することができる。

[0024] ヘッダ 1 3 0 は、図 5、図 6 に示すように、各伝熱管 1 1 2 をその両端部で束ねるとともに、伝熱管 1 1 2 に対して、冷媒を分配、集約する分集ヘッダ 1 3 1 と、折返しヘッダ 1 3 2 とを備えている。

そして、熱交換器 1 0 1 を凝縮器として使用する際に、外部から流入する冷媒を各流入パス 1 2 1 に分配する分集ヘッダ 1 3 1 の部位を分配部 1 3 3 と称する。また、熱交換器 1 0 1 を凝縮器として使用する際に、各流出パス 1 2 2 からの冷媒を集約し、外部へ排出する分集ヘッダ 1 3 1 の部位を集約部 1 3 4 と称する。

[0025] 図 6 に示すように、折返しヘッダ 1 3 2 は、それぞれの内部が、仕切板 1 3 5 によって、各流入パス 1 2 1 毎、および各流出パス 1 2 2 毎の区画に分割されている。また、折返しヘッダ 1 3 2 には、接続配管 1 5 1 が配置されている。なお、分配部 1 3 3、および集約部 1 3 4 も折返しヘッダ 1 3 2 と同様に、それぞれの内部が、仕切板 1 3 5 によって、各流入パス 1 2 1 毎、および各流出パス 1 2 2 毎の区画に分割されている。

接続配管 1 5 1 は、図 5、図 6 に示すように、下降管 1 5 2 と上昇管 1 5 3 とで構成され、下降管 1 5 2 と上昇管 1 5 3 とは、同一の断面形状を備えている。なお、図 2、図 3 では、作図の都合上、接続配管 1 5 1 が省略されている。

下降管 1 5 2 は、折返しヘッダ 1 3 2 内の区画における流入パス 1 2 1 出口側（流入パス 1 2 1 の出口側区画 A R 1）と、この流入パス 1 2 1 よりも下方に位置する流出パス 1 2 2 の入口側（流出パス 1 2 2 の入口側区画 A R 2）とを連通する。

上昇管 1 5 3 は、流入パス 1 2 1 の出口側区画 A R 1 と、この流入パス 1

2 1 よりも上方に位置する流出パス 1 2 2 の入口側区画 A R 2 とを連通する。
。

[0026] そして、本実施形態では、最も上方に位置する流入パス 1 2 1 は、下降管 1 5 2 を通じて、最も下方に位置する流出パス 1 2 2 に連通されている。また、最も下方に位置する流入パス 1 2 1 は、上昇管 1 5 3 を通じて、最も上方に位置する流出パス 1 2 2 に連通されている。

上から 2 番目に位置する流入パス 1 2 1 は、下降管 1 5 2 を通じて、下から 2 番目に位置する流出パス 1 2 2 に連通されている。また、下から 2 番目に位置する流入パス 1 2 1 は、上昇管 1 5 3 を通じて、上から 2 番目に位置する流出パス 1 2 2 に連通されている。

[0027] そして、熱交換器 1 0 1 を凝縮器として使用する場合、分集ヘッダ 1 3 1 の分配部 1 3 3 に導入された高温高圧のガス冷媒は、流入パス 1 2 1 を通過する際に、空気との熱交換によって凝縮し、ガス冷媒と液冷媒が混在する気液 2 相冷媒となる。また、気液 2 相冷媒は、折返しヘッダ 1 3 2 内の流入パス 1 2 1 の出口側区画 A R 1 から、下降管 1 5 2、および上昇管 1 5 3 を通じて、折返しヘッダ 1 3 2 内の流出パス 1 2 2 の入口側区画 A R 2 へ導入される。さらに、流出パス 1 2 2 の入口側区画 A R 2 内の気液 2 相冷媒は、流出パス 1 2 2 を通過する際に、空気との熱交換によって再度凝縮し、液冷媒が主体の気液 2 相冷媒となる。

なお、冷媒が、流入パス 1 2 1 の出口側区画 A R 1 から、流出パス 1 2 2 の入口側区画 A R 2 へ移動する過程で、下降管 1 5 2 を下降する冷媒の圧力は上昇する。このため、上昇管 1 5 3 を上昇する冷媒の圧力低下の少なくとも一部が打ち消され、重力の影響による圧力差 Δp が小さくなる。

これによって、熱交換部 1 1 0 における上下方向の圧力差 Δp が低減され、下方の伝熱管 1 1 2 での冷媒の液溜まりを抑制して、熱交換を高効率で行うことが可能となる。

[0028] 次に、空気調和機 1 内を循環する冷媒の冷媒循環量について説明する。

冷媒の時間当たりの循環量を冷媒循環量 G_r [kg/s]、分集ヘッダ 1

31が分配する流入パス121の数、すなわち分配部133の分岐する数をパス数Nとする。なお、パス数Nは、流出パス122の数、および接続配管151の数でもある。

図7は、パス1本（1流路）当たりの冷媒循環量 G_r/N [kg/s]と接続配管151での圧力損失 ΔP [kPa]との関係を示している。

そして、図7から、パス1本当たりの冷媒循環量 G_r/N [kg/s]を増加すると、これに伴い、圧力損失 ΔP [kPa]が増大することが読み取れる。

また、熱交換器101の圧力損失 ΔP [kPa]は、伝熱管112での圧力損失と、接続配管151での圧力損失から導出される。

[0029] 接続配管151での圧力損失は、空気調和機1の消費電力の増加につながらない程度に収めることが求められる。これは、接続配管151が、冷媒と空気とが積極的に熱交換を行う部位ではないためである。

パス1本当たりの冷媒循環量であり、パス1本当たりの冷媒循環量 G_r/N [kg/s]は、0.035以下であることが望ましいことが、計算から導き出されている。

つまり、空気調和機の冷媒循環量 G_r に対し、パス数Nが、式1の範囲に収まるように設定することで、接続配管151による圧力損失の影響を抑制することができる。

$$\text{式1} \quad N \leq G_r / 0.035$$

[0030] 接続配管151は、前述のように、上昇管153と下降管152とで構成されている。また、接続配管151を流通する冷媒は、凝縮途中のため、ガス冷媒と液冷媒が混在する気液2相冷媒となっている。混在する液冷媒を含め、気液2相冷媒が上昇管153内を上昇して、上方の流出パス122に入口側区画AR2へ移動するには、ある程度の流量が必要である。そこで、次に冷媒の流量を規定する。

液体の上昇限界を評価する指標としてフルード数 F_r がある。フルード数 F_r は、液冷媒密度 ρ_L 、ガス冷媒密度 ρ_G 、ガス冷媒流速 u_G 、重力加速度 g 、配管内部直径を d とした場合、以下の式 2 により算出される。

$$\text{式 2 } F_r = (\rho_G \cdot u_G^2 + \rho_L \cdot u_G^2) / (\rho_L \cdot g \cdot d)$$

[0031] つまり、フルード数 F_r が所定値 ($=1$) 以上となるように、気液 2 相冷媒の流速を設定することで、気液 2 相冷媒が、混在する液冷媒を含め、上昇管 153 内を上昇することができる。

また、フルード数 F_r が所定値 ($=1$) よりも小さい場合には、混在する液冷媒が上昇管 153 の管壁に付着して、それ以上の上昇ができず、結果として、下側の流入パス 121 の出口側区画 AR1 に液溜まりが生じる。

このようなフルード数 F_r が所定値 ($=1$) 以上となるには、パス 1 本当たりの冷媒循環量 G_r / N [kg / s] が、 0.003 [kg / s] 以上であることが必要となる (図 8 参照)。

したがって、前述の条件と合わせて、パス 1 本当たりの冷媒循環量 G_r / N [kg / s] が、式 3 の範囲に収まるように、冷媒循環量 G_r に対してパス数 N を調整することが求められる。

これによって、接続配管 151 を配置することによる圧力損失 ΔP [kPa] を抑制しつつ、接続配管 151 内での液溜まりを抑制することができる。

$$\text{式 3 } 0.003 \leq G_r / N \leq 0.035 \quad [\text{kg} / \text{s}]$$

[0032] 次に、接続配管 151 の構成について説明する。

接続配管 151 は、その断面形状に規定はないが、その水力直径 D [mm] が、式 4 の範囲に収まるように設定されている。

$$\text{式 4 } 4 \leq D \leq 11 \quad [\text{mm}]$$

式 4 に規定される水力直径 D の範囲は、図 9、および図 10 から導出される。

図 9 には、接続配管 151 内の水力直径 D [mm] と、接続配管 151 での圧力損失 ΔP [kPa] の関係について、式 3 の範囲内の 3 条件について示されている。

図 9 から、水力直径 D が、或る値よりも小さい領域では、冷媒循環量 G_r の増加に伴い、圧力損失 ΔP [kPa] が増大することが明らかである。このことから、どのような冷媒循環量 G_r 及びパス数 N であっても圧力損失 ΔP [kPa] の影響を小さくするには、接続配管 151 内の水力直径 D を 4 mm 以上とすることが望ましい。

[0033] ところで、接続配管 151 の水力直径 D が拡大することで、接続配管 151 を曲げ加工する際の曲げ半径の増大を招き、結果として熱交換器 101 を設置するために、より広いスペースが必要となる。ところが、熱交換器 101 を設置するための空間は限られているため、できる限り省スペースであることが望まれる。

[0034] また、図 10 から、接続配管 151 内の水力直径 D が拡大するほど、接続配管 1 本あたりの冷媒保有量が増大することが明らかである。そして、冷媒保有量が増大することで、空気調和機 1 全体の製造コストが増大してしまう。そこで、必要以上の冷媒を保有することは避けることが望まれる。

そこで、室外機 10 の機械室（図示せず）等への熱交換器 101 の設置を考慮した場合、接続配管 151 の水力直径 D は 11 mm 以下である接続配管 151 を選択することが望ましい。

以上のことから、接続配管 151 は、その水力直径 D が、式 4 の範囲に収まるように設定されている。

[0035] 次に、本実施形態に係る熱交換器 101 の作用効果について説明する。

本実施形態の熱交換器 101 では、流入パス 121 の少なくとも 1 つを、

自身よりも下方に位置する流出パス 1 2 2 に連通するとともに、流入パス 1 2 1 の残りの少なくとも 1 つを、自身よりも上方に位置する流出パス 1 2 2 に連通するように、接続配管 1 5 1 で接続している。

このような構成とすることで、下降管 1 5 2 を下降する冷媒の圧力上昇によって、上昇管 1 5 3 を上昇する冷媒の圧力低下の少なくとも一部が打ち消され、重力の影響による圧力差 Δp を小さくできる。

これによって、熱交換部 1 1 0 における上下方向の圧力差 Δp が低減され、下方の伝熱管 1 1 2 での冷媒の液溜まりを抑制して、熱交換を高効率で行うことができる。

[0036] また、本実施形態の熱交換器 1 0 1 では、パス 1 本当たりの冷媒循環量 G_r / N [kg / s] が、式 3 の範囲内に収まるように調整されている。

これによって、伝熱管 1 1 2 内での液溜まりを抑制しつつ、高効率で熱交換（熱媒体の凝縮）を行うことができる。

[0037] また、本実施形態の熱交換器 1 0 1 では、接続配管 1 5 1 の管内の水力直径 D が、式 4 の範囲内に収まるように設定されている。

水力直径 D を 4 mm 以上に設定することで、接続配管 1 5 1 内を流通する際の圧力損失の影響を小さくしている。

また、水力直径 D を 11 mm 以下に設定することで、装置全体の省スペース化が図れる。さらに、接続配管 1 5 1 の管内の水力直径 D を 11 mm 以下に設定することで、接続配管 1 5 1 内での熱媒体の保有量を抑制することができるため、装置全体のコスト削減が図れる。

[0038] また、本実施形態の熱交換器 1 0 1 では、伝熱管 1 1 2 に断面略長円状の外形形状を備えた扁平管を採用している。

これによって、同一表面積の円管よりも断面積を小さくすることができるため、表面積（熱交換面積）が円管と同じままで、熱媒体の保有量を円管の場合よりも削減することができる。

また、伝熱管 1 1 2 の内部を、仕切壁 1 1 3 で複数の流路 1 1 4 に分割し、熱媒体と伝熱管 1 1 2 との接触面積を増やしている。

これによって、熱媒体の保有量を増やすことなく、交換熱量を増大させることができる。

[0039] また、本実施形態の熱交換器 101 では、熱媒体として冷媒 R410A、R404A、R32、R1234yf、R1234ze(E)、および HFO1123 のうち少なくとも 1 種類を採用することが望ましい。

これら冷媒は、オゾン破壊係数が 0 (ゼロ) である。必要な冷凍能力と使用温度に応じてこれら冷媒から選択することでどのような蒸発圧力であっても冷却能力を確保し、実施形態により従来よりも冷媒の保有量を削減することができる。

[0040] なお、本実施形態では、本願発明の構成が、フィンチューブ型の熱交換器に適用されているが、これに限定されるものではない。コルゲートフィン型熱交換器等、水平方向に沿った複数の伝熱管が上下方向に所定の間隔を空けて配置され、ヘッダを介して伝熱管が複数のパスに設定される（割り当てられる）形態の熱交換器であれば、適用が可能であり、同様の作用効果が得られる。

[0041] また、本実施形態では、接続配管 151 が、折返しヘッダ 132 の外部に露出するようにレイアウトされているが、このような形態に限定されるものではない。

たとえば、図 11 に示すように、接続配管 151A を折返しヘッダ 132 の内部に配置するようにレイアウトすることも可能である。

このような構成では、折返しヘッダ 132 の外側に凹凸がないため、熱交換器 101 を室外機 10、および室内機 30 の筐体内に設置する際のレイアウトを容易に行える。

[0042] また、本実施形態では、各流入パス 121 を構成する伝熱管 112 と、流出パス 122 を構成する伝熱管 112 とを、同一の本数に設定しているが、同一本数に限定されるものではなく、異なる本数とすることも可能である。

たとえば、前述のように、凝縮器では、熱交換部 110 の上流側ではガス冷媒の比率が高く、下流側へ行くに従って液冷媒の比率が高くなるため、流

出パス 1 2 2 側の冷媒の体積は、流入パス 1 2 1 側の冷媒の体積よりも小さい。

[0043] そこで、流入パス 1 2 1 を構成する伝熱管 1 1 2 の本数を、流出パス 1 2 2 の伝熱管 1 1 2 の本数よりも多くする構成とすることも可能である。

このような構成とすることで、熱交換器 1 0 1 を凝縮器として使用する場合、ガス冷媒が放熱する面積が広がり、熱交換効率を改善することができる。

つまり、流入パス群及び流出パス群内で各流出パスの伝熱管使用段数や、折り返し回数などは熱風速分布や想定される冷媒の熱交換状態に応じて調整することが望ましく、必ずしも同数である必要はない。

[0044] 次に、熱交換器 1 0 1 内を循環する冷媒流量の評価方法における別態様について説明する。

熱交換器 1 0 1 の構成は、前述の実施形態と同一である。つまり、接続配管 1 5 1 の管内の水力直径 D [mm] が、前述の式 4 の範囲内に収まるように設定されている。

前述の実施形態と異なる点は、混在する液冷媒を含めて、気液 2 相冷媒が接続配管 1 5 1 を上昇する条件を、フルード数 F_r による冷媒循環量 G_r ではなく、定格冷房能力 Q で評価している点である。

なお、定格冷房能力 Q とは、室外温度が 35°C 、相対湿度が約 45% で、室内温度を 27°C に冷房するときの空気調和機 1 の出力である。

[0045] フルード数 F_r を算出するために用いられる各物性は、使用する冷媒毎に異なるため、確保できるエンタルピ差、密度が変化する。このため、冷媒の種類によっては、フルード数 F_r から導出される冷媒循環量 G_r が、式 3 の範囲内にあっても、気液 2 相冷媒の状態で接続配管 1 5 1 を上げられないおそれがある。

[0046] そこで、本評価方法では、冷媒循環量 G_r [kg/s] に代わる指標として、定格冷房能力 Q [kW] を用いている。

式 3 に相当する範囲は、式 5 で表すことができる。

$$\text{式 5} \quad 0.75 \leq Q/N \leq 3.5 \quad [\text{kW}]$$

つまり、パス 1 本当たりの定格冷房能力 Q/N が、式 5 の範囲となるように設定することにより、物性の異なる冷媒であっても、式 3 が意図するのと同等の効果が得られる。

つまり、気液 2 相冷媒の状態で、冷媒が接続配管 151 を上ることができ、接続配管 151 での液溜まりを抑制することができる。

したがって、熱交換器 101 内部での液溜まりを抑制して、熱交換効率を改善しつつ、適正量の冷媒を封入することができる。

符号の説明

- [0047] 1 空気調和機
- 101 熱交換器
- 112 伝熱管
- 114 流路
- 121 流入パス
- 122 流出パス
- 151 接続配管

請求の範囲

[請求項1] 水平方向に沿って配置されつつ、上下方向に所定の間隔を空けて配置され、内部を熱媒体が流通する複数の伝熱管と、

該熱媒体が外部から流入する該伝熱管で構成される流入パスの出口側と、該熱媒体が外部へ流出する該伝熱管で構成される流出パスの入口側とを連通し、管内の水力直径が4 mm以上に設定された接続配管と、

を有し、

該熱媒体の循環量 G_r [kg/s] と、パス数 N [本] との関係が、

$$0.003 \leq G_r / N \leq 0.035$$

を満たす熱交換器を備える

ことを特徴とする空気調和機。

[請求項2] 水平方向に沿って配置されつつ、上下方向に所定の間隔を空けて配置され、内部を熱媒体が流通する複数の伝熱管と、

該熱媒体が外部から流入する該伝熱管で構成される流入パスの出口側と、該熱媒体が外部へ流出する該伝熱管で構成される流出パスの入口側とを連通し、管内の水力直径が4 mm以上に設定された接続配管と、

を有し、

定格冷房能力 Q [kW] と、パス数 N [本] との関係が

$$0.75 \leq Q / N \leq 3.5$$

を満たす熱交換器を備える

ことを特徴とする空気調和機。

[請求項3] 前記流入パスの少なくとも1つが、自身よりも下方に位置する前記流出パスに前記接続配管を通じて連通され、

該流入パスの残りの少なくとも1つが、自身よりも上方に位置する該流出パスに該接続配管を通じて連通される

ことを特徴とする請求項 1、または請求項 2 に記載の空気調和機。

[請求項 4]

前記接続配管は、

管内の水力直径が 11 mm 以下に設定されている

ことを特徴とする請求項 1、または請求項 2 に記載の空気調和機。

[請求項 5]

前記伝熱管は、

断面略長円状の外形形状を備え、

内部が長手方向に沿った複数の流路に分割された管状部材からなる

ことを特徴とする請求項 1、または請求項 2 に記載の空気調和機。

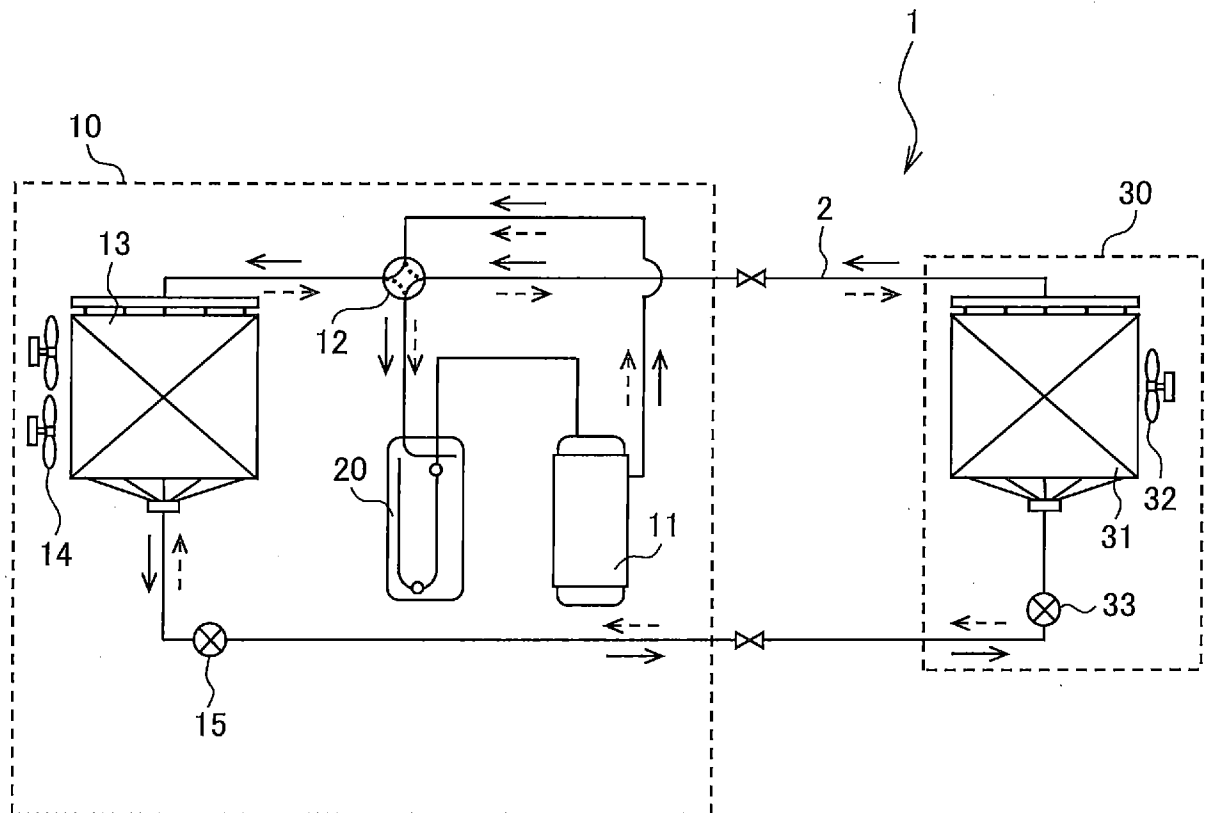
[請求項 6]

前記熱媒体は、

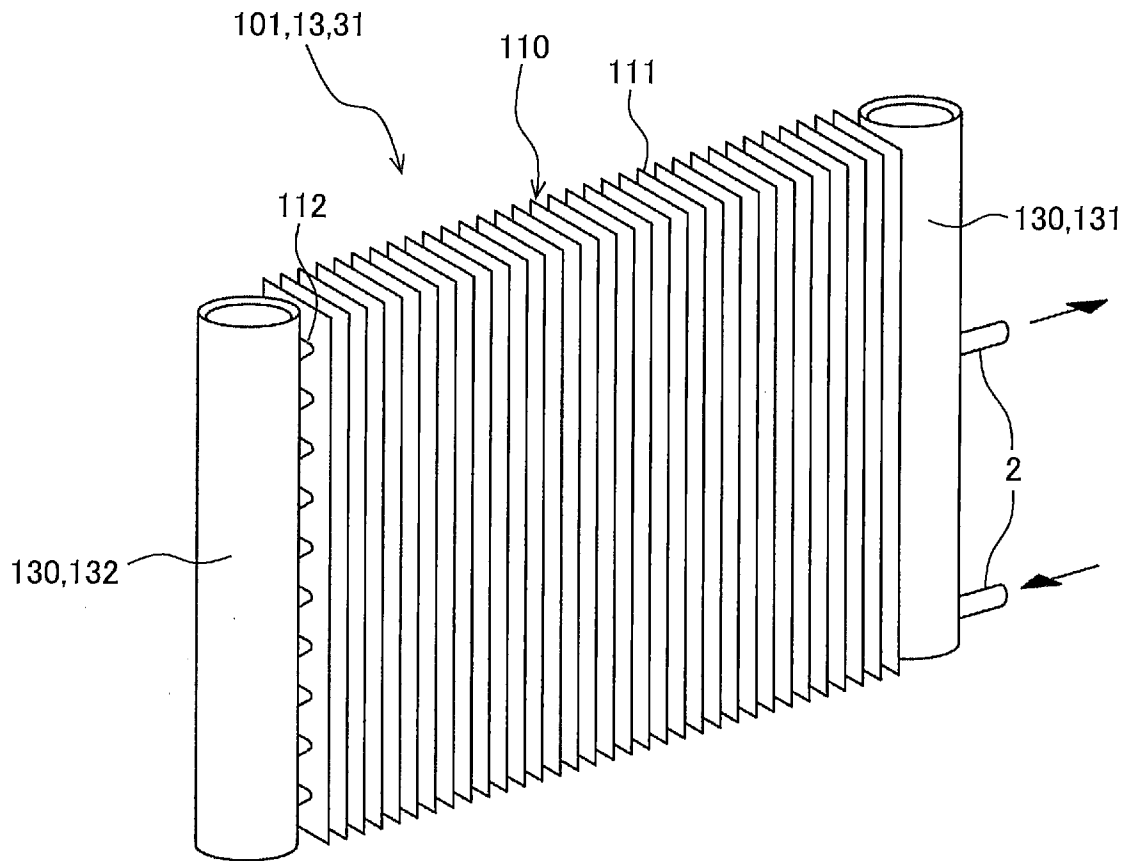
R410A、R404A、R32、R1234yf、R1234ze (E)、および HFO1123 のうち少なくとも 1 種類を使用している

ことを特徴とする請求項 1、または請求項 2 に記載の空気調和機。

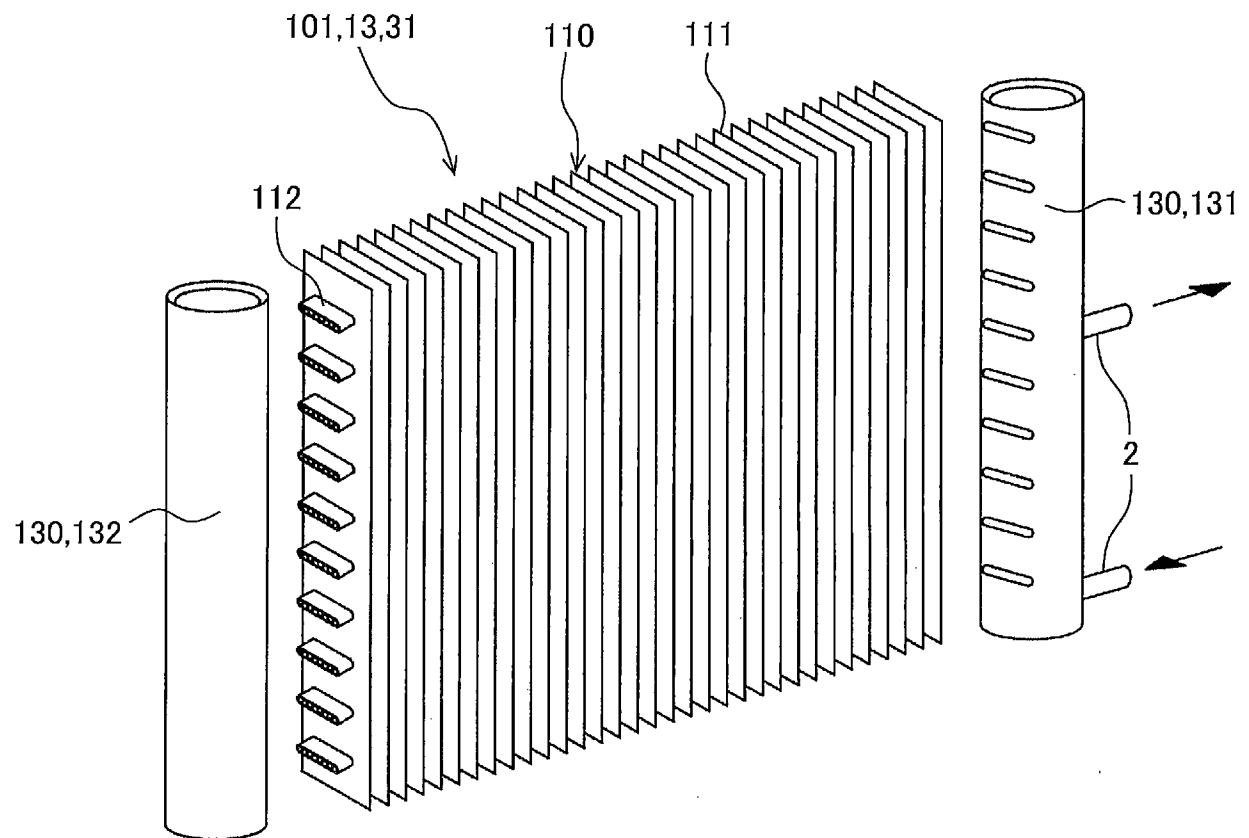
[図1]



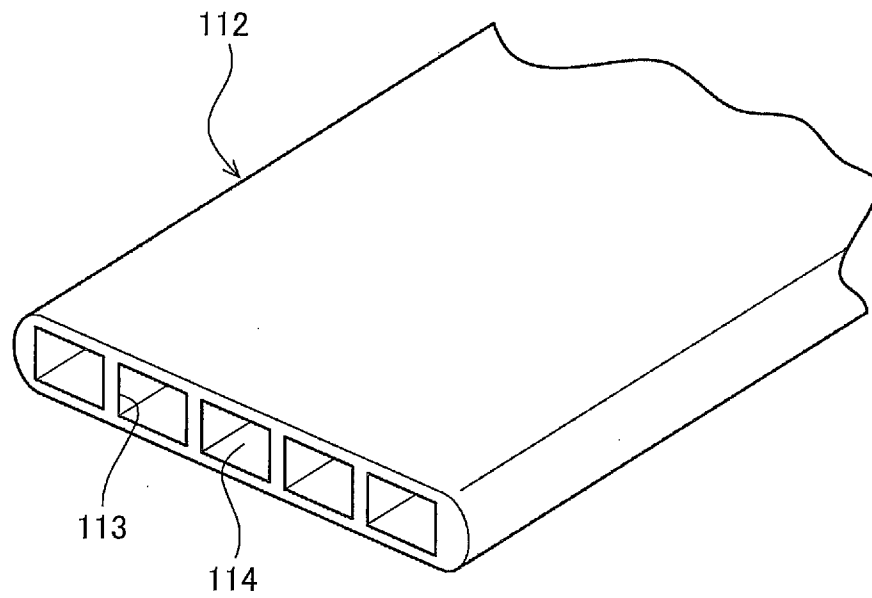
[図2]



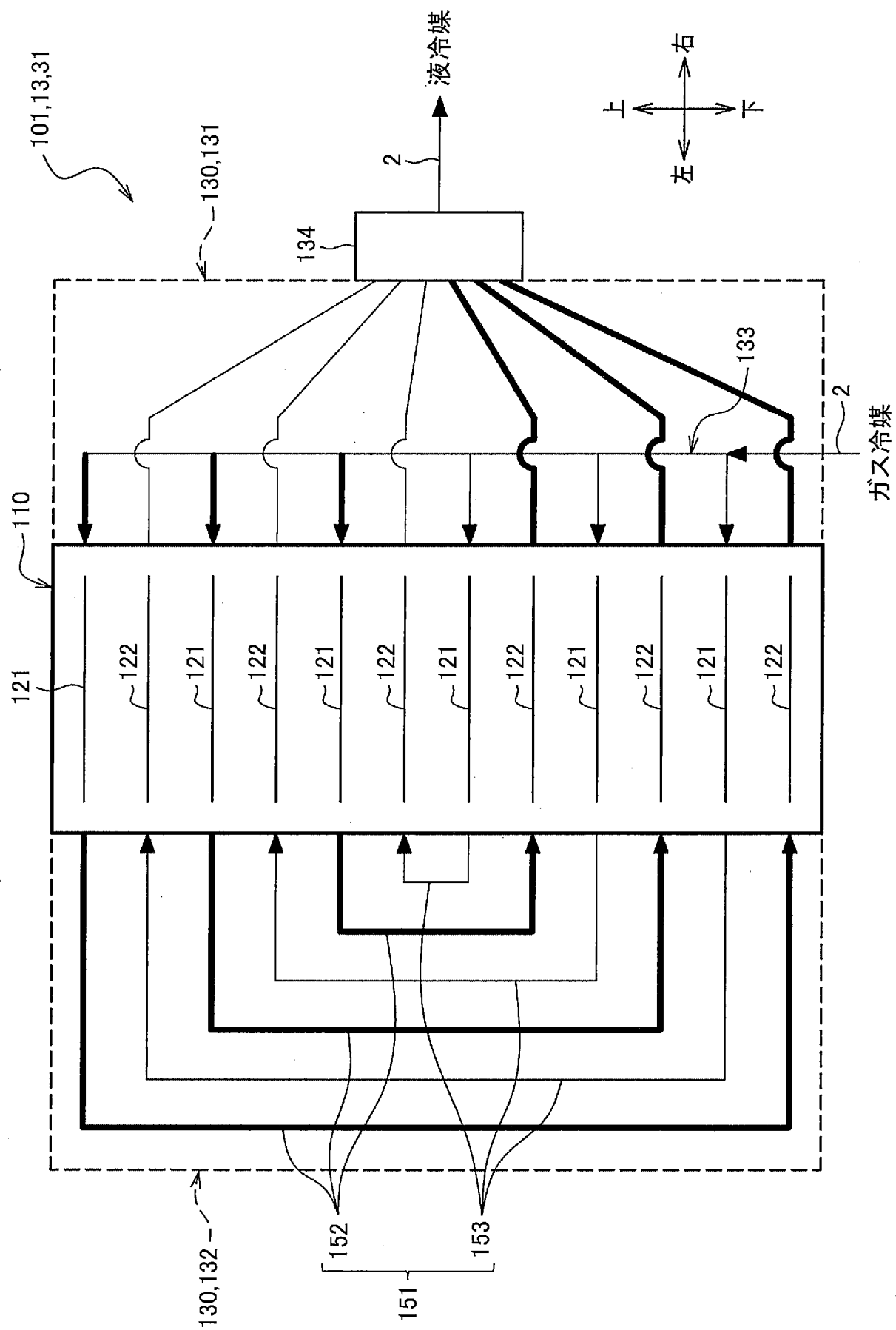
[図3]



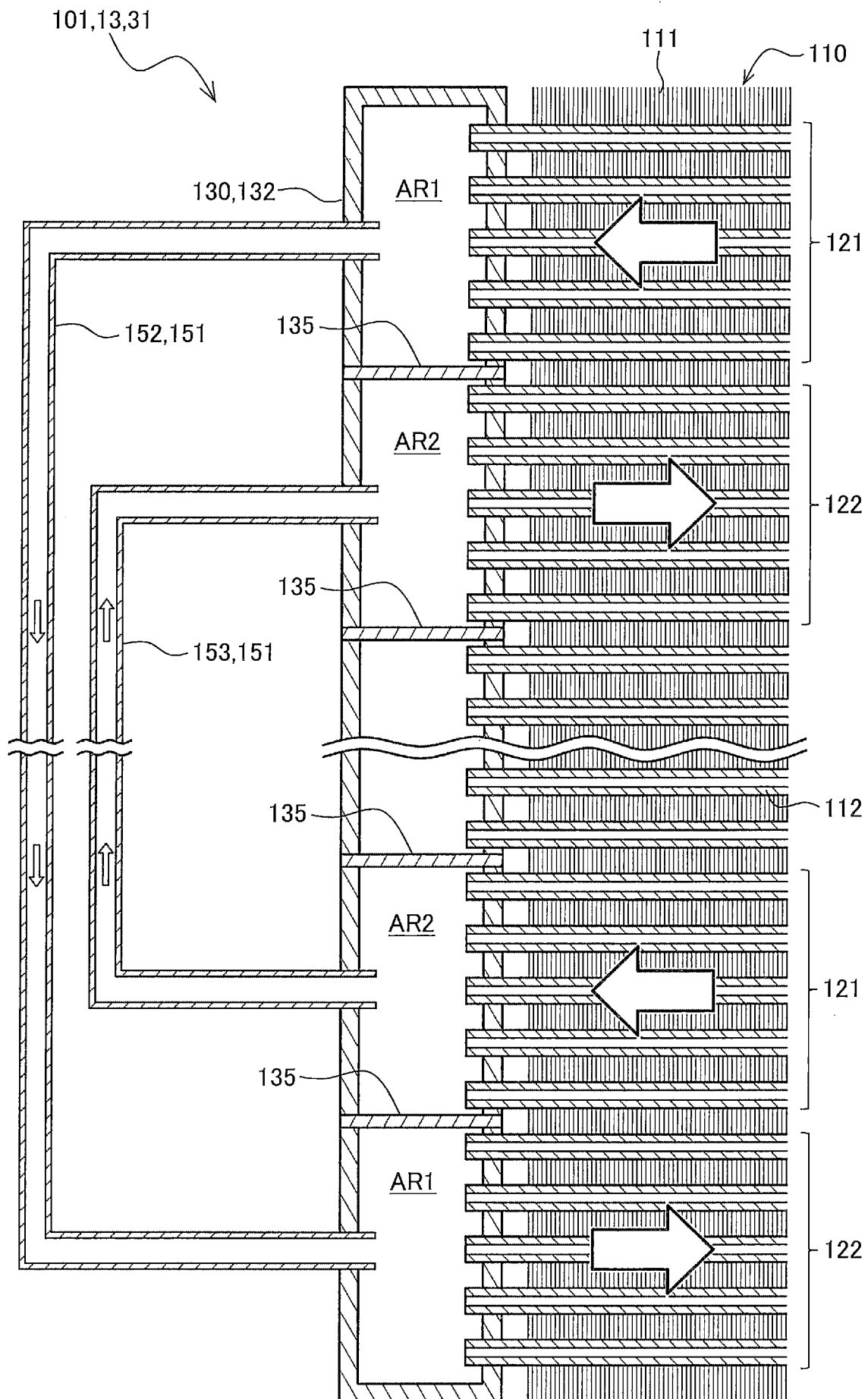
[図4]



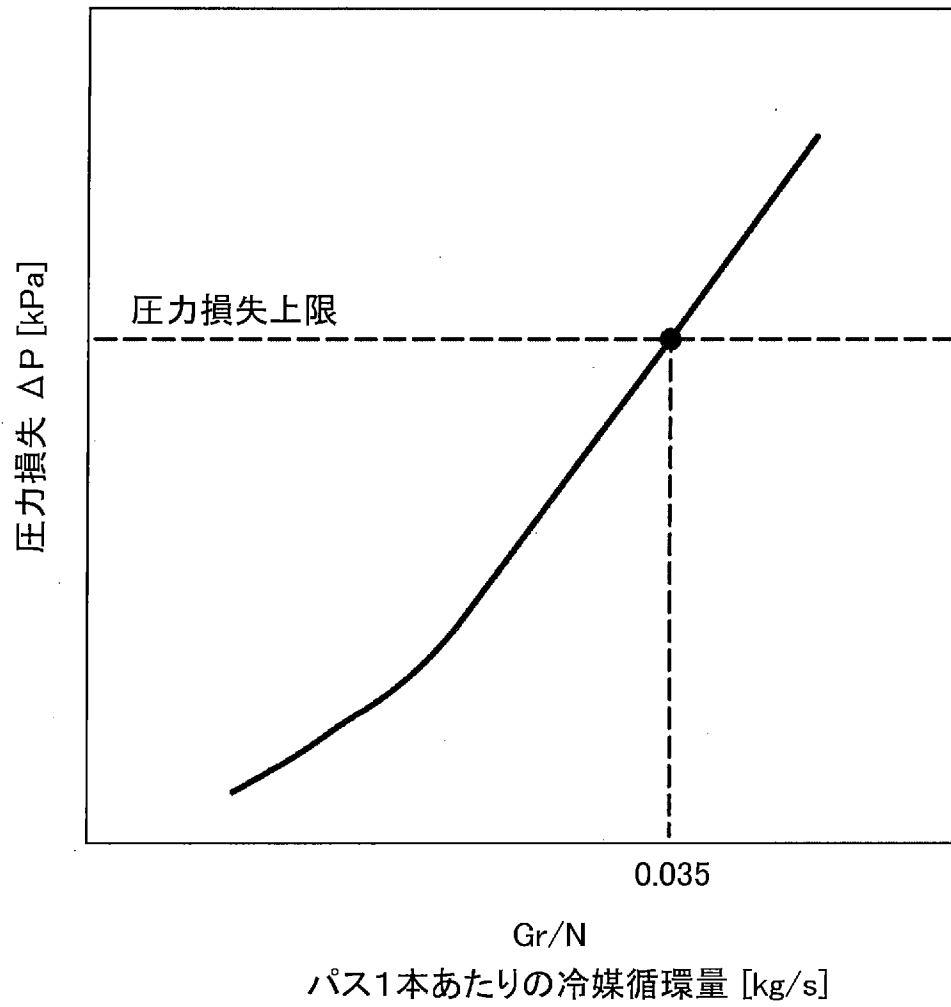
[図5]



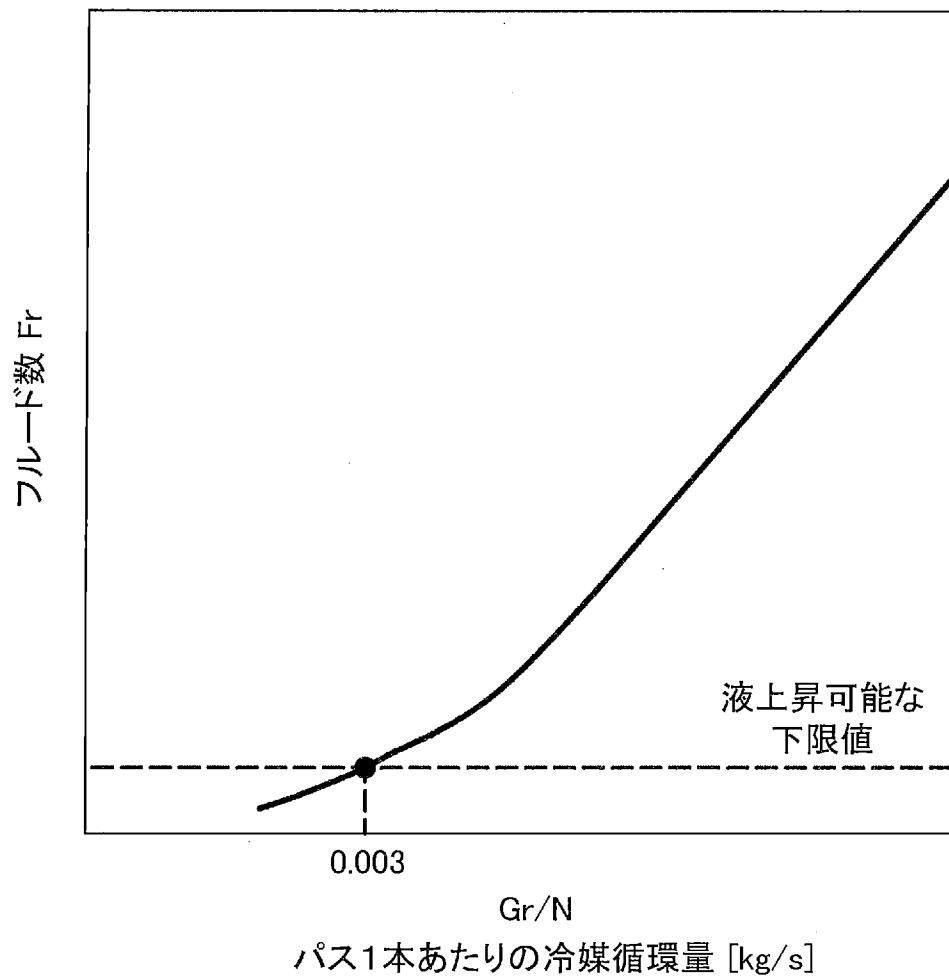
[図6]



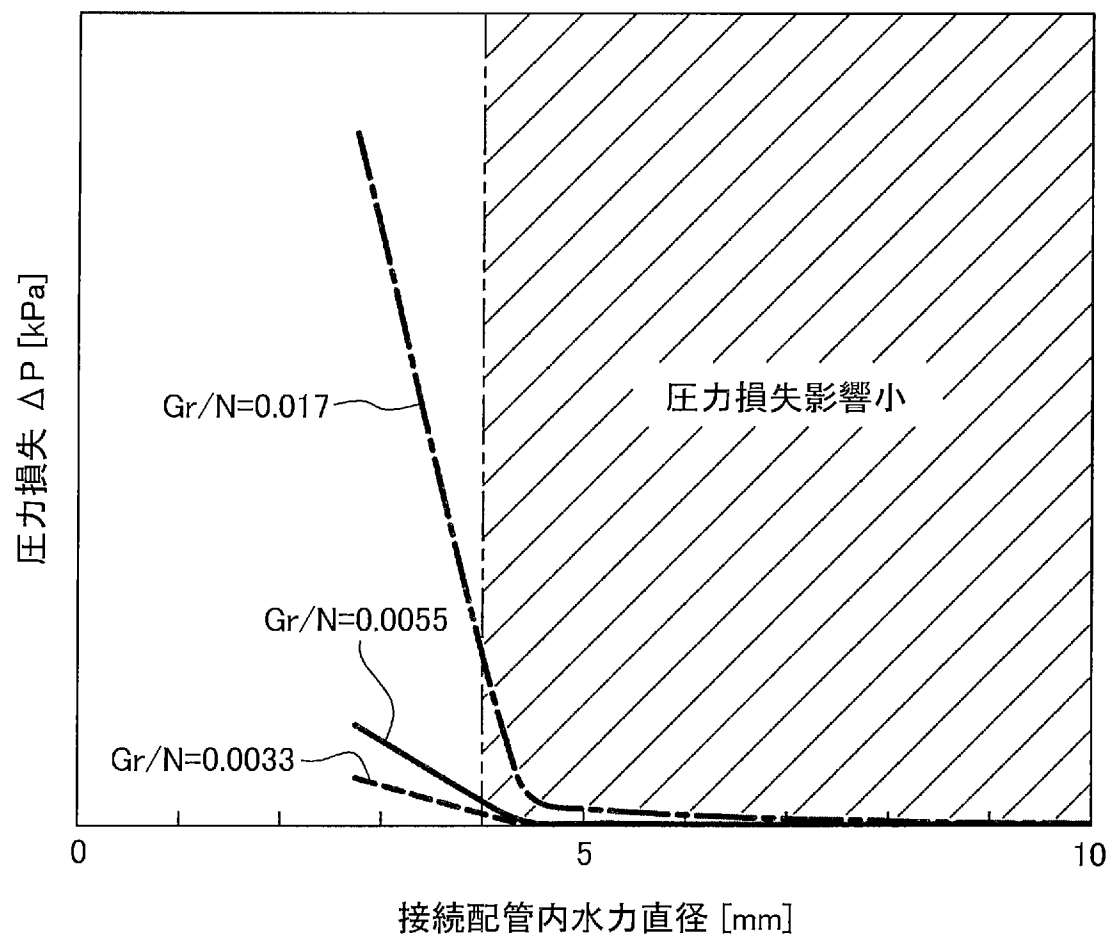
[図7]



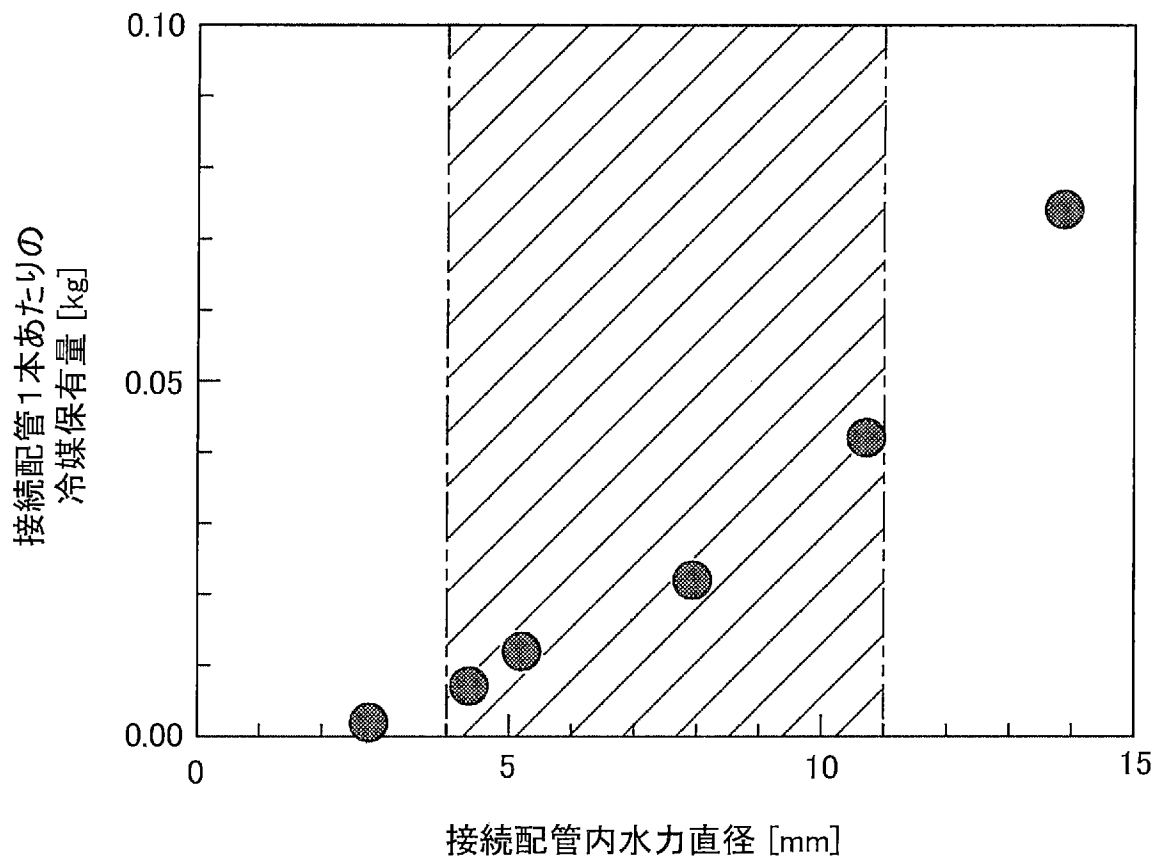
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/043016

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F24F1/00 (2011.01) i, F24F1/18 (2011.01) i, F25B1/00 (2006.01) i, F25B39/00 (2006.01) i, F28D1/053 (2006.01) i, F28F9/22 (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)

Int. Cl. F24F1/00, F24F1/18, F25B1/00, F25B39/00, F28D1/053, F28F9/22

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 2015-127619 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 09 July 2015, paragraphs [0030], [0049]-[0067], [0104], fig. 5, 7 & US 2016/0320135 A1, paragraphs [0047], [0070]-[0093], [0134], fig. 5, 7 & EP 3088832 A1 & CN 105849498 A	1-6
Y	JP 2013-228154 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 07 November 2013, paragraph [0031] (Family: none)	1-6

☒ 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

Date of mailing of the international search report

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

International application No.

PCT/JP2017/043016

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 2016-53473 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 14 April 2016, paragraphs [0045]-[0047] (Family: none)	1-6
Y	JP 2001-304621 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 31 October 2001, paragraphs [0001]-[0132] (Family: none)	2-6
Y	JP 2007-163013 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 28 June 2007, fig. 8 (Family: none)	3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F24F1/00(2011.01)i, F24F1/18(2011.01)i, F25B1/00(2006.01)i, F25B39/00(2006.01)i, F28D1/053(2006.01)i, F28F9/22(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. F24F1/00, F24F1/18, F25B1/00, F25B39/00, F28D1/053, F28F9/22

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2015-127619 A（ダイキン工業株式会社）2015.07.09, 段落0030, 0049-0067, 0104, 図5, 7 & US 2016/0320135 A1, 段落0047, 0070-0093, 0134, 第5, 7図 & EP 3088832 A1 & CN 105849498 A	1-6
Y	JP 2013-228154 A（三菱電機株式会社）2013.11.07, 段落0031（ファミリーなし）	1-6

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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、一般的技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

13.02.2018

国際調査報告の発送日

20.02.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

河内 誠

3M

3631

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

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 2016-53473 A (三菱電機株式会社) 2016.04.14, 段落 0 0 4 5 – 0 0 4 7 (ファミリーなし)	1 – 6
Y	JP 2001-304621 A (ダイキン工業株式会社) 2001.10.31, 段落 0 0 0 1 – 0 1 3 2 (ファミリーなし)	2 – 6
Y	JP 2007-163013 A (三菱電機株式会社) 2007.06.28, 図 8 (ファミリーなし)	3