(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
2005 年11 月10 日 (10.11.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/106372 A1

(51) 国際特許分類[7]: F28F 1/32, F24F 3/14, B01D 53/26

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/007845

(22) 国際出願日: 2005 年4 月25 日 (25.04.2005)

(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2004-132471 2004 年4 月28 日 (28.04.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ダイキン工業株式会社 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西２丁目４番１２号 梅田センタービル Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 薮 知宏 (YABU, Tomohiro) [JP/JP]; 〒5918511 大阪府堺市金岡町１３０４番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内 Osaka (JP). 池上 周司 (IKEGAMI, Shuji) [JP/JP]; 〒5918511 大阪府堺市金岡町１３０４番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内 Osaka (JP). 吉岡 俊 (YOSHIOKA, Shun) [JP/JP]; 〒5918511 大阪府堺市金岡町１３０４番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内 Osaka (JP). 喜 冠南 (XI, Guannan) [CN/JP]; 〒5918511 大阪府堺市金岡町１３０４番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内 Osaka (JP).

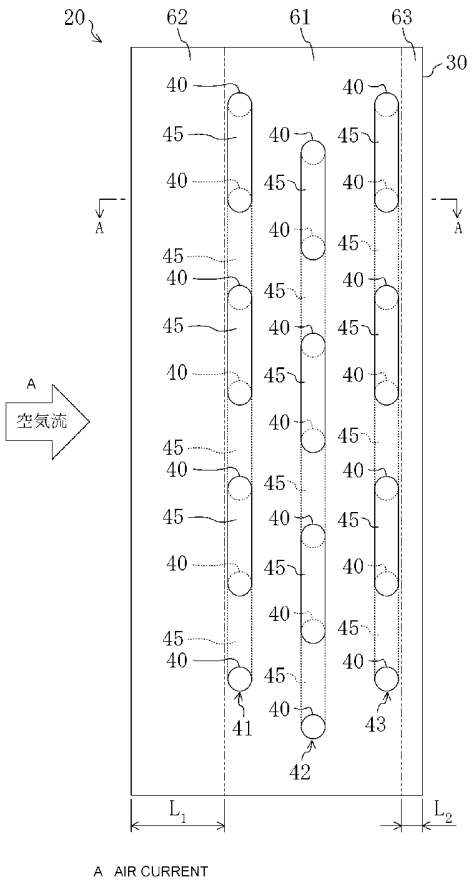
(74) 代理人: 前田 弘, 外 (MAEDA, Hiroshi et al.); 〒5410053 大阪府大阪市中央区本町２丁目５番７号 大阪丸紅ビル Osaka (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

[続葉有]

(54) Title: ADSORPTION HEAT EXCHANGER

(54) 発明の名称: 吸着熱交換器



A AIR CURRENT

(57) Abstract: An adsorption heat exchanger (20) is constituted by a fin and tube heat exchanger. The adsorption heat exchanger (20) is formed with a first tube row (41), a second tube row (42), and a third tube row (43), arranged in the order mentioned from upstream to downstream of the air current. In each fin (30), a portion closely contacted with a heat transmission tube (40) in each of the tube rows (41-43) constitutes a main body portion. Furthermore, in each fin (30), a portion extending from the main body portion to upstream of the air current constitutes a front edge portion and another portion extending from the main body portion to downstream of the air current constitutes a rear edge portion. Furthermore, in each of the fins (30) of the adsorption heat exchanger (20), the length of the front edge portion is longer than that of the rear edge portion.

(57) 要約: 吸着熱交換器 (20) がフィン・アンド・チューブ熱交換器によって構成される。吸着熱交換器 (20) では、空気流の上流側から下流側へ向かって順に、第１管列 (41) と第２管列 (42) と第３管列 (43) とが形成される。各フィン (30) では、各管列 (41～43) の伝熱管 (40) と密着する部分が本体部分を構成する。また、各フィン (30) では、本体部分から空気流の上流側へ延びる部分が前縁部分を、本体部分から空気流の下流側へ延びる部分が後縁部分をそれぞれ構成する。そして、吸着熱交換器 (20) の各フィン (30) では、前縁部分の長さが後縁部分の長さよりも長くなっている。

WO 2005/106372 A1

BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

吸着熱交換器

技術分野

[0001] 本発明は、通過する空気をフィン表面に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器に関するものである。

背景技術

[0002] 従来より、特許文献1に開示されているように、フィンや伝熱管の表面に吸着剤を担持する吸着熱交換器が知られている。また、この特許文献1には、2つの吸着熱交換器を用いた除湿装置が開示されている。この除湿装置では、吸着側の吸着熱交換器へクーリングタワーで冷却された冷却水を供給し、再生側の吸着熱交換器へ温熱供給源からの温水を供給する。この除湿装置は、第1の吸着熱交換器が吸着側となって第2の吸着熱交換器が再生側となる動作と、第1の吸着熱交換器が再生側となって第2の吸着熱交換器が吸着側となる動作とを交互に繰り返す。そして、この除湿装置は、吸着側の吸着熱交換器で空気を除湿し、再生側の吸着熱交換器で吸着剤を再生する。

[0003] 上記除湿装置の動作について、第1の吸着熱交換器へ冷却水が供給されて第2の吸着熱交換器へ温水が供給される状態を例に説明する。第1の吸着熱交換器を通過する空気は、フィンの間を通過する過程で水分を吸着剤に奪われて除湿される。第1の吸着熱交換器の伝熱管内を流れる冷却水は、空気中の水分が吸着剤へ吸着される際に生じる吸着熱を吸熱する。また、伝熱管内の冷却水は、空気からも吸熱する。一方、第2の吸着熱交換器では、伝熱管内を流れる温水によって吸着剤やフィンの間を通過する空気が加熱される。そして、第2の吸着熱交換器では、吸着剤から水分が脱離し、この脱離した水分がフィンの間を通過する空気へ付与される。

特許文献1:特開平7－265649公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述のように、吸着側の吸着熱交換器へ供給された空気は、フィンの間を通過する

過程で次第に水分を奪われてゆく。つまり、吸着側の吸着熱交換器を通過する空気は、フィンの間を通過する過程で絶対湿度が次第に低下し、それに伴って相対湿度も次第に低下してゆく。そして、一般的には、空気の相対湿度が低くなるほど、空気中の水分が吸着剤に吸着されにくくなる。このため、従来の吸着熱交換器では、空気流の上流側に位置する部分に比べ空気流の下流側に位置する部分に吸着される水分量が少なくなっていた。そして、吸着熱交換器における水分の吸着量が偏ることに起因して、吸着熱交換器における水分の吸着性能が充分に発揮されないという問題があった。

[0005] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、吸着熱交換器を備える調湿装置において、吸着熱交換器における水分の吸着性能を充分に発揮させることにある。

課題を解決するための手段

[0006] 第1の発明は、内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器を対象とする。そして、上記フィン(30)には、伝熱管(40)に密着する本体部分(61)と、該本体部分(61)の前縁から空気流の上流側へ延びる前縁部分(62)とが形成されており、上記フィン(30)では、本体部分(61)に比べて前縁部分(62)のフィン効率が低くなっているものである。

[0007] 第2の発明は、内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器を対象とする。そして、上記フィン(30)には、伝熱管(40)に密着する本体部分(61)と、該本体部分(61)の前縁から空気流の上流側へ延びる前縁部分(62)と、該本体部分(61)の後縁から空気流の下流側へ延びる後縁部分(63)とが形成されており、 上記フィン(30)では、後縁部分(63)に比べて前縁部分(62)が長くなっているものである。

[0008] 第3の発明は、上記第1又は第2の発明において、フィン(30)の前縁部分(62)にスリット(64)が形成されるものである。

[0009] 第4の発明は、内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフ

ィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器を対象とする。そして、上記フィン(30)には、伝熱管(40)に密着する本体部分(61)と、該本体部分(61)の前縁から空気流の上流側へ延びる前縁部分(62)とが形成されており、上記フィン(30)の前縁部分(62)にスリット(64)が形成されるものである。

[0010] 第5の発明は、内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器を対象とする。そして、上記吸着熱交換器のうち空気流の上流側に位置する部分が上流側部分(26)を、下流側に位置する部分が下流側部分(27)をそれぞれ構成し、上記上流側部分(26)の伝熱性能に比べて上記下流側部分(27)の伝熱性能が高くなるように構成されるものである。

[0011] 第6の発明は、上記第5の発明において、下流側部分(27)では上流側部分(26)に比べてフィン(30)の熱伝達係数が高くなっているものである。

[0012] 第7の発明は、上記第5の発明において、下流側部分(27)では上流側部分(26)に比べて伝熱管(40)の熱伝達係数が高くなっているものである。

[0013] 第8の発明は、内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器を対象とする。そして、上記吸着熱交換器のうち空気流の上流側に位置する部分が上流側部分(26)を、下流側に位置する部分が下流側部分(27)をそれぞれ構成し、複数の上記フィン(30)が上記伝熱管(40)の伸長方向に沿って所定のピッチで配置される一方、上記上流側部分(26)と上記下流側部分(27)とでフィン(30)同士のピッチが相違しているものである。

[0014] 第9の発明は、内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器を対象とする。そして、上記吸着熱交換器のうち空気流の上流側に位置する部分が上流側部分(26)を、下流側に位置する部分が下流側部分(27)をそれぞれ構成する一方、上記下流側部分(27)に位置する各フィン(30)の表面積の合計値が、上記上流側部分(26)に位置する各フィン(30)の表面積の合

計値よりも大きくなっているものである。

[0015] 第10の発明は、上記第9の発明において、複数のフィン(30)が伝熱管(40)の伸長方向に沿って所定のピッチで配置されたフィン・アンド・チューブ熱交換器により構成される一方、下流側部分(27)では上流側部分(26)に比べてフィン(30)同士のピッチが狭くなっているものである。

[0016] 第11の発明は、内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器を対象とする。そして、上記吸着熱交換器のうち空気流の上流側に位置する部分が上流側部分(26)を、下流側に位置する部分が下流側部分(27)をそれぞれ構成する一方、上記下流側部分(27)における通過風速が上記上流側部分(26)における通過風速よりも速くなるように構成されるものである。

[0017] 第12の発明は、上記第11の発明において、フィン(30)が板状に形成される一方、下流側部分(27)では上流側部分(26)に比べてフィン(30)の板厚が厚くなっているものである。

[0018] 第13の発明は、上記第11の発明において、空気の通過方向と直交する方向に伝熱管(40)を一定のピッチで配置した管列(41～43)が複数形成されたフィン・アンド・チューブ熱交換器により構成され、下流側部分(27)の管列(43)を構成する伝熱管(40)が上流側部分(26)の管列(41)を構成する伝熱管(40)よりも大径となっているものである。

[0019] 第14の発明は、内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器を対象とする。そして、フィン(30)と伝熱管(40)とで構成された熱交換ユニット(71～73)が複数形成され、上記熱交換ユニット(71～73)は、空気の通過方向に沿って所定の間隔をおいて配置されるものである。

[0020] －作用－

上記の各発明では、伝熱管(40)とフィン(30)とが吸着熱交換器(20)に設けられる。フィン(30)の表面には、吸着剤が担持されている。フィン(30)表面の吸着剤は、吸着熱交換器(20)を通過する空気と接触する。尚、この吸着熱交換器(20)では、フィ

ン(30)の表面だけに吸着剤を担持させてもよいし、例えばフィン(30)の表面と伝熱管(40)の表面に吸着剤を担持させてもよい。

[0021] 上記第1の発明では、フィン(30)に前縁部分(62)と本体部分(61)とが形成される。フィン(30)では、本体部分(61)が伝熱管(40)と密着し、この本体部分(61)の前縁に連続して前縁部分(62)が形成される。つまり、前縁部分(62)は、空気流の方向における本体部分(61)の上流側に位置している。

[0022] この発明のフィン(30)において、前縁部分(62)のフィン効率は、本体部分(61)のフィン効率よりも低くなっている。このため、全ての伝熱管(40)内を同じ温度の熱媒体が流通する状態であっても、フィン(30)では前縁部分(62)の温度と本体部分(61)の温度とが相違する。例えば、吸着熱交換器(20)に空気中の水分を吸着させる際に伝熱管(40)内へ冷却用の熱媒体を供給する場合、フィン(30)では前縁部分(62)の温度に比べて本体部分(61)の温度が低くなる一方、吸着熱交換器(20)を通過する過程で空気の温度は次第に低下してゆく。従って、吸着熱交換器(20)では、前縁部分(62)から本体部分(61)にかけてフィン(30)と空気の温度差が平均化され、フィン(30)に対する水分吸着量も前縁部分(62)から本体部分(61)にかけて平均化される。

[0023] 上記第2の発明では、フィン(30)に前縁部分(62)と本体部分(61)と後縁部分(63)とが形成される。フィン(30)では、本体部分(61)が伝熱管(40)と密着し、この本体部分(61)の前縁に連続して前縁部分(62)が形成され、更には本体部分(61)の後縁に連続して後縁部分(63)が形成される。つまり、フィン(30)では、空気流の上流側から下流側へ向かって順に、前縁部分(62)と本体部分(61)と後縁部分(63)とが形成される。

[0024] この発明のフィン(30)において、空気流の上流側へ延びる前縁部分(62)は、空気流の下流側へ延びる後縁部分(63)に比べて長くなっており、そのフィン効率が本体部分(61)や後縁部分(63)のフィン効率に比べて低くなる。このため、全ての伝熱管(40)内を同じ温度の熱媒体が流通する状態であっても、フィン(30)では前縁部分(62)の温度と本体部分(61)や後縁部分(63)の温度とが相違する。例えば、吸着熱交換器(20)に空気中の水分を吸着させる際に伝熱管(40)内へ冷却用の熱媒体を供給する場合、フィン(30)では前縁部分(62)の温度に比べて本体部分(61)や後縁部分

(63)の温度が低くなる一方、吸着熱交換器(20)を通過する過程で空気の温度は次第に低下してゆく。従って、吸着熱交換器(20)では、前縁部分(62)から後縁部分(63)にかけてフィン(30)と空気の温度差が平均化され、フィン(30)に対する水分吸着量も前縁部分(62)からや後縁部分(63)にかけて平均化される。

[0025] 上記第3の発明では、フィン(30)の前縁部分(62)にスリット(64)が形成される。つまり、前縁部分(62)は、スリット(64)によって部分的に分断された状態となる。このため、前縁部分(62)では、熱伝導がスリット(64)によって阻害されることとなり、フィン(30)と空気の温度差が更に縮小する。

[0026] 上記第4の発明では、フィン(30)に前縁部分(62)と本体部分(61)とが形成される。フィン(30)では、本体部分(61)が伝熱管(40)と密着し、この本体部分(61)の前縁に連続して前縁部分(62)が形成される。つまり、前縁部分(62)は、空気流の方向における本体部分(61)の上流側に位置している。フィン(30)の前縁部分(62)には、スリット(64)が形成される。つまり、前縁部分(62)は、スリット(64)によって部分的に分断された状態となり、前縁部分(62)における熱伝導がスリット(64)によって阻害される。このため、前縁部分(62)の温度は、スリット(64)を形成しない場合に比べて空気の温度に近くなる。従って、吸着熱交換器(20)では、前縁部分(62)から本体部分(61)にかけてフィン(30)と空気の温度差が平均化され、フィン(30)に対する水分吸着量も前縁部分(62)から本体部分(61)にかけて平均化される。

[0027] 上記第5乃至第13の各発明において、吸着熱交換器(20)では、空気流の上流側に位置する部分が上流側部分(26)となり、空気流の下流側に位置する部分が下流側部分(27)となっている。吸着熱交換器(20)を通過する空気は、先ず上流側部分(26)においてフィン(30)表面の吸着剤と接触し、その後、下流側部分(27)においてフィン(30)表面の吸着剤と接触する。また、吸着熱交換器(20)を通過する空気は、上流側部分(26)で伝熱管(40)内の熱媒体と熱交換し、その後、更に下流側部分(27)で伝熱管(40)内の熱媒体と熱交換する。

[0028] 上記第5の発明において、吸着熱交換器(20)では、下流側部分(27)の伝熱性能が上流側部分(26)の伝熱性能よりも高くなっている。このため、上流側部分(26)を通過した空気が送り込まれる下流側部分(27)においても、空気と熱媒体の間における

熱交換量が確保される。

[0029] 例えば、吸着熱交換器(20)に空気中の水分を吸着させる際に伝熱管(40)内へ冷却用の熱媒体を供給する場合、下流側部分(27)では、上流側部分(26)で既にある程度冷却された空気が更に冷却されて空気の相対湿度の低下が抑制される。これにより、吸着熱交換器(20)では、下流側部分(27)においてもフィン(30)に対する水分吸着量が充分に確保され、上流側部分(26)から下流側部分(27)にかけてフィン(30)に対する水分吸着量が平均化される。

[0030] また、吸着熱交換器(20)から水分を脱離させる際に伝熱管(40)内へ加熱用の熱媒体を供給する場合、下流側部分(27)では、上流側部分(26)で既にある程度加熱された空気が更に加熱されて空気の相対湿度の上昇が抑制される。これにより、吸着熱交換器(20)では、下流側部分(27)においてもフィン(30)から脱離する水分量が充分に確保され、その後に吸着熱交換器(20)へ空気中の水分を吸着させる際には、上流側部分(26)から下流側部分(27)にかけてフィン(30)に対する水分吸着量が平均化される。

[0031] 上記第6の発明では、下流側部分(27)におけるフィン(30)の熱伝達係数が、上流側部分(26)におけるフィン(30)の熱伝達係数よりも高くなっている。つまり、フィン(30)と空気の間における熱伝達を促進させることで、下流側部分(27)の伝熱性能を向上させている。

[0032] 上記第7の発明では、下流側部分(27)における伝熱管(40)の熱伝達係数が、上流側部分(26)における伝熱管(40)の熱伝達係数よりも高くなっている。つまり、伝熱管(40)と熱媒体の間における熱伝達を促進させることで、下流側部分(27)の伝熱性能を向上させている。

[0033] 上記第8の発明において、吸着熱交換器(20)では、伝熱管(40)の伸長方向に沿って複数のフィン(30)が所定の間隔で配置される。この吸着熱交換器(20)では、上流側部分(26)におけるフィン(30)同士のピッチと、下流側部分(27)におけるフィン(30)同士のピッチとが相違している。つまり、この吸着熱交換器(20)では、上流側部分(26)と下流側部分(27)とでフィン(30)の枚数が相違しており、上流側部分(26)におけるフィン(30)の表面積の合計値と下流側部分(27)におけるフィン(30)の表面積

の合計値が相違する。吸着剤を担持するフィン(30)の表面積の合計値が異なれば、それに起因してフィン(30)に吸着される水分量も上流側部分(26)と下流側部分(27)とで相違する。そこで、吸着熱交換器(20)を通過する過程における空気の状態変化に対応してフィン(30)のピッチを設定すれば、上流側部分(26)から下流側部分(27)に亘ってフィン(30)に対する水分吸着量の平均化が図られる。

[0034] 上記第9の発明において、吸着熱交換器(20)では、上流側部分(26)におけるフィン(30)の表面積の合計値に比べ、下流側部分(27)におけるフィン(30)の表面積の合計値が大きくなっている。つまり、吸着熱交換器(20)では、上流側部分(26)のうち吸着剤を担持する部分の面積に比べ、下流側部分(27)のうち吸着剤を担持する部分の面積の方が大きくなっている。そして、吸着熱交換器(20)に空気中の水分を吸着させる場合には、上流側部分(26)である程度の水分をフィン(30)に奪われた空気が流入する下流側部分(27)においても、フィン(30)に対する水分吸着量が確保される。従って、吸着熱交換器(20)では、上流側部分(26)から下流側部分(27)に亘ってフィン(30)に対する水分吸着量の平均化が図られる。

[0035] 上記第10の発明では、吸着熱交換器(20)がフィン・アンド・チューブ熱交換器によって構成される。吸着熱交換器(20)では、伝熱管(40)の伸長方向に沿って複数のフィン(30)が所定の間隔で配置される。この吸着熱交換器(20)では、上流側部分(26)におけるフィン(30)同士のピッチに比べ、下流側部分(27)におけるフィン(30)同士のピッチが狭くなっている。つまり、この吸着熱交換器(20)では、上流側部分(26)に比べて下流側部分(27)に設けられるフィン(30)の枚数を多くすることで、下流側部分(27)におけるフィン(30)の表面積の合計値を上流側部分(26)におけるフィン(30)の表面積の合計値よりも大きくしている。

[0036] 上記第11の発明において、吸着熱交換器(20)では、上流側部分(26)における通過風速に比べて下流側部分(27)における通過風速が速くなっている。ここで、フィン(30)と空気の間における熱伝達は、通過風速が速いほど促進される。つまり、この吸着熱交換器(20)では、下流側部分(27)の伝熱性能が上流側部分(26)の伝熱性能よりも高くなる。このため、上流側部分(26)を通過した空気が送り込まれる下流側部分(27)においても、空気と熱媒体の間における熱交換量が確保される。従って、吸

着熱交換器(20)では、前縁部分(62)から本体部分(61)にかけてフィン(30)と空気の温度差が平均化され、フィン(30)に対する水分吸着量も前縁部分(62)から本体部分(61)にかけて平均化される。

[0037] 上記第12の発明において、吸着熱交換器(20)では、下流側部分(27)に設けられたフィン(30)の板厚が上流側部分(26)に設けられたフィン(30)に比べて厚くなっている。吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の間を空気が通過することとなり、空気が通過する部分の断面積はフィン(30)の板厚が増すにつれて狭くなる。そこで、この発明では、下流側部分(27)でフィン(30)の板厚を厚くすることで、下流側部分(27)での通過風速を上流側部分(26)での通過風速よりも高くしている。

[0038] 上記第13の発明では、吸着熱交換器(20)がフィン・アンド・チューブ熱交換器によって構成される。吸着熱交換器(20)では、空気の通過方向と直交する方向に複数の伝熱管(40)が一定のピッチで配置されており、この一定間隔で配置された一群の伝熱管(40)が管列(41～43)を構成している。また、吸着熱交換器(20)では、一群の伝熱管(40)からなる管列(41～43)が複数形成されている。この吸着熱交換器(20)において、下流側部分(27)に位置する管列(43)を構成する伝熱管(40)は、上流側部分(26)に位置する管列(41)を構成する伝熱管(40)に比べて太くなっている。ここで、吸着熱交換器(20)を通過する空気は、管列(41～43)を構成する伝熱管(40)の間を通り抜けてゆくことになる。このため、管列(41～43)を構成する伝熱管(40)が太いほど、空気が通過する部分の断面積が狭くなり、そこを通過する空気の流速が速くなる。そこで、この発明では、下流側部分(27)の管列(43)を構成する伝熱管(40)を太くすることで、下流側部分(27)での通過風速を上流側部分(26)での通過風速よりも高くしている。

[0039] 上記第14の発明において、吸着熱交換器(20)では、複数の熱交換ユニット(71～73)が形成される。各熱交換ユニット(71～73)は、フィン(30)と伝熱管(40)とで構成されている。この吸着熱交換器(20)において、複数の熱交換ユニット(71～73)は、所定の間隔をおいて配置されている。つまり、この吸着熱交換器(20)では、熱交換ユニット(71～73)同士の間に空間が形成される。吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、所定間隔で配置された複数の熱交換ユニット(71～73)を順次通過してゆく。

その際、二つの熱交換ユニット(71～73)の間に形成された空間では、上流側の熱交換ユニット(71～73)においてフィン(30)の間を通過した空気が混合され、その後に下流側の熱交換ユニット(71～73)へ送られる。

[0040] ここで、この発明の吸着熱交換器(20)では、仮に、第1の熱交換ユニット(71)の下流に第2の熱交換ユニット(72)が配置され、各熱交換ユニット(71～73)に空気中の水分を吸着させる動作中であるとする。その際、空気は第1の熱交換ユニット(71)を通過する際に除湿されると共に冷却されるが、空気に対する除湿量と冷却量は熱交換ユニット(71～73)の全体に亘って必ずしも均一ではない。そして、上流側に位置する第1の熱交換ユニット(71)で空気に対する除湿量と冷却量が不均一となると、下流側に位置する第2の熱交換ユニット(72)では、その影響によって空気に対する除湿量と冷却量が更に不均一となるおそれがある。

[0041] 一方、この発明の吸着熱交換器(20)において、上流側に位置する第1の熱交換ユニット(71)を通過した空気は、混合されて温度と湿度の均一化が図られ、その後に下流側に位置する第2の熱交換ユニット(72)へ送られる。従って、この吸着熱交換器(20)では、空気流の下流側に位置する熱交換ユニット(71～73)においても水分吸着量が確保され、各熱交換ユニット(71～73)における水分吸着量の均一化が図られる。

発明の効果

[0042] 上述したように、上記各発明の吸着熱交換器(20)では、空気流の上流側から下流側に亘る各部分において、フィン(30)に対する水分吸着量の平均化が図られる。このため、吸着熱交換器(20)では、従来であれば吸着剤に対する水分の吸着量が減少してしまっていた空気流の下流側に位置する部分でも、空気流の上流側に位置する部分と概ね同じ程度の水分吸着量を確保することが可能となる。従って、上記各発明によれば、吸着熱交換器(20)の各部分において水分吸着量の平均化を図ることで、吸着熱交換器(20)の水分吸着能力を増大させることができる。

図面の簡単な説明

[0043] [図1]図1は、実施形態1における冷媒回路の構成と動作を示す冷媒回路図であって、(A)は第1動作中の状態を示すものであり、(B)は第2動作中の状態を示すものであ

る。

[図2]図2は、実施形態1における吸着熱交換器の斜視図である。

[図3]図3は、実施形態1の吸着熱交換器をU管側から見た側面図である。

[図4]図4は、図3におけるA－A断面の一部を示す吸着熱交換器の断面図である。

[図5]図5は、実施形態2における吸着熱交換器の斜視図である。

[図6]図6は、実施形態2の吸着熱交換器をU管側から見た側面図である。

[図7]図7は、実施形態2の変形例における吸着熱交換器の斜視図である。

[図8]図8は、実施形態2の変形例の吸着熱交換器をU管側から見た側面図である。

[図9]図9は、実施形態3の吸着熱交換器をU管側から見た側面図である。

[図10]図10は、図9におけるB－B断面の一部を示す吸着熱交換器の断面図である。

[図11]図11は、実施形態4における吸着熱交換器の斜視図である。

[図12]図12は、実施形態4の吸着熱交換器をU管側から見た側面図である。

[図13]図13は、実施形態4の変形例における吸着熱交換器の斜視図である。

[図14]図14は、実施形態5における吸着熱交換器の斜視図である。

[図15]図15は、実施形態5の吸着熱交換器をU管側から見た側面図である。

[図16]図16は、図15におけるC－C断面の一部を示す吸着熱交換器の断面図である。

[図17]図17は、実施形態5の変形例の吸着熱交換器をU管側から見た側面図である。

[図18]図18は、実施形態6における吸着熱交換器の斜視図である。

[図19]図19は、実施形態6の吸着熱交換器をU管側から見た側面図である。

[図20]図20は、その他の実施形態の第1変形例における吸着熱交換器の要部を示す断面図である。

[図21]図21は、その他の実施形態の第2変形例の吸着熱交換器をフィンの短辺側から見た概略側面図である。

[図22]図22は、その他の実施形態の第2変形例の吸着熱交換器をフィンの短辺側から見た概略側面図である。

符号の説明

[0044] 20 吸着熱交換器
26 上流側部分
27 下流側部分
30 フィン
40 伝熱管
41 第1管列
42 第2管列
43 第3管列
61 本体部分
62 前縁部分
63 後縁部分
64 スリット

発明を実施するための最良の形態

[0045] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

[0046] 《発明の実施形態1》

本発明の実施形態1について説明する。本実施形態の調湿装置は、除湿した空気を室内へ供給する除湿運転と、加湿した空気を室内へ供給する加湿運転とが可能に構成されている。

[0047] 上記調湿装置は、冷媒回路(10)を備えている。図1に示すように、この冷媒回路(10)は、第1吸着部材(11)、第2吸着部材(12)、圧縮機(13)、四方切換弁(14)、及び電動膨張弁(15)が設けられた閉回路である。この冷媒回路(10)には、冷媒が充填されている。冷媒回路(10)では、充填された冷媒を循環させることにより蒸気圧縮冷凍サイクルが行われる。また、第1吸着部材(11)と第2吸着部材(12)は、何れも吸着熱交換器(20)によって構成されている。吸着熱交換器(20)の詳細については後述する。

[0048] 上記冷媒回路(10)において、圧縮機(13)は、その吐出側が四方切換弁(14)の第1のポートに、その吸入側が四方切換弁(14)の第2のポートにそれぞれ接続されてい

る。第1吸着部材(11)の一端は、四方切換弁(14)の第3のポートに接続されている。第1吸着部材(11)の他端は、電動膨張弁(15)を介して第2吸着部材(12)の一端に接続されている。第2吸着部材(12)の他端は、四方切換弁(14)の第4のポートに接続されている。

[0049] 上記四方切換弁(14)は、第1のポートと第3のポートが連通して第2のポートと第4のポートが連通する第1状態(図1(A)に示す状態)と、第1のポートと第4のポートが連通して第2のポートと第3のポートが連通する第2状態(図1(B)に示す状態)とに切り換え可能となっている。

[0050] 上述のように、第1吸着部材(11)及び第2吸着部材(12)は、それぞれが吸着熱交換器(20)によって構成されている。この吸着熱交換器(20)について、図2, 図3, 図4を参照しながら説明する。

[0051] 図2に示すように、吸着熱交換器(20)は、いわゆるクロスフィン型のフィン・アンド・チューブ熱交換器である。吸着熱交換器(20)は、銅製の伝熱管(40)とアルミニウム製のフィン(30)とを複数ずつ備えている。フィン(30)は、それぞれが長方形板状に形成され、一定の間隔で並べられている。各伝熱管(40)は、直管状に形成され、一定間隔で並べられたフィン(30)を貫通している。つまり、吸着熱交換器(20)では、各伝熱管(40)の軸方向に沿って多数のフィン(30)が等間隔で配置されている。

[0052] 図3にも示すように、吸着熱交換器(20)では、各伝熱管(40)の配列がいわゆる千鳥配列となっている。具体的に、この吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の長辺に沿って所定のピッチで伝熱管(40)が配置されている。また、この吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の短辺に沿っても所定のピッチで伝熱管(40)が配置されている。フィン(30)の長辺方向における伝熱管(40)のピッチがいわゆる段ピッチであり、フィン(30)の短辺方向における伝熱管(40)のピッチがいわゆる列ピッチである。

[0053] 上記吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の長辺に沿って一列に並んだ一群の伝熱管(40)が1つの管列(41～43)を構成している。この吸着熱交換器(20)では、このような管列(41～43)が三つ形成されている。三つの管列(41～43)のうち隣接するものは、フィン(30)の長手方向へ段ピッチの半分だけずれている。また、各管列(41～43)では、隣接する伝熱管(40)が互いにU字状のU管(45)で接続されており、全て

の伝熱管(40)によって1つのパスが形成される。これら三つの管列(41～43)は、空気流の最も上流側(図3，図4では左側)に位置するものが第1管列(41)を構成し、その直後に位置するものが第2管列(42)を構成し、空気流の最も下流側(図3，図4では右側)に位置するものが第3管列(43)を構成している。

[0054] 上記フィン(30)には、本体部分(61)と前縁部分(62)と後縁部分(63)とが形成されている。具体的に、フィン(30)では、空気流の方向における第1管列(41)の直前から第3管列(43)の直後に亘る部分が本体部分(61)を構成している。また、フィン(30)では、本体部分(61)よりも空気流の上流側の部分が前縁部分(62)を、本体部分(61)よりも空気流の下流側の部分が後縁部分(63)をそれぞれ構成している。つまり、フィン(30)では、前縁部分(62)が本体部分(61)の前縁から空気流の上流側へ延び、後縁部分(63)が本体部分(61)の後縁から空気流の下流側へ延びている。このフィン(30)において、前縁部分(62)の長さL_1は、後縁部分(63)の長さL_2よりも長くなっている(図3を参照)。

[0055] 図4に示すように、上記吸着熱交換器(20)では、各フィン(30)の表面に吸着層(35)が形成されている。この吸着層(35)は、粉末状のゼオライトからなる吸着剤と、ウレタン樹脂等からなるバインダとによって構成されている。吸着層(35)において、吸着剤を構成するゼオライト粒子は、他のゼオライト粒子やフィン(30)に対してバインダによって接合されている。尚、吸着層(35)に設ける吸着剤は、ゼオライトに限られる訳ではない。吸着層(35)には、シリカゲル、活性炭、親水性の官能基を有する有機高分子材料など、各種の材料を吸着剤として設けてもよい。

[0056] －運転動作－

上記調湿装置では、除湿運転と加湿運転とが可能である。この調湿装置は、除湿運転中と加湿運転中の何れにおいても、第1動作と第2動作を所定の時間間隔(例えば5分間隔)で交互に繰り返す。

[0057] 〈調湿装置の動作〉

上記調湿装置は、除湿運転中であれば第1空気として室外空気(OA)を、第2空気として室内空気(RA)をそれぞれ取り込む。また、上記調湿装置は、加湿運転中であれば第1空気として室内空気(RA)を、第2空気として室外空気(OA)をそれぞれ取り

込む。

[0058] 先ず、第1動作について説明する。第1動作中には、第1吸着部材(11)へ第2空気が、第2吸着部材(12)へ第1空気がそれぞれ送り込まれる。この第1動作では、第1吸着部材(11)についての再生動作と、第2吸着部材(12)についての吸着動作とが行われる。

[0059] 図1(A)に示すように、第1動作中の冷媒回路(10)では、四方切換弁(14)が第1状態に設定される。圧縮機(13)を運転すると、冷媒回路(10)で冷媒が循環して冷凍サイクルが行われる。その際、冷媒回路(10)では、第1吸着部材(11)が凝縮器として機能し、第2吸着部材(12)が蒸発器として機能する。

[0060] 具体的に、圧縮機(13)から吐出された冷媒は、第1吸着部材(11)で放熱して凝縮する。第1吸着部材(11)で凝縮した冷媒は、電動膨張弁(15)を通過する際に減圧され、その後に第2吸着部材(12)で吸熱して蒸発する。第2吸着部材(12)で蒸発した冷媒は、圧縮機(13)へ吸入されて圧縮され、再び圧縮機(13)から吐出される。

[0061] 吸着熱交換器(20)により構成された第1吸着部材(11)では、フィン(30)表面の吸着層(35)が伝熱管(40)内の冷媒によって加熱され、加熱された吸着層(35)から脱離した水分が第2空気に付与される。また、同じく吸着熱交換器(20)により構成された第2吸着部材(12)では、フィン(30)表面の吸着層(35)に第1空気中の水分が吸着され、発生した吸着熱が伝熱管(40)内の冷媒に吸熱される。

[0062] そして、除湿運転中であれば、第2吸着部材(12)で除湿された第1空気が室内へ供給され、第1吸着部材(11)から脱離した水分が第2空気と共に室外へ排出される。一方、加湿運転中であれば、第1吸着部材(11)で加湿された第2空気が室内へ供給され、第2吸着部材(12)に水分を奪われた第1空気が室外へ排出される。

[0063] 次に、第2動作について説明する。第2動作中には、第1吸着部材(11)へ第1空気が、第2吸着部材(12)へ第2空気がそれぞれ送り込まれる。この第2動作では、第2吸着部材(12)についての再生動作と、第1吸着部材(11)についての吸着動作とが行われる。

[0064] 図1(B)に示すように、第2動作中の冷媒回路(10)では、四方切換弁(14)が第2状態に設定される。圧縮機(13)を運転すると、冷媒回路(10)で冷媒が循環して冷凍サ

イクルが行われる。その際、冷媒回路(10)では、第2吸着部材(12)が凝縮器として機能し、第1吸着部材(11)が蒸発器として機能する。

[0065] 具体的に、圧縮機(13)から吐出された冷媒は、第2吸着部材(12)で放熱して凝縮する。第2吸着部材(12)で凝縮した冷媒は、電動膨張弁(15)を通過する際に減圧され、その後に第1吸着部材(11)で吸熱して蒸発する。第1吸着部材(11)で蒸発した冷媒は、圧縮機(13)へ吸入されて圧縮され、再び圧縮機(13)から吐出される。

[0066] 吸着熱交換器(20)により構成された第2吸着部材(12)では、フィン(30)表面の吸着層(35)が伝熱管(40)内の冷媒によって加熱され、加熱された吸着層(35)から脱離した水分が第2空気に付与される。また、同じく吸着熱交換器(20)により構成された第1吸着部材(11)では、フィン(30)表面の吸着層(35)に第1空気中の水分が吸着され、発生した吸着熱が伝熱管(40)内の冷媒に吸熱される。

[0067] そして、除湿運転中であれば、第1吸着部材(11)で除湿された第1空気が室内へ供給され、第2吸着部材(12)から脱離した水分が第2空気と共に室外へ排出される。一方、加湿運転中であれば、第2吸着部材(12)で加湿された第2空気が室内へ供給され、第1吸着部材(11)に水分を奪われた第1空気が室外へ排出される。

[0068] 〈吸着熱交換器への水分の吸着〉

上述のように、上記調湿装置の運転中には、第1吸着部材(11)や第2吸着部材(12)を構成する吸着熱交換器(20)が蒸発器として機能し、その吸着熱交換器(20)へ空気中の水分が吸着される。蒸発器として機能する吸着熱交換器(20)へは、低圧冷媒が冷却用の熱媒体として供給される。ここでは、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)へ空気中の水分が吸着される過程について、図4を参照しながら説明する。

[0069] 蒸発器となっている吸着熱交換器(20)では、電動膨張弁(15)で減圧された冷媒が各管列(41～43)へ分配される。吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、フィン(30)の間へ流れ込み、フィン(30)の間を吸着層(35)と接触しながら流れてゆく。その過程において、空気は、表面に吸着層(35)の形成されたフィン(30)に水分と熱を奪われる。空気からフィン(30)へ移動した熱は、熱伝導によって伝熱管(40)へと移動し、最終的には伝熱管(40)内の冷媒に吸熱される。このフィン(30)では、伝熱管(40)から離れた場所ほど、その温度が空気の温度に近くなる。つまり、蒸発器となってい

る吸着熱交換器(20)において、フィン(30)の温度は、伝熱管(40)から離れるにつれて高くなる。このため、フィン(30)の前縁部分(62)は、その本体部分(61)や後縁部分(63)に比べてフィン効率が低くなる。

[0070] このように、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)のフィン(30)では、吸着熱交換器(20)へ流入して間もない空気と接触する前縁部分(62)の温度が相対的に高くなり、既にある程度冷却された空気と接触する本体部分(61)や後縁部分(63)の温度が相対的に低くなっている。従って、吸着熱交換器では、前縁部分(62)から後縁部分(63)にかけてフィン(30)と空気の温度差が平均化され、フィン(30)に対する水分吸着量も前縁部分(62)からや後縁部分(63)にかけて平均化される。

[0071] 〈吸着熱交換器からの水分の脱離〉

上述のように、上記調湿装置の運転中には、第1吸着部材(11)や第2吸着部材(12)を構成する吸着熱交換器(20)が凝縮器として機能し、その吸着熱交換器(20)から水分が脱離する。凝縮器として機能する吸着熱交換器(20)に対しては、高圧ガス冷媒が加熱用の熱媒体として供給される。ここでは、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)から水分が脱離する過程について、図4を参照しながら説明する。

[0072] 凝縮器となっている吸着熱交換器(20)では、圧縮機(13)から吐出された冷媒が各管列(41～43)へ分配される。吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、フィン(30)の間へ流れ込み、フィン(30)の間を吸着層(35)と接触しながら流れてゆく。その過程において、空気は、表面に吸着層(35)の形成されたフィン(30)から水分と熱を付与される。フィン(30)から空気へ付与される熱は、内部で冷媒が凝縮する伝熱管(40)から熱伝導によって移動してきたものである。このフィン(30)では、伝熱管(40)から離れた場所ほど、その温度が空気の温度に近くなる。つまり、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)において、フィン(30)の温度は、伝熱管(40)から離れるにつれて低くなる。このため、フィン(30)の前縁部分(62)は、その本体部分(61)や後縁部分(63)に比べてフィン効率が低くなる。

[0073] このように、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)のフィン(30)では、吸着熱交換器(20)へ流入して間もない空気と接触する前縁部分(62)の温度が相対的に低くなり、既にある程度加熱された空気と接触する本体部分(61)や後縁部分(63)の温度が

相対的に高くなっている。従って、吸着熱交換器では、前縁部分(62)から後縁部分(63)にかけてフィン(30)と空気の温度差が平均化され、空気流の上流側から下流側に亘ってフィン(30)から脱離する水分量の平均化が図られる。このため、その後に空気中の水分を吸着熱交換器(20)に吸着させる際には、空気流の上流側から下流側に亘ってフィン(30)に対する水分吸着量の平均化が図られる。

[0074] －実施形態1の効果－

上述したように、本実施形態の調湿装置において、吸着熱交換器(20)は、空気流の上流側から下流側に亘ってフィン(30)に対する水分吸着量が平均化されるように構成されている。このため、吸着熱交換器(20)においては、従来であれば吸着剤に対する水分の吸着量が減少してしまっていた空気流の下流側でも、空気流の上流側と概ね同じ程度の水分吸着量を確保することが可能となる。従って、本実施形態によれば、吸着熱交換器(20)の各部分において水分吸着量を充分に発揮させることができ、吸着熱交換器(20)の水分吸着能力を増大させることができる。

[0075] ここで、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)において、空気流の上流から下流に亘ってフィン(30)の温度が概ね一定である場合には、空気流の上流側に位置する第1列部分(21)でフィン(30)の温度が空気の露点温度を下回るおそれがある。フィン(30)の温度が空気の露点温度を下回ると、フィン(30)の表面で結露が生じてしまい、空気中の水分が結露して生じたドレン水を排水する等、ドレン水の処理が必要となってしまう。吸着熱交換器(20)でのドレン水の発生を防ぐ方策としては、全ての管列(41～43)における冷媒蒸発温度を比較的高めに設定してフィン(30)表面での結露を防ぐことが考えられる。しかしながら、この方策を採ると、空気流の下流側で空気の冷却が不充分となり、フィン(30)に対する水分吸着量を充分に確保できなくなるおそれがある。

[0076] これに対し、上記吸着熱交換器(20)のフィン(30)では、露点温度の比較的高い空気と接触する前縁部分(62)の温度が相対的に高く設定される一方、ある程度除湿されて露点温度の既に低下した空気と接触する本体部分(61)や後縁部分(63)の温度が相対的に低く設定される。従って、本実施形態によれば、吸着熱交換器(20)でのドレン水の発生を防止することができ、しかもフィン(30)うち空気流の下流側に位置

する部分でも充分な水分吸着量を確保することができる。

[0077] 《発明の実施形態2》

本発明の実施形態2について説明する。本実施形態は、上記実施形態1において、吸着熱交換器(20)の構成を変更したものである。

[0078] 図5, 図6に示すように、本実施形態の吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の前縁部分(62)に複数のスリット(64)が形成されている。各スリット(64)は、フィン(30)の長辺に沿って延びる線状の切り込みである。前縁部分(62)では、複数のスリット(64)が二列に並んで形成されている。各列のスリット(64)は、一直線上に等間隔で配置されている。また、二列に並んだスリット(64)は、一方の列と他方の列とでスリット(64)の位置がフィンの長手方向へずれている。つまり、前縁部分(62)では、複数のスリット(64)が千鳥状に配置されている。

[0079] 蒸発器となっている吸着熱交換器(20)では、空気からフィン(30)へ熱が移動する。そして、フィン(30)では、空気から移動してきた熱が伝熱管(40)へ向かって熱伝導により移動してゆく。その際、前縁部分(62)では、空気流の上流側に位置する部分ほど接触する空気の温度が高いため、熱は主として空気流の上流側から下流側へ向かって移動してゆく。一方、前縁部分(62)では、フィン(30)の長辺方向、即ち空気流と直交する方向に延びるスリット(64)が形成されており、このスリット(64)が空気流に沿った方向の熱移動を阻害する。このため、前縁部分(62)では、その前縁側(図6における左側)へ向かうにつれてフィン(30)と空気の温度差が更に縮まる。この結果、吸着熱交換器では、前縁部分(62)から後縁部分(63)にかけてフィン(30)と空気の温度差が更に平均化される。

[0080] 凝縮器となっている吸着熱交換器(20)では、伝熱管(40)からフィン(30)へ熱が移動する。そして、フィン(30)では、熱が伝熱管(40)から遠ざかる方向へ熱伝導により移動してゆく。その際、前縁部分(62)では、空気流の上流側に位置する部分ほど接触する空気の温度が低いため、熱は主として空気流の下流側から上流側へ向かって移動してゆく。一方、前縁部分(62)では、フィン(30)の長辺方向、即ち空気流と直交する方向に延びるスリット(64)が形成されており、このスリット(64)が空気流に沿った方向の熱移動を阻害する。このため、前縁部分(62)では、その前縁側(図6における

左側)へ向かうにつれてフィン(30)と空気の温度差が更に縮まる。この結果、吸着熱交換器では、前縁部分(62)から後縁部分(63)にかけてフィン(30)と空気の温度差が更に平均化される。

[0081] －実施形態2の変形例－

本実施形態の吸着熱交換器(20)では、図7，図8に示すように、前縁部分(62)の長さL_1と後縁部分(63)の長さL_2が同じであってもよい。この変形例においても、前縁部分(62)には、フィン(30)の長辺方向へ延びるスリット(64)が一列に並んで形成される。そして、前縁部分(62)では、空気流の方向に沿った熱伝導がスリット(64)によって阻害される。このため、その前縁側(図8における左側)へ向かうにつれてフィン(30)と空気の温度差が縮小し、空気流の上流側から下流側にかけてフィン(30)と空気の温度差が平均化される。

[0082] 《発明の実施形態3》

本発明の実施形態3について説明する。本実施形態は、上記実施形態1において、吸着熱交換器(20)の構成を変更したものである。

[0083] 上記吸着熱交換器(20)は、いわゆるクロスフィン型のフィン・アンド・チューブ熱交換器である。吸着熱交換器(20)は、銅製の伝熱管(40)とアルミニウム製のフィン(30)とを複数ずつ備えている。フィン(30)は、それぞれが長方形板状に形成され、一定の間隔で並べられている。各伝熱管(40)は、直管状に形成され、一定間隔で並べられたフィン(30)を貫通している。つまり、吸着熱交換器(20)では、各伝熱管(40)の軸方向に沿って多数のフィン(30)が等間隔で配置されている。これらの点は、図2に示す上記実施形態1の吸着熱交換器(20)と同様である。

[0084] 図9に示すように、吸着熱交換器(20)では、各伝熱管(40)の配列がいわゆる千鳥配列となっている。具体的に、この吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の長辺に沿って所定のピッチで伝熱管(40)が配置されている。また、この吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の短辺に沿っても所定のピッチで伝熱管(40)が配置されている。フィン(30)の長辺方向における伝熱管(40)のピッチがいわゆる段ピッチであり、フィン(30)の短辺方向における伝熱管(40)のピッチがいわゆる列ピッチである。

[0085] 上記吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の長辺に沿って一列に並んだ一群の伝

熱管(40)が1つの管列(41～43)を構成している。この吸着熱交換器(20)では、このような管列(41～43)が三つ形成されている。三つの管列(41～43)のうち隣接するものは、フィン(30)の長手方向へ段ピッチの半分だけずれている。また、各管列(41～43)では、隣接する伝熱管(40)が互いにU字状のU管(45)で接続されており、全ての伝熱管(40)によって1つのパスが形成される。これら三つの管列(41～43)は、空気流の最も上流側(図9における左側)に位置するものが第1管列(41)を構成し、その直後に位置するものが第2管列(42)を構成し、空気流の最も下流側(図9における右側)に位置するものが第3管列(43)を構成している。

[0086] 上記吸着熱交換器(20)では、この吸着熱交換器(20)を通過する空気の流れ方向(図9, 図10では左から右へ向かう方向)に沿って順に、第1列部分(21)と第2列部分(22)と第3列部分(23)とが形成されている。具体的に、この吸着熱交換器(20)では、その前縁から第1管列(41)と第2管列(42)の中間に亘る部分が第1列部分(21)となり、第1管列(41)と第2管列(42)の中間から第2管列(42)と第3管列(43)の中間に亘る部分が第2列部分(22)となり、第2管列(42)と第3管列(43)の中間から後縁に亘る部分が第3列部分(23)となっている。つまり、この吸着熱交換器(20)では、空気流の上流側から下流側(図9, 図10では左側から右側)へ向かって順に、第1列部分(21)と第2列部分(22)と第3列部分(23)とが形成されている。そして、この吸着熱交換器(20)では、第1列部分(21)が上流側部分(26)となり、第3列部分(23)が下流側部分(27)となっている。

[0087] 図10にも示すように、上記フィン(30)では、第3列部分(23)に位置する部分に複数の切り起こし部(65)が形成されている。この切り起こし部(65)は、フィン(30)の長辺方向へ延びる細長い部分を切り起こすことによって形成されている。つまり、切り起こし部(65)は、フィン(30)の長辺方向に沿った両側が隣接する部分と分断され、フィン(30)の長辺方向の両端側が隣接する部分と連続している。また、切り起こし部(65)は、フィン(30)のうち第3管列(43)を構成する伝熱管(40)に挟まれた部分に三つずつ並んで形成されている。

[0088] 上記吸着熱交換器(20)において、フィン(30)の間を流れる空気は、切り起こし部(65)によって乱される。このため、吸着熱交換器(20)のフィン(30)では、切り起こし部

(65)の形成された空気流の下流側部分の熱伝達係数が、切り起こし部(65)の形成されない空気流の上流側部分の熱伝達係数よりも高くなる。そして、吸着熱交換器(20)では、空気流の下流側に位置する第3列部分(23)の伝熱性能が空気流の上流側に位置する第1管列(41)や第2管列(42)の伝熱性能よりも高くなる。なお、吸着熱交換器(20)の伝熱性能は、吸着熱交換器(20)における冷媒と空気の間の熱通過率を意味している。

[0089] 図10に示すように、上記吸着熱交換器(20)では、各フィン(30)の表面に吸着層(35)が形成されている。この吸着層(35)は、粉末状のゼオライトからなる吸着剤と、ウレタン樹脂等からなるバインダとによって構成されている。吸着層(35)において、吸着剤を構成するゼオライト粒子は、他のゼオライト粒子やフィン(30)に対してバインダによって接合されている。尚、吸着層(35)に設ける吸着剤は、ゼオライトに限られる訳ではない。吸着層(35)には、シリカゲル、活性炭、親水性の官能基を有する有機高分子材料など、各種の材料を吸着剤として設けてもよい。

[0090] －運転動作－

本実施形態における調湿装置の動作は、上記実施形態1と同様である。ここでは、本実施形態の吸着熱交換器(20)に対して空気中の水分が吸脱着される過程を説明する。

[0091] 〈吸着熱交換器への水分の吸着〉

調湿装置の運転中には、第1吸着部材(11)や第2吸着部材(12)を構成する吸着熱交換器(20)が蒸発器として機能し、その吸着熱交換器(20)へ空気中の水分が吸着される。蒸発器として機能する吸着熱交換器(20)へは、低圧冷媒が冷却用の熱媒体として供給される。ここでは、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)へ空気中の水分が吸着される過程について、図10を参照しながら説明する。

[0092] 蒸発器となっている吸着熱交換器(20)では、電動膨張弁(15)で減圧された冷媒が各管列(41～43)へ分配される。吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、フィン(30)の間を流れ込み、第1列部分(21)と第2列部分(22)と第3列部分(23)とを順に通過してゆく。その間、空気は、フィン(30)表面の吸着層(35)と接触し、その過程で吸着層(35)の形成されたフィン(30)に水分と熱を奪われる。その際、第3列部分(23)

へ流入した空気は、その流れが切り起こし部(65)によって乱される。このため、フィン(30)に切り起こし部(65)が形成されている第3列部分(23)では、空気からフィン(30)への熱伝達が促進される。つまり、吸着熱交換器(20)では、第1列部分(21)や第2列部分(22)で既にある程度冷却された空気が流れる第3列部分(23)でも、空気とフィン(30)の間における熱交換量が確保される。

[0093] そして、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)において、フィン(30)に切り起こし部(65)が形成された第3列部分(23)では、フィン(30)に切り起こし部(65)を形成しない場合に比べて空気の温度が低くなる。つまり、フィン(30)のうち第3列部分(23)に位置する部分と接触する空気の相対湿度は、フィン(30)に切り起こし部(65)を形成しない場合に比べて高くなる。これにより、吸着熱交換器(20)では、第3列部分(23)においてもフィン(30)に対する水分吸着量が充分に確保され、第1列部分(21)から第3列部分(23)にかけてフィン(30)に対する水分吸着量が平均化される。

[0094] 〈吸着熱交換器からの水分の脱離〉

上述のように、上記調湿装置の運転中には、第1吸着部材(11)や第2吸着部材(12)を構成する吸着熱交換器(20)が凝縮器として機能し、その吸着熱交換器(20)から水分が脱離する。凝縮器として機能する吸着熱交換器(20)に対しては、高圧ガス冷媒が加熱用の熱媒体として供給される。ここでは、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)から水分が脱離する過程について、図10を参照しながら説明する。

[0095] 凝縮器となっている吸着熱交換器(20)では、圧縮機(13)から吐出された冷媒が各管列(41～43)へ分配される。吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、フィン(30)の間へ流れ込み、第1列部分(21)と第2列部分(22)と第3列部分(23)とを順に通過してゆく。その間、空気は、フィン(30)表面の吸着層(35)と接触し、その過程で吸着層(35)の形成されたフィン(30)から水分と熱を付与される。その際、第3列部分(23)へ流入した空気は、その流れが切り起こし部(65)によって乱される。このため、フィン(30)に切り起こし部(65)が形成されている第3列部分(23)では、フィン(30)から空気への熱伝達が促進される。つまり、吸着熱交換器(20)では、第1列部分(21)や第2列部分(22)で既にある程度加熱された空気が流れる第3列部分(23)でも、空気とフィン(30)の間における熱交換量が確保される。

[0096] そして、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)において、フィン(30)に切り起こし部(65)が形成された第3列部分(23)では、フィン(30)に切り起こし部(65)を形成しない場合に比べて空気の温度が高くなる。つまり、フィン(30)のうち第3列部分(23)に位置する部分と接触する空気の相対湿度は、フィン(30)に切り起こし部(65)を形成しない場合に比べて低くなる。これにより、吸着熱交換器(20)では、第3列部分(23)においてもフィン(30)から脱離する水分量が充分に確保され、その後に吸着熱交換器(20)へ空気中の水分を吸着させる際には、第1列部分(21)から第3列部分(23)にかけてフィン(30)に対する水分吸着量が平均化される。

[0097] －実施形態3の効果－

上述したように、本実施形態の調湿装置において、吸着熱交換器(20)は、空気流の上流側から下流側に亘ってフィン(30)に対する水分吸着量が平均化されるように構成されている。このため、吸着熱交換器(20)においては、従来であれば吸着剤に対する水分の吸着量が減少してしまっていた空気流の下流側でも、空気流の上流側と概ね同じ程度の水分吸着量を確保することが可能となる。従って、本実施形態によれば、吸着熱交換器(20)の各部分において水分吸着量を充分に発揮させることができ、吸着熱交換器(20)の水分吸着能力を増大させることができる。

[0098] －実施形態3の変形例－

本実施形態の吸着熱交換器(20)では、熱伝達係数の高い伝熱管(40)を用いることで第3列部分(23)の伝熱性能を向上させるようにしてもよい。例えば、第1列部分(21)や第2列部分(22)を構成する伝熱管(40)としては内面が平滑な平滑管を用いる一方、第3列部分(23)を構成する伝熱管(40)としては内面にライフル状のねじれ溝が形成された内面溝付管を用いてもよい。この場合、第3列部分(23)を構成する伝熱管(40)では、内部を流れる冷媒と伝熱管(40)との間における熱伝達が促進され、結果として第3列部分(23)の伝熱性能が向上する。

[0099] 《発明の実施形態4》

本発明の実施形態4について説明する。本実施形態は、上記実施形態1において、吸着熱交換器(20)の構成を変更したものである。

[0100] 図11に示すように、上記吸着熱交換器(20)は、いわゆるクロスフィン型のフィン・ア

ンド・チューブ熱交換器である。吸着熱交換器(20)は、銅製の伝熱管(40)と、アルミニウム製のフィン(30)と、同じくアルミニウム製の補助フィン(66)とを複数ずつ備えている。フィン(30)と補助フィン(66)は、共に長方形板状に形成されている。ただし、補助フィン(66)の短辺の長さは、フィン(30)の短辺の長さの1／3程度となっている。伝熱管(40)は、それぞれが直管状に形成されており、互いに平行に配置されている。

[0101] 上記吸着熱交換器(20)において、フィン(30)と補助フィン(66)は、伝熱管(40)の軸方向に沿って交互に等間隔で配置されている。また、補助フィン(66)は、フィン(30)の後縁側(図11における右手前側)にオフセットして配置されており、その後縁側の長辺がフィン(30)の後縁側の長辺と同一平面上に位置している。

[0102] 上記吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の表面と補助フィン(66)の表面とに吸着層が形成されている。この吸着層は、粉末状のゼオライトからなる吸着剤と、ウレタン樹脂等からなるバインダとによって構成されている。吸着層において、吸着剤を構成するゼオライト粒子は、他のゼオライト粒子やフィン(30)に対してバインダによって接合されている。尚、吸着層に設ける吸着剤は、ゼオライトに限られる訳ではない。吸着層には、シリカゲル、活性炭、親水性の官能基を有する有機高分子材料など、各種の材料を吸着剤として設けてもよい。

[0103] 図12に示すように、吸着熱交換器(20)では、各伝熱管(40)の配列がいわゆる千鳥配列となっている。具体的に、この吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の長辺に沿って所定のピッチで伝熱管(40)が配置されている。また、この吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の短辺に沿っても所定のピッチで伝熱管(40)が配置されている。フィン(30)の長辺方向における伝熱管(40)のピッチがいわゆる段ピッチであり、フィン(30)の短辺方向における伝熱管(40)のピッチがいわゆる列ピッチである。

[0104] 上記吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の長辺に沿って一列に並んだ一群の伝熱管(40)が1つの管列(41～43)を構成している。この吸着熱交換器(20)では、このような管列(41～43)が三つ形成されている。三つの管列(41～43)のうち隣接するものは、フィン(30)の長手方向へ段ピッチの半分だけずれている。また、各管列(41～43)では、隣接する伝熱管(40)が互いにU字状のU管(45)で接続されており、全ての伝熱管(40)によって1つのパスが形成される。これら三つの管列(41～43)は、空

気流の最も上流側(図12における左側)に位置するものが第1管列(41)を構成し、その直後に位置するものが第2管列(42)を構成し、空気流の最も下流側(図12における右側)に位置するものが第3管列(43)を構成している。

[0105] 上記吸着熱交換器(20)では、この吸着熱交換器(20)を通過する空気の流れ方向(図12では左から右へ向かう方向)に沿って順に、第1列部分(21)と第2列部分(22)と第3列部分(23)とが形成されている。具体的に、この吸着熱交換器(20)では、その前縁から第1管列(41)と第2管列(42)の中間に亘る部分が第1列部分(21)となり、第1管列(41)と第2管列(42)の中間から第2管列(42)と第3管列(43)の中間に亘る部分が第2列部分(22)となり、第2管列(42)と第3管列(43)の中間から後縁に亘る部分が第3列部分(23)となっている。つまり、この吸着熱交換器(20)では、空気流の上流側から下流側(図12では左側から右側)へ向かって順に、第1列部分(21)と第2列部分(22)と第3列部分(23)とが形成されている。そして、この吸着熱交換器(20)では、第1列部分(21)が上流側部分(26)となり、第3列部分(23)が下流側部分(27)となっている。

[0106] 上述のように、上記吸着熱交換器(20)では、補助フィン(66)がフィン(30)の後縁側へオフセットして配置されており(図11を参照)、第1列部分(21)及び第2列部分(22)にはフィン(30)だけが存在し、第3列部分(23)にはフィン(30)と補助フィン(66)の両方が存在している。このことは、上記吸着熱交換器(20)が次のような構成となっていることを意味している。

[0107] 先ず、この吸着熱交換器(20)では、フィン(30)同士の間隔が第1列部分(21)におけるフィンピッチp_1となり、フィン(30)と補助フィン(66)の間隔が第3列部分(23)におけるフィンピッチp_2となる。そして、この吸着熱交換器(20)では、第3列部分(23)におけるフィンピッチp_2が第1列部分(21)におけるフィンピッチp_1の半分となっている。

[0108] 次に、この吸着熱交換器(20)では、第3列部分(23)におけるフィン(30)及び補助フィン(66)の表面積の合計値が、第1列部分(21)におけるフィン(30)の表面積の合計値の約二倍となっている。つまり、第3列部分(23)における空気との伝熱面積は、第1列部分(21)における空気との伝熱面積よりも広くなっている。また、この吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の表面と補助フィン(66)の表面とに吸着層が形成されて

いる。従って、この吸着熱交換器(20)では、第3列部分(23)における空気と吸着層の接触面積が、第1列部分(21)における空気と吸着層の接触面積よりも広くなっている。

[0109] 更に、この吸着熱交換器(20)において、第1列部分(21)ではフィン(30)同士の間を空気が通過し、第3列部分(23)ではフィン(30)と補助フィン(66)の間を空気が通過する。このため、第3列部分(23)では第1列部分(21)に比べて空気の通過できる部分の面積が狭くなり、その結果、第3列部分(23)における通過風速が第1列部分(21)における通過風速よりも速くなる。

[0110] －運転動作－

本実施形態における調湿装置の動作は、上記実施形態1と同様である。ここでは、本実施形態の吸着熱交換器(20)に対して空気中の水分が吸脱着される過程を説明する。

[0111] 〈吸着熱交換器への水分の吸着〉

調湿装置の運転中には、第1吸着部材(11)や第2吸着部材(12)を構成する吸着熱交換器(20)が蒸発器として機能し、その吸着熱交換器(20)へ空気中の水分が吸着される。蒸発器として機能する吸着熱交換器(20)へは、低圧冷媒が冷却用の熱媒体として供給される。ここでは、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)へ空気中の水分が吸着される過程について説明する。

[0112] 蒸発器となっている吸着熱交換器(20)では、電動膨張弁(15)で減圧された冷媒が各管列(41～43)へ分配される。吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、第1列部分(21)と第2列部分(22)と第3列部分(23)とを順に通過してゆき、その過程で熱と水分を吸着熱交換器(20)に奪われてゆく。第1列部分(21)及び第2列部分(22)では、空気がフィン(30)同士の間を通過する際に吸着層と接触する。第3列部分(23)では、空気がフィン(30)と補助フィン(66)の間を通過する際に吸着層と接触する。

[0113] 上述のように、第3列部分(23)の空気側の伝熱面積は、第1列部分(21)の空気側の伝熱面積よりも広くなっている。このため、吸着熱交換器(20)では、空気流の下流側に位置する第3列部分(23)でも、空気と冷媒の間の熱交換量が充分に確保される。そして、第3列部分(23)を通過する空気の温度は、補助フィン(66)を設けない場合

に比べて低くなり、この空気の相対湿度の低下が抑制されて吸着層に対する水分吸着量が確保される。また、第3列部分(23)における吸着剤と空気の接触面積は、第1列部分(21)における吸着剤と空気の接触面積よりも広くなっている。従って、この点でも、第3列部分(23)での吸着層に対する水分吸着量が確保される。その結果、吸着熱交換器(20)では、第3列部分(23)においても吸着層に対する水分吸着量が充分に確保され、第1列部分(21)から第3列部分(23)にかけて吸着層に対する水分吸着量が平均化される。

[0114] 〈吸着熱交換器からの水分の脱離〉

上述のように、上記調湿装置の運転中には、第1吸着部材(11)や第2吸着部材(12)を構成する吸着熱交換器(20)が凝縮器として機能し、その吸着熱交換器(20)から水分が脱離する。凝縮器として機能する吸着熱交換器(20)に対しては、高圧ガス冷媒が加熱用の熱媒体として供給される。ここでは、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)から水分が脱離する過程について説明する。

[0115] 凝縮器となっている吸着熱交換器(20)では、圧縮機(13)から吐出された冷媒が各管列(41～43)へ分配される。吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、第1列部分(21)と第2列部分(22)と第3列部分(23)とを順に通過し、その過程で熱と水分を吸着熱交換器(20)から付与されてゆく。第1列部分(21)及び第2列部分(22)では、空気がフィン(30)同士の間を通過する際に吸着層と接触する。第3列部分(23)では、空気がフィン(30)と補助フィン(66)の間を通過する際に吸着層と接触する。

[0116] 上述のように、第3列部分(23)の空気側の伝熱面積は、第1列部分(21)の空気側の伝熱面積よりも広くなっている。このため、吸着熱交換器(20)では、空気流の下流側に位置する第3列部分(23)でも、空気と冷媒の間の熱交換量が充分に確保される。そして、第3列部分(23)を通過する空気の温度は、補助フィン(66)を設けない場合に比べて高くなり、この空気の相対湿度の上昇が抑制されて吸着層から脱離する水分量が確保される。また、第3列部分(23)における吸着剤と空気の接触面積は、第1列部分(21)における吸着剤と空気の接触面積よりも広くなっている。従って、この点でも、第3列部分(23)で吸着層から脱離する水分量が確保される。その結果、吸着熱交換器(20)では、第3列部分(23)においても吸着層から脱離する水分量が充分

に確保され、その後に吸着熱交換器(20)へ空気中の水分を吸着させる際には、第1列部分(21)から第3列部分(23)にかけて吸着層に対する水分吸着量が平均化される。

[0117] －実施形態4の効果－

上述したように、本実施形態の吸着熱交換器(20)では、第3列部分(23)におけるフィンピッチp_2が第1列部分(21)におけるフィンピッチp_1よりも狭く設定されており、それによって第1列部分(21)から第3列部分(23)に亘って水分吸着量の平均化が図られている。このため、吸着熱交換器(20)においては、従来であれば吸着剤に対する水分の吸着量が減少してしまっていた空気流の下流側でも、空気流の上流側と概ね同じ程度の水分吸着量を確保することが可能となる。従って、本実施形態によれば、吸着熱交換器(20)の各部分において水分吸着量を充分に発揮させることができ、吸着熱交換器(20)の水分吸着能力を増大させることができる。

[0118] －実施形態4の変形例－

本実施形態の吸着熱交換器(20)では、図13に示すように、補助フィン(66)に代えて波形フィン(67)を設けてもよい。この波形フィン(67)は、全体として細長い長方形状に形成されており、その長辺方向へ山部と谷部が交互に繰り返す波板状に形成されている。波形フィン(67)の短辺の長さは、補助フィン(66)と同様に、フィン(30)の短辺の長さの1／3となっている。また、フィン(30)の間に挟み込まれた波形フィン(67)は、その山部が一方のフィン(30)と密着し、その谷部が他方のフィン(30)と密着している。

[0119] 上記吸着熱交換器(20)において、波形フィン(67)は、補助フィン(66)と同様にフィン(30)の後縁側にオフセットして配置され、更にはその表面に吸着層が形成されている。つまり、この吸着熱交換器(20)では、第1列部分(21)及び第2列部分(22)にはフィン(30)だけが存在し、第3列部分(23)にはフィン(30)と波形フィン(67)の両方が存在している。従って、吸着熱交換器(20)では、第3列部分(23)における空気との伝熱面積が第1列部分(21)における空気との伝熱面積よりも広くなっており、第3列部分(23)における空気と吸着層の接触面積が第1列部分(21)における空気と吸着層の接触面積よりも広くなっている。また、吸着熱交換器(20)では、第3列部分(23)

における通過風速が第1列部分(21)における通過風速よりも速くなっている。

[0120] また、本実施形態の吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の前縁側に補助フィン(66)を配置するほうが有利な場合もある。この場合には、第1列部分(21)におけるフィンピッチが第3列部分(23)におけるフィンピッチよりも狭くなる。蒸発器となっている吸着熱交換器(20)では、第1列部分(21)に比べて第3列部分(23)の方がフィン(30)表面の吸着層の温度が冷媒蒸発温度に近くなる場合がある。その場合には、第3列部分(23)での吸着層に対する水分吸着が促進されることになり、第1列部分(21)から第3列部分(23)に亘る水分吸着量を平均化する面で有利となる。また、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)では、第1列部分(21)に比べて第3列部分(23)の方がフィン(30)表面の吸着層の温度が冷媒凝縮温度に近くなる場合がある。その場合には、第3列部分(23)での吸着層からの水分の脱離が促進されることになり、第1列部分(21)から第3列部分(23)に亘る水分吸着量を平均化する面で有利となる。

[0121] 《発明の実施形態5》

本発明の実施形態5について説明する。本実施形態は、上記実施形態1において、吸着熱交換器(20)の構成を変更したものである。

[0122] 図14に示すように、上記吸着熱交換器(20)は、いわゆるクロスフィン型のフィン・アンド・チューブ熱交換器である。吸着熱交換器(20)は、銅製の伝熱管(40)とアルミニウム製のフィン(30)とを複数ずつ備えている。フィン(30)は、それぞれが長方形板状に形成され、一定の間隔で並べられている。各伝熱管(40)は、直管状に形成され、一定間隔で並べられたフィン(30)を貫通している。つまり、吸着熱交換器(20)では、各伝熱管(40)の軸方向に沿って多数のフィン(30)が等間隔で配置されている。

[0123] 図15にも示すように、吸着熱交換器(20)では、各伝熱管(40)の配列がいわゆる千鳥配列となっている。具体的に、この吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の長辺に沿って所定のピッチで伝熱管(40)が配置されている。また、この吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の短辺に沿っても所定のピッチで伝熱管(40)が配置されている。フィン(30)の長辺方向における伝熱管(40)のピッチがいわゆる段ピッチであり、フィン(30)の短辺方向における伝熱管(40)のピッチがいわゆる列ピッチである。

[0124] 上記吸着熱交換器(20)では、フィン(30)の長辺に沿って一列に並んだ一群の伝

熱管(40)が1つの管列(41～43)を構成している。この吸着熱交換器(20)では、このような管列(41～43)が三つ形成されている。三つの管列(41～43)のうち隣接するものは、フィン(30)の長手方向へ段ピッチの半分だけずれている。また、各管列(41～43)では、隣接する伝熱管(40)が互いにU字状のU管(45)で接続されており、全ての伝熱管(40)によって1つのパスが形成される。これら三つの管列(41～43)は、空気流の最も上流側(図15における左側)に位置するものが第1管列(41)を構成し、その直後に位置するものが第2管列(42)を構成し、空気流の最も下流側(図15における右側)に位置するものが第3管列(43)を構成している。

[0125] 上記吸着熱交換器(20)では、この吸着熱交換器(20)を通過する空気の流れ方向(図15, 図16では左から右へ向かう方向)に沿って順に、第1列部分(21)と第2列部分(22)と第3列部分(23)とが形成されている。具体的に、この吸着熱交換器(20)では、その前縁から第1管列(41)と第2管列(42)の中間に亘る部分が第1列部分(21)となり、第1管列(41)と第2管列(42)の中間から第2管列(42)と第3管列(43)の中間に亘る部分が第2列部分(22)となり、第2管列(42)と第3管列(43)の中間から後縁に亘る部分が第3列部分(23)となっている。つまり、この吸着熱交換器(20)では、空気流の上流側から下流側(図15, 図16では左側から右側)へ向かって順に、第1列部分(21)と第2列部分(22)と第3列部分(23)とが形成されている。そして、この吸着熱交換器(20)では、第1列部分(21)が上流側部分(26)となり、第3列部分(23)が下流側部分(27)となっている。

[0126] 図16にも示すように、上記フィン(30)は、第1列部分(21)に位置する第1フィン(31)と、第2列部分(22)に位置する第2フィン(32)と、第3列部分(23)に位置する第3フィン(33)とに分断されている。このうち、第1フィン(31)と第2フィン(32)とは、板厚が等しくなっている。一方、第3フィン(33)の板厚は、第1フィン(31)や第2フィン(32)の板厚よりも厚くなっている。

[0127] 上記吸着熱交換器(20)では、各フィン(31～33)の表面に吸着層(35)が形成されている。この吸着層(35)は、粉末状のゼオライトからなる吸着剤と、ウレタン樹脂等からなるバインダとによって構成されている。吸着層(35)において、吸着剤を構成するゼオライト粒子は、他のゼオライト粒子やフィン(30)に対してバインダによって接合さ

れている。尚、吸着層(35)に設ける吸着剤は、ゼオライトに限られる訳ではない。吸着層(35)には、シリカゲル、活性炭、親水性の官能基を有する有機高分子材料など、各種の材料を吸着剤として設けてもよい。

[0128] 上述のように、上記吸着熱交換器(20)では、第3フィン(33)の板厚が第1フィン(31)や第2フィン(32)の板厚に比べて厚くなっている。このため、第3列部分(23)では第1列部分(21)に比べて空気の通過できる部分の面積が狭くなり、その結果、第3列部分(23)における通過風速が第1列部分(21)における通過風速よりも速くなる。

[0129] －運転動作－

本実施形態における調湿装置の動作は、上記実施形態1と同様である。ここでは、本実施形態の吸着熱交換器(20)に対して空気中の水分が吸脱着される過程を説明する。

[0130] 〈吸着熱交換器への水分の吸着〉

調湿装置の運転中には、第1吸着部材(11)や第2吸着部材(12)を構成する吸着熱交換器(20)が蒸発器として機能し、その吸着熱交換器(20)へ空気中の水分が吸着される。蒸発器として機能する吸着熱交換器(20)へは、低圧冷媒が冷却用の熱媒体として供給される。ここでは、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)へ空気中の水分が吸着される過程について、図16を参照しながら説明する。

[0131] 蒸発器となっている吸着熱交換器(20)では、電動膨張弁(15)で減圧された冷媒が各管列(41～43)へ分配される。吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、フィン(30)の間を流れ込み、第1列部分(21)と第2列部分(22)と第3列部分(23)とを順に通過してゆく。その間、空気は、フィン(30)表面の吸着層(35)と接触し、その過程で吸着層(35)の形成されたフィン(30)に水分と熱を奪われる。その際、第3列部分(23)では、第1列部分(21)や第2列部分(22)に比べて通過風速が速くなっている。このため、第3列部分(23)では、空気からフィン(30)への熱伝達が促進される。つまり、吸着熱交換器(20)では、第1列部分(21)や第2列部分(22)で既にある程度冷却された空気が流れる第3列部分(23)でも、空気とフィン(30)の間における熱交換量が確保される。

[0132] そして、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)の第3列部分(23)では、第3フィン(

33)が第1フィン(31)や第2フィン(32)と同じ板厚である場合に比べて空気の温度が低くなる。つまり、第3列部分(23)に位置する第3フィン(33)と接触する空気の相対湿度は、第3フィン(33)が第1フィン(31)や第2フィン(32)と同じ板厚である場合に比べて高くなる。これにより、吸着熱交換器(20)では、第3列部分(23)においてもフィン(30)に対する水分吸着量が充分に確保され、第1列部分(21)から第3列部分(23)にかけてフィン(30)に対する水分吸着量が平均化される。

[0133] 〈吸着熱交換器からの水分の脱離〉

上述のように、上記調湿装置の運転中には、第1吸着部材(11)や第2吸着部材(12)を構成する吸着熱交換器(20)が凝縮器として機能し、その吸着熱交換器(20)から水分が脱離する。凝縮器として機能する吸着熱交換器(20)に対しては、高圧ガス冷媒が加熱用の熱媒体として供給される。ここでは、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)から水分が脱離する過程について、図16を参照しながら説明する。

[0134] 凝縮器となっている吸着熱交換器(20)では、圧縮機(13)から吐出された冷媒が各管列(41～43)へ分配される。吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、フィン(30)の間を流れ込み、第1列部分(21)と第2列部分(22)と第3列部分(23)とを順に通過してゆく。その間、空気は、フィン(30)表面の吸着層(35)と接触し、その過程で吸着層(35)の形成されたフィン(30)から水分と熱を付与される。その際、第3列部分(23)では、第1列部分(21)や第2列部分(22)に比べて通過風速が速くなっている。このため、第3列部分(23)では、フィン(30)から空気への熱伝達が促進される。つまり、吸着熱交換器(20)では、第1列部分(21)や第2列部分(22)で既にある程度加熱された空気が流れる第3列部分(23)でも、空気とフィン(30)の間における熱交換量が確保される。

[0135] そして、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)の第3列部分(23)では、第3フィン(33)が第1フィン(31)や第2フィン(32)と同じ板厚である場合に比べて空気の温度が高くなる。つまり、第3列部分(23)に位置する第3フィン(33)と接触する空気の相対湿度は、第3フィン(33)が第1フィン(31)や第2フィン(32)と同じ板厚である場合に比べて低くなる。これにより、吸着熱交換器(20)では、第3列部分(23)においてもフィン(30)から脱離する水分量が充分に確保され、その後に吸着熱交換器(20)へ空気中

の水分を吸着させる際には、第1列部分(21)から第3列部分(23)にかけてフィン(30)に対する水分吸着量が平均化される。

[0136] －実施形態5の効果－

上述したように、本実施形態の調湿装置において、吸着熱交換器(20)は、空気流の上流側から下流側に亘ってフィン(30)に対する水分吸着量が平均化されるように構成されている。このため、吸着熱交換器(20)においては、従来であれば吸着剤に対する水分の吸着量が減少してしまっていた空気流の下流側でも、空気流の上流側と概ね同じ程度の水分吸着量を確保することが可能となる。従って、本実施形態によれば、吸着熱交換器(20)の各部分において水分吸着量を充分に発揮させることができ、吸着熱交換器(20)の水分吸着能力を増大させることができる。

[0137] －実施形態5の変形例－

本実施形態の吸着熱交換器(20)では、図17に示すように、第3管列(43)を構成する伝熱管(40)が、第1管列(41)や第2管列(42)を構成する伝熱管(40)よりも大径となっていてもよい。本変形例において、第3列部分(23)では、第1列部分(21)に比べて空気の通過できる部分の面積が更に狭くなる。この結果、第3列部分(23)における通過風速は、第1列部分(21)における通過風速よりも一層速くなる。

[0138] 《発明の実施形態6》

本発明の実施形態6について説明する。本実施形態は、上記実施形態1において、吸着熱交換器(20)の構成を変更したものである。

[0139] 図18に示すように、上記吸着熱交換器(20)は、いわゆるクロスフィン型のフィン・アンド・チューブ熱交換器である。この吸着熱交換器(20)は、三つの熱交換ユニット(71～73)を備えている。これら三つの熱交換ユニット(71～73)は、空気流の方向に沿って並べられている。そして、これら三つの熱交換ユニット(71～73)は、空気流の上流側に位置するものが第1熱交換ユニット(71)を構成し、第1熱交換ユニット(71)の下流側に位置するものが第2熱交換ユニット(72)を構成し、空気流の下流側に位置するものが第3熱交換ユニット(73)を構成している。

[0140] 上記の各熱交換ユニット(71～73)は、銅製の伝熱管(40)とアルミニウム製のフィン(30)とを複数ずつ備えている。フィン(30)は、それぞれが長方形板状に形成され、一

定の間隔で並べられている。伝熱管(40)は、直管状に形成され、一定間隔で並べられたフィン(30)を貫通している。つまり、各熱交換ユニット(71～73)では、各伝熱管(40)の軸方向に沿って多数のフィン(30)が等間隔で配置されている。

[0141] 上記の各熱交換ユニット(71～73)では、フィン(30)の表面に吸着層が形成されている。この吸着層は、粉末状のゼオライトからなる吸着剤と、ウレタン樹脂等からなるバインダとによって構成されている。吸着層において、吸着剤を構成するゼオライト粒子は、他のゼオライト粒子やフィン(30)に対してバインダによって接合されている。尚、吸着層に設ける吸着剤は、ゼオライトに限られる訳ではない。吸着層には、シリカゲル、活性炭、親水性の官能基を有する有機高分子材料など、各種の材料を吸着剤として設けてもよい。

[0142] また、上記の各熱交換ユニット(71～73)では、複数の伝熱管(40)フィン(30)の長辺に沿って一列に配置され、この一列に並んだ一群の伝熱管(40)が1つの管列(41～43)を構成している。各管列(41～43)では、隣接する伝熱管(40)が互いにU字状のU管(45)で接続されており、全ての伝熱管(40)によって1つのパスが形成される。そして、第1熱交換ユニット(71)に設けられた伝熱管(40)によって第1管列(41)が形成され、第2熱交換ユニット(72)に設けられた伝熱管(40)によって第2管列(42)が形成され、第3熱交換ユニット(73)に設けられた伝熱管(40)によって第3管列(43)が形成されている。

[0143] 図19にも示すように、吸着熱交換器(20)では、各伝熱管(40)の配列がいわゆる千鳥配列となっている。つまり、第2熱交換ユニット(72)における伝熱管(40)の位置は、第1熱交換ユニット(71)や第3熱交換ユニット(73)における伝熱管(40)の位置から、各熱交換ユニット(71～73)における伝熱管(40)のピッチ(いわゆる段ピッチ)の半分だけずれている。

[0144] 上述のように、上記吸着熱交換器(20)において、三つの熱交換ユニット(71～73)は、空気流の方向に沿って並べられている。具体的に、三つの熱交換ユニット(71～73)は、それぞれのフィン(30)の長辺方向が平行になると共に、各熱交換ユニット(71～73)のフィン(30)が同一平面上に位置する状態で並べられている。また、吸着熱交換器(20)において、三つの熱交換ユニット(71～73)は、一定の間隔をおいて配置さ

れている。そして、吸着熱交換器(20)では、第1熱交換ユニット(71)と第2熱交換ユニット(72)の間に第1空間(76)が形成され、第2熱交換ユニット(72)と第3熱交換ユニット(73)の間に第2空間(77)が形成される。

[0145] －運転動作－

本実施形態における調湿装置の動作は、上記実施形態1と同様である。ここでは、本実施形態の吸着熱交換器(20)に対して空気中の水分が吸脱着される過程を説明する。

[0146] 〈吸着熱交換器への水分の吸着〉

調湿装置の運転中には、第1吸着部材(11)や第2吸着部材(12)を構成する吸着熱交換器(20)が蒸発器として機能し、その吸着熱交換器(20)へ空気中の水分が吸着される。蒸発器として機能する吸着熱交換器(20)へは、低圧冷媒が冷却用の熱媒体として供給される。ここでは、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)へ空気中の水分が吸着される過程について説明する。

[0147] 蒸発器となっている吸着熱交換器(20)では、電動膨張弁(15)で減圧された冷媒が各管列(41～43)へ分配される。吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、第1熱交換ユニット(71)と第2熱交換ユニット(72)と第3熱交換ユニット(73)とを順に通過する。

[0148] 第1熱交換ユニット(71)を通過中の空気は、フィン(30)表面の吸着層と接触し、その過程で吸着層の形成されたフィン(30)に水分と熱を奪われる。第1熱交換ユニット(71)を通過した空気は、第1空間(76)へ流れ込む。ここで、第1熱交換ユニット(71)において、各フィン(30)が空気から奪う水分量や熱量は必ずしも一定ではなく、第1熱交換ユニット(71)から流出する空気の温度や湿度は均一ではない。そして、第1熱交換ユニット(71)から第1空間(76)へ流入した空気は、混合されることによって温度と湿度が均一化され、その後に第2熱交換ユニット(72)へ送られる。

[0149] 第2熱交換ユニット(72)を通過中の空気は、フィン(30)表面の吸着層と接触し、その過程で吸着層の形成されたフィン(30)に水分と熱を奪われる。第2熱交換ユニット(72)を通過した空気は、第2空間(77)へ流れ込む。ここで、第2熱交換ユニット(72)において、各フィン(30)が空気から奪う水分量や熱量は必ずしも一定ではなく、第2

熱交換ユニット(72)から流出する空気の温度や湿度は均一ではない。そして、第2熱交換ユニット(72)から第2空間(77)へ流入した空気は、混合されることによって温度と湿度が均一化され、その後に第3熱交換ユニット(73)へ送られる。

[0150] 第3熱交換ユニット(73)を通過中の空気は、フィン(30)表面の吸着層と接触し、その過程で吸着層の形成されたフィン(30)に水分と熱を奪われる。そして、第3熱交換ユニット(73)のフィン(30)間を通過した空気は、吸着熱交換器(20)の下流側へと送り出されてゆく。

[0151] 上述のように、各熱交換ユニット(71～73)から流出する空気の温度や湿度は不均一となるのが通常であり、例えば第3熱交換ユニット(73)での空気に対する除湿量と冷却量は、第2熱交換ユニット(72)から流出する空気の状態の影響を受けて更に不均一化するおそれがある。

[0152] 一方、本実施形態の吸着熱交換器において、第1熱交換ユニット(71)を通過した空気は、第1空間(76)内で混合されて温度と湿度の均一化が図られ、その後に下流側の第2熱交換ユニット(72)へ送られる。また、第2熱交換ユニット(72)を通過した空気は、第2空間(77)内で混合されて温度と湿度の均一化が図られ、その後に下流側の第3熱交換ユニット(73)へ送られる。従って、この吸着熱交換器では、第1熱交換ユニット(71)の下流側に位置する第2熱交換ユニット(72)や、第2熱交換ユニット(72)の下流に位置する第3熱交換ユニット(73)における水分吸着量や熱交換量が平均化され、各熱交換ユニット(71～73)における水分吸着量の均一化が図られる。

[0153] 〈吸着熱交換器からの水分の脱離〉

上述のように、上記調湿装置の運転中には、第1吸着部材(11)や第2吸着部材(12)を構成する吸着熱交換器(20)が凝縮器として機能し、その吸着熱交換器(20)から水分が脱離する。凝縮器として機能する吸着熱交換器(20)に対しては、高圧ガス冷媒が加熱用の熱媒体として供給される。ここでは、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)から水分が脱離する過程について説明する。

[0154] 凝縮器となっている吸着熱交換器(20)では、圧縮機(13)から吐出された冷媒が各管列(41～43)へ分配される。吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、第1熱交換ユニット(71)と第2熱交換ユニット(72)と第3熱交換ユニット(73)とを順に通過する。

[0155] 第1熱交換ユニット(71)を通過中の空気は、フィン(30)表面の吸着層と接触し、その過程で吸着層の形成されたフィン(30)から水分と熱を付与される。第1熱交換ユニット(71)を通過した空気は、第1空間(76)へ流れ込む。ここで、第1熱交換ユニット(71)において、各フィン(30)から空気へ付与される水分量や熱量は必ずしも一定ではなく、第1熱交換ユニット(71)から流出する空気の温度や湿度は均一ではない。そして、第1熱交換ユニット(71)から第1空間(76)へ流入した空気は、混合されることによって温度と湿度が均一化され、その後に第2熱交換ユニット(72)へ送られる。

[0156] 第2熱交換ユニット(72)を通過中の空気は、フィン(30)表面の吸着層と接触し、その過程で吸着層の形成されたフィン(30)から水分と熱を付与される。第2熱交換ユニット(72)を通過した空気は、第2空間(77)へ流れ込む。ここで、第2熱交換ユニット(72)において、各フィン(30)から空気へ付与される水分量や熱量は必ずしも一定ではなく、第2熱交換ユニット(72)から流出する空気の温度や湿度は均一ではない。そして、第2熱交換ユニット(72)から第2空間(77)へ流入した空気は、混合されることによって温度と湿度が均一化され、その後に第3熱交換ユニット(73)へ送られる。

[0157] 第3熱交換ユニット(73)を通過中の空気は、フィン(30)表面の吸着層と接触し、その過程で吸着層の形成されたフィン(30)から水分と熱を付与される。そして、第3熱交換ユニット(73)のフィン(30)間を通過した空気は、吸着熱交換器(20)の下流側へと送り出されてゆく。

[0158] 上述のように、各熱交換ユニット(71～73)から流出する空気の温度や湿度は不均一となるのが通常であり、例えば第3熱交換ユニット(73)での空気に対する加湿量と加熱量は、第2熱交換ユニット(72)から流出する空気の状態の影響を受けて更に不均一化するおそれがある。

[0159] 一方、本実施形態の吸着熱交換器において、第1熱交換ユニット(71)を通過した空気は、第1空間(76)内で混合されて温度と湿度の均一化が図られ、その後に下流側の第2熱交換ユニット(72)へ送られる。また、第2熱交換ユニット(72)を通過した空気は、第2空間(77)内で混合されて温度と湿度の均一化が図られ、その後に下流側の第3熱交換ユニット(73)へ送られる。従って、この吸着熱交換器では、第1熱交換ユニット(71)の下流側に位置する第2熱交換ユニット(72)や、第2熱交換ユニット(72

)の下流に位置する第3熱交換ユニット(73)における水分脱離量や熱交換量が平均化され、その後に吸着熱交換器(20)へ空気中の水分を吸着させる際には、各熱交換ユニット(71～73)における水分吸着量の均一化が図られる。

[0160] －実施形態6の効果－

上述したように、本実施形態の調湿装置において、吸着熱交換器(20)は、空気流に沿って配置された各熱交換ユニット(71～73)に対する水分吸着量が平均化されるように構成されている。このため、吸着熱交換器(20)においては、従来であれば吸着剤に対する水分の吸着量が減少してしまっていた空気流の下流側でも、空気流の上流側と概ね同じ程度の水分吸着量を確保することが可能となる。従って、本実施形態によれば、吸着熱交換器(20)の各部分において水分吸着量を充分に発揮させることができ、吸着熱交換器(20)の水分吸着能力を増大させることができる。

[0161] 《その他の実施形態》

－第1変形例－

上記各実施形態の吸着熱交換器(20)では、空気流の上流側と下流側とで、吸着層に設けられた吸着剤の量が相違していてもよい。ここでは、本変形例を上記実施形態1の吸着熱交換器(20)に適用したものについて説明する。

[0162] 図20に示すように、本変形例の吸着熱交換器(20)において、各フィン(30)の表面には、第1吸着層(36)と第2吸着層(37)と第3吸着層(38)とが形成される。具体的に、各フィン(30)では、その前縁から第1管列(41)と第2管列(42)の中間に亘る部分に第1吸着層(36)が、第1管列(41)と第2管列(42)の中間から第2管列(42)と第3管列(43)の中間に亘る部分に第2吸着層(37)が、第2管列(42)と第3管列(43)の中間から後縁に亘る部分に第3吸着層(38)がそれぞれ形成されている。

[0163] 各吸着層(36～38)では、吸着剤とバインダの比率が所定の値に設定されている。吸着剤とバインダの比率は、吸着層(36～38)ごとに相違している。具体的に、吸着層(36～38)における吸着剤の質量割合は、第1吸着層(36)、第2吸着層(37)、第3吸着層(38)の順に高くなっている。つまり、これら三つの吸着層(36～38)は、空気流の下流側に位置するものほど吸着剤の質量割合が高くなっている。このように、上記吸着熱交換器(20)では、空気流の上流側から下流側にかけてフィン(30)に吸着さ

れる水分量が平均化されるように、空気流の上流側に位置する第1吸着層(36)よりも下流側に位置する第3吸着層(38)の方へ多量の吸着剤を設けている。

[0164] また、各吸着層(36～38)におけるバインダの質量割合は、第1吸着層(36)、第2吸着層(37)、第3吸着層(38)の順に低くなっている。上述のように、各吸着層(36～38)では、吸着剤であるゼオライト粒子がバインダによって他のゼオライト粒子やフィン(30)と接合されている。このため、吸着層(36～38)のゼオライト粒子は、その表面の一部がバインダによって覆われた状態になる。吸着層(36～38)におけるバインダの質量割合が小さくなれば、ゼオライト粒子の表面のうちバインダで覆われずに空気と接触可能な部分の面積が増大し、結果として吸着層(36～38)の水分吸着能力が向上する。つまり、上記吸着熱交換器(20)では、吸着剤であるゼオライト粒子のうち空気と接触可能な表面が第1吸着層(36)、第2吸着層(37)、第3吸着層(38)の順に拡大し、これによっても空気流の上流側から下流側にかけてフィン(30)に吸着される水分量の平均化が図られる。

[0165] このように、上記吸着熱交換器(20)では、各吸着層(36～38)における吸着剤とバインダの混合比率が相違している。その結果、この吸着熱交換器(20)では、フィン(30)表面に形成された吸着層(36～38)の静的性能が、第1吸着層(36)、第2吸着層(37)、第3吸着層(38)の順に高くなっている。そして、この吸着熱交換器(20)では、第1吸着層(36)、第2吸着層(37)、第3吸着層(38)の順に静的性能が向上することによって、空気流の上流側から下流側にかけてフィン(30)に吸着される水分量の平均化が図られる。

[0166] 尚、吸着層(36～38)の静的性能とは、吸着層(36～38)の形成されたフィン(30)を相対湿度が一定の空気と充分に長い時間に亘って接触させた場合に吸着層(36～38)が吸着し得る水分量、即ち、吸着層(36～38)と相対湿度が一定の空気が共存していて平衡状態に達したときに吸着層(36～38)が吸着している水分量によって表される。

[0167] また、本変形例の吸着熱交換器(20)では、各吸着層(36～38)の厚みを相違させることによって、各吸着層(36～38)における吸着剤の量を相違させてもよい。この場合、吸着層(36～38)の厚みは、第1吸着層(36)、第2吸着層(37)、第3吸着層(38)の

順に大きくなる。上述のように、吸着層(36～38)に含まれる吸着剤の量が多いほど、吸着層(36～38)の吸着能力は高くなる。従って、本変形例においても、各吸着層(36～38)に吸着される水分量を平均化することが可能である。

[0168] また、本変形例の吸着熱交換器(20)では、吸着剤として用いられる物質が吸着層(36～38)ごとに異なってもよい。例えば、第1吸着層(36)には吸着剤としてゼオライトのみを、第2吸着層(37)には吸着剤としてゼオライトとシリカゲルの混合物を、第3吸着層(38)には吸着剤としてシリカゲルのみをそれぞれ設けてもよい。この場合、フィン(30)表面に形成された吸着層(36～38)の静的性能は、第1吸着層(36)、第2吸着層(37)、第3吸着層(38)の順に高くなる。

[0169] －第2変形例－

上記各実施形態の調湿装置では、吸着熱交換器(20)の各管列(41～43)における冷媒の蒸発温度や凝縮温度が相違していてもよい。ここでは、本変形例を上記実施形態1の吸着熱交換器(20)に適用したものについて説明する。

[0170] 図21に示すように、上記吸着熱交換器(20)では、三つの管列(41～43)が直列に接続されている。具体的に、第1管列(41)の一端は、第1キャピラリチューブ(51)を介して第2管列(42)の一端に接続されている。また、第2管列(42)の他端は、第2キャピラリチューブ(52)を介して第3管列(43)の一端に接続されている。冷媒回路(10)において、第1吸着部材(11)や第2吸着部材(12)としての吸着熱交換器(20)は、第1管列(41)の他端が電動膨張弁(15)に接続され、第3管列(43)の他端が四方切換弁(14)に接続されている。

[0171] 蒸発器となっている吸着熱交換器(20)へは、電動膨張弁(15)で減圧された冷媒が供給される。この冷媒は、第1管列(41)を通過後に第1キャピラリチューブ(51)で減圧されてから第2管列(42)へ流入する。つまり、第2管列(42)における冷媒蒸発温度は、第1管列(41)における冷媒蒸発温度よりも低くなる。また、第2管列(42)を通過した冷媒は、第2キャピラリチューブ(52)で更に減圧されてからへ流入する。つまり、第3管列(43)における冷媒蒸発温度は、第2管列(42)における冷媒蒸発温度よりも更に低くなる。そして、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)では、空気流の上流側から下流側へ向かってフィン(30)の温度が低くなってゆく。

[0172] 蒸発器となっている吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、フィン(30)の間を通過するの過程で次第に温度低下してゆく。つまり、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)では、空気流の上流側から下流側へ向かうにつれて、フィン(30)の温度と空気の温度とが次第に低下してゆくこととなり、空気流の上流側から下流側に亘ってフィン(30)と空気の温度差が平均化される。このため、空気の温度が既にある程度低くなった空気流の下流側においても、空気とフィン(30)の温度差が確保される。従って、吸着熱交換器(20)における空気流の下流側部分においても、空気の冷却を確実に行うことによって空気の相対湿度の低下が抑制され、フィン(30)表面の吸着剤に対する水分吸着量が確保される。

[0173] 凝縮器となっている吸着熱交換器(20)へは、圧縮機(13)から吐出された冷媒が供給される。この冷媒は、第3管列(43)を通過後に第2キャピラリチューブ(52)で減圧されてから第2管列(42)へ流入する。つまり、第2管列(42)における冷媒凝縮温度は、第3管列(43)における冷媒凝縮温度よりも低くなる。また、第2管列(42)を通過した冷媒は、第1キャピラリチューブ(51)で更に減圧されてから第1管列(41)へ流入する。つまり、第1管列(41)における冷媒凝縮温度は、第2管列(42)における冷媒凝縮温度よりも更に低くなる。そして、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)では、空気流の上流側から下流側へ向かってフィン(30)の温度が高くなってゆく。

[0174] 凝縮器となっている吸着熱交換器(20)へ送り込まれた空気は、フィン(30)の間を通過する過程で次第に温度上昇してゆく。つまり、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)では、空気流の上流側から下流側へ向かうにつれて、フィン(30)の温度と空気の温度とが次第に上昇してゆくこととなり、空気流の上流側から下流側に亘ってフィン(30)と空気の温度差が平均化される。このため、空気の温度が既にある程度高くなった空気流の下流側においても、空気とフィン(30)の温度差が確保される。従って、吸着熱交換器(20)における空気流の下流側部分においても、空気の加熱を確実に行うことによって空気の相対湿度の上昇が抑制され、フィン(30)表面の吸着剤から脱離する水分量が確保される。その結果、吸着熱交換器(20)では、空気流の上流側から下流側に亘ってフィン(30)から脱離する水分量の平均化が図られ、その後に空気中の水分を吸着熱交換器(20)に吸着させる際には、空気流の上流側から下流側に亘

ってフィン(30)に対する水分吸着量の平均化が図られる。

[0175] また、本変形例の吸着熱交換器(20)では、図22に示すように、三つの管列(41～43)が並列に接続されてもよい。この吸着熱交換器(20)には、四つのキャピラリチューブ(51～54)が設けられている。具体的に、第1キャピラリチューブ(51)は第1管列(41)の一端と第2管列(42)の一端との間に、第2キャピラリチューブ(52)は第2管列(42)の一端と第3管列(43)の一端との間に、第3キャピラリチューブ(53)は第1管列(41)の他端と第2管列(42)の他端との間に、第4キャピラリチューブ(54)は第2管列(42)の他端と第3管列(43)の他端との間にそれぞれ設けられている。冷媒回路(10)では、吸着熱交換器(20)における第3管列(43)の一端と第2キャピラリチューブ(52)の間が四方切換弁(14)に接続され、吸着熱交換器(20)における第1管列(41)の他端と第3キャピラリチューブ(53)の間が電動膨張弁(15)に接続されている。

[0176] 図22に示す吸着熱交換器(20)が蒸発器となる場合、電動膨張弁(15)で減圧された冷媒は、そのままの状態で第1管列(41)へ、第3キャピラリチューブ(53)で減圧されてから第2管列(42)へ、第3キャピラリチューブ(53)と第4キャピラリチューブ(54)の両方で減圧されてから第3管列(43)へそれぞれ導入される。従って、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)では、第1管列(41)、第2管列(42)、第3管列(43)の順で冷媒蒸発温度が低くなってゆく。

[0177] 図22に示す吸着熱交換器(20)が凝縮器となる場合、圧縮機(13)から吐出された冷媒は、そのままの状態で第3管列(43)へ、第2キャピラリチューブ(52)で減圧されてから第2管列(42)へ、第2キャピラリチューブ(52)と第1キャピラリチューブ(51)の両方で減圧されてから第1管列(41)へそれぞれ導入される。従って、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)では、第1管列(41)、第2管列(42)、第3管列(43)の順で冷媒凝縮温度が高くなってゆく。

[0178] また、上記各実施形態の調湿装置では、吸着熱交換器(20)の各管列(41～43)における冷媒の流量が相違していてもよい。この場合、吸着熱交換器(20)は、第1管列(41)、第2管列(42)、第3管列(43)の順で冷媒の流量が多くなってゆくように構成されるのが望ましい。この場合も、蒸発器となっている吸着熱交換器(20)では空気流の下流側ほどフィン(30)の温度が低くなり、凝縮器となっている吸着熱交換器(20)で

は空気流の下流側ほどフィン(30)の温度が高くなる。

産業上の利用可能性

[0179] 以上説明したように、本発明は、フィンに吸着剤が担持された吸着熱交換器について有用である。

請求の範囲

[1] 内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器であって、

上記フィン(30)には、伝熱管(40)に密着する本体部分(61)と、該本体部分(61)の前縁から空気流の上流側へ延びる前縁部分(62)とが形成されており、

上記フィン(30)では、本体部分(61)に比べて前縁部分(62)のフィン効率が低くなっている吸着熱交換器。

[2] 内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器であって、

上記フィン(30)には、伝熱管(40)に密着する本体部分(61)と、該本体部分(61)の前縁から空気流の上流側へ延びる前縁部分(62)と、該本体部分(61)の後縁から空気流の下流側へ延びる後縁部分(63)とが形成されており、

上記フィン(30)では、後縁部分(63)に比べて前縁部分(62)が長くなっている吸着熱交換器。

[3] 請求項1又は2に記載の吸着熱交換器において、

フィン(30)の前縁部分(62)にスリット(64)が形成されている吸着熱交換器。

[4] 内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器であって、

上記フィン(30)には、伝熱管(40)に密着する本体部分(61)と、該本体部分(61)の前縁から空気流の上流側へ延びる前縁部分(62)とが形成されており、

上記フィン(30)の前縁部分(62)にスリット(64)が形成されている吸着熱交換器。

[5] 内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器であって、

上記吸着熱交換器のうち空気流の上流側に位置する部分が上流側部分(26)を、

下流側に位置する部分が下流側部分(27)をそれぞれ構成し、

上記上流側部分(26)の伝熱性能に比べて上記下流側部分(27)の伝熱性能が高くなるように構成されている吸着熱交換器。

[6] 請求項5に記載の吸着熱交換器において、

下流側部分(27)では上流側部分(26)に比べてフィン(30)の熱伝達係数が高くなっている吸着熱交換器。

[7] 請求項5に記載の吸着熱交換器において、

下流側部分(27)では上流側部分(26)に比べて伝熱管(40)の熱伝達係数が高くなっている吸着熱交換器。

[8] 内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器であって、

上記吸着熱交換器のうち空気流の上流側に位置する部分が上流側部分(26)を、下流側に位置する部分が下流側部分(27)をそれぞれ構成し、

複数の上記フィン(30)が上記伝熱管(40)の伸長方向に沿って所定のピッチで配置される一方、

上記上流側部分(26)と上記下流側部分(27)とでフィン(30)同士のピッチが相違している吸着熱交換器。

[9] 内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器であって、

上記吸着熱交換器のうち空気流の上流側に位置する部分が上流側部分(26)を、下流側に位置する部分が下流側部分(27)をそれぞれ構成する一方、

上記下流側部分(27)に位置する各フィン(30)の表面積の合計値が、上記上流側部分(26)に位置する各フィン(30)の表面積の合計値よりも大きくなっている吸着熱交換器。

[10] 請求項9に記載の吸着熱交換器において、

複数のフィン(30)が伝熱管(40)の伸長方向に沿って所定のピッチで配置されたフ

ィン・アンド・チューブ熱交換器により構成される一方、

下流側部分(27)では上流側部分(26)に比べてフィン(30)同士のピッチが狭くなっている吸着熱交換器。

[11] 内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器であって、

上記吸着熱交換器のうち空気流の上流側に位置する部分が上流側部分(26)を、下流側に位置する部分が下流側部分(27)をそれぞれ構成する一方、

上記下流側部分(27)における通過風速が上記上流側部分(26)における通過風速よりも速くなるように構成されている吸着熱交換器。

[12] 請求項11に記載の吸着熱交換器において、

フィン(30)が板状に形成される一方、

下流側部分(27)では上流側部分(26)に比べてフィン(30)の板厚が厚くなっている吸着熱交換器。

[13] 請求項11に記載の吸着熱交換器において、

空気の通過方向と直交する方向に伝熱管(40)を一定のピッチで配置した管列(41～43)が複数形成されたフィン・アンド・チューブ熱交換器により構成され、

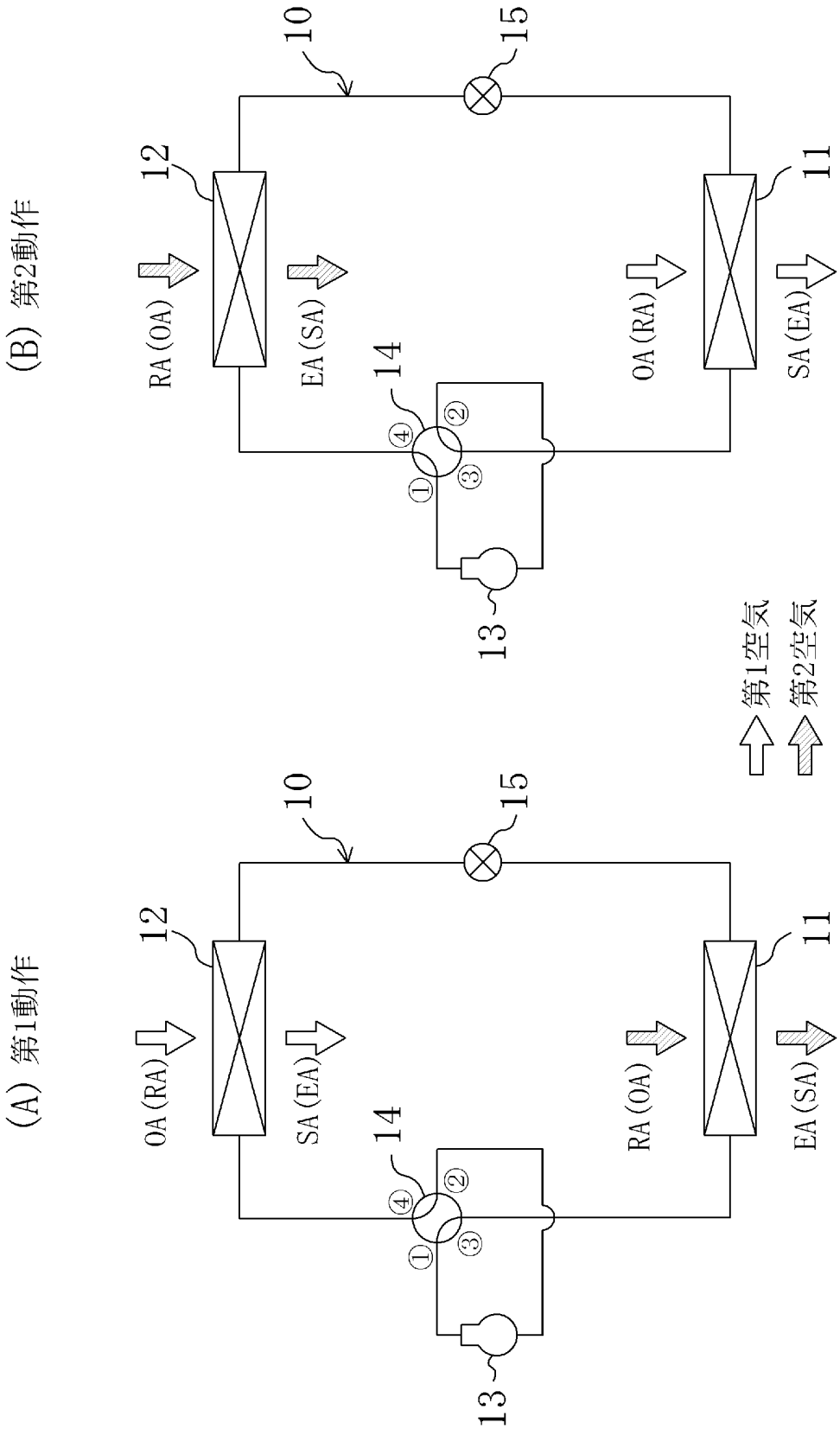
下流側部分(27)の管列(43)を構成する伝熱管(40)が上流側部分(26)の管列(41)を構成する伝熱管(40)よりも大径となっている吸着熱交換器。

[14] 内部を熱媒体が流通する伝熱管(40)と表面に吸着剤を担持するフィン(30)とが複数ずつ設けられ、通過する空気を上記フィン(30)に担持された吸着剤と接触させる吸着熱交換器であって、

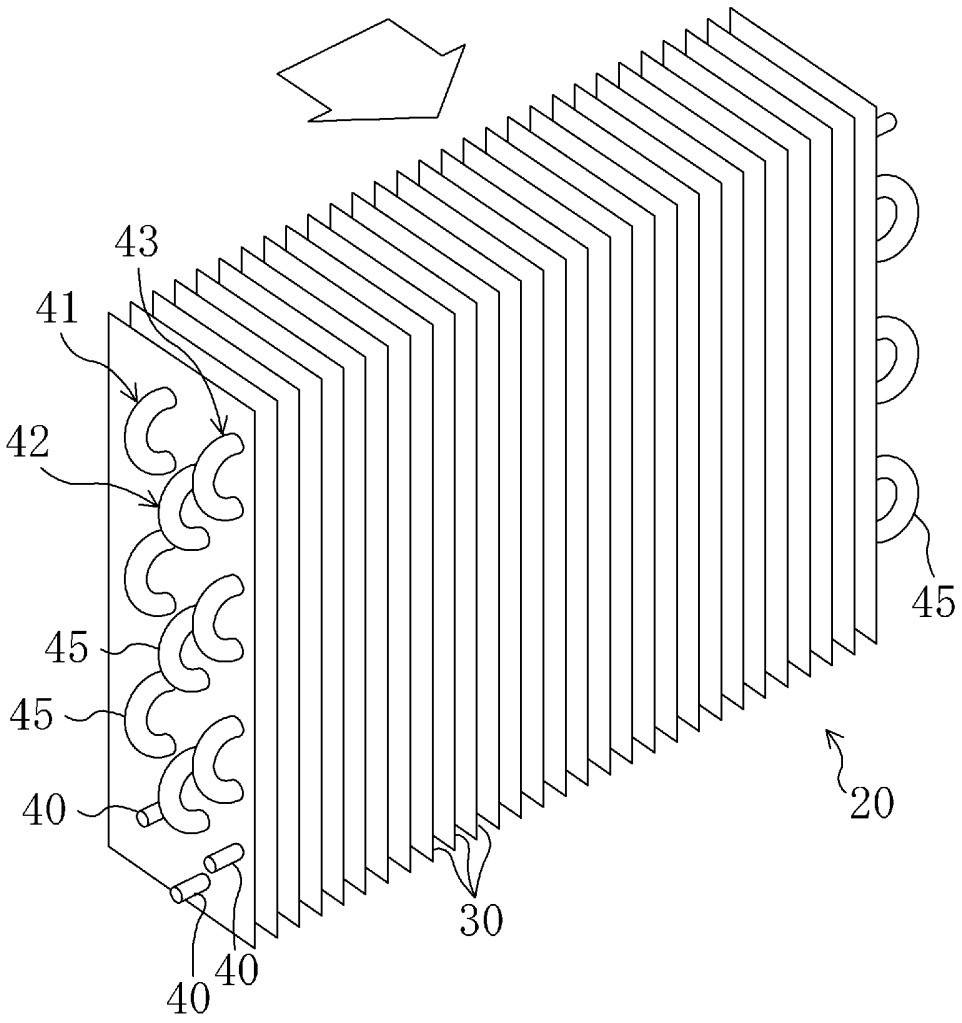
フィン(30)と伝熱管(40)とで構成された熱交換ユニット(71～73)が複数形成され、

上記熱交換ユニット(71～73)は、空気の通過方向に沿って所定の間隔をおいて配置されている吸着熱交換器。

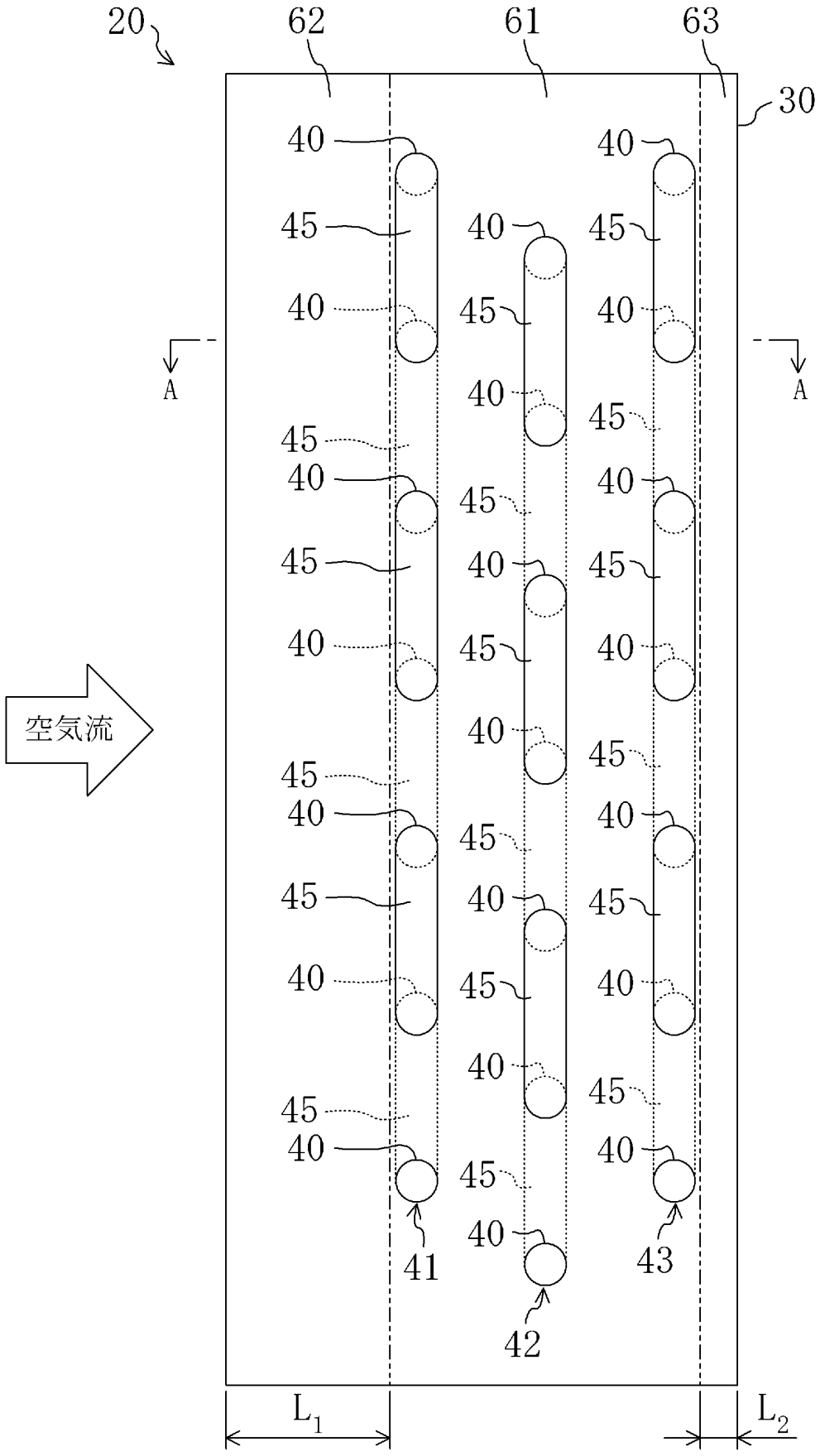
[図1]


(B) 第2動作
10
15
12
11
RA (OA)
EA (SA)
OA (RA)
SA (EA)
14
④
②
①
③
13
(A) 第1動作
10
15
12
11
OA (RA)
SA (EA)
RA (OA)
EA (SA)
14
④
②
①
③
13
第1空気
第2空気

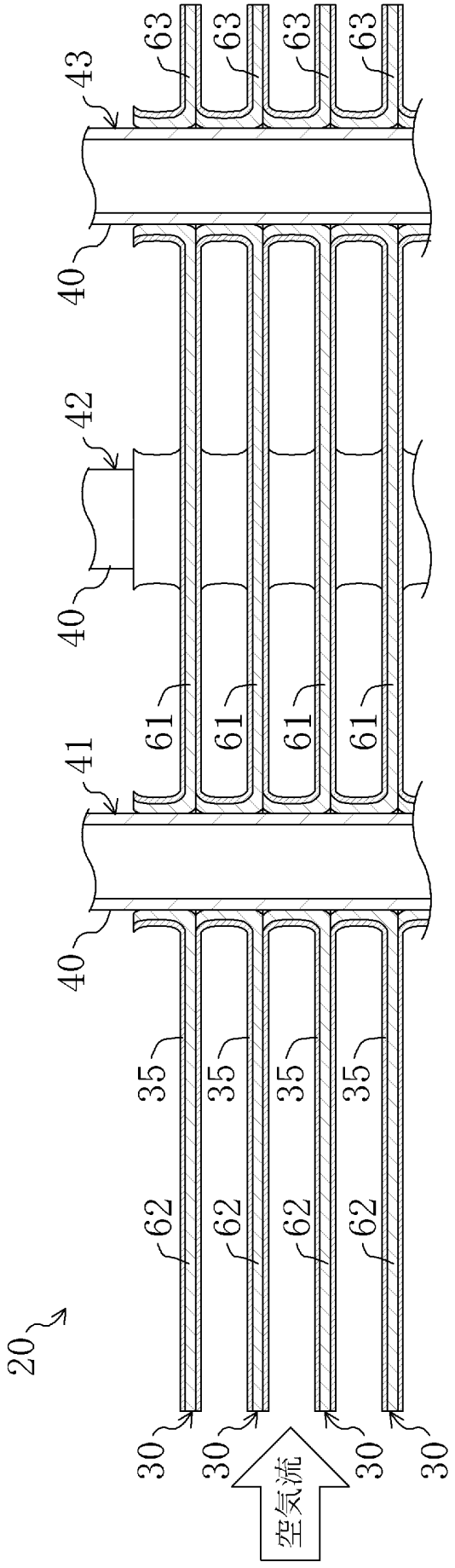
[図2]



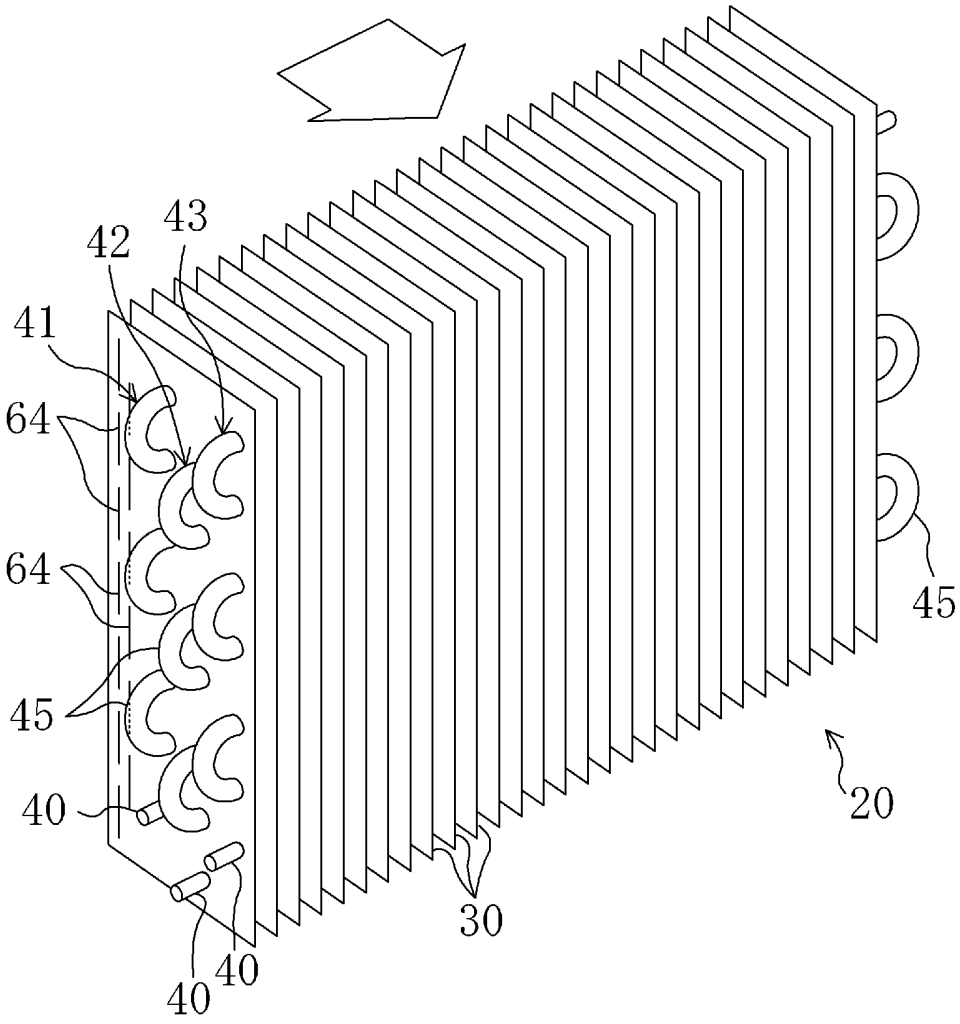
[図3]



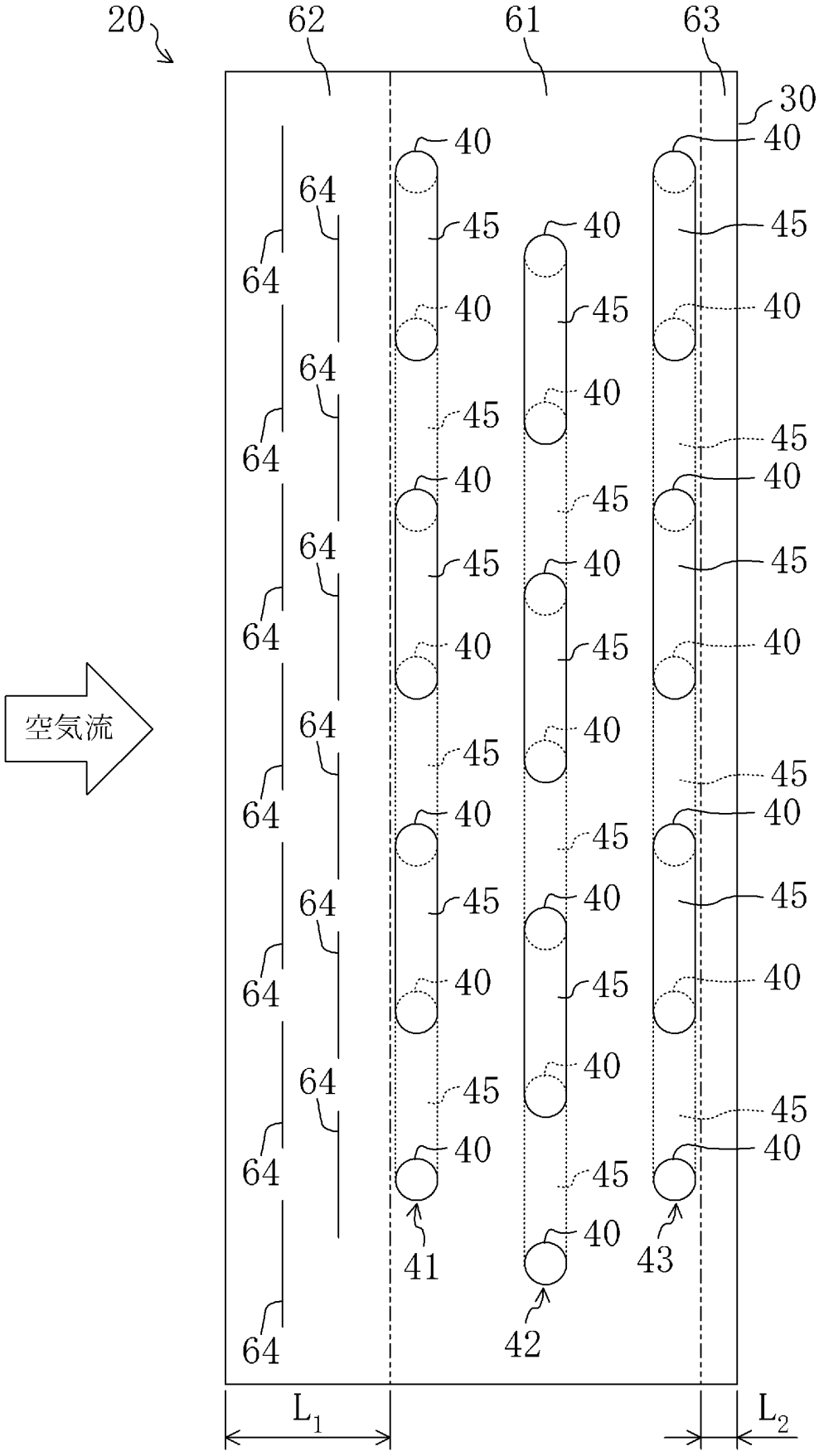
[図4]


63
63
63
63
43
40
42
40
61
61
61
61
41
40
35
35
35
35
62
62
62
62
20
30
30
空気流
30
30

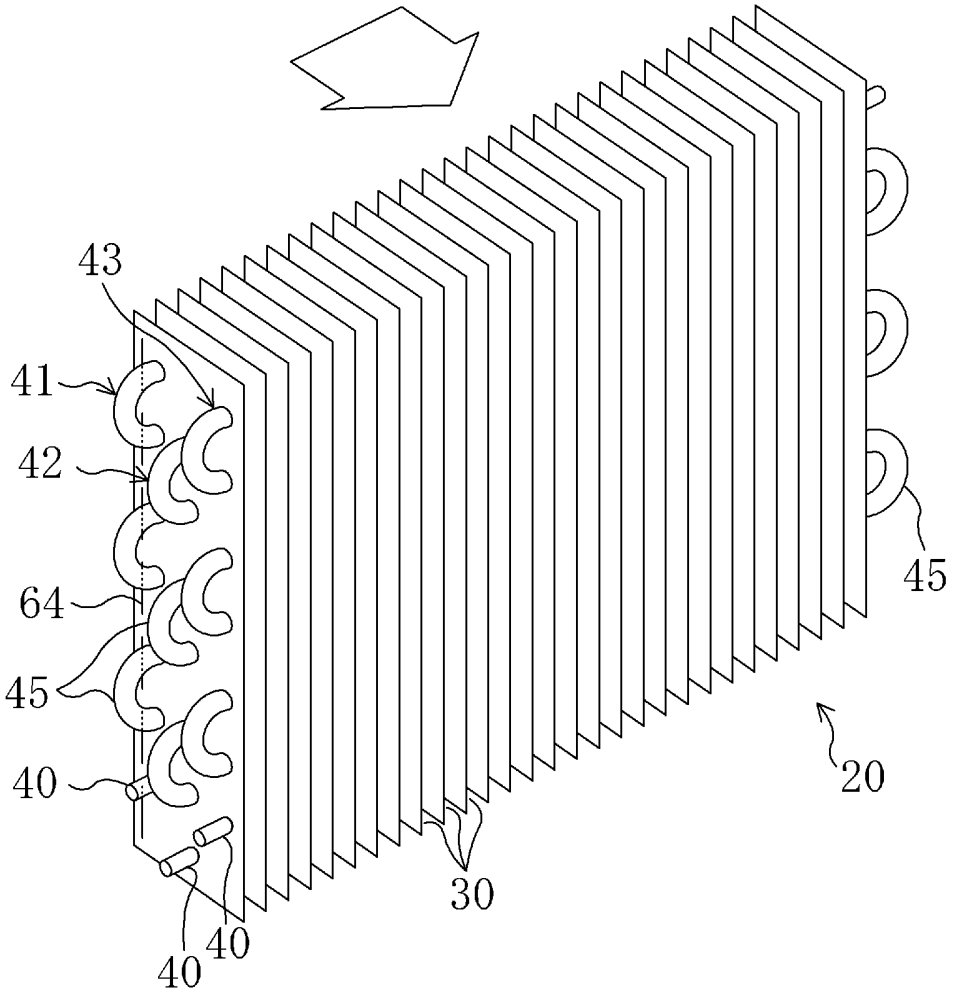
[図5]



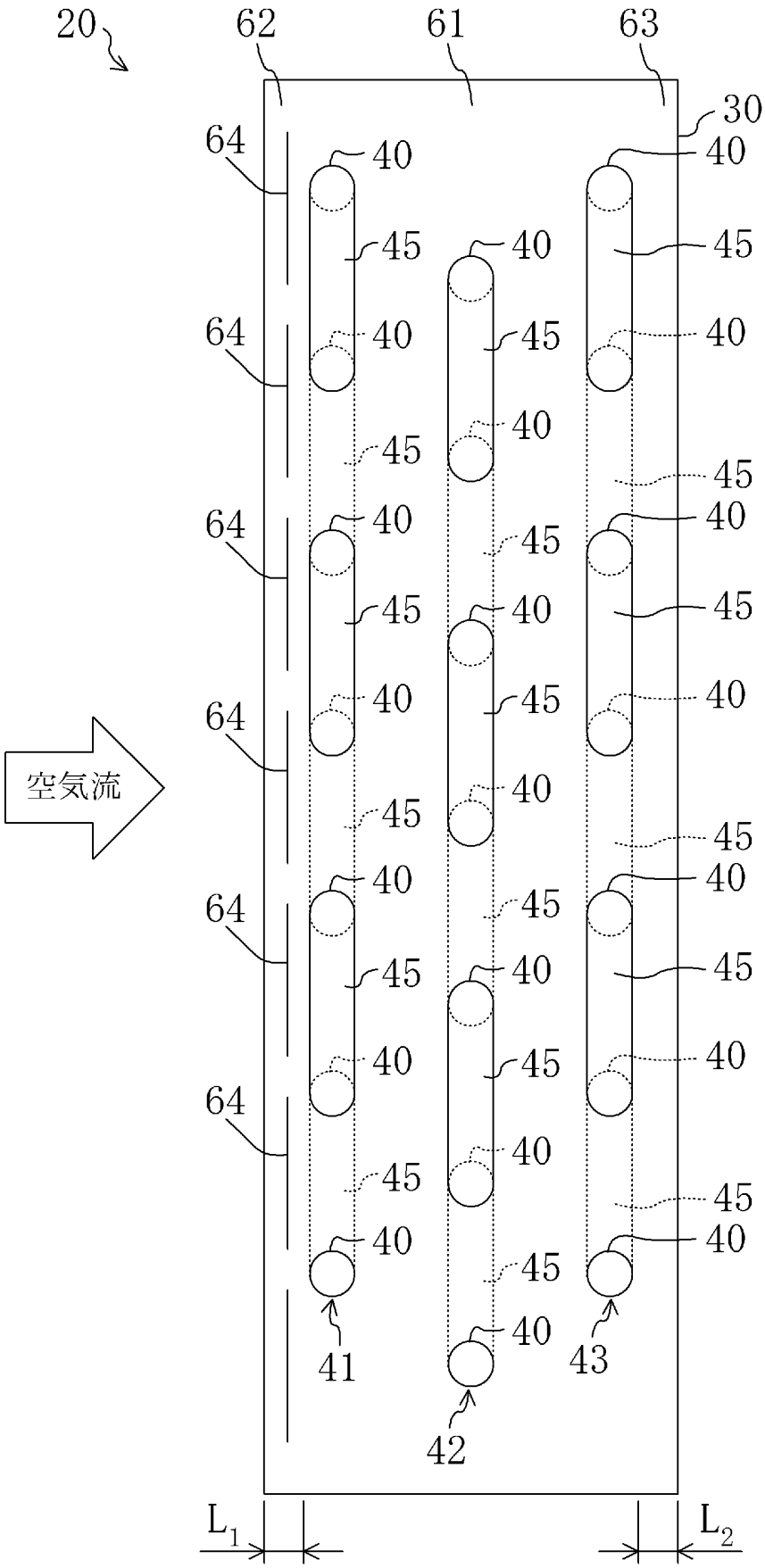
[図6]



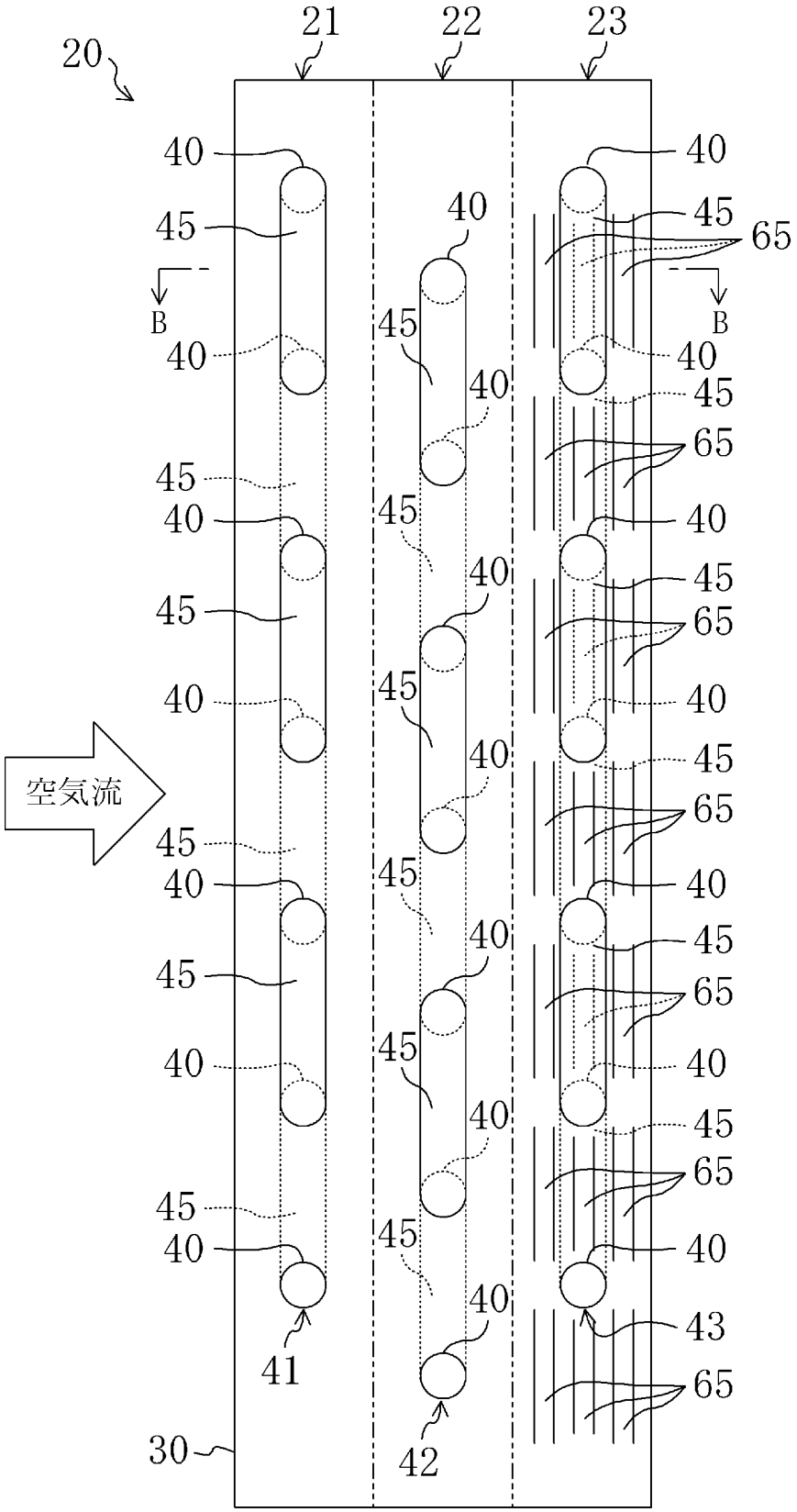
[図7]



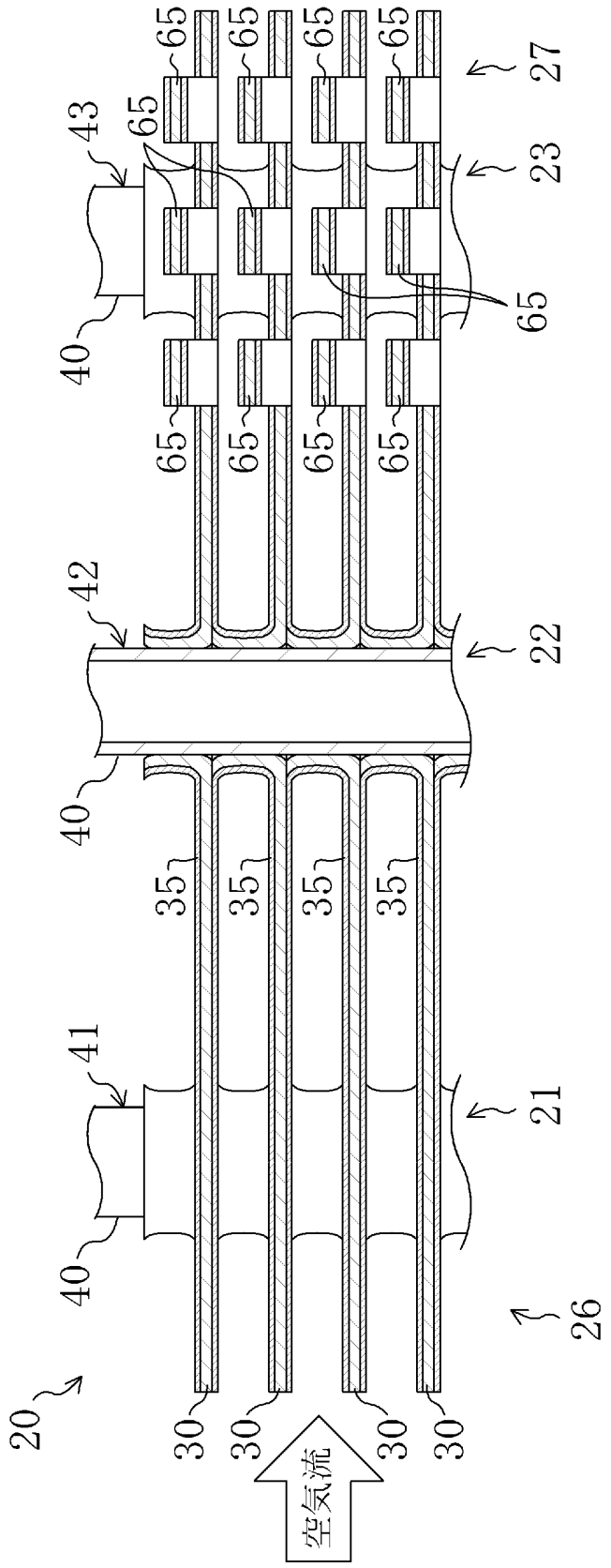
[図8]



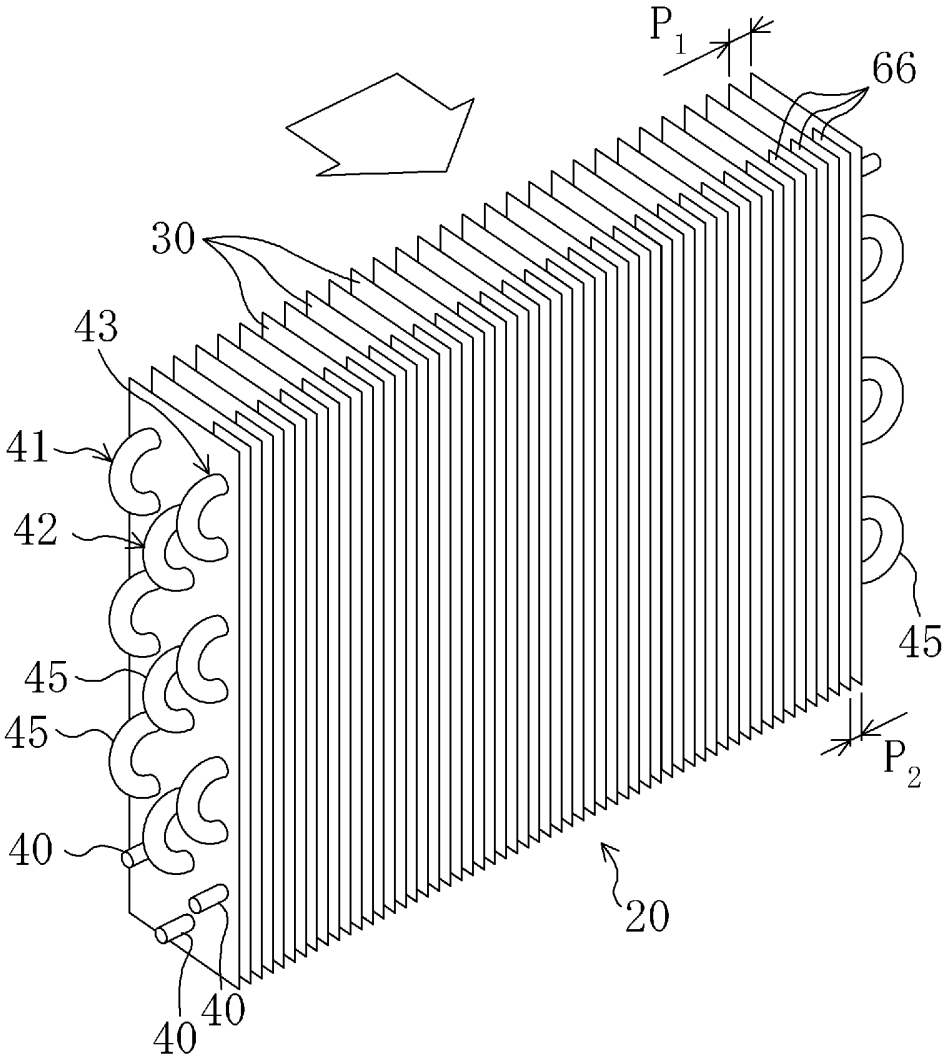
[図9]



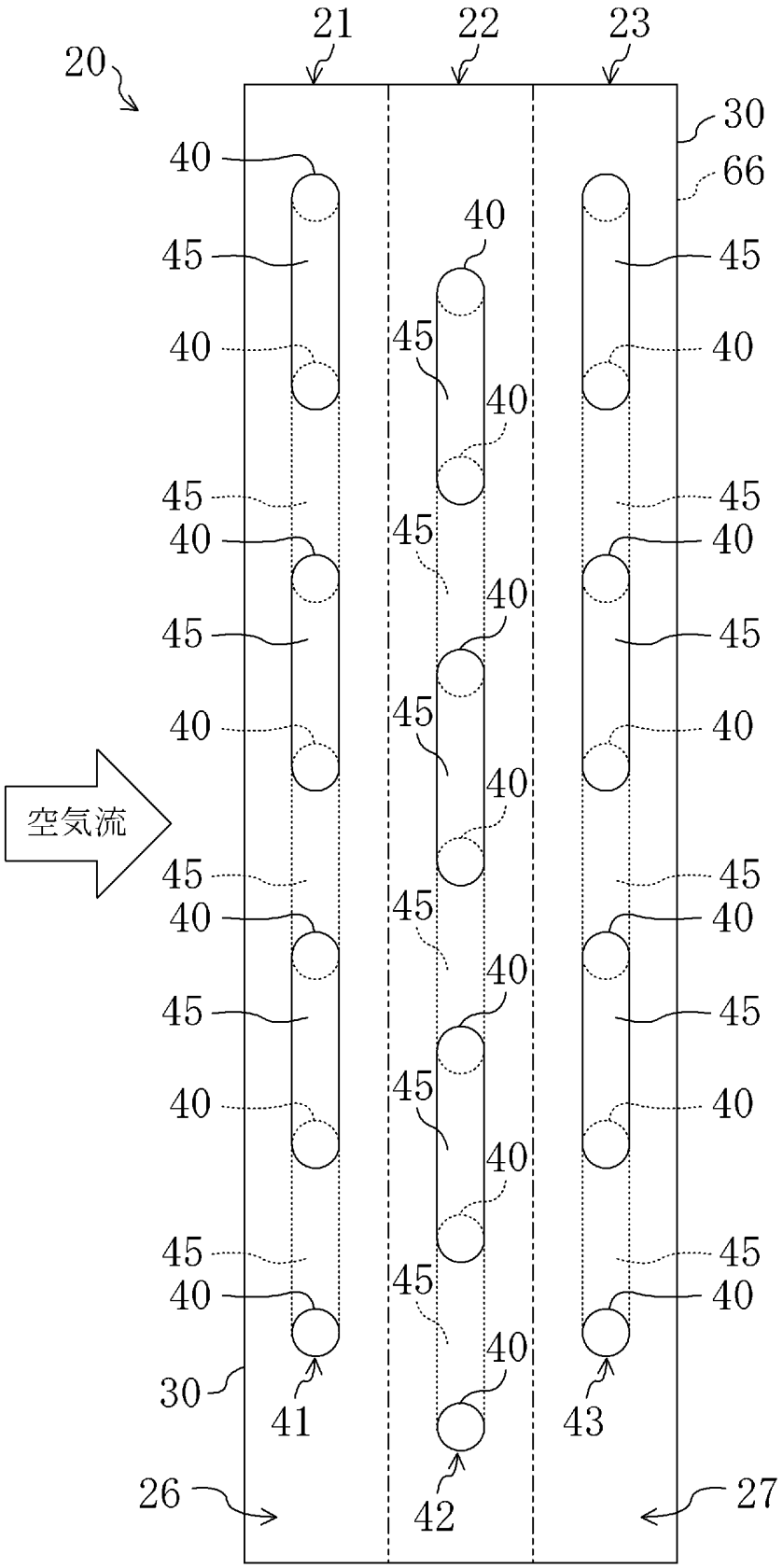
[図10]



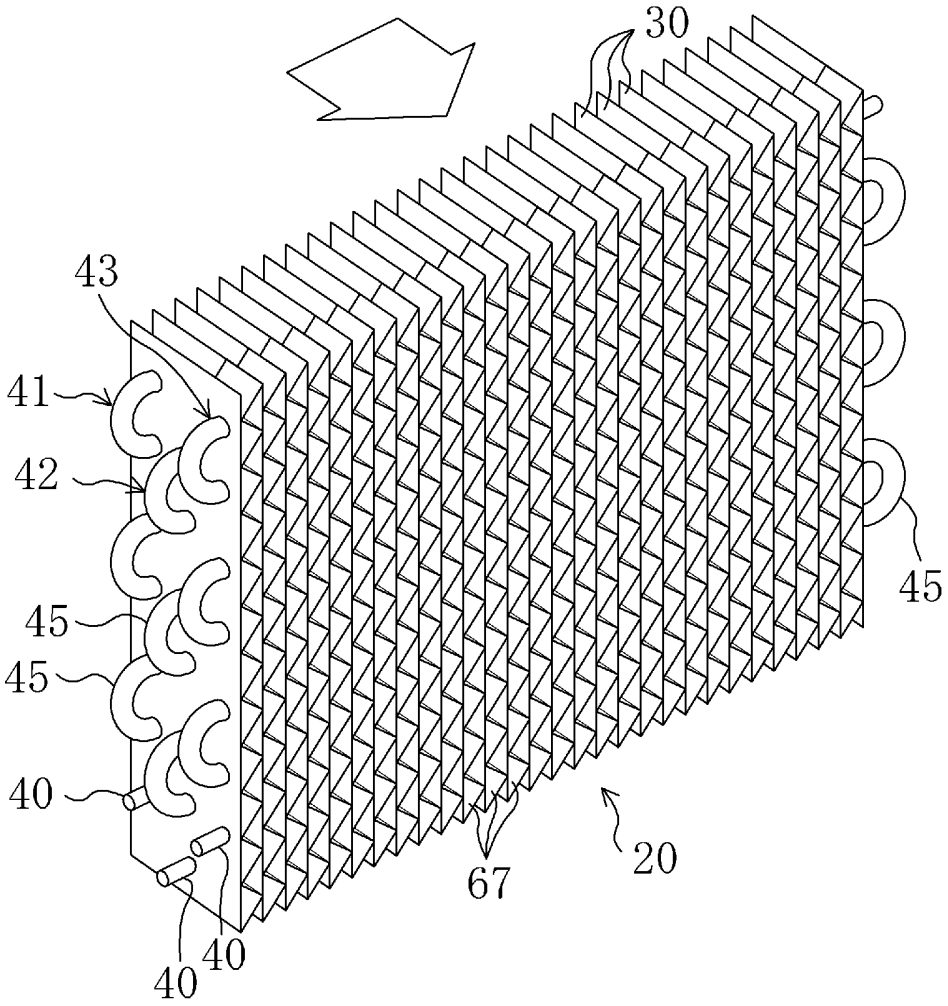
[図11]



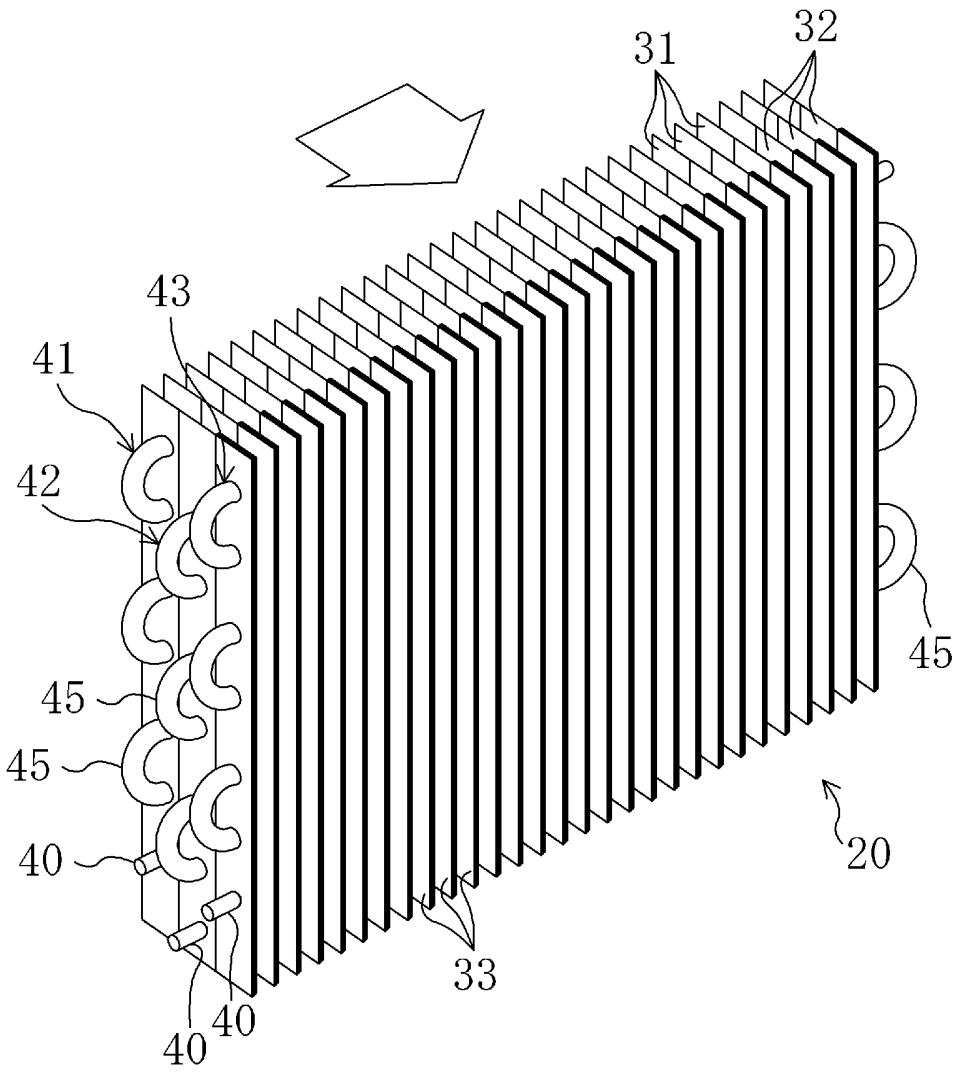
[図12]



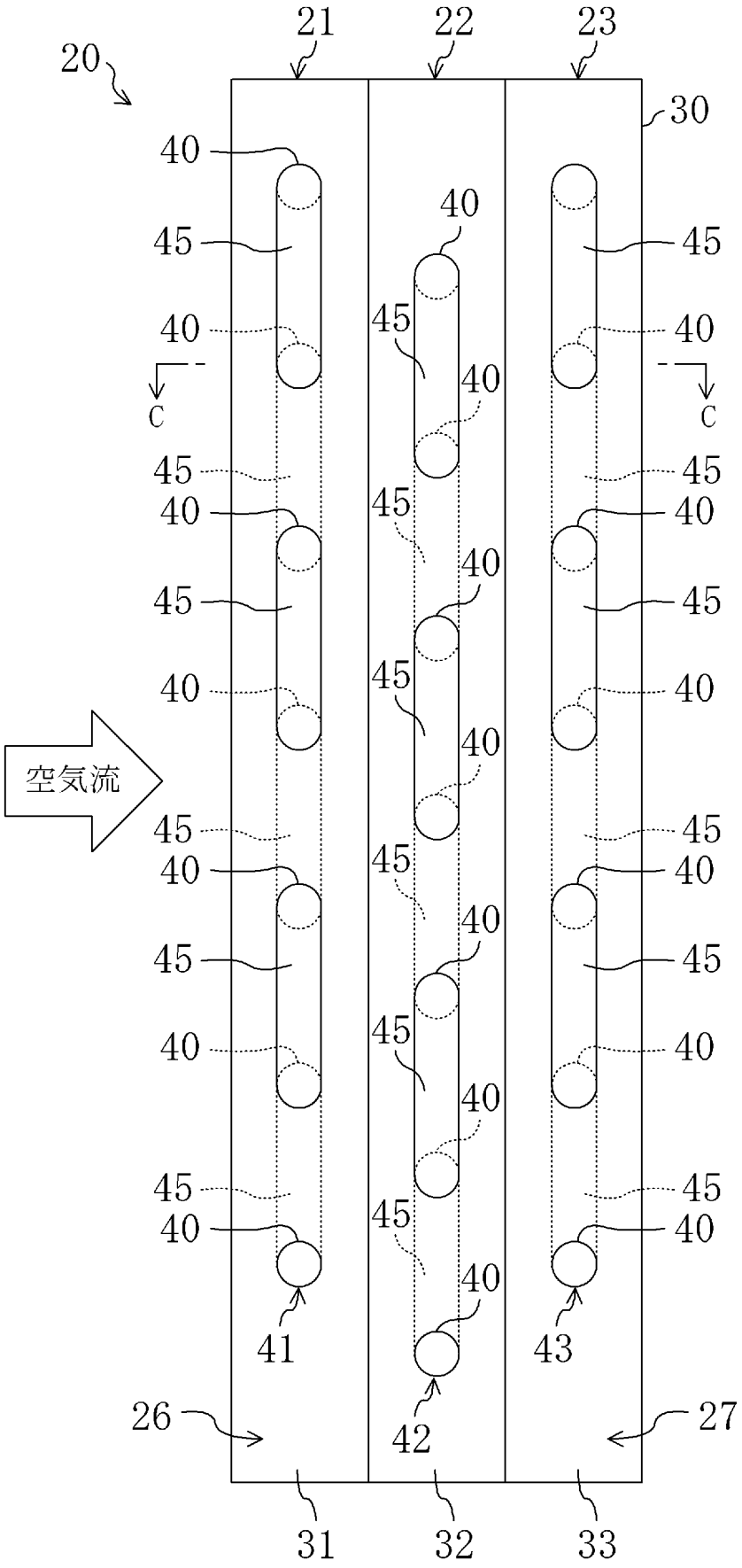
[図13]



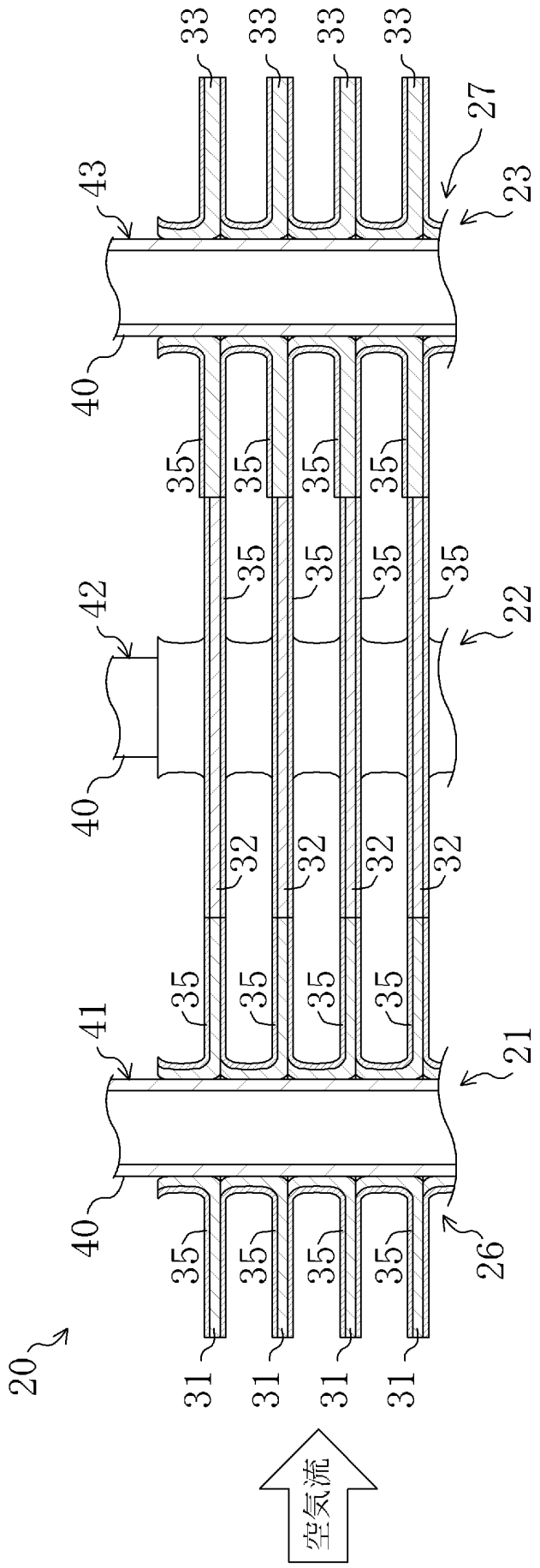
[図14]



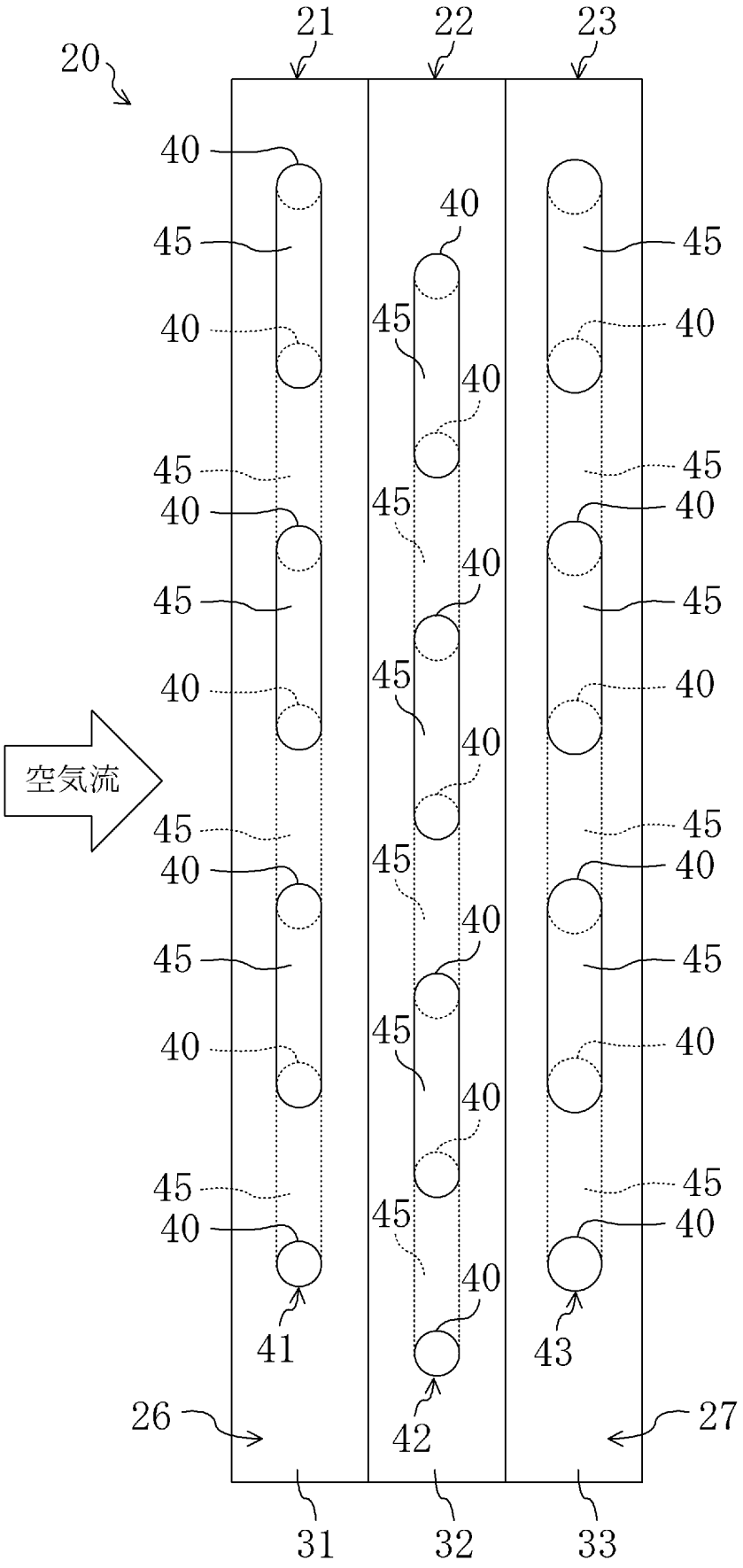
[図15]



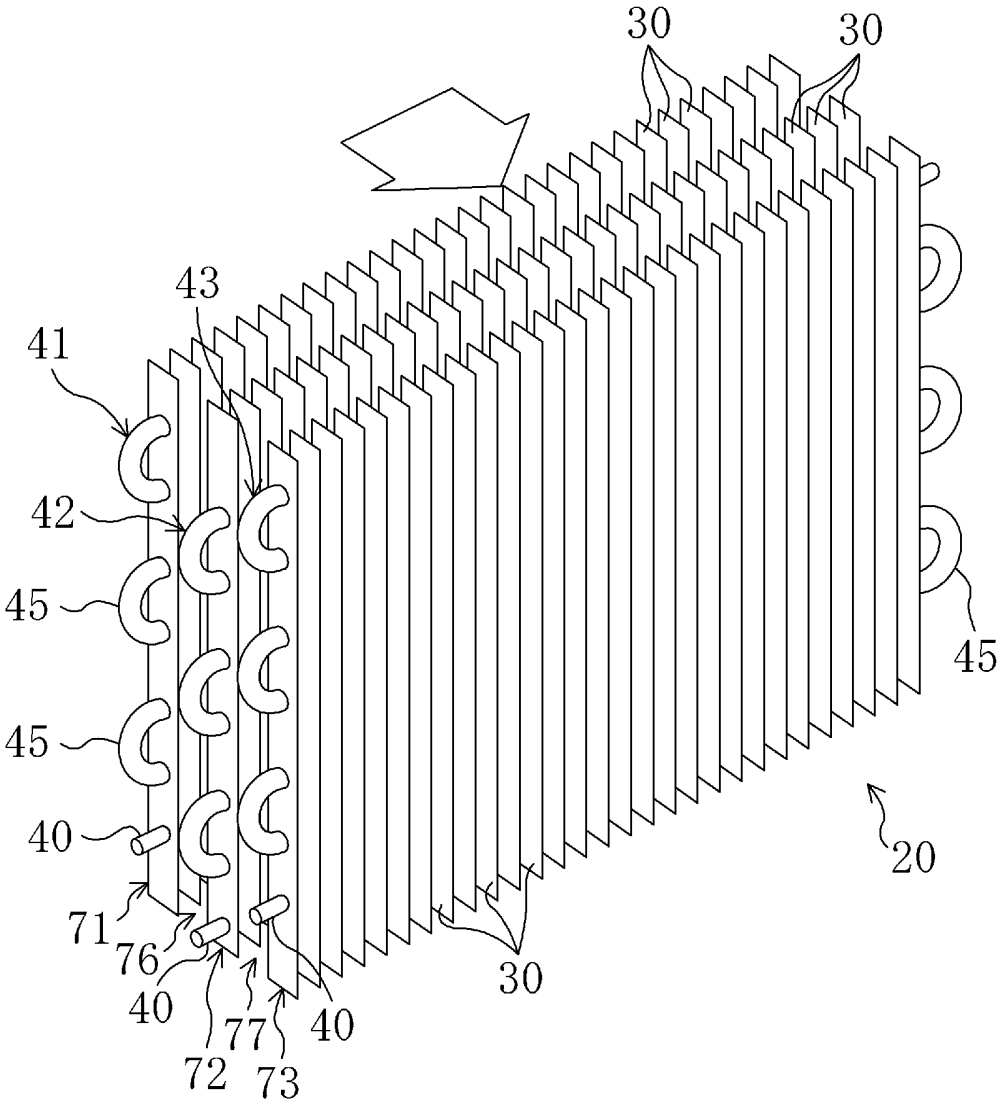
[図16]



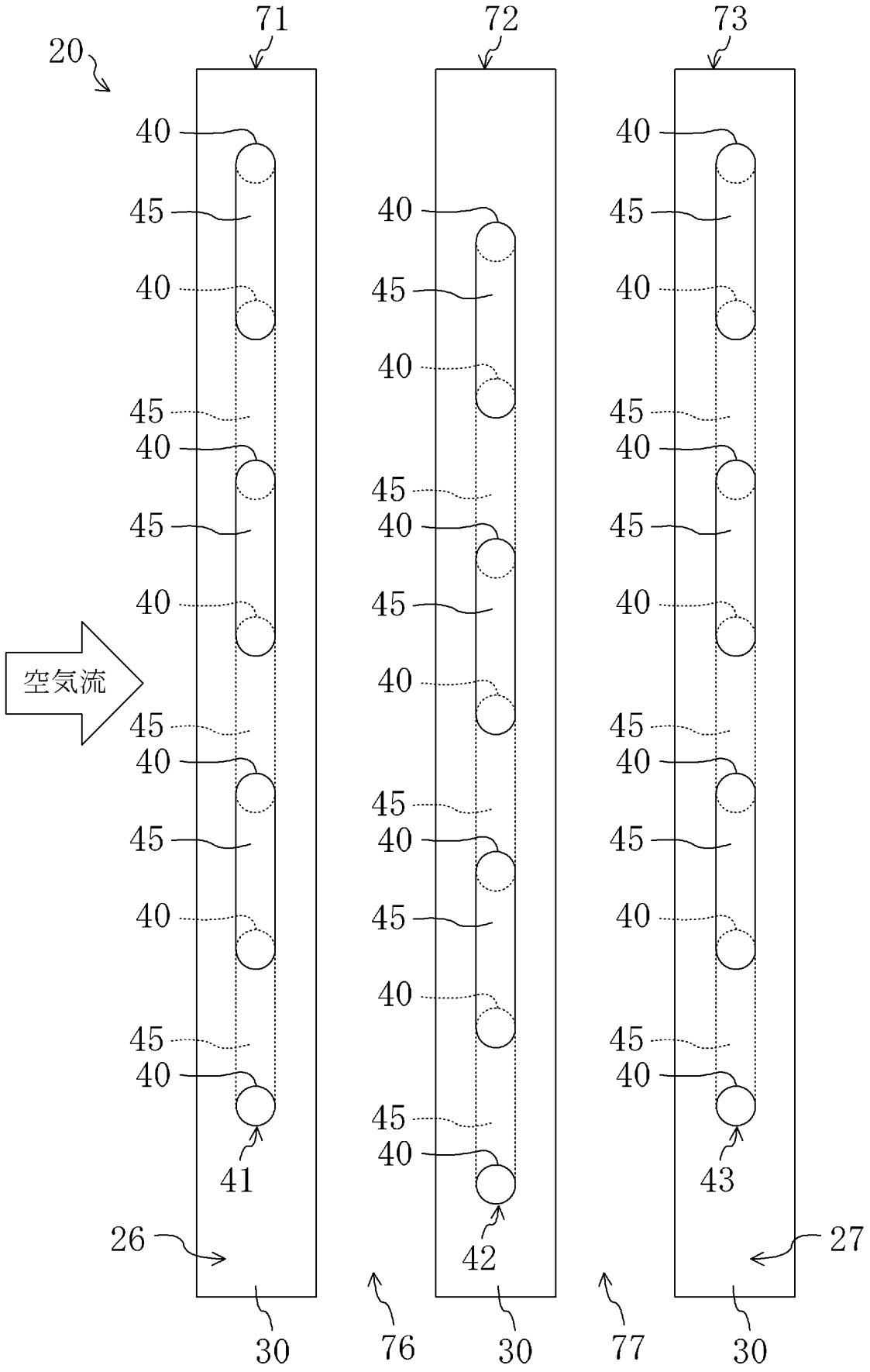
[図17]



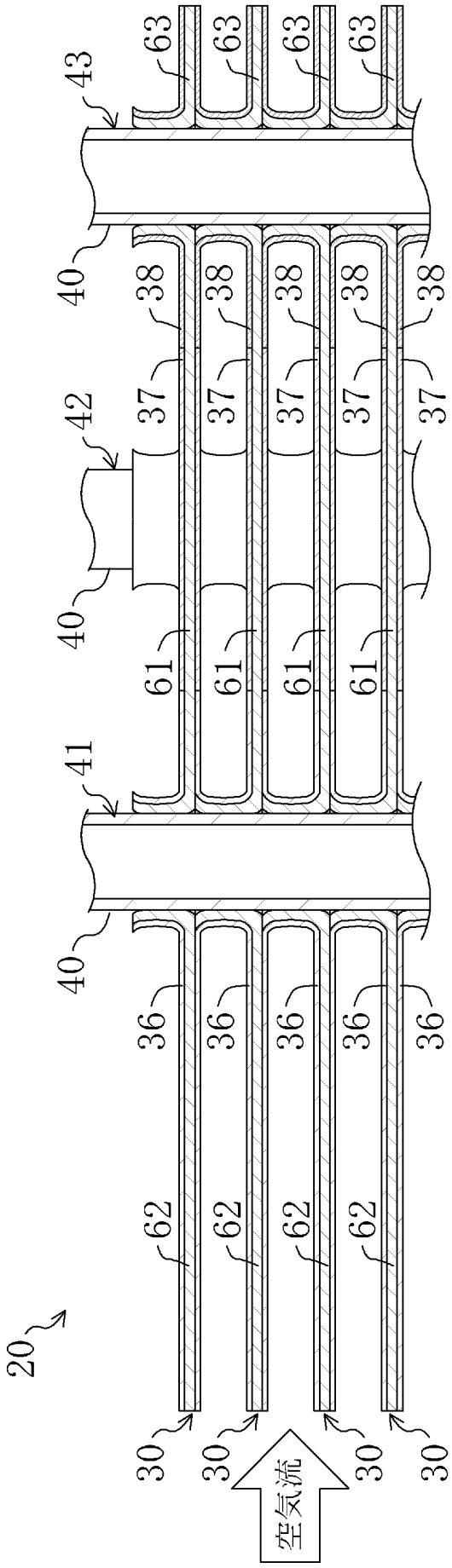
[図18]



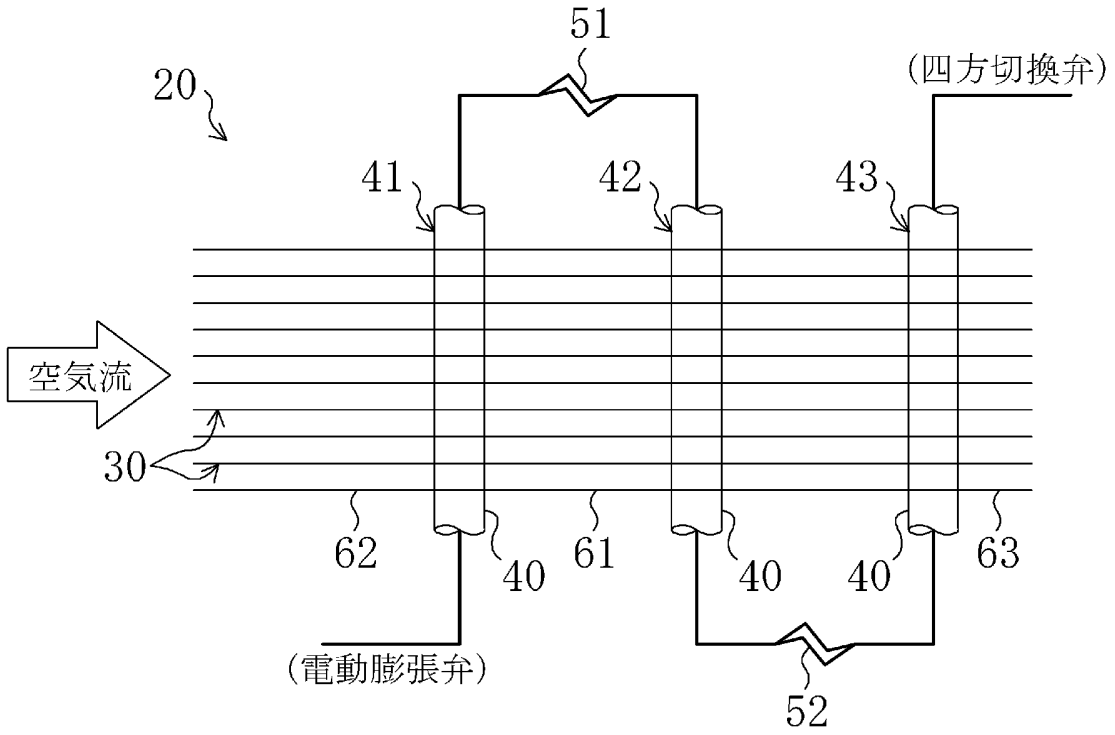
[図19]



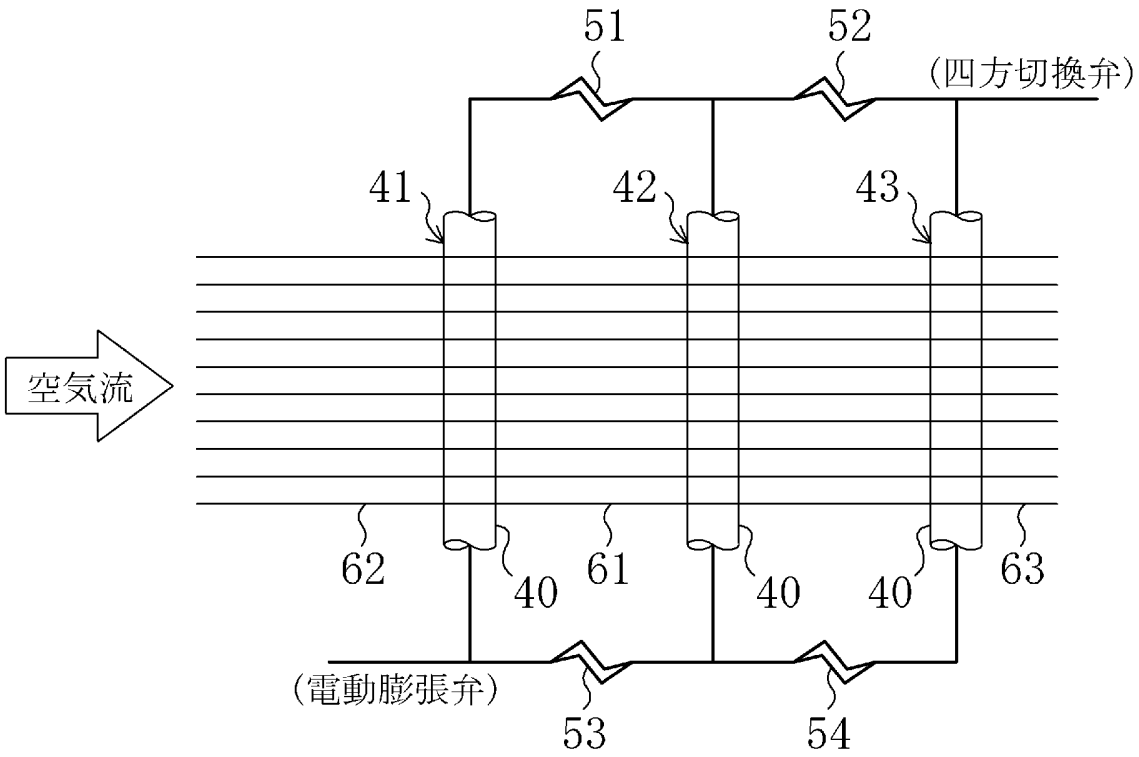
[図20]


20
30
30
空気流
30
30
62
62
62
62
36
36
36
36
36
40
41
61
61
61
61
37
37
37
37
37
42
40
38
38
38
38
38
43
63
63
63
63

[図21]


51
20
(四方切換弁)
41
42
43
空気流
30
62
40
61
40
40
63
(電動膨張弁)
52

[図22]


51
52
(四方切換弁)
41
42
43
空気流
62
40
61
40
40
63
(電動膨張弁)
53
54

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/007845

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] F28F1/32, F24F3/14, B01D53/26

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[7] F28F1/32, F24F3/14, B01D53/26

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 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

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 07-265649 A (Kobe Steel, Ltd.), 17 October, 1995 (17.10.95), Page 2, column 2, line 38 to page 3, column 3, line 5; Fig. 1 (Family: none)	1-6,8-11, 13-14
Y	JP 02-097897 A (Matsushita Refrigeration Co.), 10 April, 1990 (10.04.90), Page 2, upper left column, lines 10 to 20; Fig. 1 (Family: none)	1-6
Y	JP 11-201679 A (Matsushita Refrigeration Co.), 30 July, 1999 (30.07.99), Page 3, column 4, lines 5 to 29; Fig. 1 (Family: none)	3-4

☒ 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
27 July, 2005 (27.07.05)	16 August, 2005 (16.08.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/007845

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 52-155455 A (Mitsubishi Electric Corp.), 23 December, 1977 (23.12.77), Page 1, column 2, line 17 to page 2, column 4, line 19; Fig. 2 (Family: none)	8-10
Y	JP 63-150589 A (Matsushita Refrigeration Co.), 23 June, 1988 (23.06.88), Page 2, lower left column, line 10 to lower right column, line 5; Fig. 1 (Family: none)	11,13
Y	JP 2002-350078 A (Sharp Corp.), 04 December, 2002 (04.12.02), Page 3, column 3, lines 5 to 13; page 3, column 3, lines 18 to 22; Fig. 1 (Family: none)	14

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００５／００７８４５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.[7]　F28F 1/32,F24F 3/14,B01D 53/26

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.[7]　F28F 1/32,F24F 3/14,B01D 53/26

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	１９７１－２００５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００５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	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＪＰ　０７－２６５６４９　Ａ（株式会社神戸製鋼所）１９９５．１０．１７　第２ページ　第２欄　第３８行目－第３ページ　第３欄　第５行目、図１（ファミリーなし）	１－６、８－１１、１３－１４
Ｙ	ＪＰ　０２－０９７８９７　Ａ（松下冷機株式会社）１９９０．０４．１０　第２ページ　左上欄　第１０行目－第２０行目、第１図（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

「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 ２７．０７．２００５	国際調査報告の発送日 16.8.2005
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　3M　３５３０ 荘司　英史 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３７７

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（２００４年１月）

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	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＪＰ　１１－２０１６７９　Ａ（松下冷機株式会社）１９９９．０７．３０　第３ページ　第４欄　第５行目－第２９行目、図１（ファミリーなし）	３－４
Ｙ	ＪＰ　５２－１５５４５５　Ａ（三菱電機株式会社）１９７７．１２．２３　第１ページ　第２欄　第１７行目－第２ページ　第４欄　第１９行目、第２図（ファミリーなし）	８－１０
Ｙ	ＪＰ　６３－１５０５８９　Ａ（松下冷機株式会社）１９８８．０６．２３　第２ページ　左下欄　第１０行目－右下欄　第５行目、第１図（ファミリーなし）	１１、１３
Ｙ	ＪＰ　２００２－３５００７８　Ａ（シャープ株式会社）２００２．１２．０４　第３ページ　第３欄　第５行目－第１３行目、第３ページ　第３欄　第１８行目－第２２行目、図１（ファミリーなし）	１４