

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年5月22日(22.05.2020)



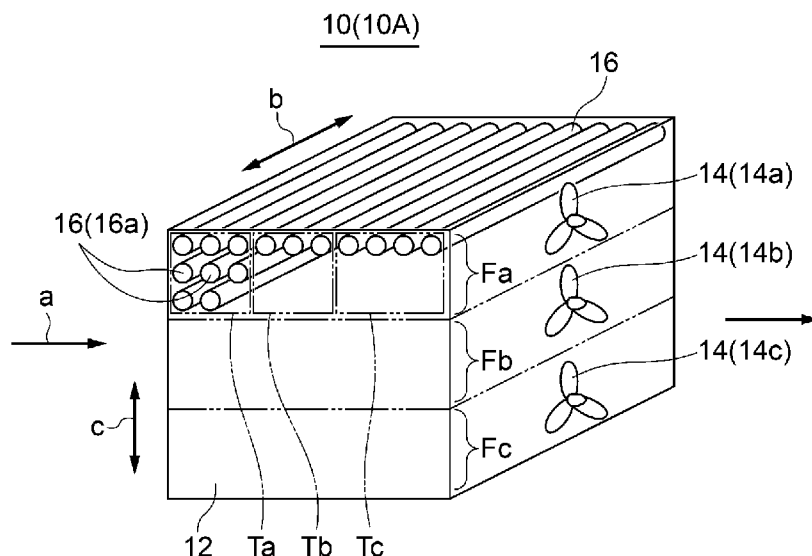
(10) 国際公開番号

WO 2020/100768 A1

- (51) 国際特許分類:
F25B 47/02 (2006.01) *F28F 13/04* (2006.01)
F25D 21/06 (2006.01) *F28F 17/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/043988
- (22) 国際出願日: 2019年11月8日(08.11.2019)
- (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 2018-213342 2018年11月13日(13.11.2018) JP
- (71) 出願人: 株式会社前川製作所(MAYEKAWA MFG. CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1358482 東京都江東区牡丹3丁目1番15号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 加藤 雅士(KATO, Masashi); 〒1358482 東京都江東区牡丹3丁目1番15号 株式会社前川製作所内 Tokyo (JP). 西田 耕作(NISHIDA, Kosaku); 〒1358482 東京都江東区牡丹3丁目1番15号 株式会社前川製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人(SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区三田三丁目1番13号 三田43MTビル13階 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,

(54) Title: HEAT EXCHANGER AND METHOD FOR DEFROSTING HEAT EXCHANGER

(54) 発明の名称: 熱交換器及び熱交換器のデフロスト方法



(57) Abstract: The heat exchanger according to one embodiment of the present invention is provided with: a gas flow path through which a to-be-cooled gas is passed; a plurality of heat transfer pipes that are disposed within the gas flow path; and an upstream side heating part that is for maintaining the temperature of a frost layer formation surface of, among the aforementioned plurality of heat transfer pipes, at least one upstream-side heat transfer pipe located in an upstream side region in the flow direction of the to-be-cooled gas, and/or the temperature of a frost layer formation surface of a heat dissipation member provided to the outer circumference of said upstream-side heat transfer pipe, so as to be lower than 0°C but higher than the temperature of the to-be-cooled gas.

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))

(57) 要約：一実施形態に係る熱交換器は、被冷却気体が流れる気体流路と、前記気体流路内に設けられる複数の伝熱管と、前記複数の伝熱管のうち、前記被冷却気体の流れ方向の上流側領域に位置する1以上の上流側伝熱管又は前記上流側伝熱管の外周に設けられた放熱部材のうち、少なくとも一方の霜層付着面温度を0℃未満でかつ前記被冷却気体よりも高温に維持するための上流側加熱部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：熱交換器及び熱交換器のデフロスト方法

技術分野

[0001] 本開示は、熱交換器及び熱交換器のデフロスト方法に関する。

背景技術

[0002] 冷凍庫やフリーザに設けられるエアクーラなどの熱交換器にフィンチューブ式熱交換器が用いられる。フィンチューブ式熱交換器は放熱フィンなどに霜が付きやすく、フィン間に形成された霜層によって空気流が閉塞されるため、頻繁にデフロスト運転が必要になる。そこで、本発明者等は、フィンや伝熱管に付着した霜を昇華して除去するデフロスト方法を提案している（特許文献1）。このデフロスト方法は、着霜を昇華させ空気流に乗って飛散させるため、融解水が発生しない。従って、融解水を熱交換器から取り除く作業が不要になると共に、エアクーラの運転を継続しながらデフロストできる利点がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2017/175411号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 流れ方向最上流側伝熱管の伝熱面は熱伝達率が高く、かつ被冷却気体に含まれるミスト（液体及び固体）が慣性力により最上流側伝熱管やフィンの先端部分に衝突するために、集中して着霜が生じ、かつ着霜の成長が早くなる現象が起こる。従って、他の部位に比べこれらの部位で霜層の成長により早く冷却空気流路が閉塞するため、被冷却空気と伝熱管を流れる冷却媒体との熱交換が阻害されるという問題がある。

[0005] 一実施形態は、上流側伝熱管やフィンの上流側先端部分に付着した霜が成長して冷却気体流路が閉塞するのを防止すると共に、効率的なデフロスト運

転を行うことで、デフロスト運転により伝熱管やフィンに加えられた熱により稼働中の熱交換器の熱効率が低下するのを抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] (1) 一実施形態に係る熱交換器は、
被冷却気体が流れる気体流路と、
前記気体流路内に設けられる複数の伝熱管と、
前記複数の伝熱管のうち、前記被冷却気体の流れ方向の上流側領域に位置する1以上の上流側伝熱管又は前記上流側伝熱管の外周に設けられた放熱部材のうち少なくとも一方の霜層付着面温度を0℃未満でかつ前記被冷却気体よりも高温に維持するための上流側加熱部と、
を備える。

[0007] 上記(1)の構成によれば、上記上流側加熱部によって、上流側伝熱管又は上流側伝熱管の外周に設けられた放熱部材（以下「上流側放熱部材」とも言う。）の表面温度を上記温度範囲に調節することで（上流側加熱）、上流側伝熱管又は上流側放熱部材に付着した霜を昇華させ飛散させることができる。これによって、上流側伝熱管及び上流側放熱部材によって形成される伝熱面（以下「上流側伝熱面」とも言う。）において霜層の成長を抑制し、霜層による伝熱面周囲の気体流路の閉塞を抑制できる。上流側加熱を常時又はかなりの頻度で行うことで、上流側伝熱面の霜層付着面温度を被冷却気体よりわずかに高い温度にするだけで霜層の成長を抑制し、霜層による伝熱面周囲の気体流路の閉塞を抑制でき、省エネが可能になる。

なお、上流側伝熱管及び上流側放熱部材のうち、上記温度範囲に維持されない部位があるとしても、その部位は0℃以上にならないように温度維持されることを前提とする。0℃以上になる部位があると、その部位で融解水が発生するからである。

[0008] (2) 一実施形態では、前記(1)の構成において、
前記複数の伝熱管は、前記気体流路内において、前記気体流路における前記流れ方向と直交する第1方向に沿って延在し、かつ、前記流れ方向及び前

記第 1 方向に直交する第 2 方向に沿って配列された複数の前記伝熱管により形成される伝熱管列が、前記流れ方向に複数並ぶように配列され、

前記上流側伝熱管は、少なくとも前記流れ方向の最上流側の前記伝熱管列に属する 1 以上の前記伝熱管を含む。

ここで、「最上流側伝熱管列」とは、最上流側に設けられた 1 列又は複数の伝熱管列を含むことを意味する。

上記（2）の構成によれば、被冷却気体の流れ方向（以下単に「流れ方向」とも言う。）の最上流側伝熱管列を重点的に上記温度範囲に加熱できる。これによって、霜が急成長しやすい最上流側伝熱管列の霜層の成長を抑制し、上流側伝熱面周囲の気体流路の閉塞を抑制できる。

[0009] （3）一実施形態では、前記（2）の構成において、

前記複数の伝熱管のうちデフロスト対象管をデフロストするためのデフロストユニット

を備え、

前記気体流路は、前記第 2 方向に並ぶ複数の流路領域を含み、

前記複数の伝熱管は、前記複数の流路領域に夫々対応し、かつ、同一の前記流路領域内において前記流れ方向にて互いに隣接する 2 以上の前記伝熱管列に属する複数の前記伝熱管により形成される複数の伝熱管グループを含み、

前記デフロストユニットは、前記複数の伝熱管グループのうち 1 以上の前記伝熱管グループの前記伝熱管を前記デフロスト対象管として選択的にデフロストを行うように構成される。

[0010] 上記（3）の構成によれば、各伝熱管グループの霜の成長の違いに応じてデフロストを行う順序を適宜選択することで、各伝熱管グループにおける気体流路の閉塞を防止しながら、効率的なデフロストを行うことができると共に、上流側の霜付着面から剥離した霜が流れ方向下流側の伝熱面に再付着するのを抑制できる。このデフロスト運転と上流側加熱とを併用することで、伝熱面周囲の気体流路の閉塞を効果的に防止できる。

[0011] (4) 一実施形態では、前記(3)の構成において、

前記デフロストユニットは、複数の前記伝熱管列のうち前記流れ方向の最上流側の前記伝熱管列のみを前記デフロスト対象管として選択的にデフロストするように構成される。

上記(4)の構成によれば、流れ方向最上流側の伝熱管列のみをデフロスト対象管として選択的にデフロストすることで、霜が急成長しやすい最上流側伝熱管列を優先してデフロストでき、これによって、最上流側伝熱管列の気体流路の閉塞を抑制できる。

[0012] (5) 一実施形態では、前記(1)～(4)の何れかの構成において、

前記上流側伝熱管はデフロスト流体のみを供給可能に構成される。

上記(5)の構成によれば、上流側伝熱管はデフロスト流体の供給のみ行われ、通常の冷却運転は行われない。この上流側伝熱管に昇華デフロストが可能な温度のデフロスト流体を供給することで、霜の急成長を抑制できる上流側加熱を行うことができる。また、上流側伝熱管は冷却運転を行わないので、常時上流側加熱を行うことができ、これによって、常時霜層の成長を抑制できる。

[0013] (6) 一実施形態では、前記(1)～(5)の何れかの構成において、

前記上流側加熱部は、前記上流側伝熱管又は前記放熱部材を加熱するように構成される。

上記(6)の構成によれば、上流側加熱部によって上流側伝熱管又は上流側放熱部材を着霜の昇華が可能な温度に加熱することで、上流側伝熱面に付着した霜を昇華させ飛散除去できる。この実施形態では、デフロスト流体の供給とは別な手段で上流側加熱が可能になる。

[0014] (7) 一実施形態では、前記(1)～(6)の何れかの構成において、

前記上流側加熱部は、前記上流側伝熱管に霜の付着面温度を0℃未満でかつ前記被冷却気体の温度より高い温度に維持可能なデフロスト流体を供給可能なデフロスト流体供給部を含む。

上記(7)の構成によれば、上記デフロスト流体供給部から上流側伝熱管

に供給されるデフロスト流体によって、上流側伝熱面の加熱が可能になる。
なお、デフロスト流体による上流側加熱と上流側加熱部による上流側加熱との併用が可能である。

[0015] (8) 一実施形態では、前記(1)～(7)の何れかの構成において、
前記上流側加熱部は、前記上流側伝熱管又は上流側放熱部材の少なくとも一方の霜層付着面温度と前記被冷却気体との温度差を 0°C を超え 10°C 以下に維持するように構成される。

上記(8)の構成によれば、上流側霜層付着面温度と被冷却気体との温度差を 0°C を超え 10°C 以下に維持するため(微温加熱)、上流側加熱に要する熱量を低減できる。

[0016] (9) 一実施形態では、前記(1)～(8)の何れかの構成において、
前記放熱部材は、前記複数の伝熱管が貫通又は接触するように前記気体流路内にて前記流れ方向に沿って設けられる板状放熱部材で構成される。

上記(9)の構成によれば、上記板状放熱部材を備えることで伝熱面積が増加し、熱交換器の伝熱性能を向上できる。また、上記板状放熱部材は被冷却気体の流れ方向に沿って設けられるので、被冷却気体の乱れを抑制できる。被冷却気体の乱れが抑制された板状放熱部材の表面には、板状放熱部材の表面に近づくほど温度が徐々に低くなる温度境界層が形成される。この温度境界層の形成によって伝熱面の熱伝達率が減少するため、板状放熱部材の表面に形成される霜層の成長を抑制できる。逆に温度境界層を乱すような構成(例えばルーバーフィン等)とすると、熱伝達率が上昇し霜の成長が促進される。これを利用して、霜を成長させたい場所、させたくない場所、つまり各所の霜の成長量を熱交換量やデフロスト間隔と関連させて最適に設計することができる。

[0017] (10) 一実施形態では、前記(1)～(9)の何れかの構成において、
前記放熱部材は、前記放熱部材の前記流れ方向先端部分と下流側部位との間に、前記流れ方向先端部分と前記下流側部位との間の伝熱を抑制する断熱域を有する。

上記（１０）の構成によれば、上記断熱域を有するため、上流側加熱部によって該先端部分に加えられる熱が放熱部材の下流側部位に伝わって下流側部位で行っている冷却運転の冷却効率を低下させるのを抑制できる。

[0018] （１１）一実施形態では、前記（３）又は（４）の構成において、
前記放熱部材は、

前記複数の伝熱管グループのうち前記流れ方向上流側に配置された上流側伝熱管グループと前記上流側伝熱管グループより前記流れ方向下流側に配置された下流側伝熱管グループとを跨るように配置されると共に、

前記放熱部材の前記上流側伝熱管グループと前記下流側伝熱管グループとの間の部位に、前記上流側伝熱管グループと前記下流側伝熱管グループとの間の伝熱を抑制する断熱域を有する。

[0019] 上記（１１）の構成によれば、板状放熱部材は、上流側伝熱管グループと下流側伝熱管グループとに跨るように配置されるため、流れ方向先端部分を除き温度境界層を連続的に延在できる。これによって、流れ方向先端部分以外の領域全体で着霜の成長を抑制できる。また、上流側伝熱管グループと下流側伝熱管グループとの間に上記断熱域を有するので、上流側加熱を行うとき、又は上流側伝熱管グループ又は下流側伝熱管グループの一方でデフロストを行うとき、上流側加熱又はデフロスト運転により伝熱管や放熱部材に加えられた熱が冷却運転中の他方の伝熱管グループに伝わって冷却効率を低下させるのを抑制できる。

[0020] （１２）一実施形態に係る熱交換器のデフロスト方法は、

被冷却気体が流れる気体流路と、前記気体流路内に設けられる複数の伝熱管と、前記複数の伝熱管のうち、前記被冷却気体の流れ方向の上流側領域に位置する１以上の上流側伝熱管又は前記上流側伝熱管の外周に設けられた放熱部材のうち少なくとも一方の霜層付着面温度を０℃未満かつ前記被冷却気体よりも高温に維持するための上流側加熱部と、を備える熱交換器のデフロスト方法であって、

前記熱交換器の稼働中において、前記上流側加熱部によって前記上流側伝

熱管又は前記放熱部材のうち少なくとも一方の霜層付着面温度を常時 0℃未満かつ前記被冷却気体よりも高温に維持する上流側加熱ステップを備える。

ここで、「常時」とは、冷却運転時間の 50～100%の時間上記上流側加熱ステップを行うことを言う。

[0021] 上記(12)の方法によれば、上記上流側加熱ステップを常時行い、上流側伝熱面の温度を昇華デフロストが可能な温度に調節することで(上流側加熱)、上流側伝熱面に付着した霜を昇華させ飛散させることができる。これによって、上流側伝熱面において霜層の成長を抑制し、霜層による伝熱面周囲の気体流路の閉塞を抑制できる。

[0022] (13)一実施形態では、前記(12)の方法において、

前記複数の伝熱管は、前記気体流路内において、前記気体流路における前記被冷却気体の流れ方向と直交する第1方向に沿って延在し、かつ、前記流れ方向及び前記第1方向に直交する第2方向に沿って配列された複数の前記伝熱管により形成される伝熱管列が、前記流れ方向に複数並ぶように配列され、

前記熱交換器は、前記複数の伝熱管のうちデフロスト対象管をデフロストするためのデフロストユニットを備え、

前記気体流路は、前記第2方向に並ぶ複数の流路領域を含み、

前記複数の伝熱管は、前記複数の流路領域に夫々対応し、かつ、同一の前記流路領域内において前記流れ方向にて互いに隣接する2以上の前記伝熱管列に属する複数の前記伝熱管により形成される複数の伝熱管グループを含み、

前記デフロストユニットは、前記複数の伝熱管グループのうち1以上の前記伝熱管グループの前記伝熱管を前記デフロスト対象管として選択的にデフロストを行うように構成され、

前記複数の伝熱管グループのうち1以上の前記伝熱管グループ毎にデフロストするデフロストステップを備える。

[0023] 上記(13)の方法によれば、各伝熱管グループの霜の成長の違いに応じ

てデフロストを行う順序を適宜選択することで、各伝熱面における気体流路の閉塞を防止しながら、効率的なデフロストを行うことができると共に、付着面から剥離した霜が流れ方向下流側の伝熱面に再付着するのを抑制できる。このデフロスト運転と上流側加熱とを併用することで、伝熱面周囲の気体流路の閉塞を効果的に防止できる。

[0024] (14) 一実施形態では、前記(13)の方法において、

前記デフロストユニットは、複数の前記伝熱管列のうち前記流れ方向最上流側の前記伝熱管列のみを前記デフロスト対象管として選択的にデフロストするように構成され、

前記デフロストステップは、前記流れ方向最上流側の前記伝熱管列のみを前記デフロスト対象管として選択的にデフロストするステップを含む。

上記(13)の方法によれば、デフロストステップにおいて、最上流側伝熱管列のみを選択的に加熱できるので、上流側伝熱面を重点的にデフロストできる。これによって、霜が急成長しやすい最上流側伝熱管列の霜層の成長を抑制し、上流側伝熱面周囲の気体流路の閉塞を抑制できる。

[0025] 一実施形態では、前記(13)又は(14)の方法において、

前記デフロストステップにおいて、

すべての前記伝熱管グループを1回デフロストするに要する1デフロスト時間を前記伝熱管の少なくとも一部に付着する着霜量が許容上限値に達する限界時間以内とし、該1デフロスト時間から前記伝熱管グループの各々のデフロスト実施時間間隔を割り振る。

上記方法によれば、上記限界時間を少なくとも一部の伝熱面で被冷却気体の流れが閉塞しない上限値に設定することで、各伝熱管グループにおいて被冷却気体の閉塞が生じないようにかつ効率的にデフロストを実施できる。

[0026] (15) 一実施形態では、前記(13)又は(14)の方法において、

前記デフロストステップにおいて、

前記流れ方向上流側に配置された前記伝熱管グループがデフロスト対象となったとき、前記流れ方向を逆向きにする。

上記（１５）の方法によれば、流れ方向上流側に配置された伝熱管グループをデフロストするとき、被冷却気体の流れ方向を逆向きにすることで、付着面から剥離した霜が下流側の伝熱管に再付着するのを抑制できると共に、上流側で処理することを可能とする。また、先端部分に付着した霜を効率的に除去できる。さらに、デフロスト時に加えられる熱によって昇温した被冷却気体が一度上流側に戻って混合され、他の伝熱管グループに流入するため、熱交換器後流の温度むらを抑制できる。

発明の効果

[0027] 幾つかの実施形態によれば、上流側伝熱面に付着した霜により気体流路が閉塞するのを防止できると共に、効率的なデフロスト運転が可能になるため、デフロスト運転により伝熱管やフィンに加えられた熱が熱交換器の熱効率に及ぼす影響を軽減することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]一実施形態に係る熱交換器の斜視図である。

[図2]一実施形態に係る熱交換器の平面図である。

[図3]熱交換器に冷却媒体を送るための一実施形態に係る冷凍機の系統図である。

[図4]一実施形態に係る上流側加熱部のブロック線図である。

[図5]一実施形態に係る上流側加熱部のブロック線図である。

[図6A]一実施形態に係る上流側放熱部材の平面図である。

[図6B]一実施形態に係る上流側放熱部材の平面図である。

[図7A]一実施形態に係る上流側伝熱面の平面図である。

[図7B]一実施形態に係る上流側伝熱面の平面図である。

[図8A]一実施形態に係る熱交換器の模式的平面図である。

[図8B]一実施形態に係る熱交換器の模式的平面図である。

[図9]一実施形態に係る熱交換器のデフロスト方法の工程図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。

ただし、実施形態として記載され又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一つの構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

[0030] 図1は、一実施形態に係る熱交換器10(10A)の斜視図であり、図2は、別な実施形態に係る熱交換器10(10B)の一部を示す平面図である。熱交換器10(10A、10B)のケーシング12は、被冷却空気aから流入する前面及び流出する後面は開放されており、ファン14などの稼働によってケーシング12の内部を通る被冷却空気aの流路が形成される。ケーシング12の内部に冷却空気流路に面して複数の伝熱管16が設けられる。なお、図1ではファン14(14a、14b、14c)はケーシング12の流れ方向下流側に配置されているが、ケーシング12の流れ方向上流側に配置し、押込み型のファンとして稼働させてもよい。ケーシング12に対して熱交換器10(10B)では、伝熱管16の外周に放熱部材40が設けられる。図1に示す熱交換器10(10A)には、放熱部材40が図示されてい

ないが、放熱部材40は設けられてもよいし、あるいは設けられていなくてもよい。

[0031] 図3～図5に示すように、熱交換器10は上流側加熱部50（50a、50b、50c）を備え、上流側加熱部50によって、複数の伝熱管16のうち、被冷却空気aの流れ方向上流側領域に位置する1つ以上の上流側伝熱管16（16a）の霜層付着面温度、又は上流側伝熱管16（16a）の外周に設けられた上流側放熱部材40（40a）の霜層付着面温度のうち、少なくとも一方を0℃未満でかつ被冷却空気aよりも高温に維持することができる。

なお、上流側伝熱管16（16a）及び上流側放熱部材40（40a）のうち、上記温度範囲に維持されない部位がある場合、その部位は0℃以上にならないように温度維持される。0℃以上になる部位があると、その部位で霜の融解水が発生するからである。

[0032] 熱交換器10の冷却運転中に、上流側加熱部50によって、常時上流側伝熱管16（16a）又は上流側放熱部材40（40a）の表面温度を昇華デフロストが可能な上記温度範囲に調節する。これによって、上流側伝熱管16（16a）及び上流側放熱部材40（40a）によって形成される上流側伝熱面に付着した霜を昇華させ飛散させることができるため、上流側伝熱面の霜層の成長を抑制し、霜層による伝熱面周囲の空気流路の閉塞を抑制できる。また、この上流側加熱は、常時行うことで、霜層付着面温度を被冷却空気aよりわずかに高い温度にするだけで（微温加熱）、上流側伝熱面の霜層の成長を抑制し、霜層による伝熱面周囲の気体流路の閉塞を抑制できる。

[0033] 一実施形態では、図1に示す熱交換器10（10A）を構成する複数の伝熱管16は、冷却空気流路内において、被冷却空気aの流れ方向と直交する方向（矢印b方向。以下「第1方向」とも言う。）に沿って延在し、かつ、被冷却空気aの流れ方向及び第1方向に直交する方向（矢印c方向。以下「第2方向」とも言う。）に沿って配列された複数の伝熱管16により形成される伝熱管列が、流れ方向に複数並ぶように配列される。上流側伝熱管16

(16a)は、少なくとも流れ方向の最上流側の伝熱管列に属する1つ以上の伝熱管を含む。

[0034] 熱交換器10の冷却運転中に、上流側加熱部50によって少なくとも流れ方向の最上流側の伝熱管列に属する1つ以上の伝熱管を上記温度範囲に選択的に調節することで、最上流側伝熱管列に形成される伝熱面に付着した霜を重点的に昇華させ飛散させることができる。これによって、霜が急成長しやすい最上流側伝熱管列の霜層の成長を抑制し、伝熱面周囲の冷却空気流路の閉塞を抑制できる。

[0035] 一実施形態では、図3に示すように、熱交換器10は、複数の伝熱管16のうちデフロスト対象管をデフロストするためのデフロストユニット18を備える。図1に示すように、冷却空気流路は、第2方向に並ぶ複数の流路領域Fa、Fb及びFcを含み、複数の伝熱管16は、複数の流路領域Fa～Fcに夫々対応し、かつ、同一の流路領域内において流れ方向にて互いに隣接する2以上の伝熱管列に属する複数の伝熱管16により形成される複数の伝熱管グループTa、Tb、Tc、・・・を含む。なお、図1において、流路領域Fb及びFcに複数の伝熱管グループが図示されていないが、流路領域Fb及びFcにおいても流路領域Faと同様に複数の伝熱管グループを含んでいるものとする。デフロストユニット18は、複数の伝熱管グループのうち1つ以上の伝熱管グループの伝熱管16をデフロスト対象管として選択的にデフロストを行うように構成される。

[0036] 一実施形態では、図1に示すように、ファン14(14a、14b、14c)は、各流路領域Fa、Fb及びFcに設けられ、該流路領域毎に被冷却空気aの流れを選択的に形成できる。また、図1に示すように、複数の伝熱管グループTa、Tb、Tcは流れ方向上流側から順に配置され、上流側伝熱管16(16a)は上流側に設けられた伝熱管グループTaを構成する伝熱管群のうち上流側に配置された一部の伝熱管である。

[0037] 上記構成において、複数の伝熱管グループのうち1つ以上の伝熱管グループをデフロスト対象管として選択し、選択された伝熱管グループからデフロ

ストを行う。デフロストの順序を適宜選択することで、伝熱管 16 や放熱部材 40 の表面に形成される伝熱面周囲の冷却空気流路の閉塞を防止しながら、デフロスト時に付着面から剥離した霜が下流側伝熱面に再付着するのを抑制できる。例えば、複数の流路領域 F a、F b 及び F c のうち同一流路領域の属する伝熱管群においては、上流側及び下流側とも同時にデフロストを行うことで、上流側付着面から剥離した霜層が下流側伝熱面に再付着するのを抑制できる。あるいは、霜層の成長が遅い流れ方向下流側の伝熱管グループほどデフロスト頻度を少なくすることで、デフロスト運転を効率化できる。あるいは、後述するように、伝熱管グループ毎に伝熱面における空気流路の閉塞時間を求めておき、各伝熱管グループの閉塞時間当たり少なくとも 1 回のデフロスト運転を行うようにする。

[0038] 一実施形態では、図 3 に示すように、冷凍機 20 は、冷却運転時に伝熱管 16 に冷媒を供給して被冷却空気 a を冷却する。デフロストユニット 18 は、デフロスト時にデフロスト対象となる伝熱管グループにデフロスト流体を供給する。冷媒回路 22 を循環する冷媒は、ガス状で圧縮機 24 に吸入され、圧縮機 24 で加圧された後、コンデンサ 26 で冷却されて液化する。コンデンサ 26 で液化された冷媒液は一旦レシーバ 28 に貯留された後、膨張弁 30 を経て減圧される。膨張弁 30 で減圧された冷媒は、熱交換器 10 の上流側伝熱管 16 (16 a) 及び各伝熱管グループ T a、T b 及び T c のうち、デフロスト対象となった伝熱管グループ T a を除き、逆止弁 32 を経て伝熱管グループ T b 及び T c の伝熱管 16 に供給され、被冷却空気 a を所定の冷却温度に冷却する。被冷却空気 a の冷却に供された後の冷媒は冷媒回路 22 に戻される。

[0039] デフロスト対象となった伝熱管グループには、上記デフロスト流体として、レシーバ 28 内の高圧下の冷媒（ガス相部）がバッファタンク 45 に貯留され、デフロスト流路 34 を介して供給される。この高圧下の冷媒は温度、圧力等の状態を調整されてバッファタンク 45 に貯留される。制御部 48 は、圧力センサ 47 の検出値が所定値となるように圧力調整弁 36 の開度を制

御し、かつ加熱部 4 6 の作動を制御し、デフロスト流路 3 4 を流れるデフロスト用冷媒ガスを、デフロスト対象となっている伝熱管グループに送った際、霜の付着面温度を 0℃未満で被冷却空気 a より高い温度を維持できる状態に調整し、昇華デフロストが可能な状態に調整する。調整されたデフロスト用冷媒ガスはデフロスト対象となった伝熱管グループに送られる。デフロストに供された冷媒ガスは伝熱管内部で凝縮液化した後、キャピラリチューブ 3 8 を経て膨張減圧され、低压冷媒ライン 2 2 a に合流する。その後、他の伝熱管グループを経て蒸発ガス化して冷媒回路 2 2 に戻される。なお、このキャピラリチューブ 3 8 の代わりの減圧機構として電磁弁や膨張弁等の減圧弁を用いてもよい。

[0040] 一実施形態では、図 3 に示すように、上流側加熱部 5 0 (5 0 a) は、デフロスト時に、上流側伝熱管 1 6 (1 6 a) に霜が付着する伝熱面の温度を 0℃未満でかつ被冷却空気 a の温度より高い温度に維持可能なデフロスト流体を供給可能なデフロスト流体供給部 4 4 を含む。デフロスト流体供給部 4 4 は、バッファタンク 4 5 及び加熱部 4 6 を含む。デフロスト流体供給部 4 4 によって、例えば、霜の付着面温度を -2℃～-5℃の温度に維持可能なデフロスト流体を供給する。このデフロスト流体供給部 4 4 によって、デフロスト対象となった伝熱管グループに対して、霜の付着面温度を 0℃未満でかつ被冷却空気 a の温度より高い温度に維持可能なデフロスト流体を供給する。これによって、霜層付着面に付着した霜を昇華させて除去する昇華デフロストが可能になる。

また、着霜の昇華が可能な状態に調整されたデフロスト流体を上流側伝熱管 1 6 (1 6 a) に供給することで、上流側加熱が可能になる。構造によって上流側加熱でも対応できない着霜は、デフロスト運転によって対応することができる。

[0041] 図 3 に示す冷凍機 2 0 において、デフロスト流体は、レシーバ 2 8 内に貯留され、デフロスト流路 3 4 を介して供給される高圧下の冷媒である。この冷媒をデフロスト流体として用いることで、デフロスト熱源を他の熱源から

求める必要がなくなる。

[0042] 一実施形態では、図3に示すように、デフロストユニット18は、複数の伝熱管列のうち流れ方向の最上流側の伝熱管列である上流側伝熱管16（16a）のみをデフロスト対象管として選択的にデフロストするように構成される。

この実施形態によれば、上流側伝熱管16（16a）のみをデフロスト対象管として選択的にデフロストすることで、霜層が急成長しやすい上流側伝熱管16（16a）を優先してデフロストできる。これによって、着霜の成長が顕著な上流側伝熱管16（16a）の着霜の成長を抑制できる。この場合、上流側加熱部50（50a）によってデフロスト流体を着霜の昇華が可能な状態に維持することで、デフロスト運転によって上流側加熱を兼ねることができる。

[0043] 一実施形態では、図3に示すように、最上流側の伝熱管列である上流側伝熱管16（16a）のみにバッファタンク45からデフロスト流体を供給するデフロスト流路35を備える。上流側伝熱管16（16a）の伝熱管列はデフロスト運転のみ行われ、通常の冷却運転はこの実施形態では行われない。上流側伝熱管16（16a）の伝熱管列に常時昇華デフロストが可能な温度、圧力等の状態のデフロスト流体を供給することで、上流側加熱が可能になる。

一実施形態では、デフロスト時に最上流側の伝熱管列である上流側伝熱管16（16a）の霜層付着面の温度を下流側伝熱管グループの霜層付着面の温度より低くなるように構成される。例えば、デフロスト流路35に設けられた圧力調整弁37によってデフロスト流体の温度、圧力等の状態を制御することで、霜層付着面の温度を調整する。これにより、霜層の成長抑制を効率よく行なうことができる。

[0044] 上流側伝熱管16（16a）でデフロストに供されたデフロスト流体は、キャピラリチューブ38を経て膨張減圧され、低圧冷媒ライン22aに合流する。上流側伝熱管16（16a）には、他の伝熱管グループのように、冷

媒回路 22 から冷媒が流入する分岐ライン 23 は設けられていない。

[0045] 図 4 及び図 5 に、上流側加熱部 50 の別な実施形態を示す。上流側加熱部 50 (50b、50c) は、上流側伝熱管 16 (16a) 又は上流側放熱部材 40 (40a) を加熱するように構成される。上流側加熱部 50 (50b、50c) によって上流側伝熱管 16 (16a) 又は上流側放熱部材 40 (40a) が形成する上流側伝熱面を加温し、昇華デフロストが可能な温度にすることで、上流側伝熱面に付着した霜層 F を昇華させて除去できる。

この実施形態では、デフロスト運転とは別な手段で上流側加熱が可能になる。

[0046] 図 4 に示す上流側加熱部 50 (50b) は、高周波電流誘導部 52 を含んで構成される。高周波電流誘導部 52 は、導線 54 を介して上流側伝熱管 16 (16a) に接続される。伝熱管 16 (16a) の内部には冷凍機 20 で冷却された冷却媒体 r が流れる。高周波電流誘導部 52 から上流側伝熱管 16 (16a) に高周波電流 E を流すことで、上流側伝熱管 16 (16a) の表面温度を昇華デフロストが可能な温度にすることができる。この場合、表皮効果によって霜層 F が付着した上流側伝熱管 16 (16a) の表面に高周波電流 E を集中させることができるため、霜層 F の加温効果を向上できると共に、高周波電流 E を上流側伝熱管 16 (16a) の表面に集中させることで、省エネが可能になる。

なお、加温対象を上流側伝熱管 16 (16a) の代わりに上流側放熱部材 40 (40a) とし、上流側放熱部材 40 (40a) に付着した霜層 F を昇華デフロストにより除去するようにしてもよい。

[0047] 一実施形態では、図 5 に示すように、上流側放熱部材 40 (40a) の表面には、通電部 56 から電流を流すことで加温する導電性物質層 58 が形成され、導電性物質層 58 の内側に電気絶縁層 60 が形成されている。上流側加熱部 50 (50b) は、導電性物質層 58 に導線 54 を介して電流を流すための通電部 56 を含んで構成される。デフロスト運転時に、通電部 56 から導電性物質層 58 に電流を流して導電性物質層 58 を加温し、導電性物質

層 5 8 の表面に付着した霜層 F を 0°C 未満の温度に昇温させ、霜層 F を昇華させて除去する。この実施形態によれば、導電性物質層 5 8 の内側に電気絶縁層 6 0 を備えるため、導電性物質層 5 8 に集中して電流を流すことができる。また、導電性物質層 5 8 の膜厚を可能な限り薄くすることで、加温に必要な電力を節減できる。

なお、本実施形態では、加温対象を上流側放熱部材 4 0 (4 0 a) としているが、代わりに上流側伝熱管 1 6 (1 6 a) であってもよい。

[0048] 一実施形態では、上流側加熱部 5 0 は、上流側伝熱管 1 6 (1 6 a) 又は上流側放熱部材 4 0 (4 0 a) の少なくとも一方の霜層付着面温度と被冷却空気 a との温度差を 0°C を超え 10°C 以下に維持するように構成される。この微温加熱によって、昇華によるデフロスト時にデフロスト熱源として必要な熱量を低減できる。

[0049] 一実施形態では、図 2 に示すように、複数の伝熱管 1 6 が貫通又は接触するように冷却空気流路内にて流れ方向 (矢印 a 方向) に沿って板状の放熱部材 4 0 が設けられる。板状の放熱部材 4 0 を設けることで、伝熱面積が増加するため、熱交換器 1 0 の伝熱性能を向上できる。また、板状の放熱部材 4 0 は被冷却空気 a の流れ方向に沿って設けられるので、被冷却空気 a の乱れを抑制できる。図 6 A に示すように、被冷却空気 a の乱れが抑制された板状の放熱部材 4 0 の表面には、板状の放熱部材 4 0 の表面に近づくほど温度が徐々に低くなる温度境界層 B t が形成される。この温度境界層の形成によって、伝熱面の熱伝達率が減少し板状放熱部材の表面に形成される霜層の成長を抑制できる。図 6 A に温度境界層 B t の温度分布を模式的に示している。

[0050] 一実施形態では、図 2 に示すように、板状の放熱部材 4 0 は、流れ方向に沿って互いに間隔を置いて複数並列に配置される。このように、板状の放熱部材 4 0 が被冷却空気 a の流れ方向に沿って配置されるため、被冷却空気 a の乱れを抑制でき、かつ複数並列に配置されるため、伝熱面積を増加でき伝熱性能を向上できる。また、被冷却空気 a の乱れを抑制できるため、板状の放熱部材 4 0 の表面に温度境界層 B t が形成される。これによって、霜層の

成長を抑制できる。

なお、板状の放熱部材 40 は、平板形状とすることで、被冷却空気 a の乱れを最大限に抑制できるが、平板状放熱部材に限られず、コルゲート形状、ルーバ形状又はウェーブ形状の板状放熱部材であってもよい。

[0051] 一実施形態では、複数の伝熱管 16 の配置は、被冷却空気 a の乱流を形成せずに霜層の成長を抑制し、慣性によるミストの付着に起因する着霜の集中を抑制するという観点から、被冷却空気 a の流れに対して千鳥配置とするより格子配置とするのが望ましい。また、伝熱促進の観点からは千鳥配置とするのが望ましく、交換熱量やデフロストサイクル時間の条件等に関連して適宜選択すると良い。

[0052] 一実施形態では、図 6 A 及び図 6 B に示すように、上流側放熱部材 40 (40 a) の流れ方向先端部分 40 (40 b) と下流側部位との間に、先端部分 40 (40 b) と下流側伝熱管 16 との間の伝熱を抑制する断熱域 62 (62 a、62 b) を有する。断熱域 62 (62 a、62 b) を有するため、上流側加熱部 50 (50 b、50 c) によって上流側加熱を行うとき、上流側加熱部 50 から先端部分 40 (40 b) に加えられる熱が冷却運転中の下流側伝熱管 16 に伝わって冷却効率を低下させるのを抑制できる。

図 6 A 及び図 6 B は、上流側伝熱管 16 (16 a) よりさらに上流側に放熱部材 40 を設けた実施形態を示している。

[0053] 図 6 A に示す実施形態では、断熱域 62 (62 a) は、被冷却空気 a の流れ方向で温度境界層 B t が途切れずに維持可能な長さに形成された隙間 s で構成される。この隙間 s に存在する空気は断熱性を有するので、隙間 s を形成することで、断熱域を形成できる。また、隙間 s は被冷却空気 a の流れ方向で温度境界層 B t が途切れずに維持可能な長さに形成されているので、隙間 s によって形成された放熱部材 40 の端部で着霜が促進されることはない。

図 6 B に示す実施形態では、断熱域 62 (62 b) は、熱伝導率が小さい物質で構成された断熱域を構成している。この断熱域の表面は被冷却空気 a

が乱れないように平滑に形成され、かつ他の先端部分 40（40b）との間で段差を形成していない。

なお、断熱域 62 は各伝熱管グループの間に設けられていてもよい。

[0054] 一実施形態では、図 7 A 及び図 7 B に示すように、放熱部材 40 は、複数の伝熱管グループのうち流れ方向上流側に配置された上流側伝熱管グループ T a と上流側伝熱管グループ T a より流れ方向下流側に配置された下流側伝熱管グループ T b とを跨るように配置される。そして、放熱部材 40 の上流側伝熱管グループ T a と下流側伝熱管グループ T b との間の部位に、上流側伝熱管グループ T a と下流側伝熱管グループ T b との間の伝熱を抑制する断熱域 62（62a、62b）を有する。

これらの実施形態によれば、流れ方向先端部分 40（40b）を除き温度境界層 B t を連続的に延在できる。これによって、流れ方向先端部分 40（40b）以外の領域全体で着霜の成長を抑制できる。また、上流側伝熱管グループ T a と下流側伝熱管グループ T b との間に断熱域 62（62a、62b）を有するので、上流側加熱を行うとき、又は上流側伝熱管グループ T a 又は下流側伝熱管グループ T b の一方でデフロストを行うとき、上流側加熱又はデフロスト運転により伝熱管 16 や放熱部材 40 に加えられた熱が冷却運転中の他方の伝熱管グループに伝わって冷却効率を低下させるのを抑制できる。

[0055] 一実施形態では、図 1 に示すように、複数の伝熱管グループを被冷却空気 a の流れ方向に配置するようにしてもよい。例えば、被冷却空気 a の流れ方向で 2 つ以上の伝熱管グループを配置してもよいし、あるいはさらに、最上流側の上流側伝熱管 16（16a）を別な伝熱管グループとし、上述のように、最上流側の上流側伝熱管 16（16a）を優先してデフロストするようにしてもよい。また、複数の伝熱管グループを上下方向に重ねて配置するようにしてもよい。

また、図 8 A に示すように、複数の伝熱管グループ T a、T b 及び T c をファン 14 を中心としてファン 14 を囲むように円弧状に形成してもよい。

複数の伝熱管グループT a、T b及びT cはこの順序で被冷却空気aの上流側から配置する。図8 Bに示す実施形態は、伝熱管群を複数の流路領域F a、F b及びF cに分け、各流路領域が複数の伝熱管グループT a、T b及びT cで構成される例である。

[0056] 一実施形態に係るデフロスト方法は、図9に示すように、熱交換器10の稼働中に、上流側加熱部50によって、まず、上流側伝熱管16（16a）又は上流側放熱部材40（40a）の少なくとも一方の霜層付着面温度を常時0℃未満かつ被冷却空気aよりも高温に維持する（上流側加熱ステップS10）。これによって、上流側伝熱管16（16a）又は上流側放熱部材40（40a）に付着した霜層を昇華させて除去できる。従って、上記温度条件に調節することで、霜層の成長を抑制し、伝熱面における冷却空気流路を常に確保できる。

[0057] 上流側加熱ステップS10では、図3に示すように、上流側加熱が可能なデフロスト流体を伝熱管内に流して上流側伝熱管16（16a）を加熱する場合と、図5、図6 A及び図6 Bに示すように、上流側放熱部材40（40a）を通電などで加熱する場合と、図4、図7 A及び図7 Bのように、これらを併用する場合とがある。通電加熱は通電部56から上流側放熱部材40（40a）の導電性物質層58に電流を流して導電性物質層58を加温し、導電性物質層58の表面に付着した霜層Fを0℃未満の温度に昇温させ、霜層Fを昇華させて除去する。

[0058] 一実施形態では、複数の伝熱管16は、冷却空気流路における被冷却空気aの流れ方向と直交する幅方向（図1中の矢印b方向。第1方向）に沿って延在し、かつ流れ方向及び幅方向に直交する上下方向（図1中の矢印c方向。第2方向）に沿って配列された複数の伝熱管16により形成される伝熱管列が、流れ方向に複数並ぶように配列される。また、図3に示すように、熱交換器10は、複数の伝熱管16のうちデフロスト対象管をデフロストするためのデフロストユニット18を備え、冷却空気流路は、上下方向に並ぶ複数の流路領域F a、F b及びF cを含む。複数の伝熱管16は、複数の流路

領域 F a ~ F c に夫々対応し、かつ同一の流路領域内において流れ方向にて互いに隣接する 2 以上の伝熱管列に属する複数の伝熱管により形成される複数の伝熱管グループ T a、T b、T c、・・・を含み、デフロストユニット 1 8 は、複数の伝熱管グループのうち 1 以上の伝熱管グループの伝熱管 1 6 をデフロスト対象管として選択的にデフロストを行うように構成されている。かかる構成の熱交換器 1 0 において、複数の伝熱管グループのうち 1 つ以上の伝熱管グループ毎にデフロストする（デフロストステップ S 1 2）。

[0059] デフロストステップ S 1 2 によれば、デフロスト時に、各伝熱管グループ T a、T b、T c、・・・の霜の成長の違いに応じてデフロストを行う順序を適宜選択することで、各伝熱面における冷却空気流路の閉塞を防止しながら、効率的なデフロストを行うことができると共に、付着面から剥離した霜が流れ方向下流側の伝熱面に再付着するのを抑制できる。なお、このデフロスト運転と上流側加熱とを併用することで、伝熱面周囲の気体流路の閉塞を効果的に防止できる。

[0060] 一実施形態では、デフロストユニット 1 8 は、複数の伝熱管列のうち流れ方向最上流側の伝熱管列である上流側伝熱管 1 6（1 6 a）のみをデフロスト対象管として選択的にデフロストするように構成される。そして、デフロストステップ S 1 2 において、流れ方向の上流側伝熱管 1 6（1 6 a）をデフロスト対象管として選択的にデフロストする（ステップ S 1 2 a）。

この実施形態によれば、デフロストステップ S 1 2 において、上流側伝熱管 1 6（1 6 a）をデフロスト対象管として選択的にデフロストすることで、上流側伝熱管 1 6（1 6 a）を優先してデフロストでき、上流側伝熱管 1 6（1 6 a）の着霜の成長を抑制できる。

[0061] 一実施形態では、デフロストステップ S 1 2 において、伝熱管 1 6 の少なくとも一部に付着する着霜量が許容値の上限に達する限界時間に合わせて、すべての伝熱管グループを 1 回デフロストするに要する 1 デフロスト時間を設定する。そして、この 1 デフロスト時間から伝熱管グループの各々のデフロスト実施時間間隔を設定する。

この実施形態によれば、上記限界時間を被冷却空気 a の流れが複数の放熱部材 40 間などの隙間を閉塞しない上限値に設定することで、各伝熱管グループにおいて放熱部材 40 間の冷却空気流路の閉塞が生じないようにかつ効率的にデフロストを実施できる。

- [0062] 一実施形態では、複数の伝熱管グループの各々のデフロスト実施時間間隔は、被冷却空気 a の流れ方向下流側の伝熱管グループほど着霜の成長は遅くなる傾向にあるため、流れ方向下流側に配置された伝熱管グループほど長く設定される。

この実施形態によれば、デフロスト実施時間間隔を被冷却空気 a の流れ方向下流側の伝熱管グループほど長く設定することで、デフロスト運転の頻度を少なくでき、これによって、デフロスト実施中の熱交換器 10 の冷却効率が低下するのを抑制できる。

- [0063] 一実施形態では、デフロストステップ S12 において、霜の付着面温度を 0℃未満でかつ前記被冷却気体の温度より高い温度に維持可能なデフロスト流体をデフロスト対象となった伝熱管グループの伝熱管 16 に供給し、該デフロスト流体の保有熱によって伝熱管 16 に付着した霜を昇華させる（昇華デフロストステップ S12b）。上記デフロスト流体は、例えば、図 3 に示す冷凍機 20 において、レシーバ 28 内に貯留され、デフロスト流路 34 を介して供給される高圧下の冷媒である。

この実施形態によれば、デフロストを行う伝熱管 16 に対して、霜の付着面温度を 0℃未満でかつ被冷却気体の温度より高く維持可能なデフロスト流体を供給することで、付着面に付着した霜を昇華させて除去する昇華デフロストが可能になる。

- [0064] 一実施形態では、デフロストステップ S12 において、複数の伝熱管グループの各々において、被冷却空気 a の流れ方向下流側に配置された伝熱管グループほど被冷却空気 a とデフロスト流体との温度差は小さく設定される。被冷却空気 a とデフロスト流体との温度差が小さいほど、着霜の除去効果は減少する。従って、着霜の成長が遅い流れ方向下流側ほど上記温度差を小さく

くすることで、着霜除去効果を維持しながら、熱交換器 10 の冷却効率の低下を抑制できる。

[0065] 一実施形態では、デフロストステップ S 12 において、デフロスト対象となる伝熱管グループが被冷却空気 a の流れ方向上流側に配置されているとき、ファン 14 を逆回転させ、流れ方向を逆向きにする（逆流ステップ S 12 c）。

この実施形態によれば、流れ方向上流側に配置された伝熱管グループをデフロストするとき、被冷却空気 a の流れ方向を逆向きにするすることで、付着面から剥離した霜が下流側の伝熱管に再付着するのを抑制できると共に、上流側で処理することを可能とする。また、先端部分に付着した霜を効率的に除去できる。さらに、デフロスト時に加えられる熱によって昇温した被冷却気体が一度上流側に戻って混合され、他の伝熱管グループに流入するため、熱交換器 10 の下流側の温度むらを抑制できる。

産業上の利用可能性

[0066] 幾つかの実施形態によれば、上流側伝熱管や放熱部材の先端部分に付着した霜が成長して冷却気体流路が閉塞するのを防止できると共に、効率的なデフロスト運転が可能になるため、デフロスト運転により伝熱管やフィンに加えられた熱により冷却運転中の熱交換器の熱効率が低下するのを抑制できる。

符号の説明

[0067] 10 (10A、10B) 熱交換器
12 ケーシング
14 ファン
16 伝熱管
16a 上流側伝熱管
18 デフロストユニット
20 冷凍機
22 冷媒回路

- 2 2 a 低圧冷媒ライン
- 2 3 冷媒分岐路
- 2 4 圧縮機
- 2 6 コンデンサ
- 2 8 レシーバ
- 3 0 膨張弁
- 3 2 逆止弁
- 3 4、3 5 デフロスト流路
- 3 6、3 7 圧力調整弁
- 3 8 キャピラリチューブ
- 4 0 放熱部材
 - 4 0 a 上流側放熱部材
 - 4 0 b 先端部分
- 4 4 デフロスト流体供給部
- 4 5 バッファタンク
- 4 6 加熱部
- 4 7 圧力センサ
- 4 8 制御部
- 5 0 (5 0 a、5 0 b、5 0 c) 上流側加熱部
- 5 2 高周波電流誘導部
- 5 4 導線
- 5 6 通電部
- 5 8 導電性物質層
- 6 0 電気絶縁層
- 6 2 (6 2 a、6 2 b) 断熱域
- B t 温度境界層
- F 霜層
- F a、F b、F c 流路領域

T a、T b、T c 伝熱管グループ

a 被冷却空気

r 冷却媒体

s 隙間

請求の範囲

[請求項1]

被冷却気体が流れる気体流路と、
前記気体流路内に設けられる複数の伝熱管と、
前記複数の伝熱管のうち、前記被冷却気体の流れ方向の上流側領域に位置する1以上の上流側伝熱管又は前記上流側伝熱管の外周に設けられた放熱部材のうち少なくとも一方の霜層付着面温度を0℃未満でかつ前記被冷却気体よりも高温に維持するための上流側加熱部と、
を備えることを特徴とする熱交換器。

[請求項2]

前記複数の伝熱管は、前記気体流路内において、前記気体流路における前記流れ方向と直交する第1方向に沿って延在し、かつ、前記流れ方向及び前記第1方向に直交する第2方向に沿って配列された複数の前記伝熱管により形成される伝熱管列が、前記流れ方向に複数並ぶように配列され、

前記上流側伝熱管は、少なくとも前記流れ方向の最上流側の前記伝熱管列に属する1以上の前記伝熱管を含むことを特徴とする請求項1に記載の熱交換器。

[請求項3]

前記複数の伝熱管のうちデフロスト対象管をデフロストするためのデフロストユニット
を備え、

前記気体流路は、前記第2方向に並ぶ複数の流路領域を含み、

前記複数の伝熱管は、前記複数の流路領域に夫々対応し、かつ、同一の前記流路領域内において前記流れ方向にて互いに隣接する2以上の前記伝熱管列に属する複数の前記伝熱管により形成される複数の伝熱管グループを含み、

前記デフロストユニットは、前記複数の伝熱管グループのうち1以上の前記伝熱管グループの前記伝熱管を前記デフロスト対象管として選択的にデフロストを行うように構成されたことを特徴とする請求項2に記載の熱交換器。

- [請求項4] 前記デフロストユニットは、複数の前記伝熱管列のうち前記流れ方向の最上流側の前記伝熱管列のみを前記デフロスト対象管として選択的にデフロストするように構成されたことを特徴とする請求項3に記載の熱交換器。
- [請求項5] 前記上流側伝熱管はデフロスト流体のみを供給可能に構成されることを特徴とする請求項1乃至4の何れか一項に記載の熱交換器。
- [請求項6] 前記上流側加熱部は、前記上流側伝熱管又は前記放熱部材を加熱するように構成されたことを特徴とする請求項1乃至5の何れか一項に記載の熱交換器。
- [請求項7] 前記上流側加熱部は、前記上流側伝熱管に霜の付着面温度を 0°C 未満でかつ前記被冷却気体の温度より高い温度に維持可能なデフロスト流体を供給可能なデフロスト流体供給部を含むことを特徴とする請求項1乃至6の何れか一項に記載の熱交換器。
- [請求項8] 前記上流側加熱部は、前記上流側伝熱管又は前記放熱部材の少なくとも一方の霜層付着面温度と前記被冷却気体との温度差を 0°C を超え 10°C 以下に維持するように構成されたことを特徴とする請求項1乃至7の何れか一項に記載の熱交換器。
- [請求項9] 前記放熱部材は、前記複数の伝熱管が貫通又は接触するように前記気体流路内にて前記流れ方向に沿って設けられる板状放熱部材で構成されたことを特徴とする請求項1乃至8の何れか一項に記載の熱交換器。
- [請求項10] 前記放熱部材は、前記放熱部材の前記流れ方向先端部分と下流側部位との間に、前記流れ方向先端部分と前記下流側部位との間の伝熱を抑制する断熱域を有することを特徴とする請求項1乃至9の何れか一項に記載の熱交換器。
- [請求項11] 前記放熱部材は、
前記複数の伝熱管グループのうち前記流れ方向上流側に配置された上流側伝熱管グループと前記上流側伝熱管グループより前記流れ方向

下流側に配置された下流側伝熱管グループとを跨るように配置されるときに、

前記放熱部材の前記上流側伝熱管グループと前記下流側伝熱管グループとの間の部位に、前記上流側伝熱管グループと前記下流側伝熱管グループとの間の伝熱を抑制する断熱域を有することを特徴とする請求項3又は4に記載の熱交換器。

[請求項12]

被冷却気体が流れる気体流路と、前記気体流路内に設けられる複数の伝熱管と、前記複数の伝熱管のうち、前記被冷却気体の流れ方向の上流側領域に位置する1以上の上流側伝熱管又は前記上流側伝熱管の外周に設けられた放熱部材のうち少なくとも一方の霜層付着面温度を0℃未満かつ前記被冷却気体よりも高温に維持するための上流側加熱部と、を備える熱交換器のデフロスト方法であって、

前記熱交換器の稼働中において、前記上流側加熱部によって前記上流側伝熱管又は前記放熱部材のうち少なくとも一方の霜層付着面温度を常時0℃未満かつ前記被冷却気体よりも高温に維持する上流側加熱ステップを備えることを特徴とする熱交換器のデフロスト方法。

[請求項13]

前記複数の伝熱管は、前記気体流路内において、前記気体流路における前記被冷却気体の流れ方向と直交する第1方向に沿って延在し、かつ、前記流れ方向及び前記第1方向に直交する第2方向に沿って配列された複数の前記伝熱管により形成される伝熱管列が、前記流れ方向に複数並ぶように配列され、

前記熱交換器は、前記複数の伝熱管のうちデフロスト対象管をデフロストするためのデフロストユニットを備え、

前記気体流路は、前記第2方向に並ぶ複数の流路領域を含み、

前記複数の伝熱管は、前記複数の流路領域に夫々対応し、かつ、同一の前記流路領域内において前記流れ方向にて互いに隣接する2以上の前記伝熱管列に属する複数の前記伝熱管により形成される複数の伝熱管グループを含み、

前記デフロストユニットは、前記複数の伝熱管グループのうち 1 以上の前記伝熱管グループの前記伝熱管を前記デフロスト対象管として選択的にデフロストを行うように構成され、

前記複数の伝熱管グループのうち 1 以上の前記伝熱管グループ毎にデフロストするデフロストステップを備えることを特徴とする請求項 1 2 に記載の熱交換器のデフロスト方法。

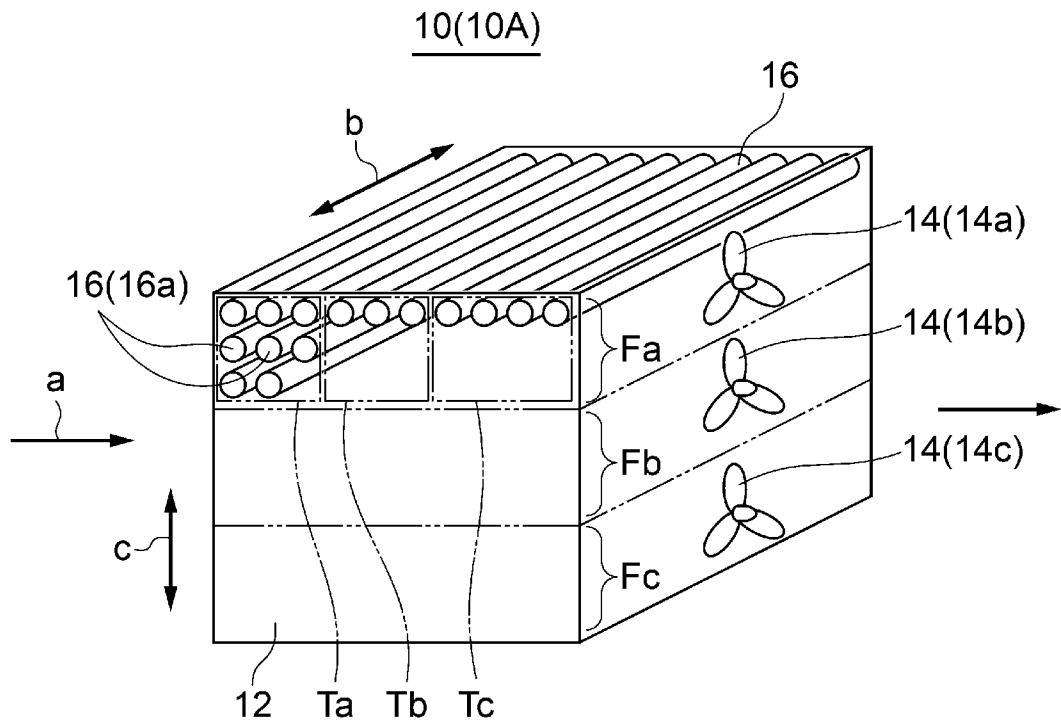
[請求項14] 前記デフロストユニットは、複数の前記伝熱管列のうち前記流れ方向最上流側の前記伝熱管列のみを前記デフロスト対象管として選択的にデフロストするように構成され、

前記デフロストステップは、前記流れ方向最上流側の前記伝熱管列のみを前記デフロスト対象管として選択的にデフロストするステップを含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の熱交換器のデフロスト方法。

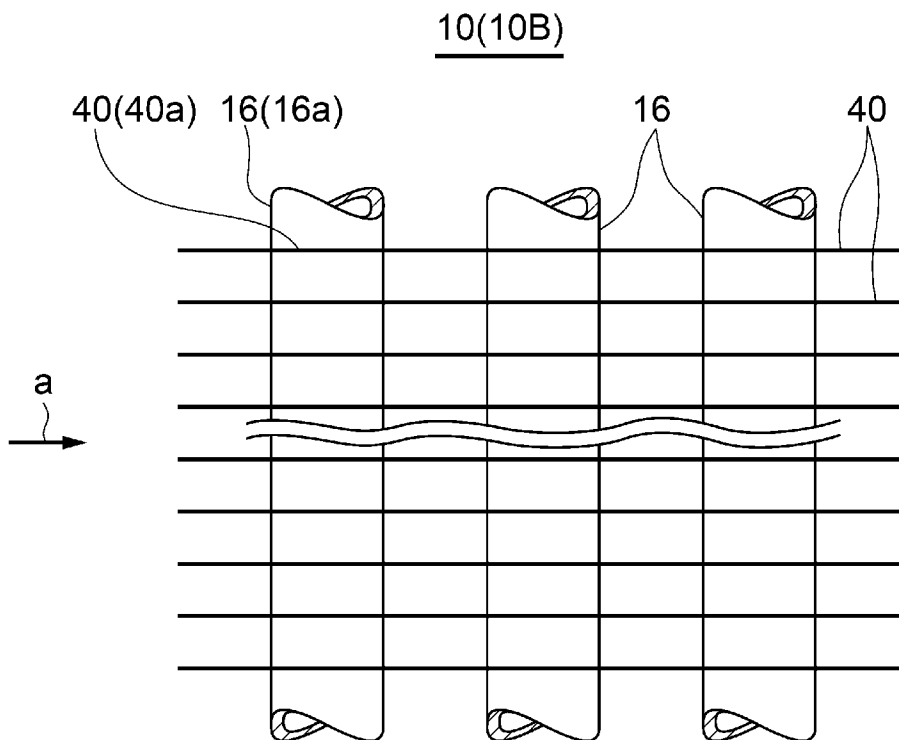
[請求項15] 前記デフロストステップにおいて、

前記流れ方向上流側に配置された前記伝熱管グループがデフロスト対象となったとき、前記流れ方向を逆向きにすることを特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 に記載の熱交換器のデフロスト方法。

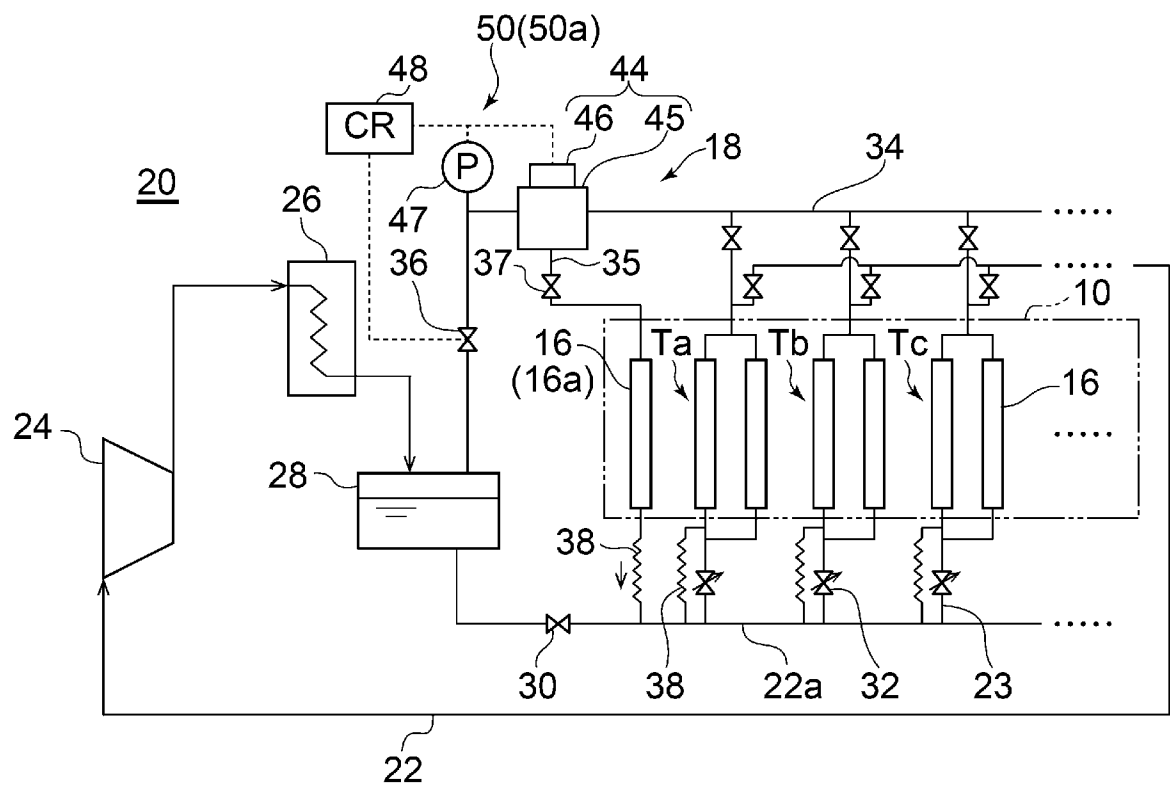
[図1]



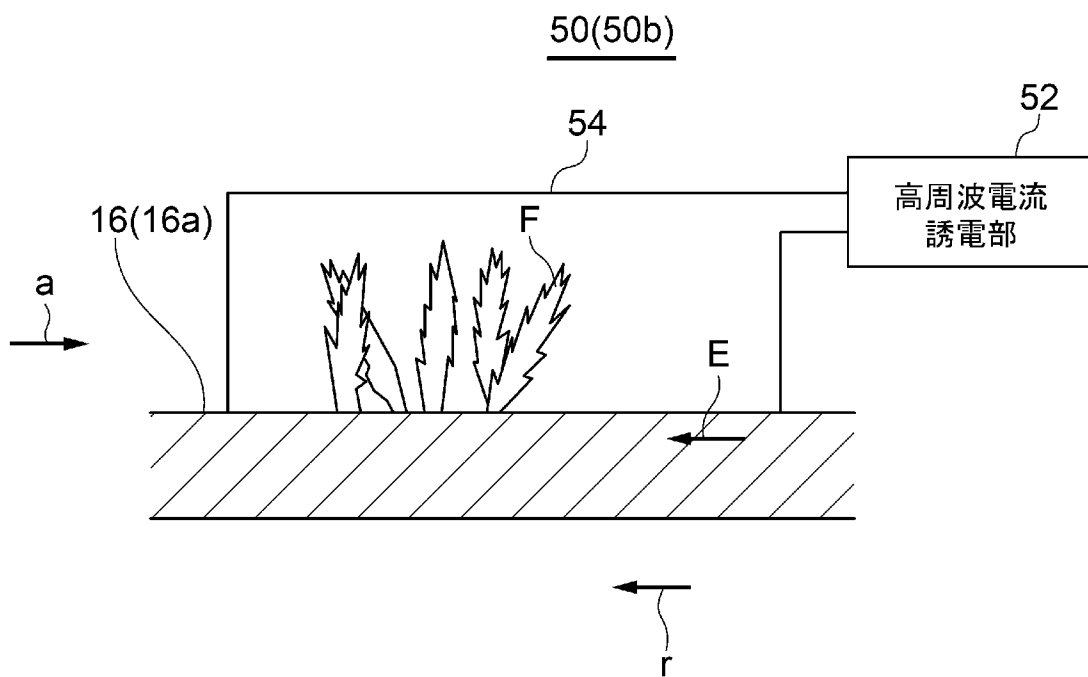
[図2]



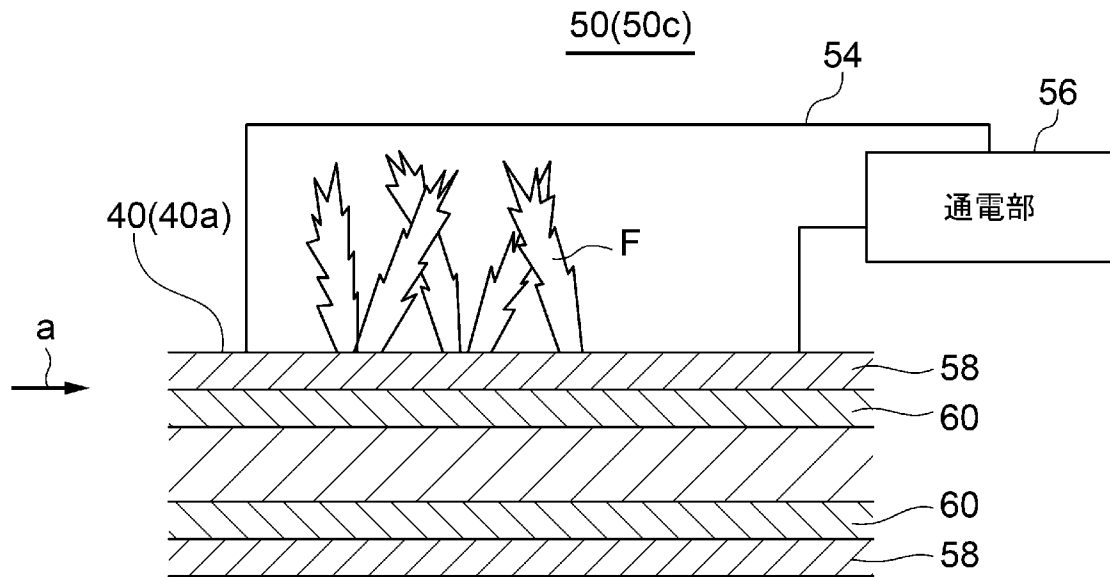
[図3]



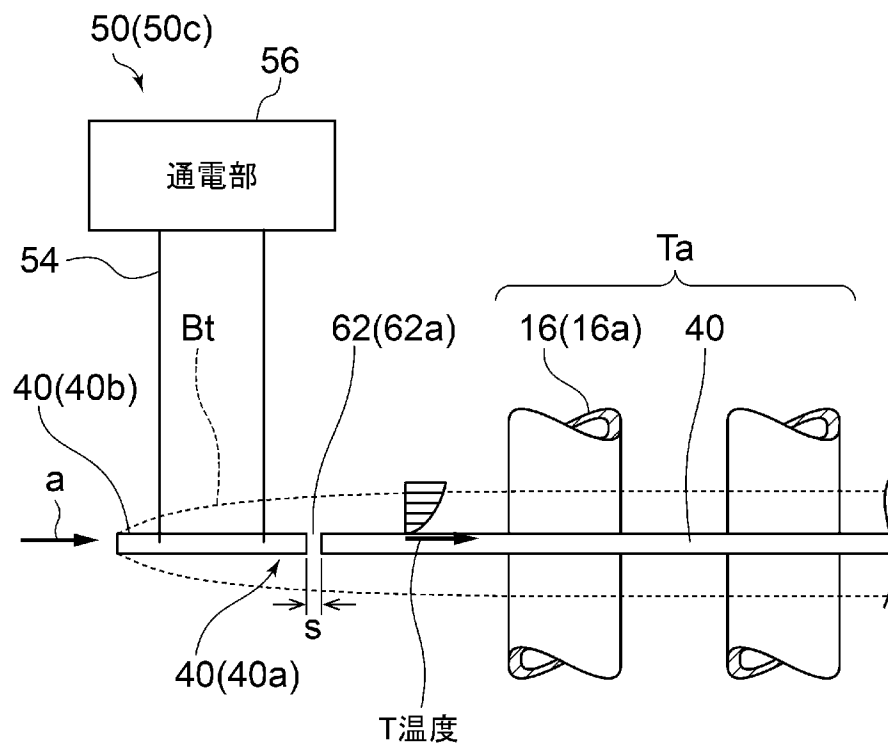
[図4]



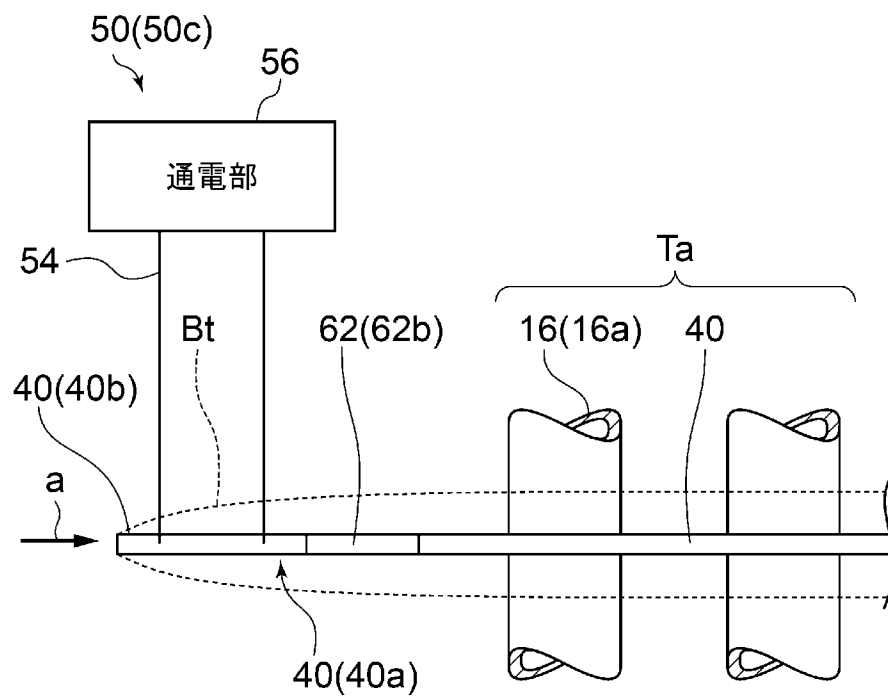
[図5]



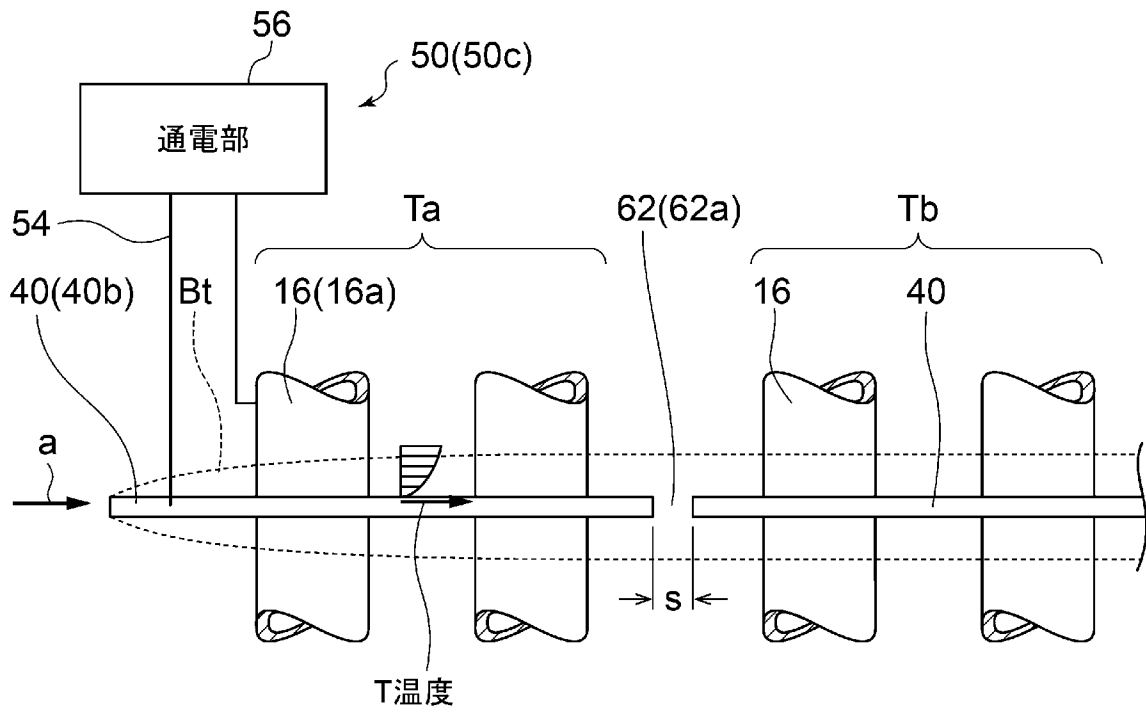
[図6A]



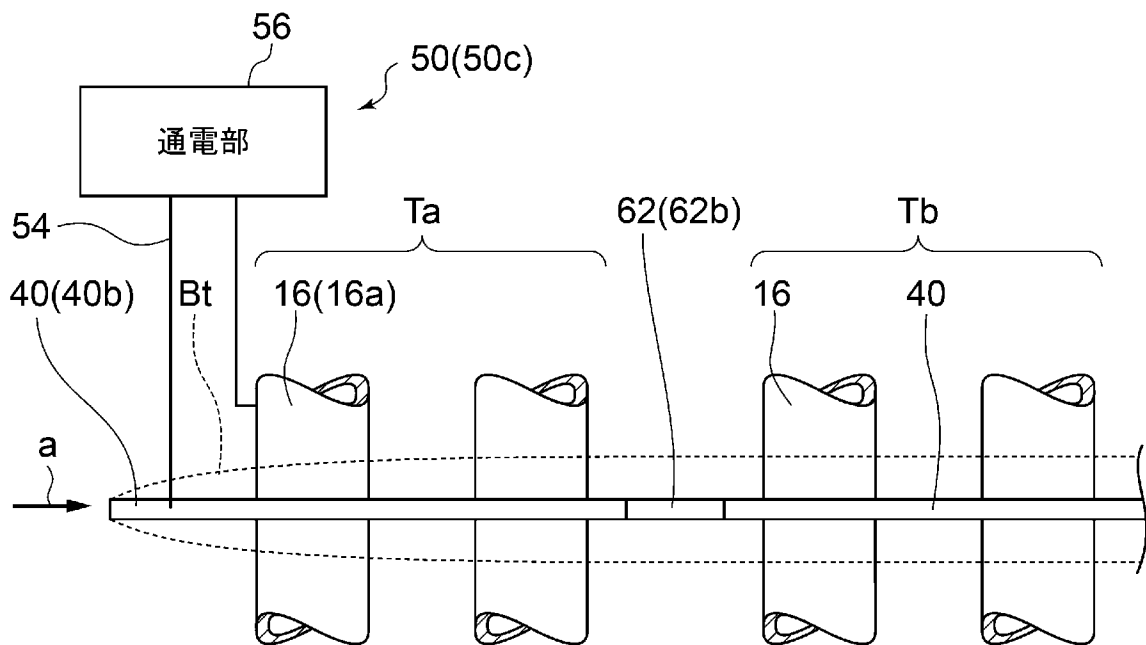
[図6B]



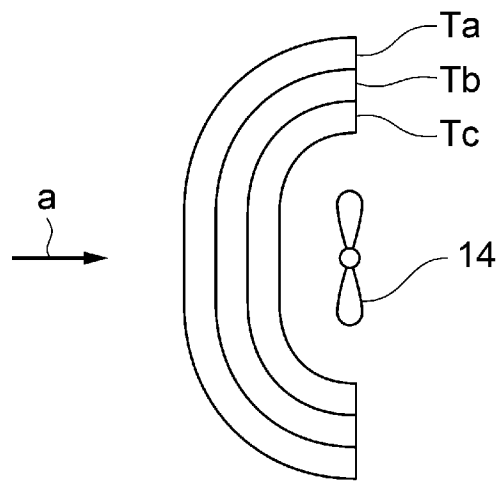
[図7A]



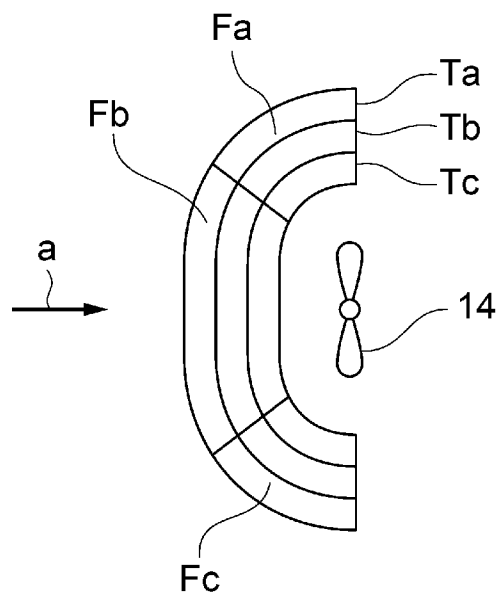
[図7B]



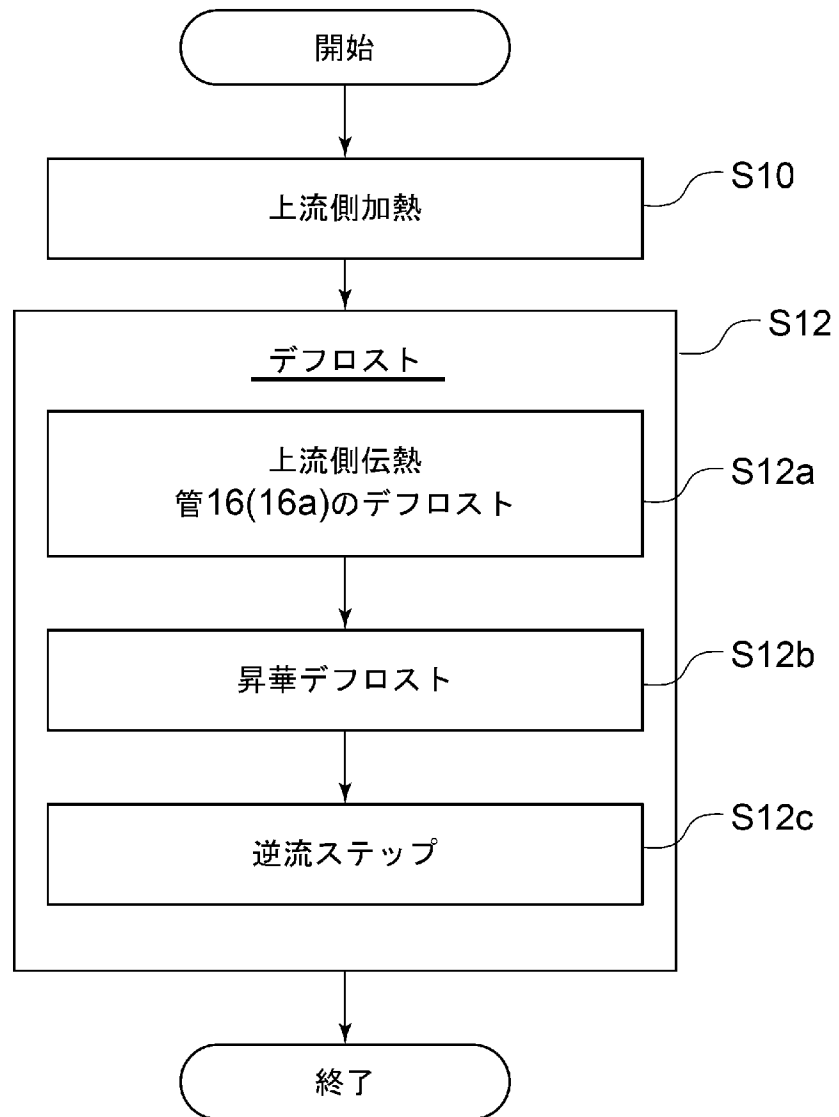
[図8A]



[図8B]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/043988

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F25B47/02 (2006.01) i, F25D21/06 (2006.01) i, F28F13/04 (2006.01) i, F28F17/00 (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. F24F11/41-11/43, F25B47/02, F25D21/06-21/12, F28F13/00-17/00

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 57342/1974 (Laid-open No. 145056/1975) (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 01 December 1975, specification, page 1, line 9 to page 4, line 5, fig. 2 (Family: none)	1-14 15
Y	JP 57-31769 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO., LTD.) 20 February 1982, page 1, lower left column, line 13 to page 2, upper right column, line 16, fig. 1, 2 (Family: none)	1-14



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
29.11.2019

Date of mailing of the international search report
10.12.2019

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/JP2019/043988

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2017/175411 A1 (MAYEKAWA MFG CO., LTD.) 12 October 2017, paragraphs [0041], [0066], [0067] & EP 3399255 A1, paragraphs [0044], [0106], [0107] & CN 108700361 A & BR 112018015306 A	1-14
Y	JP 2002-286332 A (KUBOTA CORPORATION) 03 October 2002, paragraphs [0023]-[0036], fig. 1-4 (Family: none)	2-11, 13-14
Y	JP 2013-160483 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 19 August 2013, paragraphs [0020]-[0041], fig. 3, 19 (Family: none)	3-11, 13-14
Y	JP 60-4056 Y2 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 04 February 1985, column 4, line 31 to column 8, line 9, fig. 1-3 (Family: none)	5-11
A	US 5771699 A (PONDER) 30 June 1998, column 3, line 17 to column 6, line 22, fig. 1 (Family: none)	15
A	JP 57-27371 B2 (HITACHI, LTD.) 10 June 1982, column 3, line 3 to column 4, line 36, fig. 1 & US 4122688 A, column 6, line 40 to column 9, line 52, fig. 1 & DE 2734358 A1	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F25B47/02(2006.01)i, F25D21/06(2006.01)i, F28F13/04(2006.01)i, F28F17/00(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. F24F11/41-11/43, F25B47/02, F25D21/06-21/12, F28F13/00-17/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	日本国実用新案登録出願 49-57342 号(日本国実用新案登録出願公開 50-145056 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（三洋電機株式会社）1975.12.01, 明細書第1ページ第9行ー第4ページ第5行, 第2図（ファミリーなし）	1-14 15
Y	JP 57-31769 A（東京芝浦電気株式会社）1982.02.20, 第1ページ左下欄第13行ー第2ページ右上欄第16行, 第1ー2図（ファミリーなし）	1-14

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

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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

29.11.2019

国際調査報告の発送日

10.12.2019

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）

西山 真二

3M

9536

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	WO 2017/175411 A1 (株式会社前川製作所) 2017.10.12, 段落 0041, 0066-0067 & EP 3399255 A1, 段落 0044, 0106-0107 & CN 108700361 A & BR 112018015306 A	1-14
Y	JP 2002-286332 A (株式会社クボタ) 2002.10.03, 段落 0023-0036, 図 1-4 (ファミリーなし)	2-11, 13-14
Y	JP 2013-160483 A (ダイキン工業株式会社) 2013.08.19, 段落 0020-0041, 図 3, 19 (ファミリーなし)	3-11, 13-14
Y	JP 60-4056 Y2 (ダイキン工業株式会社) 1985.02.04, 第 4 欄第 3 行-第 8 欄第 9 行, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	5-11
A	US 5771699 A (PONDER) 1998.06.30, 第 3 欄第 17 行-第 6 欄第 2 行, 図 1 (ファミリーなし)	15
A	JP 57-27371 B2 (株式会社日立製作所) 1982.06.10, 第 3 欄第 3 行-第 4 欄第 36 行, 第 1 図 & US 4122688 A, 第 6 欄第 40 行-第 9 欄第 52 行, 図 1 & DE 2734358 A1	1-15