

(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
2017年1月12日(12.01.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/006644 A1

- (51) 国際特許分類:
F17C 9/02 (2006.01) *F28D 7/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/065873
- (22) 国際出願日: 2016年5月30日(30.05.2016)
- (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 2015-137748 2015年7月9日(09.07.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBELCO STEEL, LTD.))
[JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 東 孝祐(HIGASHI, Kosuke). 福谷 和久(FUKUTANI, Kazuhisa).
- (74) 代理人: 小谷 悦司, 外(KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号大阪中之島ビル2階 Osaka (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

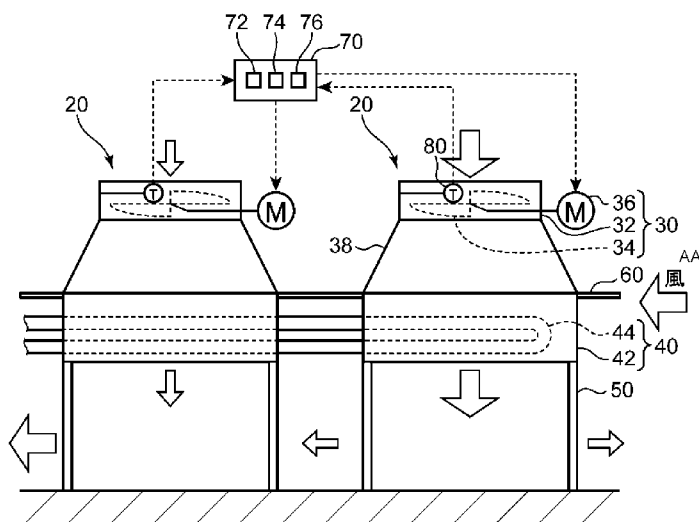
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: HEAT-EXCHANGE UNIT

(54) 発明の名称: 熱交換ユニット



AA Wind

(57) Abstract: A heat-exchange unit that is provided with a unit component and with a control unit (70). The unit component has a plurality of heat-exchange devices (20), and each heat-exchange device (20) has a blower (20) and a heat exchanger (40). The control unit (70) is provided with: a re-intake determination unit (72) that determines whether re-intake of low-temperature air is occurring; a wind-direction determination unit (74) that determines wind direction; and a wind-volume control unit (76) that performs one-way control that, when the re-intake determination unit (72) has determined that re-intake is occurring, adjusts the rotational speed of each blower (30) such that a one-way slope that is based on the difference or ratio between the rotational speed of an upwind-device blower (30) and the rotational speed of a downwind-device blower (30) is larger than a steady-state one-way slope and such that the rotational speed of the blowers (30) progressively increases from the downwind device to the upwind device.

(57) 要約: 熱交換ユニットであって、ユニット構成要素と制御部(70)とを備える。ユニット構成要素は、複数の熱交換装置(20)を有し、各熱交換装置(20)は、送風機(30)と熱交換器(40)と

を有する。制御部(70)は、低温空気の再吸込が生じているか否かを判定する再吸込判定部(72)と、風向きを判定する風向き判定部(74)と、再吸込判定部(72)が再吸込が生じていると判定したときに、風上装置の送風機(30)の回転数と風下装置の送風機(30)の回転数との差又は比に基づいて表される一方傾きが、定常時の一方傾きよりも大きくなり、かつ、風下装置から風上装置に向かうにしたがって次第に送風機(30)の回転数が大きくなるように各送風機(30)の回転数を調整する一方制御を行う風量制御部(76)と、を備える。

WO 2017/006644 A1

明 細 書

発明の名称：熱交換ユニット

技術分野

[0001] 本発明は、熱交換ユニットに関するものである。

背景技術

[0002] 従来、空気よりも低温の低温媒体（液化天然ガス等）を空気（大気）で加熱することによって気化させる空温式の熱交換装置が知られている。例えば、特許文献1には、空気よりも低温の中間媒体と空気とを熱交換させることにより中間媒体を蒸発させる蒸発装置と、低温液化ガスを加熱する加温装置と、を備える低温液化ガス気化装置（熱交換ユニット）が開示されている。蒸発装置は、上下方向の気流を形成する送風機と、中間媒体と前記気流とを熱交換させることによって中間媒体を加熱する熱交換器と、を有している。同様に、加温装置は、上下方向の気流を形成する送風機と、低温液化ガスと前記気流とを熱交換させることによって低温液化ガスを加熱する熱交換器と、を有している。

[0003] 上記特許文献1に記載されるような熱交換ユニットでは、当該熱交換ユニットに向かって風が吹いているときに、熱交換器から流出した気流、すなわち、熱交換器で熱交換した後の低温空気を送風機が再度吸い込む場合がある。具体的に、通常、各送風機は一定の回転数で駆動されているため、前記低温空気は、各装置の側方（熱交換ユニットから離間する方向）に向かって流れるが、この低温空気の流れる向きと風向きとが逆であった場合、当該装置の側方に向かった低温空気が風により前記装置側に戻されることにより送風機がその低温空気を再度吸い込む場合がある。この場合、熱交換器で熱交換した後の気流（低温空気）の影響により温度が低くなった空気（熱交換器周辺の大気）が熱交換器に供給されるので、熱交換器において有効な熱交換（低温媒体の加熱）が行われなくなる。なお、風向きは刻一刻と変化するので、その風向きに応じて熱交換効率が低くなる熱交換器も変化する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-061982号公報

発明の概要

[0005] 本発明の目的は、風に起因する送風機による低温排気の再吸込を抑制可能な熱交換ユニットを提供することである。

[0006] 本発明の一局面に従う熱交換ユニットは、少なくとも1つのユニット構成要素と、制御部と、を備え、前記少なくとも1つのユニット構成要素は、一方向に沿って並ぶように配置された複数の熱交換装置を有し、各熱交換装置は、上下方向に流れる気流を形成する送風機と、大気よりも低温の低温媒体と前記気流とを熱交換させることによって前記低温媒体を加熱する熱交換器と、を有し、前記制御部は、前記気流のうち前記熱交換器から流出した低温空気の前記送風機による再吸込が生じているか否かを判定する再吸込判定部と、風向きを判定する風向き判定部と、前記再吸込判定部が前記再吸込が生じていると判定したときに、前記複数の熱交換装置のうち前記風向き判定部により判定された風向きに対して前記一方向について最も風上側に位置する一方向風上装置の送風機の回転数と前記複数の熱交換装置のうち前記風向き判定部により判定された風向きに対して前記一方向について最も風下側に位置する一方向風下装置の送風機の回転数との差又は比に基づいて表される一方向傾きが、前記再吸込判定部が前記再吸込が生じていると判定していない定常時の前記一方向傾きよりも大きくなり、かつ、前記一方向風下装置から前記一方向風上装置に向かうにしたがって次第に前記送風機の回転数が大きくなるように各送風機の回転数を調整する一方向制御を行う風量制御部と、を備える。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の一実施形態の熱交換ユニットの構成の概略を示す図である。

[図2]図1のⅠⅠ-ⅠⅠ線での断面図である。

[図3]風量制御部による制御時の気流を模式的に示す図2相当図である。

[図4]一方向制御時の各送風機の回転数の例を示す図である。

[図5]直交方向制御時の各送風機の回転数の例を示す図である。

[図6]一方向制御及び直交方向制御時の各送風機の回転数の例を示す図である。

[図7]制御部の制御内容を示すフローチャートである。

[図8]制御部の制御内容を示すフローチャートである。

[図9]制御部の制御内容を示すフローチャートである。

[図10]風速が 3 m/s の場合の各送風機の回転数比と第1平均吸込温度 T_{av1} との関係を示すグラフである。

[図11]風速が 10 m/s の場合の各送風機の回転数比と第1平均吸込温度 T_{av1} との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0008] 本発明の一実施形態の熱交換ユニットについて、図1～図11を参照しながら説明する。本熱交換ユニットは、空気（大気）よりも低温の低温媒体（低温液化ガス、中間媒体等）と空気とを熱交換させることにより低温媒体を加熱する装置である。なお、本熱交換ユニットは、空気ですべて低温液化ガスを加熱するために用いられてもよいし、いわゆる中間媒体式の熱交換ユニット（プロパン等の中間媒体により低温液化ガスを加熱する装置）において中間媒体を加熱するために用いられてもよい。

[0009] 図1～図3に示されるように、本熱交換ユニットは、複数の熱交換装置20と、制御部70と、を備えている。なお、図1では、制御部70の図示は省略されている。各熱交換装置20は、互いに同じ形状を有している。

[0010] 複数の熱交換装置20は、複数の行と複数の列とにより形成される行列状に並ぶように配置されている。各行は、一方向に延びており、各列は、前記一方向と直交する直交方向に延びている。本実施形態では、複数の熱交換装置20は、各行に沿って6つの熱交換装置20が並び、かつ、各列に沿って2つの熱交換装置20が並ぶように配置されている。

[0011] 以下、前記一方向と直交する平面であって前記一方向について当該熱交換ユニットの中央を通る仮想的な平面を「一方向中心面 P 1」といい、前記直交方向と直交する平面であって前記直交方向について当該熱交換ユニットの中央を通る仮想的な平面を「直交方向中心面 P 2」という。また、一方向中心面 P 1 と直交方向中心面 P 2 とにより区画される 4 つの領域のうち所定の領域に位置しかつ一方向に沿って並ぶ 3 つの熱交換装置 20 をまとめて「第 1 ユニット構成要素 1 1」という。また、第 1 ユニット構成要素 1 1 と直交方向に隣接しかつ一方向に沿って並ぶ 3 つの熱交換装置 20 をまとめて「第 2 ユニット構成要素 1 2」といい、第 1 ユニット構成要素 1 1 と一方向に隣接しかつ一方向に沿って並ぶ 3 つの熱交換装置 20 をまとめて「第 3 ユニット構成要素 1 3」という。そして、第 2 ユニット構成要素 1 2 と一方向に隣接するとともに第 3 ユニット構成要素 1 3 と直交方向に隣接し、かつ、一方向に沿って並ぶ 3 つの熱交換装置 20 をまとめて「第 4 ユニット構成要素 1 4」という。

[0012] 図 2 に示されるように、各熱交換装置 20 は、送風機 30 と、熱交換器 40 と、支持部 50 と、を有している。

[0013] 送風機 30 は、下向きに流れる気流（下降気流）を形成する。具体的に、送風機 30 は、円筒状の送風機室 32 と、送風機室 32 内に配置されたファン 34 と、ファン 34 を駆動するモータ 36 と、を有する。ファン 34 は、モータ 36 が駆動したときに鉛直下向きに流れる下降気流を形成する姿勢で送風機室 32 内に配置されている。モータ 36 の回転数は、インバータにより調整可能となっている。

[0014] 熱交換器 40 は、送風機 30 により形成された下降気流（空気）と低温媒体とを熱交換させることによって低温媒体の少なくとも一部を蒸発させる。具体的に、熱交換器 40 は、熱交換室 42 と、熱交換室 42 内に配置された伝熱管 44 と、を有する。

[0015] 熱交換室 42 は、四角筒状に形成されている。熱交換室 42 の上端は、中空状の連結部 38 を介して送風機室 32 の下端に接続されている。このため

、送風機 30 により形成された気流は、熱交換室 42 内を通過して当該熱交換室 42 の下方に向かう。

[0016] 伝熱管 44 内には、低温媒体（低温液化ガスや中間媒体）が流れる。熱交換室 42 内において伝熱管 44 に前記気流が接触することにより、つまり、前記気流と低温媒体とが熱交換することにより、伝熱管 44 内を流れる低温媒体の少なくとも一部が蒸発する。本実施形態では、互いに隣接する熱交換装置 20 の一方側（図 2 の右側）の伝熱管 44 と他方側（図 2 の左側）の伝熱管 44 とは、互いに連通するように形成されている。また、前記一方側の伝熱管 44 は、熱交換室 42 内で折り返されている。

[0017] 支持部 50 は、熱交換器 40 を地面から上方に離間した位置に支持する。具体的に、支持部 50 は、熱交換室 42 の中心軸が鉛直方向と平行となる姿勢で当該熱交換室 42 を支持している。なお、送風機室 32 の中心軸も、鉛直方向と平行な姿勢となる。

[0018] 本実施形態では、熱交換室 42 の外側面に、踏み板 60 が接続されている。踏み板 60 は、網状に形成されており、熱交換室 42 の外側面の上端に接続されている。この踏み板 60 は、当該踏み板 60 上を人が歩くことができる程度の強度に設定される。

[0019] 制御部 70 は、再吸込判定部 72 と、風向き判定部 74 と、風量制御部 76 と、を有する。

[0020] 再吸込判定部 72 は、送風機 30 により形成された気流のうち熱交換器 40 から流出した低温空気の送風機 30 による再吸込が生じているか否かを判定する。本実施形態では、再吸込判定部 72 は、前記低温空気による外気の冷却の影響を受けない領域（前記低温空気による外気の冷却効果が生じる領域から離れた領域）の気温 T_{air} から、各送風機 30 による空気の吸込温度の平均である平均吸込温度 T_{av} を引いた温度差 ΔT が、規定値 T_e よりも大きくなったときに再吸込が生じていると判定する。規定値 T_e は、低温媒体の処理量（各熱交換器 40 における低温媒体の加熱量）が一定以上に確保される値に設定される。

[0021] 前記気温 T_{air} は、例えば、本熱交換ユニットから側方に 20 m ~ 30 m 離間した位置の気温、本熱交換ユニットから側方に離間した位置に設置される制御室周辺の気温、あるいは、地面から熱交換装置 20 の上下方向の寸法の 2 倍以上の高さ位置の気温を指す。各送風機 30 による空気の吸込温度は、送風機室 32 内に設けられた温度センサ 80 により検出される。温度センサ 80 は、ファン 34 の回転軸の延長線上に位置するように配置されることが好ましい。

[0022] 風向き判定部 74 は、本熱交換ユニット（第 1 ユニット構成要素 11 ~ 第 4 ユニット構成要素 14）に向かって吹く風の向きを判定する。本実施形態では、風向き判定部 74 は、第 1 平均吸込温度 T_{av1} 、第 2 平均吸込温度 T_{av2} 、第 3 平均吸込温度 T_{av3} 及び第 4 平均吸込温度 T_{av4} に基づいて風向きを判定する。第 1 平均吸込温度 T_{av1} は、第 1 ユニット構成要素 11 の各送風機 30 による空気の吸込温度の平均である。第 2 平均吸込温度 T_{av2} は、第 2 ユニット構成要素 12 の各送風機 30 による空気の吸込温度の平均である。第 3 平均吸込温度 T_{av3} は、第 3 ユニット構成要素 13 の各送風機 30 による空気の吸込温度の平均である。第 4 平均吸込温度 T_{av4} は、第 4 ユニット構成要素 14 の各送風機 30 による空気の吸込温度の平均である。具体的に、風向き判定部 74 は、第 1 平均吸込温度 T_{av1} から第 4 平均吸込温度 T_{av4} の中で最も低い温度を有するユニット構成要素から当該熱交換ユニットの中心 O（一方向中心面 P1 と直交方向中心面 P2 との交点）に向かう成分を含むと判定する。この判定が可能な理由は、以下のとおりである。すなわち、熱交換ユニットに向かって風が吹いた場合、複数の熱交換装置 20 のうち最も風上側に位置する風上装置の熱交換器 40 から流出した後に風上に向かって側方に流れた低温空気は、風により当該熱交換ユニット側に戻されるので、特に風上装置の送風機 30 がその低温空気の再度吸い込みやすい。このため、熱交換ユニットに向かって風が吹いた場合、前記風上装置を含むユニット構成要素の平均吸込温度が、第 1 平均吸込温度 T_{av1} から第 4 平均吸込温度 T_{av4} の中で最も低くなる。したがっ

て、風向きは、前記風上装置を含むユニット構成要素から当該熱交換ユニットの中心Oに向かう成分を含むと判定することができる。なお、風向きは、風向計で判定してもよい。

[0023] 風量制御部76が行う制御には、一方向制御と、直交方向制御と、直交方向逆制御と、風量増大制御と、が含まれる。

[0024] 一方向制御は、再吸込判定部72が再吸込が生じていると判定したときに、一方向傾きAが、再吸込判定部72が再吸込が生じていると判定していない定常時の一方向傾きAよりも大きくなり、かつ、一方向風下装置から一方向風上装置に向かうにしたがって次第に送風機30の回転数が大きくなるように、各送風機30の回転数を調整する制御である。一方向傾きAは、一方向風上装置の送風機30の回転数から一方向風下装置の送風機30の回転数を引いた値を、一方向風上装置と一方向風下装置との間の距離（各ファン34の回転軸間距離）で除した値である。ただし、一方向傾きAとして、一方向風上装置の送風機30の回転数から一方向風下装置の送風機30の回転数を引いた回転数差が用いられてもよい。一方向風上装置は、複数の熱交換装置20のうち風向き判定部74により判定された風向きに対して一方向について最も風上側に位置する熱交換装置20である。一方向風下装置は、複数の熱交換装置20のうち風向き判定部74により判定された風向きに対して一方向について最も風下側に位置する熱交換装置20である。

[0025] 本実施形態では、風量制御部76は、一方向制御として、一方向傾きAが予め設定された一方向最大値 A_{max} 以下の範囲内において、前記温度差 ΔT が規定値 T_e 以下となるまで、一方向傾きAが前記定常時の一方向傾きAよりも大きくなり、かつ、一方向風下装置から一方向風上装置に向かうにしたがって次第に送風機30の回転数が大きくなるように、各送風機30の回転数を調整する制御を行う。一方向最大値 A_{max} は、一方向風上装置の送風機30の回転数の最大値から一方向風下装置の送風機30の回転数の最小値を引いた値を、一方向風上装置と一方向風下装置との間の距離で除した値である。送風機30の最大値及び最小値は、当該送風機30の定格（モータ

36の回転数の可変範囲)に依存する。

[0026] ここで、図4を参照しながら、一方向制御の内容を説明する。図4は、一方向に沿って(熱交換ユニットの右側から左側に向かって)熱交換ユニットに対して風が吹いており、再吸込判定部72により再吸込が生じていると判定された場合において、風量制御部76が一方向制御を行った後の状態の一例を示している。図4の例では、第1ユニット構成要素11のうち最も風上側に位置する熱交換装置20及び第2ユニット構成要素12のうち最も風上側に位置する熱交換装置20が、それぞれ「一方向風上装置」に相当する。そして、第3ユニット構成要素13のうち最も風下側に位置する熱交換装置20及び第4ユニット構成要素14のうち最も風下側に位置する熱交換装置20が、それぞれ「一方向風下装置」に相当する。図4に示されるように、風量制御部76が一方向制御を行うことにより、各送風機30の回転数は、風下側から風上側に向かうにしたがって次第に大きくなる。なお、図4において各送風機30内に示されている数字は、モータ36の回転数である。また、風量制御部76が一方向制御を行っていないときの各モータ36の回転数は、例えば全て100%であったとする。

[0027] 風量制御部76は、すべての送風機30の回転数の平均が100%となるように各送風機30の回転数を調整することが好ましい。

[0028] 直交方向制御は、再吸込判定部72が再吸込が生じていると判定したときに、直交方向傾きBが前記定常時の直交方向傾きBよりも大きくなり、かつ、直交方向風下装置から直交方向風上装置に向かうにしたがって次第に送風機30の回転数が大きくなるように、各送風機30の回転数を調整する制御である。直交方向傾きBは、直交方向風上装置の送風機30の回転数から直交方向風下装置の送風機30の回転数を引いた値を、直交方向風上装置と直交方向風下装置との間の距離で除した値である。ただし、直交方向傾きBとして、直交方向風上装置の送風機30の回転数から直交方向風下装置の送風機30の回転数を引いた回転数差が用いられてもよい。直交方向風上装置は、複数の熱交換装置20のうち風向き判定部74により判定された風向きに

対して直交方向について最も風上側に位置する熱交換装置 20 である。直交方向風下装置は、複数の熱交換装置 20 のうち風向き判定部 74 により判定された風向きに対して直交方向について最も風下側に位置する熱交換装置 20 である。

[0029] 本実施形態では、風量制御部 76 は、直交方向制御として、直交方向傾き B が予め設定された直交方向最大値 B_{max} 以下の範囲内において、前記温度差 ΔT が規定値 T_e 以上となるまで、直交方向傾き B が前記定常時の直交方向傾き B よりも大きくなり、かつ、直交方向風下装置から直交方向風上装置に向かうにしたがって次第に送風機 30 の回転数が大きくなるように、各送風機 30 の回転数を調整する制御を行う。直交方向最大値 B_{max} は、直交方向風上装置の送風機 30 の回転数の最大値から直交方向風下装置の送風機 30 の回転数の最小値を引いた値を、直交方向風上装置と直交方向風下装置との間の距離で除した値である。

[0030] ここで、図 5 を参照しながら、直交方向制御の内容を説明する。図 5 は、直交方向に沿って（熱交換ユニットの正面から背面に向かって）熱交換ユニットに対して風が吹いており、再吸込判定部 72 により再吸込が生じていると判定された場合において、風量制御部 76 が直交方向制御を行った後の状態の一例を示している。図 5 の例では、第 2 ユニット構成要素 12 の各熱交換装置 20 及び第 4 ユニット構成要素 14 の各熱交換装置 20 がそれぞれ「直交方向風上装置」に相当し、第 1 ユニット構成要素 11 の各熱交換装置 20 及び第 3 ユニット構成要素 13 の各熱交換装置 20 がそれぞれ「直交方向風下装置」に相当する。図 5 に示されるように、風量制御部 76 が直交方向制御を行うことにより、各送風機 30 の回転数は、風下側から風上側に向かうにしたがって次第に大きくなる。なお、図 5 においても、風量制御部 76 が直交方向制御を行っていないときの各モータ 36 の回転数は、例えば全て 100% であったとする。

[0031] 続いて、図 6 を参照しながら、風が一方向と平行な成分及び直交方向と平行な成分の双方を含んでいる場合における風量制御部 76 の制御について説

明する。図6は、熱交換ユニットの正面右側から背面左側に向かって当該熱交換ユニットに対して風が吹いており、再吸込判定部72により再吸込が生じていると判定された場合において、風量制御部76が一方向制御及び直交方向制御を行った後の状態の一例を示している。図6の例では、第1ユニット構成要素11のうち最も風上側に位置する熱交換装置20及び第2ユニット構成要素12のうち最も風上側に位置する熱交換装置20が、それぞれ「一方向風上装置」に相当する。そして、第3ユニット構成要素13のうち最も風下側に位置する熱交換装置20及び第4ユニット構成要素14のうち最も風下側に位置する熱交換装置20が、それぞれ「一方向風下装置」に相当する。また、第2ユニット構成要素12の各熱交換装置20及び第4ユニット構成要素14の各熱交換装置20がそれぞれ「直交方向風上装置」に相当し、第1ユニット構成要素11の各熱交換装置20及び第3ユニット構成要素13の各熱交換装置20がそれぞれ「直交方向風下装置」に相当する。図6に示されるように、風量制御部76が一方向制御及び直交方向制御の双方を行うことにより、各送風機30の回転数は、一方向及び直交方向の双方について、風下側から風上側に向かうにしたがって次第に大きくなる。この例では、風量制御部76は、一方向に沿って並ぶ6つの熱交換装置20の各送風機30の回転数が、風下側から風上側に向かって10%ずつ単調に増加するように各送風機30の回転数を調整し、かつ、直交方向に沿って並ぶ2つの熱交換装置20の各送風機30の回転数が、風下側から風上側に向かって10%増加するように各送風機30の回転数を調整している。ただし、一方向制御は、風下側から風上側に向かって単調に増加するように各送風機30の回転数を調整する制御に限られない。なお、図6においても、風量制御部76が一方向制御及び直交方向制御を行っていないときの各モータ36の回転数は、例えば全て100%であったとする。

[0032] 直交方向逆制御は、直交方向傾き B が直交方向最大値 B_{max} になるまで直交方向制御を行っても前記温度差 ΔT が規定値 T_e 以上にならない場合に、直交方向傾き B が前記定常時の直交方向傾き B よりも小さくなり、かつ、

直交方向風下装置から直交方向風上装置に向かうにしたがって次第に送風機 30 の回転数が小さくなるように各送風機 30 の回転数を調整する制御である。

[0033] 本実施形態では、風量制御部 76 は、直交方向逆制御として、直交方向傾き B が直交方向最小値 B_{min} 以上の範囲内において、前記温度差 ΔT が規定値 T_e 以上となるまで、直交方向傾き B が前記定常時の直交方向傾き B よりも小さくなり、かつ、直交方向風下装置から直交方向風上装置に向かうにしたがって次第に送風機 30 の回転数が小さくなるように、各送風機 30 の回転数を調整する制御を行う。直交方向最小値 B_{min} は、直交方向風上装置の送風機 30 の回転数の最小値から直交方向風下装置の送風機 30 の回転数の最大値を引いた値を直交方向風上装置と直交方向風下装置との間の距離で除した値である。

[0034] 風量増大制御は、直交方向傾き B が直交方向最小値 B_{min} になるまで直交方向逆制御を行っても前記温度差 ΔT が規定値 T_e 以上とならない場合に、各送風機 30 から流出する気流の総流量が増えるように各送風機 30 の回転数を上げる制御である。

[0035] 以下、制御部 70 の具体的な制御内容について、図 7～図 9 を参照しながら説明する。

[0036] 熱交換ユニットの運転が開始されると、まず、制御部 70 は、前記気温 T_{air} から平均吸込温度 T_{av} を引いた温度差 ΔT を算出する（ステップ S11）。次に、制御部 70（再吸込判定部 72）は、その温度差 ΔT が規定値 T_e よりも大きいかな否かを判定する（ステップ S12）。

[0037] この結果、温度差 ΔT が規定値 T_e 未満であれば（ステップ S12 で NO）、すなわち、低温媒体の処理量が一定以上確保されていれば、制御部 70 は、温度差 ΔT が判定値 T_{e2} 未満かな否かを判定する（ステップ S13）。判定値 T_{e2} は、規定値 T_e よりも小さな値であって、低温媒体の処理量が十分に確保される値に設定される。

[0038] ステップ S13 において、温度差 ΔT が判定値 T_{e2} 未満であれば（ステ

ップS 1 3でYES)、すなわち、低温媒体の処理量が十分に確保されていれば、制御部70は、各送風機30の回転数を下げ(ステップS 1 4)、ステップS 1 1に戻る。これにより、低温媒体の処理量を十分に確保しつつ各送風機30の駆動に必要な動力を低減することができる。一方、ステップS 1 3において、温度差 ΔT が判定値 T_e 以上であれば(ステップS 1 3でNO)、制御部70は、ステップS 1 1に戻る。

[0039] そして、ステップS 1 2において、温度差 ΔT が規定値 T_e 以上であれば(ステップS 1 2でYES)、すなわち、再吸込判定部72によって各送風機30による低温空気の再吸込が生じていると判定されれば、制御部70(風向き判定部74)は、第1平均吸込温度 T_{av1} ~第4平均吸込温度 T_{av4} に基づいて風向きを判定する(ステップS 1 5)。続いて、制御部70は、ステップS 1 5において風向き判定部74が判定した風向きに基づいて、一方向傾きAの正負及び直交方向傾きBの正負を決定する(ステップS 1 6)。

[0040] 次に、制御部70(風量制御部76)は、一方向制御を行う。具体的に、制御部70は、まず、現在の温度差 ΔT を第1温度差 ΔT_1 とする(ステップS 1 7)。そして、制御部70は、一方向傾きAを風上側に大きくする(ステップS 1 8)。その後、制御部70は、再び温度差 ΔT (=前記気温 T_{air} -現在の平均吸込温度 T_{av})を算出し(ステップS 1 9)、その温度差 ΔT が第1温度差 ΔT_1 未満か否か、すなわち、ステップS 1 8を経ることによって平均吸込温度 T_{av} が上昇したか否か、を判定する(ステップS 2 0)。

[0041] この結果、温度差 ΔT が第1温度差 ΔT_1 未満であれば(ステップS 2 0でYES)、制御部70は、温度差 ΔT が規定値 T_e 以下か否かを判定する(ステップS 2 1)。この結果、温度差 ΔT が規定値 T_e 以下であれば(ステップS 2 1でYES)、制御部70は、ステップS 1 1に戻る。一方、温度差 ΔT が規定値 T_e よりも大きい場合(ステップS 2 1でNO)、制御部70は、一方向傾きAが一方向最大値 A_{max} か否かを判定する(ステップ

S 2 2)。

[0042] この結果、一方向傾き A が一方向最大値 A_{max} ではない場合（ステップ S 2 2 で N O）、つまり、一方向傾き A が一方向最大値 A_{max} 未満の場合、制御部 7 0 は、ステップ S 1 7 に戻る。

[0043] 一方、一方向傾き A が一方向最大値 A_{max} である場合（ステップ S 2 2 で Y E S）、あるいは、ステップ S 2 0 において、温度差 ΔT が第 1 温度差 ΔT_1 以上の場合（ステップ S 2 0 で N O）、すなわち、ステップ S 1 8 を経ることによって平均吸込温度 T_{av} が低下した場合、制御部 7 0 は、直交方向制御を行う。具体的には、次のとおりである。

[0044] 制御部 7 0 は、まず、現在の直交方向傾き B を第 1 直交方向傾き B_1 とする（ステップ S 2 3）。次に、制御部 7 0 は、現在の温度差 ΔT を第 2 温度差 ΔT_2 とする（ステップ S 2 4）。そして、制御部 7 0 は、直交方向傾き B を風上側に大きくする（ステップ S 2 5）。

[0045] その後、制御部 7 0 は、再び温度差 ΔT （＝前記気温 T_{air} －現在の平均吸込温度 T_{av} ）を算出し（ステップ S 2 6）、その温度差 ΔT が第 2 温度差 ΔT_2 未満か否か、すなわち、ステップ S 2 5 を経ることによって平均吸込温度 T_{av} が上昇したか否か、を判定する（ステップ S 2 7）。

[0046] この結果、温度差 ΔT が第 2 温度差 ΔT_2 未満であれば（ステップ S 2 7 で Y E S）、制御部 7 0 は、温度差 ΔT が規定値 T_e 以下か否かを判定する（ステップ S 2 8）。この結果、温度差 ΔT が規定値 T_e 以下であれば（ステップ S 2 8 で Y E S）、制御部 7 0 は、ステップ S 1 1 に戻る。一方、温度差 ΔT が規定値 T_e よりも大きい場合（ステップ S 2 8 で N O）、制御部 7 0 は、直交方向傾き B が直交方向最大値 B_{max} か否かを判定する（ステップ S 2 9）。

[0047] この結果、直交方向傾き B が直交方向最大値 B_{max} ではない場合（ステップ S 2 9 で N O）、つまり、直交方向傾き B が直交方向最大値 B_{max} 未満の場合、制御部 7 0 は、ステップ S 2 4 に戻る。

[0048] 一方、直交方向傾き B が直交方向最大値 B_{max} である場合（ステップ S

29でYES)、制御部70は、風量増大制御を行う。具体的には、制御部70は、各送風機30のうち回転数を上げることが可能なものについて、均等な割合で回転数を上げ（ステップS30）、ステップS11に戻る。

[0049] また、ステップS27において、温度差 ΔT が第2温度差 ΔT_2 以上の場合（ステップS27でNO）、すなわち、ステップS25を経ることによって平均吸込温度 T_{av} が低下した場合、制御部70は、直交方向傾きBが直交方向最大値 B_{max} であるか否かを判定する（ステップS31）。

[0050] この結果、直交方向傾きBが直交方向最大値 B_{max} ではない場合（ステップS31でNO）、制御部70は、ステップS24に戻る。一方、直交方向傾きBが直交方向最大値 B_{max} である場合（ステップS31でYES）、制御部70は、直交方向逆制御を行う。具体的には、次のとおりである。

[0051] 制御部70は、まず、現在の直交方向傾きBを第1直交方向傾き B_1 に戻す（ステップS32）。これは、より早期に直交方向傾きBを小さくするためである。次に、制御部70は、現在の温度差 ΔT を第3温度差 ΔT_3 とする（ステップS33）。そして、制御部70は、直交方向傾きBを風下側に大きくする（ステップS34）。

[0052] その後、制御部70は、再び温度差 ΔT （＝前記気温 T_{air} －現在の平均吸込温度 T_{av} ）を算出し（ステップS35）、その温度差 ΔT が第3温度差 ΔT_3 未満か否か、すなわち、ステップS34を経ることによって平均吸込温度 T_{av} が上昇したか否か、を判定する（ステップS36）。

[0053] この結果、温度差 ΔT が第3温度差 ΔT_3 未満であれば（ステップS36でYES）、制御部70は、温度差 ΔT が規定値 T_e 以下か否かを判定する（ステップS37）。この結果、温度差 ΔT が規定値 T_e 以下であれば（ステップS37でYES）、制御部70は、ステップS11に戻る。一方、温度差 ΔT が規定値 T_e よりも大きい場合（ステップS37でNO）、制御部70は、直交方向傾きBが直交方向最小値 B_{min} か否かを判定する（ステップS38）。

[0054] この結果、直交方向傾きBが直交方向最小値 B_{min} ではない場合（ステ

ップS 3 8でNO)、つまり、直交方向傾きBが直交方向最小値 B_{min} よりも大きい場合、制御部70は、ステップS 3 3に戻る。

[0055] 一方、直交方向傾きBが直交方向最小値 B_{min} である場合(ステップS 3 8でYES)、制御部70は、ステップS 3 0に戻り、風量増大制御を行う。

[0056] また、ステップS 3 6において、温度差 ΔT が第3温度差 ΔT_3 以上の場合(ステップS 3 6でNO)、すなわち、ステップS 3 4を経ることによって平均吸込温度 T_{av} が低下した場合、制御部70は、直交方向傾きBが直交方向最小値 B_{min} であるか否かを判定する(ステップS 3 9)。

[0057] この結果、直交方向傾きBが直交方向最小値 B_{min} ではない場合(ステップS 3 9でNO)、制御部70は、ステップS 3 3に戻る。一方、直交方向傾きBが直交方向最小値 B_{min} である場合(ステップS 3 9でYES)、制御部70は、現在の直交方向傾きBを第1直交方向傾き B_1 に戻した後(ステップS 4 0)、ステップS 3 0に戻り、直交方向逆制御を行う。

[0058] 次に、本熱交換ユニットの動作を説明する。

[0059] まず、熱交換ユニット本ユニットの運転が開始される。このときの各送風機30の回転数は、例えば100%に設定される。

[0060] 本ユニットの運転が開始されると、それぞれの熱交換装置20において下向きの気流が形成され、この気流が伝熱管44と接触することにより低温媒体が加熱される。そして、図2に示されるように、熱交換器40において熱交換した後の気流(伝熱管44に接触することより冷却された低温空気)は、地面に衝突したのち、側方(熱交換ユニットから離間する方向)に向かって流れる。

[0061] ここで、本熱交換ユニットに向かって風が吹くと、熱交換器40を通過した気流のうち風上に向かって側方に流れた低温空気が風により当該熱交換ユニット側に戻されることによって送風機30がその低温空気を再度吸い込む場合がある。この場合、平均吸込温度 T_{av} 、すなわち、低温媒体の加熱量が低下する。

[0062] 本実施形態では、再吸込判定部 7 2 により再吸込が生じていると判定されたときに、風量制御部 7 6 は、一方向制御を行う。すなわち、一方向傾き A が、再吸込判定部 7 2 により再吸込が生じていると判定されていない定常時の一方向傾き A よりも大きくなり、かつ、一方向風下装置から一方向風上装置に向かうにしたがって次第に送風機 3 0 の回転数が大きくなるように各送風機 3 0 の回転数が調整される。そうすると、各熱交換器 4 0 を通過する気流（低温空気）の流量が、一方向風下装置から一方向風上装置に向かうにしたがって次第に大きくなるので、図 3 に示されるように、各熱交換器 4 0 を通過した低温空気の一部は、一方向風上装置から一方向風下装置に向かう方向に沿って流れる。つまり、熱交換ユニット全体として、一方向風上装置の熱交換器 4 0 を通過した低温空気が一方向風下装置の熱交換器 4 0 を通過した低温空気に合流する向きの流れが誘起される。よって、一方向風上装置の熱交換器 4 0 から流出した後に風上に向かって流れる低温空気の流量が減少するので、風により本熱交換ユニット側に戻される低温空気の流量が減少する。したがって、各送風機 3 0（特に一方向風上装置の送風機 3 0）による低温空気の再吸込が抑制され、これにより各送風機 3 0 による空気の吸込温度が上昇する。

[0063] また、本実施形態では、風量制御部 7 6 は、一方向制御に加え、直交方向制御をも行う。このため、より確実に各送風機 3 0 による低温空気の再吸込を抑制することができる。具体的に、直交方向についても、直交方向風上装置の熱交換器 4 0 から流出した低温空気の一部が直交方向風下装置の熱交換器 4 0 から流出した低温空気に合流する向きの流れが誘起されるので、各送風機 3 0 による低温空気の再吸込が抑制される。

[0064] また、本実施形態では、再吸込判定部 7 2 は、低温空気による外気の冷却の影響を受けない領域の気温 T_{air} から平均吸込温度 T_{av} を引いた温度差 ΔT が規定値 T_e よりも大きくなったときに再吸込が生じていると判定する。このため、安定的に再吸込が生じたか否かの判定を行うことができ、かつ、季節の変化等に起因する気温の変化が再吸込判定部 7 2 の判定に与える

影響を抑制することができる。具体的に、特定の送風機の吸込温度ではなく平均吸込温度 T_{av} を再吸込が生じているか否かの判定基準とすることにより、当該特定の送風機の吸込温度が局所的に高くなっている場合などに起因する誤判定を抑制することができ、また、温度差 ΔT を判定基準とすることにより、特定の温度を判定基準とした場合の外気温の変動に起因する誤判定を抑制することができる。

[0065] さらに、風量制御部 76 は、再吸込判定部 72 が再吸込が生じていると判定したときに、直交方向制御よりも先に、一方向制御として、温度差 ΔT が規定値 T_e 以下となるまで、一方向傾き A が定常時の一方向傾き A よりも大きくなり、かつ、一方向風下装置から一方向風上装置に向かうにしたがって次第に送風機 30 の回転数が大きくなるように各送風機 30 の回転数を調整する制御を行う。このため、再吸込が生じている場合に先に直交方向制御を行う場合に比べ、温度差 ΔT をより効率的に規定値 T_e に近づけることができる。具体的に、熱交換装置 20 の並び数が多い方が、風上側に位置する熱交換装置 20 の熱交換器 40 から流出した低温空気が風下側に位置する熱交換装置 20 の熱交換器 40 から流出した低温空気へ向かう気流が安定的に形成されるため、熱交換装置 20 がより多く並ぶ一方向についての一方向制御を先に行う方が、より効率的に平均吸込温度 T_{av} を上昇させること、すなわち、温度差 ΔT を規定値 T_e に近づけることができる。

[0066] また、一方向傾き A が大きくなるにしたがって、一方向風上装置の熱交換器 40 から流出した低温空気が一方向風下装置の熱交換器 40 から流出した低温空気へ向かう気流の形成が安定し、これにより平均吸込温度 T_{av} の上昇効果が高まるので、直交方向傾き B よりも先に一方向傾き A を大きくすることにより、早期に温度差 ΔT が規定値 T_e に近づく。

[0067] この点につき、図 10 及び図 11 を参照しながら説明する。図 10 は、第 1 ユニット構成要素 11（一方向に沿って並ぶ 3 つの熱交換装置 20）に対して一方向に沿って風速 3 m/s の風が吹いた場合の第 1 ユニット構成要素 11 の各送風機 30 の回転数比と第 1 平均吸込温度 T_{av1} との関係を示す

グラフである。図 11 は、第 1 ユニット構成要素 11 に対して一方向に沿って風速 10 m/s の風が吹いた場合の第 1 ユニット構成要素 11 の各送風機 30 の回転数比と第 1 平均吸込温度 T_{av1} との関係を示すグラフである。前記回転数比は、第 1 ユニット構成要素 11 に含まれる 3 つ熱交換装置 20 のうちの中央の熱交換装置 20 の送風機 30 の回転数に対する、風上側に位置する熱交換装置 20 の送風機 30 の回転数の比である。また、第 1 ユニット構成要素 11 に含まれる 3 つ熱交換装置 20 のうちの風下側に位置する熱交換装置 20 の送風機 30 に対する、中央の熱交換装置 20 の送風機 30 の回転数の比も、前記回転数比に設定されている。図 10 及び図 11 に示されるように、回転数比が 1.00 よりも大きくなるほど、つまり、一方向傾き A が大きくなるほど、第 1 平均吸込温度 T_{av1} が上昇している。

[0068] また、本実施形態では、風量制御部 76 は、一方向傾き A が一方向最大値 A_{max} になるまで一方向制御を行っても温度差 ΔT が規定値 T_e 以下にならない場合に直交方向制御を行う。この態様では、一方向制御において一方向傾き A が一方向最大値 A_{max} になった後に直交方向制御が行われるので、効率的に平均吸込温度を上昇させることができる。

[0069] また、風量制御部 76 は、直交方向制御として、温度差 ΔT が規定値 T_e 以下となるまで、直交方向傾き B が定常時の直交方向傾き B よりも大きくなり、かつ、直交方向風下装置から直交方向風上装置に向かうにしたがって次第に送風機 30 の回転数が大きくなるように各送風機 30 の回転数を調整する制御を行う。よって、より確実に平均吸込温度が上昇する。

[0070] さらに、風量制御部 76 は、直交方向傾き B が直交方向最大値 B_{max} になるまで直交方向制御を行っても温度差 ΔT が規定値 T_e 以下にならない場合に、直交方向逆制御を行う。これにより、直交方向傾き B が定常時の直交方向傾き B よりも小さくなり、かつ、直交方向風下装置から直交方向風上装置に向かうにしたがって次第に送風機 30 の回転数が小さくなるように各送風機 30 の回転数が調整される。このため、平均吸込温度 T_{av} をより確実に上昇させることができる。具体的に、直交方向への熱交換装置 20 の並び

数は、一方向へのそれよりも小さいので、直交方向傾き B を大きくしても平均吸込温度 T_{av} が上昇しない（温度差 ΔT が規定値 T_e に近づかない）場合があるが、その場合に直交方向逆制御を行うことにより、平均吸込温度 T_{av} が上昇する可能性がある。よって、平均吸込温度 T_{av} の上昇確率が高まる。

[0071] さらに、風量制御部76は、直交方向傾き B が直交方向最小値 B_{min} になるまで直交方向逆制御を行っても温度差 ΔT が規定値 T_e 以下とならない場合に、各送風機30から流出する気流の総流量が増えるように各送風機30の回転数を調整する風量増大制御を行う。このため、再吸込が生じている状態における各熱交換器20での低温媒体の加熱量の低下が抑制される。

[0072] また、本実施形態では、風向き判定部74は、第1平均吸込温度 T_{av1} から第4平均吸込温度 T_{av4} の中で最も低い温度を有するユニット構成要素から当該熱交換ユニットの中心 O に向かう成分を含むと判定する。この態様では、各ユニット構成要素11～14の平均吸込温度を比較するだけで風向きを判定することができる。

[0073] なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

[0074] 例えば、再吸込判定部72は、前記気温 T_{air} から平均吸込温度 T_{av} を引いた温度差 ΔT ではなく、前記気温 T_{air} から各送風機30による空気の吸込温度のうち最も高い温度を引いた温度差が規定値 T_e を下回ったときに再吸込が生じていると判定してもよい。

[0075] あるいは、再吸込判定部72は、風向計により風向きが検知され、かつ、その風向計が示す風向きに対して風下に位置する風下装置の送風機30の吸込温度から風上に位置する風上装置の送風機30の吸込温度を引いた値が閾値以上となったときに、再吸込が生じていると判定してもよい。

[0076] また、一方向傾き A の算出には、風上装置の送風機30の回転数から風下

装置の送風機 30 の回転数を引いた値ではなく、風上装置の送風機 30 の回転数の風下装置の送風機 30 の回転数に対する比が用いられてもよい。このことは、直交方向傾き B についても同様である。

[0077] また、熱交換ユニットは、前記直交方向に沿って第 1 ユニット構成要素 1 1 及び第 2 ユニット構成要素 1 2 と並ぶように配置された追加ユニット構成要素と、前記直交方向に沿って第 3 ユニット構成要素 1 3 及び第 4 ユニット構成要素 1 4 と並ぶように配置された他の追加ユニット構成要素と、さらに含んでもよい。このようにすれば、一方向及び直交方向の双方における熱交換装置 20 の並び数がともに 3 以上となるので、一方向制御及び直交方向制御による平均吸込温度 T_{av} の上昇効果がより確実に得られる。ただし、熱交換ユニットは、単一のユニット構成要素のみにより構成されてもよい。また、ユニット構成要素は、2 つの熱交換装置 20 により構成されてもよい。

[0078] ここで、上記実施形態について概説する。

[0079] 上記実施形態の熱交換ユニットは、少なくとも 1 つのユニット構成要素と、制御部と、を備え、前記少なくとも 1 つのユニット構成要素は、一方向に沿って並ぶように配置された複数の熱交換装置を有し、各熱交換装置は、上下方向に流れる気流を形成する送風機と、大気よりも低温の低温媒体と前記気流とを熱交換させることによって前記低温媒体を加熱する熱交換器と、を有し、前記制御部は、前記気流のうち前記熱交換器から流出した低温空気の前記送風機による再吸込が生じているか否かを判定する再吸込判定部と、風向きを判定する風向き判定部と、前記再吸込判定部が前記再吸込が生じていると判定したときに、前記複数の熱交換装置のうち前記風向き判定部により判定された風向きに対して前記一方向について最も風上側に位置する一方向風上装置の送風機の回転数と前記複数の熱交換装置のうち前記風向き判定部により判定された風向きに対して前記一方向について最も風下側に位置する一方向風下装置の送風機の回転数との差又は比に基づいて表される一方向傾きが、前記再吸込判定部が前記再吸込が生じていると判定していない定常時の前記一方向傾きよりも大きくなり、かつ、前記一方向風下装置から前記一

方向風上装置に向かうにしたがって次第に前記送風機の回転数が大きくなるように各送風機の回転数を調整する一方向制御を行う風量制御部と、を備える。

[0080] 本熱交換ユニットでは、再吸込判定部により再吸込が生じていると判定されたときに、一方向傾きが定常時の一方向傾きよりも大きくなり、かつ、一方向風下装置から一方向風上装置に向かうにしたがって次第に送風機の回転数が大きくなるように各送風機の回転数が調整される。そうすると、各熱交換器を通過する気流（低温空気）の流量が、一方向風下装置から一方向風上装置に向かうにしたがって次第に大きくなるので、各熱交換器を通過した低温空気の一部は、一方向風上装置から一方向風下装置に向かう方向に沿って流れる。つまり、熱交換ユニット全体として、一方向風上装置の熱交換器を通過した低温空気が一方向風下装置の熱交換器を通過した低温空気に合流する向きの流れが誘起される。よって、一方向風上装置の熱交換器から流出した後に風上に向かって流れる低温空気の流量が減少するので、風により本熱交換ユニット側に戻される低温空気の流量が減少する。したがって、各送風機（特に一方向風上装置の送風機）による低温空気の再吸込が抑制され、これにより各送風機による空気の吸込温度が上昇する。

[0081] この場合において、前記少なくとも1つのユニット構成要素は、前記一方向と直交する直交方向に沿って並ぶように配置された第1ユニット構成要素及び第2ユニット構成要素を含み、前記風量制御部は、前記再吸込判定部が前記再吸込が生じていると判定したときに、前記複数の熱交換装置のうち前記風向き判定部により判定された風向きに対して前記直交方向について最も風上側に位置する直交方向風上装置の送風機の回転数と前記複数の熱交換装置のうち前記風向き判定部により判定された風向きに対して前記直交方向について最も風下側に位置する直交方向風下装置の送風機の回転数との差又は比に基づいて表される直交方向傾きが、前記定常時の前記直交方向傾きよりも大きくなり、かつ、前記直交方向風下装置から前記直交方向風上装置に向かうにしたがって次第に前記送風機の回転数が大きくなるように各送風機の

回転数を調整する直交方向制御をさらに行うことが好ましい。

[0082] このようにすれば、低温媒体の加熱量の増大と、各送風機による低温空気の再吸込の抑制と、を両立することができる。具体的に、第1ユニット構成要素及び第2ユニット構成要素の各熱交換器において低温媒体が加熱されるので、低温媒体の加熱量が増大し、しかも、直交方向についても、直交方向風上装置の熱交換器から流出した低温空気の一部が直交方向風下装置の熱交換器から流出した低温空気に合流する向きの流れが誘起されるので、各送風機による低温空気の再吸込が抑制される。

[0083] さらにこの場合において、前記再吸込判定部は、前記低温空気による外気の冷却の影響を受けない領域の気温から各送風機による空気の吸込温度の平均である平均吸込温度を引いた温度差が規定値よりも大きくなったときに前記再吸込が生じていると判定することが好ましい。

[0084] このようにすれば、安定的に再吸込が生じたか否かの判定を行うことができ、かつ、季節の変化等に起因する気温の変化が再吸込判定部の判定に与える影響を抑制することができる。具体的に、特定の送風機の吸込温度ではなく前記平均吸込温度を再吸込が生じているか否かの判定基準とすることにより、当該特定の送風機の吸込温度が局所的に高くなっている場合などに起因する誤判定を抑制することができ、また、前記温度差を判定基準とすることにより、特定の温度を判定基準とした場合の外気温の変動に起因する誤判定を抑制することができる。

[0085] 加えて、各ユニット構成要素に含まれる前記熱交換装置の数は、前記ユニット構成要素の数よりも大きく設定されており、前記風量制御部は、前記再吸込判定部が前記再吸込が生じていると判定したときに、前記直交方向制御よりも先に、前記一方向制御として、前記温度差が前記規定値以下となるまで、前記一方向傾きが前記定常時の前記一方向傾きよりも大きくなり、かつ、前記一方向風下装置から前記一方向風上装置に向かうにしたがって次第に前記送風機の回転数が大きくなるように各送風機の回転数を調整する制御を行うことが好ましい。

[0086] このようにすれば、再吸込が生じている場合に先に直交方向制御を行う場合に比べ、前記温度差をより効率的に規定値に近づけることができる。具体的に、熱交換装置の並び数が多い方が、風上側に位置する熱交換装置の熱交換器から流出した低温空気が風下側に位置する熱交換装置の熱交換器から流出した低温空気へ向かう気流が形成されやすくなる。よって、熱交換装置がより多く並ぶ一方向についての一方向制御を先に行う方が、より効率的に平均吸込温度を上昇させること、すなわち、前記温度差を規定値に近づけることができる。

[0087] この場合において、前記風量制御部は、前記一方向傾きが予め設定された一方向最大値になるまで前記一方向制御を行っても前記温度差が前記規定値以下にならない場合に前記直交方向制御を行うことが好ましい。

[0088] このようにすれば、一方向制御において一方向傾きが一方向最大値になったときに直交方向制御が行われるので、効率的に平均吸込温度を上昇させることができる。

[0089] また、前記熱交換ユニットにおいて、前記風量制御部は、前記直交方向制御として、前記温度差が前記規定値以下となるまで、前記直交方向傾きが前記定常時の前記直交方向傾きよりも大きくなり、かつ、前記直交方向風下装置から前記直交方向風上装置に向かうにしたがって次第に前記送風機の回転数が大きくなるように各送風機の回転数を調整する制御を行うことが好ましい。

[0090] このようにすれば、より確実に平均吸込温度が上昇する。

[0091] この場合において、前記風量制御部は、前記直交方向傾きが予め設定された直交方向最大値になるまで前記直交方向制御を行っても前記温度差が前記規定値以下にならない場合に、前記直交方向傾きが前記定常時の前記直交方向傾きよりも小さくなり、かつ、前記直交方向風下装置から前記直交方向風上装置に向かうにしたがって次第に前記送風機の回転数が小さくなるように各送風機の回転数を調整する直交方向逆制御を行うことが好ましい。

[0092] このようにすれば、平均吸込温度をより確実に上昇させることができる。

具体的に、直交方向への熱交換装置の並び数は、一方向へのそれよりも小さいので、直交方向傾きを大きくしても平均吸込温度が上昇しない（前記温度差が規定値に近づかない）場合があるが、その場合に直交方向逆制御を行うことにより、平均吸込温度が上昇する可能性がある。よって、平均吸込温度がより確実に上昇する。

[0093] さらに、前記風量制御部は、前記直交方向傾きが予め設定された直交方向最小値になるまで前記直交方向逆制御を行っても前記温度差が前記規定値以下とならない場合に、各送風機から流出する気流の総流量が増えるように各送風機の回転数を調整する風量増大制御を行うことが好ましい。

[0094] このようにすれば、再吸込が生じている状態における各熱交換器での低温媒体の加熱量の低下が抑制される。

[0095] また、前記熱交換ユニットにおいて、前記少なくとも1つのユニット構成要素は、前記直交方向に沿って並ぶように配置された第3ユニット構成要素及び第4ユニット構成要素をさらに含み、前記第3ユニット構成要素は、前記一方向に前記第1ユニット構成要素に隣接するように配置されており、前記第4ユニット構成要素は、前記一方向に前記第2ユニット構成要素に隣接するように配置されており、前記風向き判定部は、第1ユニット構成要素の各送風機による空気の吸込温度の平均である第1平均吸込温度、第2ユニット構成要素の各送風機による空気の吸込温度の平均である第2平均吸込温度、第3ユニット構成要素の各送風機による空気の吸込温度の平均である第3平均吸込温度及び第4ユニット構成要素の各送風機による空気の吸込温度の平均である第4平均吸込温度の中で最も低い平均吸込温度を有するユニット構成要素が配置されている場所から当該熱交換ユニットの中心に向かう成分を含む風が吹いていると判定してもよい。

[0096] このようにすれば、各ユニット構成要素の平均吸込温度を比較するだけで風向きを判定することができる。具体的に、熱交換ユニットに向かって風が吹いた場合、各ユニット構成要素のうち最も風上側に位置するユニット構成要素（風上装置を含むユニット構成要素）の各送風機は、風上装置の熱交換

器から側方に向かって流出した後に風により当該熱交換ユニット側に戻された低温空気の再吸込を行いやすい。このため、熱交換ユニットに向かって風が吹いた場合、風上装置を含むユニット構成要素の平均吸込温度が最も低くなる。したがって、風向きは、風上装置を含むユニット構成要素から当該熱交換ユニットの中心に向かう成分を含むと判定することができる。

[0097] あるいは、前記風向き判定部は、風向計により風向きを判定してもよい。

[0098] また、前記熱交換ユニットにおいて、前記少なくとも1つのユニット構成要素は、前記一方向に沿って前記第1ユニット構成要素及び前記第2ユニット構成要素と並ぶように配置された追加ユニット構成要素をさらに含み、各ユニット構成要素に含まれる前記熱交換装置の数は、前記ユニット構成要素の数よりも大きく設定されていることが好ましい。

[0099] このようにすれば、一方向及び直交方向の双方における熱交換装置の並び数がともに3以上となるので、一方向制御及び直交方向制御による前記平均吸込温度の上昇効果がより確実に得られる。

請求の範囲

[請求項1]

熱交換ユニットであって、
少なくとも1つのユニット構成要素と、
制御部と、を備え、
前記少なくとも1つのユニット構成要素は、一方向に沿って並ぶように配置された複数の熱交換装置を有し、
各熱交換装置は、
上下方向に流れる気流を形成する送風機と、
大気よりも低温の低温媒体と前記気流とを熱交換させることによって前記低温媒体を加熱する熱交換器と、を有し、
前記制御部は、
前記気流のうち前記熱交換器から流出した低温空気の前記送風機による再吸込が生じているか否かを判定する再吸込判定部と、
風向きを判定する風向き判定部と、
前記再吸込判定部が前記再吸込が生じていると判定したときに、前記複数の熱交換装置のうち前記風向き判定部により判定された風向きに対して前記一方向について最も風上側に位置する一方向風上装置の送風機の回転数と前記複数の熱交換装置のうち前記風向き判定部により判定された風向きに対して前記一方向について最も風下側に位置する一方向風下装置の送風機の回転数との差又は比に基づいて表される一方向傾きが、前記再吸込判定部が前記再吸込が生じていると判定していない定常時の前記一方向傾きよりも大きくなり、かつ、前記一方向風下装置から前記一方向風上装置に向かうにしたがって次第に前記送風機の回転数が大きくなるように各送風機の回転数を調整する一方向制御を行う風量制御部と、を備える、熱交換ユニット。

[請求項2]

請求項1に記載の熱交換ユニットにおいて、
前記少なくとも1つのユニット構成要素は、前記一方向と直交する直交方向に沿って並ぶように配置された第1ユニット構成要素及び第

2 ユニット構成要素を含み、

前記風量制御部は、前記再吸込判定部が前記再吸込が生じていると判定したときに、前記複数の熱交換装置のうち前記風向き判定部により判定された風向きに対して前記直交方向について最も風上側に位置する直交方向風上装置の送風機の回転数と前記複数の熱交換装置のうち前記風向き判定部により判定された風向きに対して前記直交方向について最も風下側に位置する直交方向風下装置の送風機の回転数との差又は比に基づいて表される直交方向傾きが、前記定常時の前記直交方向傾きよりも大きくなり、かつ、前記直交方向風下装置から前記直交方向風上装置に向かうにしたがって次第に前記送風機の回転数が大きくなるように各送風機の回転数を調整する直交方向制御をさらに行う、熱交換ユニット。

[請求項3] 請求項2に記載の熱交換ユニットにおいて、

前記再吸込判定部は、前記低温空気による外気の冷却の影響を受けない領域の気温から各送風機による空気の吸込温度の平均である平均吸込温度を引いた温度差が規定値よりも大きくなったときに前記再吸込が生じていると判定する、熱交換ユニット。

[請求項4] 請求項3に記載の熱交換ユニットにおいて、

各ユニット構成要素に含まれる前記熱交換装置の数は、前記ユニット構成要素の数よりも大きく設定されており、

前記風量制御部は、前記再吸込判定部が前記再吸込が生じていると判定したときに、前記直交方向制御よりも先に、前記一方向制御として、前記温度差が前記規定値以下となるまで、前記一方向傾きが前記定常時の前記一方向傾きよりも大きくなり、かつ、前記一方向風下装置から前記一方向風上装置に向かうにしたがって次第に前記送風機の回転数が大きくなるように各送風機の回転数を調整する制御を行う、熱交換ユニット。

[請求項5] 請求項4に記載の熱交換ユニットにおいて、

前記風量制御部は、前記一方向傾きが予め設定された一方向最大値になるまで前記一方向制御を行っても前記温度差が前記規定値以下にならない場合に前記直交方向制御を行う、熱交換ユニット。

[請求項6] 請求項5に記載の熱交換ユニットにおいて、

前記風量制御部は、前記直交方向制御として、前記温度差が前記規定値以下となるまで、前記直交方向傾きが前記定常時の前記直交方向傾きよりも大きくなり、かつ、前記直交方向風下装置から前記直交方向風上装置に向かうにしたがって次第に前記送風機の回転数が大きくなるように各送風機の回転数を調整する制御を行う、熱交換ユニット。

[請求項7] 請求項6に記載の熱交換ユニットにおいて、

前記風量制御部は、前記直交方向傾きが予め設定された直交方向最大値になるまで前記直交方向制御を行っても前記温度差が前記規定値以下にならない場合に、前記直交方向傾きが前記定常時の前記直交方向傾きよりも小さくなり、かつ、前記直交方向風下装置から前記直交方向風上装置に向かうにしたがって次第に前記送風機の回転数が小さくなるように各送風機の回転数を調整する直交方向逆制御を行う、熱交換ユニット。

[請求項8] 請求項7に記載の熱交換ユニットにおいて、

前記風量制御部は、前記直交方向傾きが予め設定された直交方向最小値になるまで前記直交方向逆制御を行っても前記温度差が前記規定値以下にならない場合に、各送風機から流出する気流の総流量が増えるように各送風機の回転数を調整する風量増大制御を行う、熱交換ユニット。

[請求項9] 請求項2ないし8のいずれかに記載の熱交換ユニットにおいて、

前記少なくとも1つのユニット構成要素は、前記直交方向に沿って並ぶように配置された第3ユニット構成要素及び第4ユニット構成要素をさらに含み、

前記第3ユニット構成要素は、前記一方向に前記第1ユニット構成要素に隣接するように配置されており、

前記第4ユニット構成要素は、前記一方向に前記第2ユニット構成要素に隣接するように配置されており、

前記風向き判定部は、第1ユニット構成要素の各送風機による空気の吸込温度の平均である第1平均吸込温度、第2ユニット構成要素の各送風機による空気の吸込温度の平均である第2平均吸込温度、第3ユニット構成要素の各送風機による空気の吸込温度の平均である第3平均吸込温度及び第4ユニット構成要素の各送風機による空気の吸込温度の平均である第4平均吸込温度の中で最も低い平均吸込温度を有するユニット構成要素が配置されている場所から当該熱交換ユニットの中心に向かう成分を含む風が吹いていると判定する、熱交換ユニット。

[請求項10]

請求項1に記載の熱交換ユニットにおいて、

前記風向き判定部は、風向計により風向きを判定する、熱交換ユニット。

[請求項11]

請求項2に記載の熱交換ユニットにおいて、

前記少なくとも1つのユニット構成要素は、前記一方向に沿って前記第1ユニット構成要素及び前記第2ユニット構成要素と並ぶように配置された追加ユニット構成要素をさらに含み、

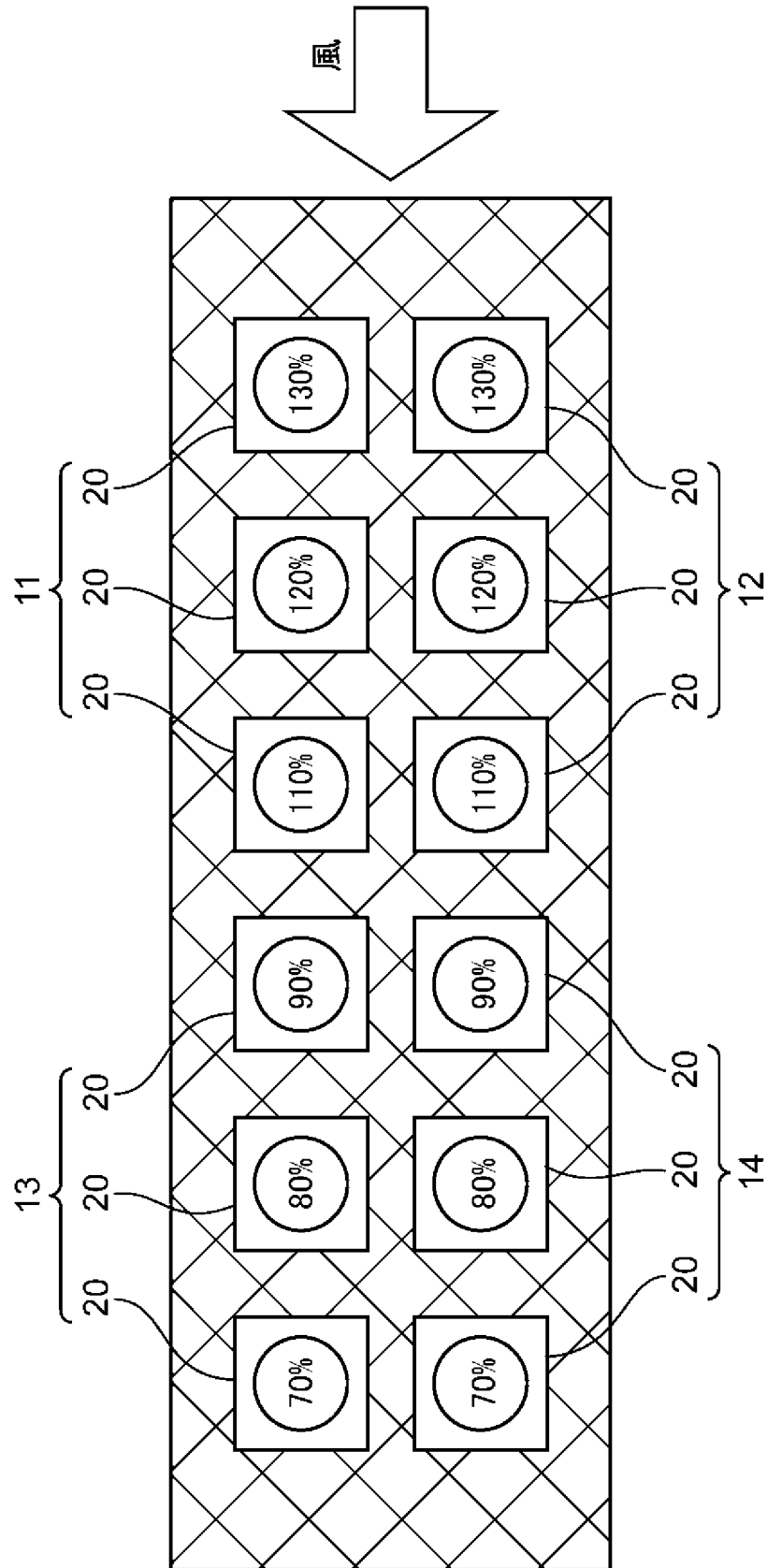
各ユニット構成要素に含まれる前記熱交換装置の数は、前記ユニット構成要素の数よりも大きく設定されている、熱交換ユニット。

[請求項12]

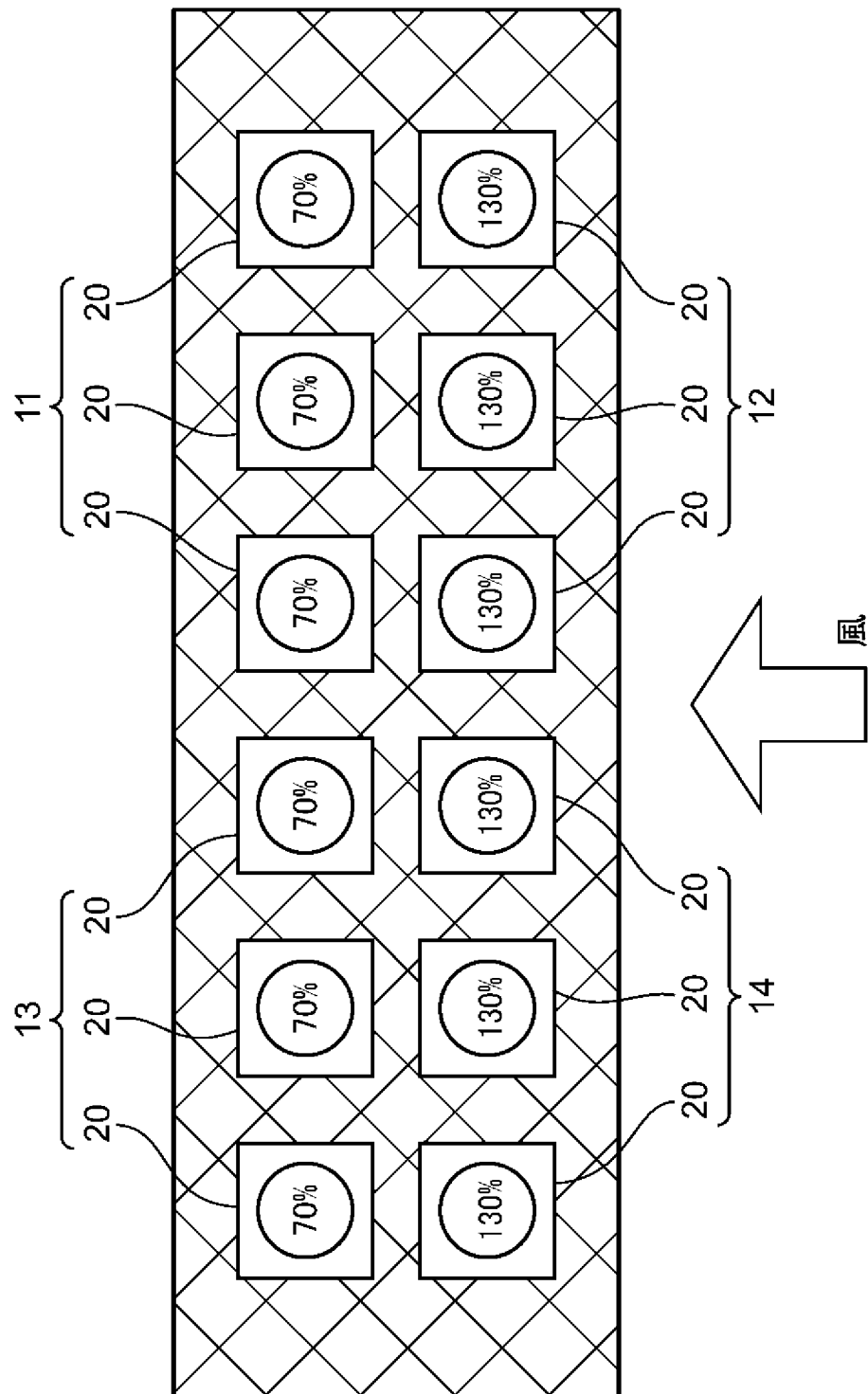
請求項1に記載の熱交換ユニットにおいて、

前記再吸込判定部は、前記低温空気による外気の冷却の影響を受けない領域の気温から各送風機による空気の吸込温度の平均である平均吸込温度を引いた温度差が規定値よりも大きくなったときに前記再吸込が生じていると判定する、熱交換ユニット。

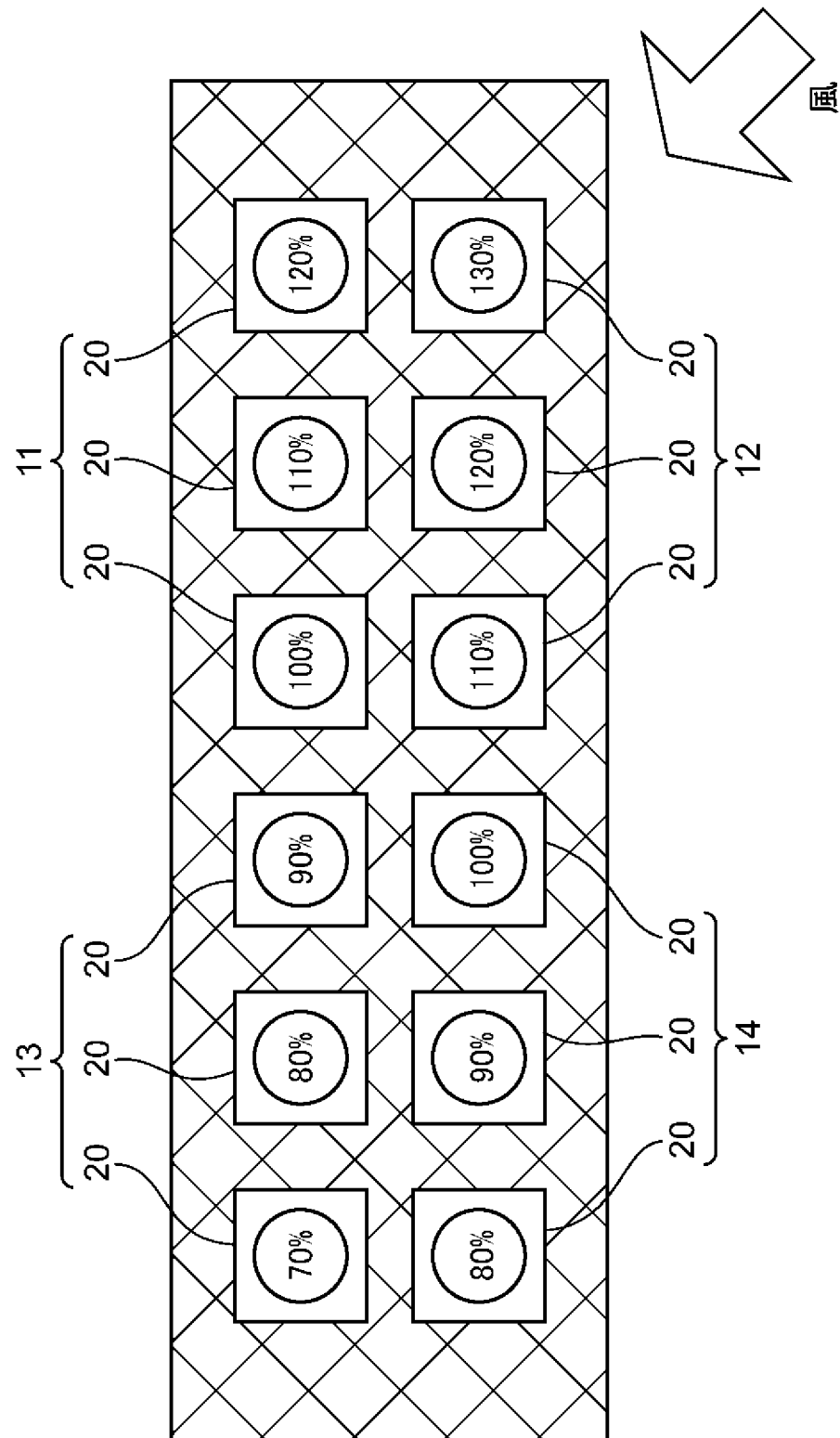
[図4]



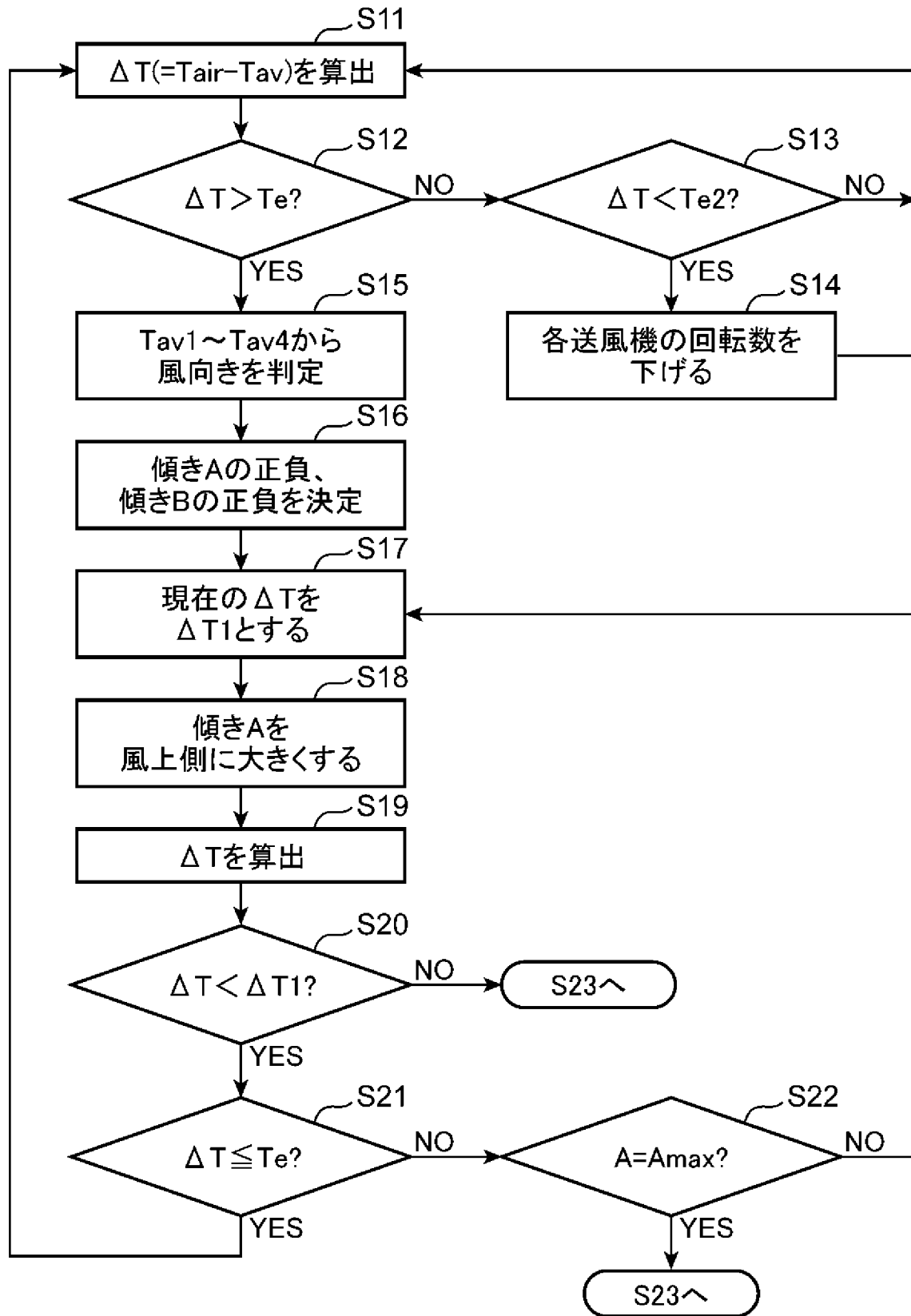
[図5]



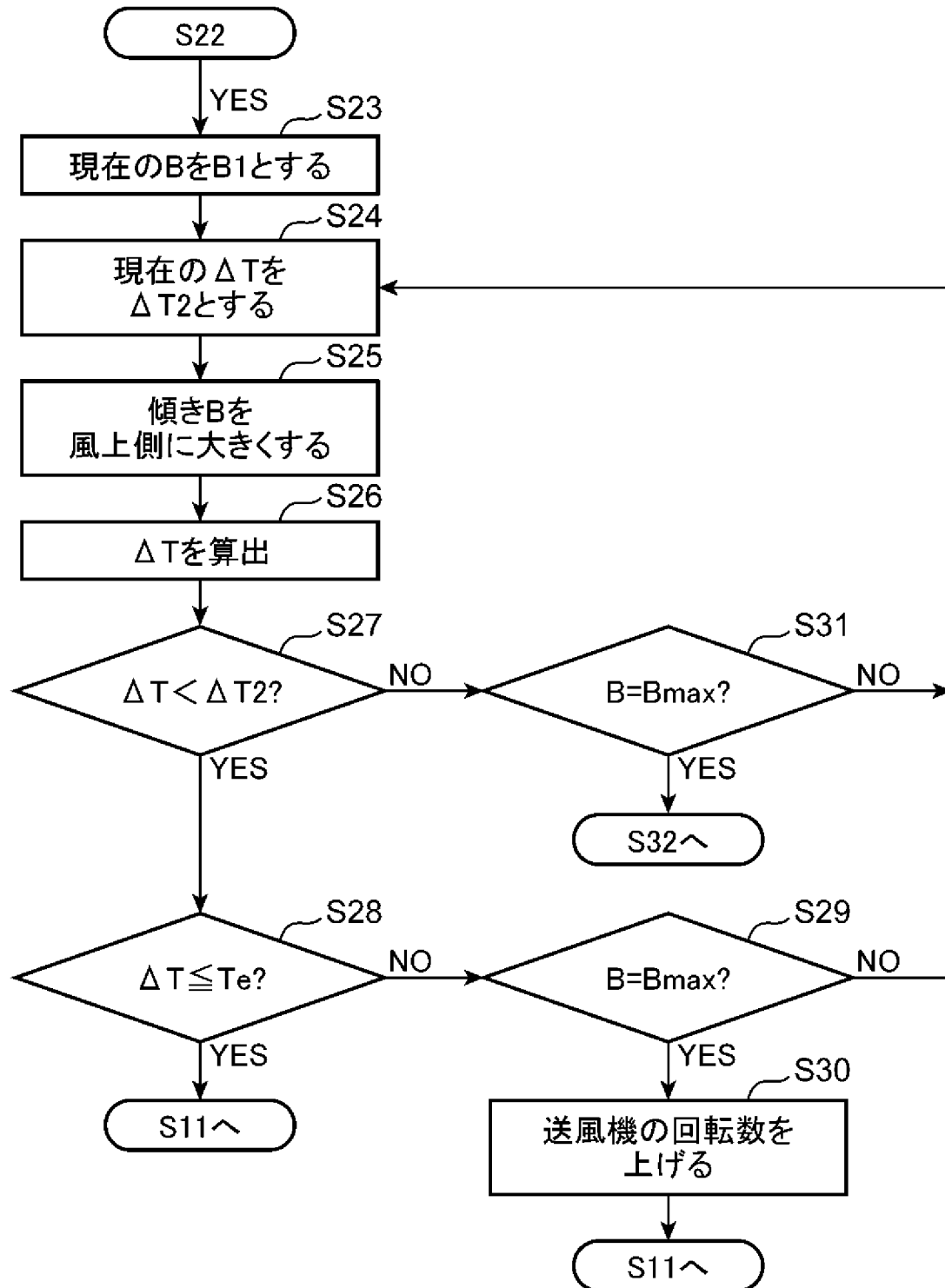
[図6]



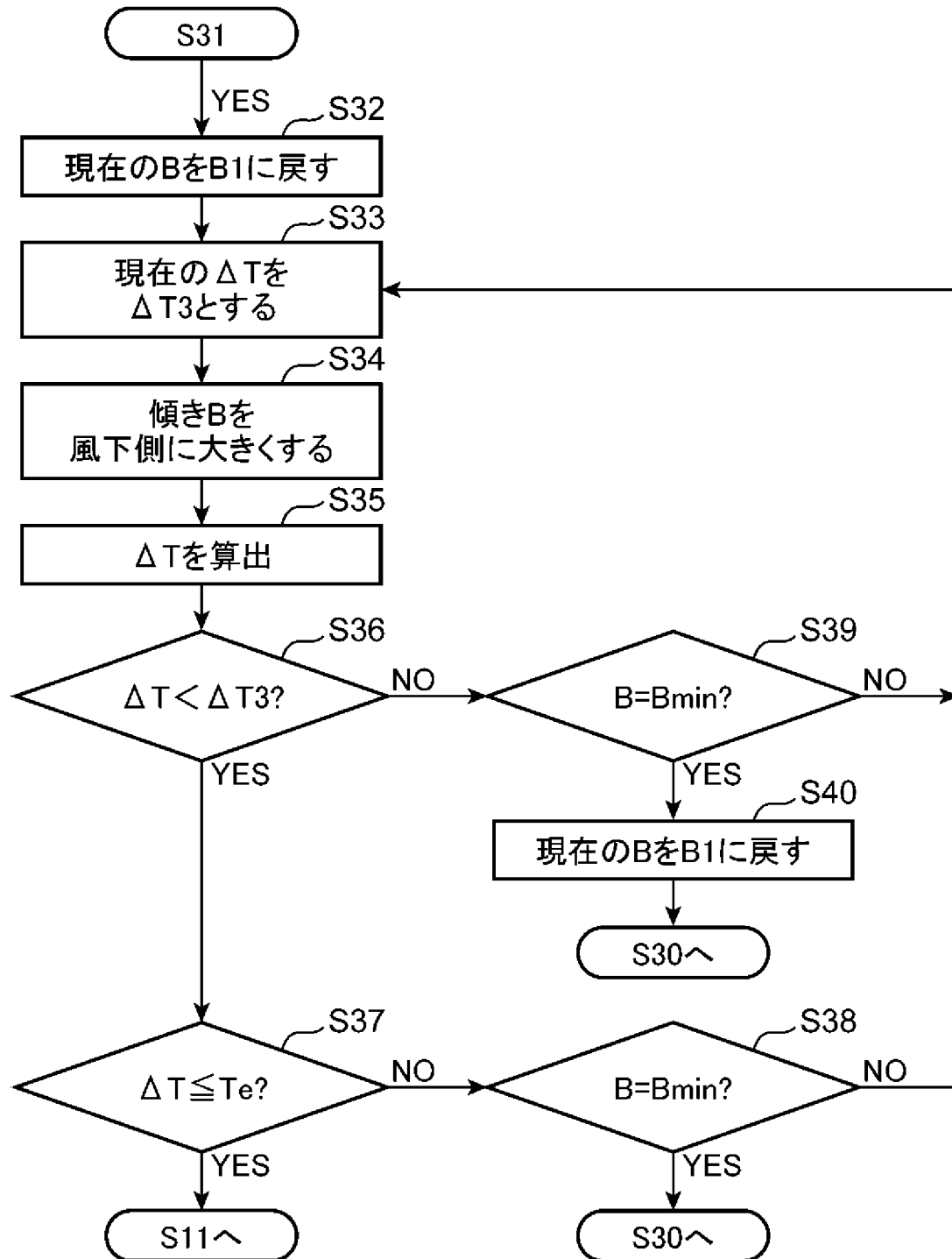
[図7]



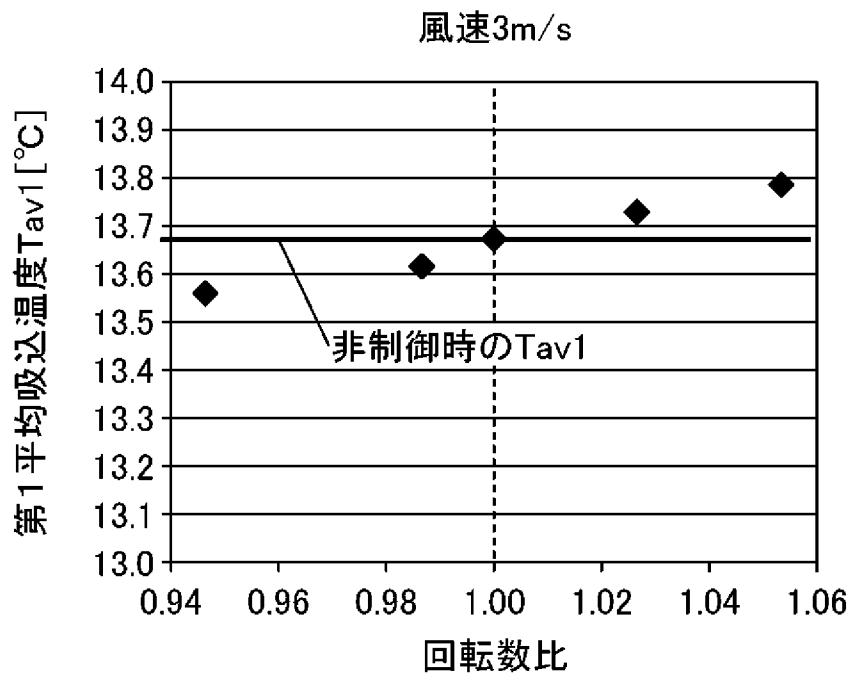
[図8]



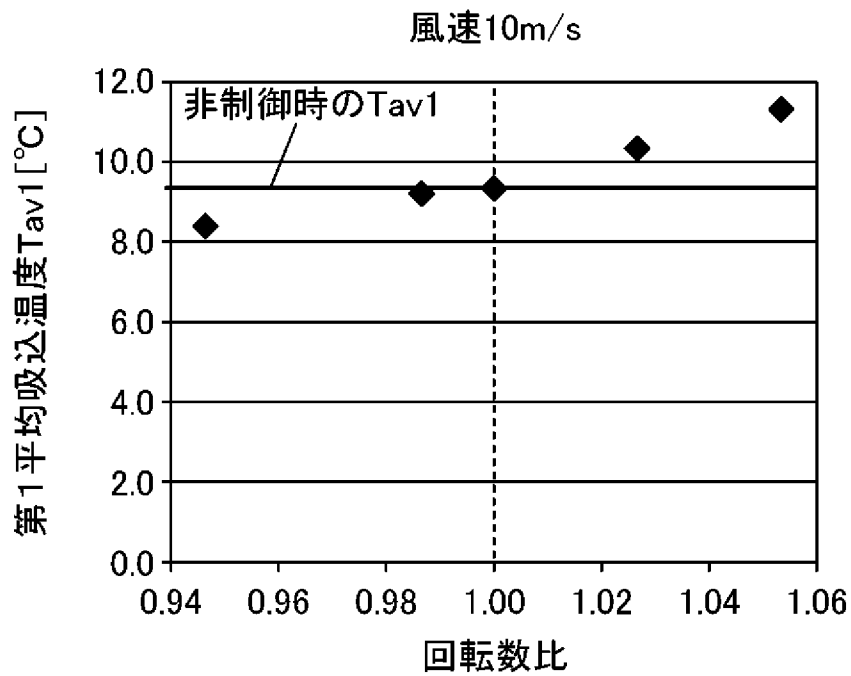
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/065873

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F17C9/02(2006.01)i, F28D7/06(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)

F17C9/02, F28D7/06

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	WO 2015/025698 A1 (Kobe Steel, Ltd.), 26 February 2015 (26.02.2015), & JP 2015-61982 A	1-12
A	JP 2-20595 A (Kabushiki Kaisha Kagura Seisakusho), 24 January 1990 (24.01.1990), (Family: none)	1-12
A	JP 8-219686 A (Toshiba Corp.), 30 August 1996 (30.08.1996), (Family: none)	1-12

☒ 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
22 August 2016 (22.08.16)

Date of mailing of the international search report
30 August 2016 (30.08.16)

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/JP2016/065873

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-513729 A (SPX Cooling Technologies, Inc.), 01 May 2008 (01.05.2008), & JP 2009-501879 A & US 2006/0060993 A1 & US 2006/0060995 A1 & US 2006/0060996 A1 & US 2006/0196449 A1 & US 2007/0132116 A1 & WO 2006/034079 A1 & WO 2007/011868 A2 & WO 2007/076031 A2 & EP 1789745 A1 & EP 1907783 A2 & CN 101061366 A & CN 101248326 A & KR 10-2007-0083708 A & KR 10-1202549 B1 & KR 10-2008-0050394 A & KR 10-1242994 B1 & CA 2580741 A1 & CA 2620396 A1 & HK 1120856 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F17C9/02(2006.01)i, F28D7/06(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. F17C9/02, F28D7/06

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
A	WO 2015/025698 A1（株式会社神戸製鋼所）2015.02.26, & JP 2015-61982 A	1-12
A	JP 2-20595 A（株式会社神楽製作所）1990.01.24, （ファミリーなし）	1-12
A	JP 8-219686 A（株式会社東芝）1996.08.30, （ファミリーなし）	1-12

☒ 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

22.08.2016

国際調査報告の発送日

30.08.2016

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）

谿花 正由輝

3N

3120

電話番号 03-3581-1101 内線 3361

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
A	JP 2008-513729 A (エスピーエックス・クーリング・テクノロジーズ・インコーポレーテッド) 2008.05.01, & JP 2009-501879 A & US 2006/0060993 A1 & US 2006/0060995 A1 & US 2006/0060996 A1 & US 2006/0196449 A1 & US 2007/0132116 A1 & WO 2006/034079 A1 & WO 2007/011868 A2 & WO 2007/076031 A2 & EP 1789745 A1 & EP 1907783 A2 & CN 101061366 A & CN 101248326 A & KR 10-2007-0083708 A & KR 10-1202549 B1 & KR 10-2008-0050394 A & KR 10-1242994 B1 & CA 2580741 A1 & CA 2620396 A1 & HK 1120856 A	1 - 12